

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL

**Avaliação da qualidade da água e da interação entre o ecossistema aquático e o ecossistema terrestre em dois afluentes do Rio Jacaré-Guaçu, na APA Corumbataí (Itirapina/SP).**

Adriana Rosa Carvalho

Dissertação apresentada ao Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof Dr. José Galizia Tundisi

SÃO CARLOS  
1996

DEDALUS - Acervo - EESC



31100017577



*revisão*  
*30*  
*24*  
*42?*  
*maria gonzalez*

Class.	TESE
Cutt.	1222
Tombo	098/96

mg. Ambiental

st 074436L

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

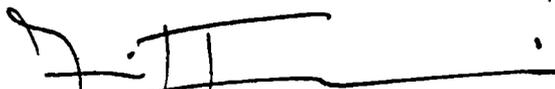
Carvalho, Adriana Rosa  
C331a Avaliação da qualidade da água e da interação entre  
o ecossistema aquático e o ecossistema terrestre em  
dois afluentes do Rio Jacaré-Guaçu, na APA Corumbataí  
(Itirapina/SP) / Adriana Rosa Carvalho. -- São Carlos,  
1996.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de  
São Carlos-Universidade de São Paulo, 1996.  
Orientador: Prof. Dr. José Galizia Tundisi

1. Qualidade da água. 2. Floresta ripária. 3.  
Pesticidas organoclorados. I. Título

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Dissertação defendida e aprovada em 03-6-1996  
pela Comissão Julgadora:



---

Prof. Doutor JOSE GALIZIA TUNDISI - Orientador  
(Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo)



---

Prof. Doutor FLAVIO HENRIQUE MINGANTE SCHLITTLER  
(Universidade Estadual Paulista-UNESP - Campus de Rio Claro)



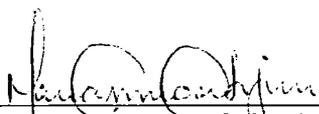
---

Prof. Doutor VALDEMAR LUIZ TORNISIELO  
(Centro de Energia Nuclear na Agricultura-CENA - USP)



---

Presidente da Comissão de Pós-Graduação  
Prof. Dr. EDUARDO CLETO PIRES



---

Coordenadora da Área - "Ciências da Eng. Ambiental"  
Profª Drª MARIA DO CARMO CALIJURI

“Quatro coisas são difíceis de esconder  
por muito tempo: a ciência, a ignorância,  
a riqueza e a pobreza.”

*(Averróis)*

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas acompanharam este trabalho e me enriqueceram com idéias, entre tantas gostaria de lembrar:

Do Prof. Dr. Flávio Henrique Mingante Schlitter que me abrandou os ânimos, me estimulou e me compreendeu, tomando minhas dores e me orientando com extrema boa vontade;

Do Prof. Dr. José Galizia Tundisi, que aceitando orientar este trabalho, me proporcionou a chance de dar alguns passos em direção à pesquisa científica;

Do Prof. Dr. Valdemar Tornizielo, que participando com sugestões e críticas me foi uma grande descoberta científica e humana, especialmente pela simpatia com a qual sempre trabalha.

Do Prof. Dr. Fernando Carlos Pagnoca pelas conversas, sugestões, e pelas análises microbiológicas;

Do Prof. Dr. Célio Augusto Rugani, que me deu uma ponderação necessária;

Da Profa. Dra. Maria do Carmo Calijuri, pelos ensinamentos no curso de pós-graduação e por estar sempre disponível para apoiar, criticar e direcionar;

Do Prof. Dr. Miguel Petrere Junior, pela atenção desobrigada que despreendeu à mim;

Dos técnicos de laboratório: Amândio, América, Marcelo, Biro e Claudete (CRHEA-USP), Sandra, Carlos e Fátima (UNESP-Rio Claro) e Carlos Dorelli (CENA-USP); sem eles todos trabalhos seriam mais difíceis e menos alegres;

Dos colegas do curso de pós-graduação do CRHEA, pela saudade dos bons momentos e daqueles momentos que não foram tão bons assim! Especialmente da Susy e da Flávia pela amizade, pelas conversas e por terem me dado lições de força de vontade, sem nem terem tido a intenção. E particularmente (claro!) da Profa. Dra. Maria Aparecida Pion Abuabara, pelo sorriso meigo e pelo exemplo.

Do amigos de Rio Claro, entre os quais do Lobinho, da Cinthyan e da Raquel meus companheiros tantas vezes, e meus grandes amigos em todos os momentos;

De Urbano Lopes da Silva Jr., pela prontidão nos auxílios estatísticos;

Da Dri e da Rafa, por terem me hospedado e tornado divertida e agradável minhas idas e vindas de Rio Claro;

Do Paulo e do Gaúcho, da “*Trilhas da Terra*”, Joinville/SC, pela força e descontração;

Não esqueci em nenhum momento de minha Mãe, meu Pai e meus irmãos, meus grandes afetos, e meu maior estímulo. Em especial da Zi e do Eli, que me acolheram com carinho e muita paciência em Joinville/SC.

E especialmente me lembro de Ronaldo Angelini, por todas e tantas opiniões, e pela presença terna e constante.

Por todos, eu tenho a mais sincera gratidão; e neste momento, só me ocorrem as palavras de Shakespeare pra expressá-la:

“(...) Sou um miendingo e mais pobre ainda em agradecimentos. Mas, muito obrigado, embora esse obrigado não valha um níquel furado (...)”

(*Hamlet* - Willian Shakespeare)

## SUMÁRIO

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
1.Introdução.....	1
2.Objetivos.....	3
3. Revisão Bibliográfica.....	4
3.1. Zona Ripária.....	4
3.1.1.Abordagem Nominativa e Caracterização.....	4
3.1.2. Funções Hidrológicas da Zona Ripária.....	5
3.1.3. Atividade da Água na Composição Ripária.....	8
3.1.4. Importância Ecológica da Zona Ripária.....	9
3.1.5. Relação de Parâmetros Limnológicos com a Floresta Ripária.....	10
3.1.6. Efeitos Negativos da Zona Ripária.....	13
3.1.7. Impacto da Atividade Agropecuária em Bacias Hidrográficas.....	14
3.2. Pesticidas.....	15
3.2.1. Definição e Normas Legislativas.....	15
3.2.2. Pesticidas e seus Efeitos Ambientais.....	19
3.2.2.1. Contaminação do Solo.....	19
3.2.2.2. Contaminação Aquática.....	20
3.2.2.3. Degradação Ambiental.....	22
3.3. Grupo Coliforme.....	24
3.3.1. Os Coliformes como Bioindicadores da Qualidade de Água.....	24
4. Relevância do Trabalho.....	26
5. Material e Métodos.....	28
5.1.Descrição da Área de Estudo.....	28
5.1.1. Caracterização do Ribeirão da Onça.....	34
5.1.1.1. Localização.....	34
5.1.1.2. Geologia do Ribeirão da Onça.....	34
5.1.1.3. Fisiografia e Relevo.....	36
5.1.1.4. Pedologia.....	38
5.1.1.5. Clima.....	38
5.1.1.6. Características Físicas da Bacia Hidrográfica.....	40
5.1.1.7. Características Físicas do Ribeirão da Onça.....	40
5.1.1.8. Vegetação.....	41
5.1.1.9. Importância Sócio-Econômica.....	41
5.1.2. Caracterização do Ribeirão do Feijão.....	42
5.1.2.1. Localização.....	42
5.1.2.3. Fisiografia e Relevo.....	44
5.1.2.4. Pedologia.....	44
5.1.2.5. Clima.....	45
5.1.2.6. Características Físicas da Bacia Hidrográfica.....	45
5.1.2.7. Características Físicas do Ribeirão do Feijão.....	46

5.1.2.8. Vegetação.....	49
5.1.2.9. Importância Sócio-Econômica.....	50
5.2.Procedimentos.....	53
5.2.1. Coliformes Fecais.....	55
5.2.2. Produtos Organoclorados.....	56
5.2.3. Determinação do IQA.....	57
5.2.4. Análise Numérica.....	60
6. Resultados.....	62
6.1. Parâmetros Climatológicos.....	68
6.2. Resultados da Análise Numérica.....	60
7. Discussão.....	77
7.1. Classificação da Qualidade da Água dos Ribeirões.....	91
7.1.1. Avaliação do Número de Coliformes Fecais.....	92
7.1.2. Avaliação da Concentração de Produtos Organoclorados.....	95
8. Conclusão.....	105
9. Referências Bibliográficas.....	108

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa das microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão - SP.....	30
Figura 2: Localização das microbacias do Ribeirão da Onça e do Feijão na bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçú/SP.....	31
Figura 3: Mapa da Área de Proteção Ambiental de Corumbataí-SP (APA- Corumbataí.....	32
Figura 4: Mapa geológico do estado de São Paulo.....	33
Figura 5: Mapa geomorfológico do estado de São Paulo.....	35
Figura 6: Seção geológica E-F do Ribeirão da Onça.....	36
Figura 7: Mapa de Declividade da Microbacia do Ribeirão da Onça.....	37
Figura 8: Seção Geológica na direção SW-NE do Ribeirão do Feijão.....	43
Figura 9: Mapa de Declividade da Microbacia do Ribeirão do Feijão.....	47
Figura 10: Localização dos pontos de coleta e dos ambientes nos ribeirões.....	60
Figura 11: Curva de Qualidade da Água.....	61
Figura 12: Variação da turbidez entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.....	73
Figura 13: Variação da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.....	73
Figura 14: Variação do pH entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.....	74
Figura 15: Variação da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{l}$ ) entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.....	74
Figura 16: Variação da temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.....	75
Figura 17: Variação da alcalinidade entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.....	75
Figura 18: Variação na quantidade de material em suspensão entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.....	76

Figura 19: Variação na concentração de matéria orgânica e matéria inorgânica entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão da Feijão.....	77
Figura 20: Variação sazonal da temperatura da água (°C).....	78
Figura 21: Relação da temperatura da água (°C) com a concentração de oxigênio dissolvido (mg/l).....	79
Figura 22: Variação sazonal da turbidez.....	79
Figura 23: Variação sazonal do pH.....	80
Figura 24: Variação sazonal da concentração de oxigênio dissolvido (mg/l).....	80
Figura 25: Interação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) com os diferentes ambientes.....	82
Figura 26: Interação do pH com os diferentes ambientes.....	82
Figura 27: Interação da turbidez com os diferentes ambientes.....	83
Figura 28: Interação da temperatura da água (°C) com os diferentes ambientes.....	84
Figura 29: Comparação do IQA entre os ribeirões no verão e no inverno.....	85
Figura 30: Diferença da quantificação de coliformes fecais entre os ribeirões.....	87
Figura 31: Diferença na quantificação do NMP de coliformes fecais/100 ml entre os ribeirões.....	97
Figura 32: Variação da quantidade de material em suspensão em relação à fração acumulada de precipitação e à média mensal de precipitação.....	90
Figura 33: Ocorrência de produtos organoclorados no Ribeirão da Onça e no Ribeirão do Feijão por época de coleta.....	92
Figura 34: Variação na concentração de $\alpha$ -BHC ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	93
Figura 35: Variação da concentração $\beta$ -BHC ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	93
Figura 36: Variação na concentração de d-BHC ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	94

Figura 37: Variação na concentração de g-BHC ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	94
Figura 38: Variação na concentração de g-Chlordano ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	94
Figura 39: Variação na concentração de pp'DDE ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	95
Figura 40: Variação na concentração de op'DDT ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	95
Figura 41: Variação na concentração de heptacloro ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	96
Figura 42: Variação na concentração de Epóxido de heptacloro entre os ribeirões ( $\mu\text{g/l}$ ).....	97
Figura 43: Variação na concentração de Nitrogênio Total ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	98
Figura 44: Variação na concentração de Fosfato Total ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.....	98

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Nomenclatura regional, particularidades e autorias.....	05
Tabela 2: Nomenclatura e aplicação de pesticidas.....	17
Tabela 3: Padrões de potabilidade para consumo humano e de qualidade ambiental da água.....	18
Tabela 4: Persistência de pesticidas organoclorados no solo.....	23
Tabela 5: Temperatura e precipitação mensais na área de estudo do Ribeirão da Onça.....	39
Tabela 6: Vazão mínima e máxima para o Ribeirão da Onça nos períodos seco e úmido.....	40
Tabela 7: Cobertura vegetal na microbacia do Ribeirão da Onça.....	41
Tabela 8: Temperatura e precipitação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão.....	46
Tabela 9: Vazões, temperatura e precipitação nos períodos seco e úmido.....	48
Tabela 10: Médias de temperatura e precipitação para duas estações distintas no Ribeirão do Feijão.....	49
Tabela 11: Cobertura vegetal natural ao longo da microbacia do Ribeirão do Feijão.....	50
Tabela 12: Representatividade da pecuária na área de São Carlos para a região centro-norte do Estado de São Paulo.....	50
Tabela 13: Cronograma dos trabalhos de campo.....	52
Tabela 14: Metodologias utilizadas em análises de parâmetros limnológicos (físico-químicos) e biológicos.....	55
Tabela 15: Limites de Coliformes Fecais por Categoria.....	59
Tabela 16: Classificação segundo o índice de qualidade da água.....	56
Tabela 18: Variação espaço-temporal do pH próximo à foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	62

Tabela 19: Média da variação espaço-temporal da turbidez próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	62
Tabela 20: Média da variação espaço-temporal da concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) próximo à foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	63
Tabela 21: Média da variação espaço-temporal da condutividade elétrica ( $\mu S/cm$ ) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	63
Tabela 22: Média da variação espaço-temporal da alcalinidade (meq/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	64
Tabela 23: Média da variação espaço-temporal da concentração de material em suspensão total (mg/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	64
Tabela 24: Média da variação espaço-temporal da concentração de material em suspensão orgânico (mg/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	65
Tabela 25: Média da variação espaço-temporal da concentração de material em suspensão inorgânico (mg/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	65
Tabela 26: Média da variação espaço-temporal da temperatura da água ( $^{\circ}C$ ) próximo à foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	66
Tabela 27: Média da variação espaço-temporal da concentração de fosfato total ( $\mu g/l$ ) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	66
Tabela 28: Média da variação espaço-temporal da concentração de nitrogênio total ( $\mu g/l$ ) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	66
Tabela 29: Média da variação temporal da concentração de produtos organoclorados ( $\mu g/l$ ) na foz do Ribeirão da Onça. ....	67
Tabela 30: Média da variação temporal da concentração de produtos organoclorados ( $\mu g/l$ ) a foz do Ribeirão do Feijão.....	67
Tabela 31: Média da variação temporal na quantificação de coliformes totais/100 ml.....	68
Tabela 32: Média da variação temporal na quantificação de coliformes fecais.....	68
Tabela 33: Média da variação temporal da contagem de coliformes fecais segundo o método do NMP/100 ml (Número Mais Provável/100 ml.....	68

Tabela 34: Valores de Velocidade do Vento (m/s) nas microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	69
Tabela 35: Valores de Radiação Solar nas microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	69
Tabela 36: Valores de Umidade Relativa do Ar nas microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	69
Tabela 37: Variações da precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar na bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	70
Tabela 38: Variações da precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar na bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.....	71
Tabela 39: Resultado da MANOVA para os fatores ponto de coleta, ribeirão (Onça e Feijão), estação do ano e respectivas interações.....	72
Tabela 40: MANOVA para os fatores ambiente (pasto, floresta ripária e mata secundária), ribeirão (Onça e Feijão), estação do ano e respectivas interações.....	72
Tabela 41: Variáveis de efeito discriminante significativo em relação ao componente ribeirão.....	73
Tabela 42: Variáveis de efeito discriminante significativo em relação ao componente estação do ano.....	73
Tabela 43: Variáveis de efeito discriminante significativo em relação ao componente ambiente.....	74
Tabela 44: Valores de r- Pearson para fosfato e nitrogênio totais em relação à Pluviometria para o Ribeirão da Onça.....	74
Tabela 45: Valores de r- Pearson para fosfato e nitrogênio totais em relação à Pluviometria para o Ribeirão do Feijão.....	74
Tabela 46: Valores de r-Pearson para coliformes totais, coliformes fecais e os compostos organoclorados em relação à Pluviometria para o Ribeirão da Onça.....	75
Tabela 47: Valores de r-Pearson para coliformes totais, coliformes fecais e os compostos organoclorados em relação à Pluviometria para o Ribeirão do Feijão.....	76
Tabela 48: Avaliação qualitativa das informações sobre produtos organoclorados.....	76

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental  
APHA - American Public Health Association  
EPA - Environmental Protection Agency  
CENA - Centro de Estudos Nucleares e Ambientais  
CETESB - Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CRHEA - Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada  
DAEE - Departamento Autônomo de Águas e Energia Elétrica  
DCE - Detector de captura de Elétrons  
DPRN - Departamento de Proteção de Recursos Naturais  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IQA - Índice de Qualidade de Água  
IT - Índice de Toxicidade  
NMP - Número Mais Provável  
WHO - World Health Organization

## SÍMBOLOS

$\pi$  -  $Pi$

$\sum$  - Somatório

## RESUMO

Neste trabalho foram estudados alguns parâmetros físico-químicos na porção final de dois ribeirões circundados por 3 ambientes: floresta ripária, mata secundária e pasto, buscando avaliar o comportamento destas variáveis em relação aos diferentes ambientes terrestres e comparar as propriedades limnológicas entre os ribeirões. Análises de coliformes fecais e pesticidas organoclorados foram feitas devido às atividades agropecuárias desenvolvidas nas microbacias, e aplicou-se a fórmula do Índice de Qualidade da Água (IQA). Os resultados mostram que os ambientes se diferenciam em concentração de oxigênio dissolvido, pH, turbidez e temperatura da água, e a concentração de oxigênio dissolvido foi o parâmetro que mais se destacou entre os ambientes. As variáveis temperatura da água, turbidez, pH e concentração de oxigênio dissolvido foram influenciadas pelas diferenças sazonais, e a variação sazonal mais pronunciada foi da temperatura da água. Os ribeirões mostraram-se de propriedades físico-químicas distintas à despeito de estarem sob influência de uma mesma bacia de drenagem, mesma geologia e clima. A qualidade das águas foi melhor no inverno em relação ao verão. Foi encontrada uma biota significativa de bactérias coliformes, sem no entanto comprometer a potabilidade das águas. Foram encontrados os seguintes produtos organoclorados:  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC,  $\gamma$ -Clordano, Heptacloro, Epóxido de Heptacloro, pp'DDE e op'DDT. Embora o op'DDT com concentração  $0,0037 \mu\text{g/l}$  tenha se aproximado ao nível considerado crônico nos EUA para proteção da vida aquática ( $0,004 \mu\text{g/l}$ ), os produtos tiveram concentrações que não ultrapassaram os níveis permissíveis por lei. A contaminação agropecuária foi comprovada sem contudo causar situação de poluição.

## ABSTRACT

Some physical and chemical parameters were studied on the mouth of two streams surrounded by three zones: riparian, secondary forest and pasture. Limnological characteristics were compared between the streams and between the terrestrial ecosystems. Analysis of fecal coliform and organochlorine pesticides were performed because of the cattle ranching and agriculture practices developed in the watershed. The Index of Water Quality (IQA) was applied. The results show that these zones distinguish each other in concentration of dissolved oxygen, pH, turbidity and temperature. The dissolved oxygen was the most important. Temperature, turbidity, pH and dissolved oxygen were influenced by the seasons, and among these temperature was the most influenced parameter. Although the streams belong to the same watershed and have similar geological and climate characteristics, they had distinct physical and chemical properties. Water quality was better in winter than in the summer. Fecal bacteriae were found, however did not endanger water quality. The following organochlorine pesticides were detected:  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC, d-BHC, g-BHC, g-chlordane, heptaclor, heptaclor epoxid, pp'DDE and op'DDT. The op'DDT concentration was  $0.0037 \mu\text{g/l}$  and approximated to chronic level for aquatic life protection in EPA standards ( $0.004 \mu\text{g/l}$ ). However the organochlorine pesticides didn't exceeded the maximum level tolerated. So, contamination by agriculture and grazing was detected, but these activities do not characterize a polluted environment.

## 1.INTRODUÇÃO

Desde a apresentação do conceito de ecossistemas por TANSLEY (1935) uma linha de pesquisa holística dentro da área ambiental surgiu com investigações à cerca do mecanismo de funcionamento de cada ecossistema em separado, as trocas realizadas entre eles e o comportamento conjugado dos ecossistemas.

A abordagem comparativa é uma das mais antigas abordagens em ecologia (HEAL & GRIME, 1991), e tem sido uma importante fonte de inspiração e teoria para pesquisadores (DOWINIG, 1991). É notório que a manutenção dos ecossistemas depende de interações tróficas e energéticas, e o conhecimento dos mecanismos de troca e coexistência dos ambientes e seus organismos auxilia no controle das interferências humanas nos ambientes.

Dentro do ecossistema aquático a relação entre o corpo de água e a biomassa vegetal é extremamente forte e necessária à auto-manutenção da biocenose, caracterizando-se como um processo vital que garante a estabilidade do sistema. Estudos com comunidades fitoplanctônicas (apontando comunidades perifíticas como principais produtoras primárias de alguns corpos de água) e macrófitas aquáticas (importantes na produtividade primária, pelo acúmulo de íons em sua biomassa e liberação de compostos orgânicos e inorgânicos) confirmam esta hipótese (CAMARGO *et al.*, 1983; BARBIERI, 1984; CAMARGO, 1984; CALIJURI, 1988; CHAMIXAES, 1991).

De igual interesse e importância estão as relações desempenhadas entre o ambiente aquático e o vegetal terrestre que margeia os cursos de água. Muitos postulados na literatura consideram inúmeras denominações, caracterizações e funções para a vegetação ao longo de corpos aquáticos.

Mais conhecidas como mata ciliar ou zona ripária, essa vegetação é eficaz na contenção de assoreamento, na manutenção da estabilidade de encostas, na regularização

regularização do regime hídrico e melhoria da qualidade da água, além das mais variadas funções ecológicas.

Devido à sua proximidade com a água, as florestas ripárias têm sido alvo de constantes atividades antrópicas, como agricultura e pastagens. Em função disto estas áreas foram contempladas na Legislação Ambiental com leis exclusivas à sua proteção e manutenção (artigo 209, inciso I da Legislação Básica sobre Recursos Hídricos do Estado de São Paulo).

Este trabalho tem como objeto de estudo duas áreas de zona ripária inseridas em uma área de proteção ambiental, a APA Corumbataí, criada pelo Decreto Estadual 20.960 de 08/06/83, estando portanto legislativamente, duplamente protegidas.

Neste estudo a revisão bibliográfica aborda as funções ecológicas e hidrológicas da zona ripária numa bacia hidrográfica (Rio Jacaré-Guaçu). Experimentalmente pretende-se avaliar a importância da floresta ripária para o ambiente aquático, e a consequência da atividade antrópica, na qualidade da água.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivos:

- 1) Adquirir informações de parâmetros físico-químicos na porção final da microbacia do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão, que permitam comparações de características limnológicas dos ribeirões em diferentes ambientes florestais;
- 2) Investigar o comportamento destes parâmetros em área de floresta ripária, comparada à outras coberturas vegetais, tentando inferir sobre a influência da floresta sobre o ambiente aquático;
- 3) Verificar a qualidade da água na porção final dos ribeirões em função do impacto das atividades agropecuária nas microbacias;
- 4) Contribuir para o manejo e monitoramento dos recursos hídricos da APA, com informações que propiciem uma avaliação inicial do Ribeirão da Onça e forneçam elementos para comparações em continuidade com trabalhos anteriores do Ribeirão do Feijão.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Zona Ripária

##### 3.1.1. Abordagem nominativa e caracterização

As zonas ripárias são formações florestais às margens de ambientes aquáticos, que constituem um ambiente complexo com condições mesoclimáticas distintas, atribuídas às temperaturas mais amenas e à maior umidade atmosférica (LINDMAN, 1906; AB'SABER, 1971; CAMARGO *et al.*, 1971; ACIESP, 1987). Tantas variações resultam em muitos termos sinonímicos para designá-las.

REICHARDT (1987) afirma que essa vegetação ocorre em porções do terreno que incluem a ribanceira dos corpos d'água ou as superfícies de inundação estendendo-se até suas margens, e a define como **matas ciliares**. Outros autores (CAMPOS, 1912; SAMPAIO, 1938; JOLY, 1970; HUECK, 1972; BEZERRA DOS SANTOS, 1975; DEMATTÊ, 1989; NOGUEIRA, 1989) estão em concordância com este termo.

RODRIGUES (1989) as considera de difícil distinção em locais onde ocorrem florestas densas e discerníveis em regiões de domínio de formações abertas como cerrados, campos e caatingas (FILHO & REIS, 1987; MANTOVANI, 1989), e usa os termos "matas ciliares", "mata de galeria" ou "mata ripária" como tipos de **formações ripárias**.

O SOIL CONSERVATION SERVICE (1977) empregou a denominação **zona ripária**, utilizada em recentes trabalhos norte-americanos (McDOWELL, com. pessoal) juntamente com **floresta ripária**. (SWANSON, 1988; CUMMINS, 1989; TRISKA *et al.*, 1989; KOLVACHIK & CHITWOOD 1990; CARLSON *et al.*, 1991; PINAY *et al.*, 1993).

Há ainda termos bastante localizados e portanto, restritivos para designar essas formações (Tabela 1).

Tabela 1: Nomenclaturas empregadas regionalmente, suas particularidades e autorias.

<i>Designação</i>	<i>Autores</i>	<i>Particularidades</i>
Mata aluvial	VELOSO & GOES Fº (1982)	Formada sobre aluviões.
Floresta paludosa	LINDMAN (1906); CAMPOS (1912)	Quando estabelecida sobre aluviões antigos.
Floresta de várzea	BERTONI & MARTINS (1987).	Quando estabelecida em várzeas aluviais.
Floresta de condensação	CAMPOS (1912); TROPPEMAIR & MACHADO (1974)	Relativo às matas em fundo de vales, suscetíveis à formação e condensação de neblina.
Mata de fecho ou de anteparo.	LINDMAN (1906); BEZERRA DOS SANTOS (1977).	Formações ao longo de rios no Rio Grande do Sul

Neste trabalho os termos adotados são zona ripária e floresta ripária.

### 3.1.2. Funções hidrológicas da zona ripária

HANSEN (1991) faz analogia da floresta ripária com um fio que amarra e mantém junto todo o ecossistema; influenciando a manutenção de aspectos físicos do rio e o funcionamento de processos biológicos e ecológicos. CARLSON *et al.* (1991) diz que é intrínseco às florestas ripárias uma dinâmica e sensibilidade em manejo que afetam a hidrologia da bacia hidrográfica.

O ecossistema ripário de acordo com STEIBLUMS *et al. apud* LIMA (1989) e PLATTS *et al apud* LIMA (*op cit.*) tem as mais importantes relações hidrológicas:

- contenção das ribanceiras de rios, consideradas áreas críticas;
- diminuir e filtrar o escoamento superficial;
- impedir ou dificultar o carreamento de sedimentos para o sistema aquático;
- contribuir para a manutenção da qualidade da água da bacia hidrográfica;
- interceptar e absorver a radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica em pequenos cursos de água;

-- participar no controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, tanto pelo escoamento superficial quanto pela absorção de nutrientes do escoamento subsuperficial pela vegetação ripária.

### *Estabilização das margens*

Corroborando esta função SVEJCAR *et al.* (1991) sugere que a manutenção da floresta ripária seria um meio de atenuar a lixiviação, estabilizar margens e restaurar processos hidrológicos. KOFFLER & MORETTI (1991) acrescentam que ribanceiras deflorestadas ficam expostas à ação hídrica da correnteza e das chuvas e expostas à erosão, que varia com o tipo de solo e a declividade.

### *Obstrução ao carreamento*

Para CORBERT & LYNCH (1985) a barreira ao carreamento é um importante fator de integração entre os ambientes aquático e terrestre, evitando que as principais substâncias constituintes da parte mineral do solo, da serrapilheira acumulada ou de usos antrópicos sejam incorporados à água. Esta entrada de materiais varia com o tipo de solo (LIDMAN, 1906; CAMARGO *et al.*, 1971; HUECK, 1972), as características físicas da região (GOUVEA, 1974; RODRIGUES, 1989) e clima, com ênfase ao regime pluviométrico (CRHISTOFOLETTI, 1979; LEINZ & AMARAL, 1985). IVARSSON & JANSSON (1994), pesquisando no nordeste da Suécia, reafirmaram que a lixiviação de matéria orgânica para os rios, depende do clima e da vegetação; e a estocagem, das condições de drenagem do solo.

### *Auto-depuração do ambiente aquático*

Vários trabalhos sobre o ciclo de nutrientes em rios ao longo da zona ripária demonstraram a capacidade desta vegetação em reter e diminuir a quantidade de nutrientes, preservando a qualidade do ambiente aquático e funcionando como filtros. (ASMUSSEN *et al. apud* LOWRANCE, 1984; Mc DOWELL, 1992; HAYCOCK, 1993; EKHOLM, 1994).

PETERJOHN & CORREL (1984) analisaram esta hipótese avaliando a concentração de Carbono, Nitrogênio e Fósforo à superfície do solo do Rio Rhode e constataram que a zona ripária retém nutrientes em excesso (89% do Nitrogênio contra 8% retido pela agricultura) que retornam ao solo como serrapilheira (PINAY, 1993).

Estudo semelhante de LOWRANCE *et al.* (*op cit.*) na subbacia do Little River na Georgia, mediu o ciclo de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, e outros na água, e concluiu que o solo da zona ripária tem condições ideais para a desnitrificação e para retenção de P, atuando na manutenção da qualidade da água.

#### *Manutenção térmica em rios*

Autores como VANNOTE *et al.* (1981) MINSHALL *et al.* (1985a) consideram que a floresta ripária mantém uma temperatura sazonal de pouca variação, reduzindo a produção autotrófica em rios devido ao sombreamento, (MAIER, 1978).

Embora possa haver troca de calor entre a superfície aquática e a atmosfera, há de se considerar que a maior umidade e menor amplitude térmica sob a zona ripária, tendem a favorecer a manutenção da temperatura.

#### *Ciclagem de Nutrientes*

Para REICHARDT (1987) a literatura aborda frequentemente a importância da vegetação como controladora de fluxos superficiais e subsuperficiais de água e sedimentos que levam consigo nutrientes (CORBETT & LYNCH *apud* REICHARDT, 1987; LIMA, 1989) exercendo um controle hidrológico dos nutrientes da bacia.

Quando a vegetação é muito alterada em seções do rio a quantidade e composição da serrapilheira e o fornecimento de nutrientes ficam limitados, como observaram DELONG & BRUSVEN (1994) no Rio Lapwai Creek ao norte de Idaho (EUA). Comprobativamente, MILLS (1972) afirma que ambientes aquáticos elaboram

pouco material nutritivo, e dependem em grande escala dos constituintes florestais e da terra circundante para supri-los de nutrientes.

Alguns trabalhos da troca de nutrientes entre a zona ripária e o ambiente aquático, revelaram a importância da vegetação para o fornecimento de elementos como fósforo (MEYER, 1980), cobre, ferro, zinco, manganês (KILLINGBECK, 1985; WHITTAKER *et al.*, 1979), ou ainda carbono, nitrogênio, potássio, magnésio além de outros (FURCH *et al.*, 1988).

Uma atividade hidrológica da zona ripária pouco reportada, mais de grande importância é o aprofundamento da calha dos rios. Este processo é consequência da deposição de detritos florestais ao longo das margens que aumentam a altura dos diques marginais e diminuem a suscetibilidade à inundações. A deposição destes detritos nas margens está relacionada ao fluxo de corrente, à declividade do talvegue do rio e aos eventos climáticos, especialmente a pluviosidade.

### 3.1.3. Atividade da água na composição ripária

O desenvolvimento das formações florestais se deve à diversos fatores bióticos e abióticos integrados (HIGLER, 1993; NILSSON *et al.*, 1994), sendo dinâmicas em frequência e intensidade. Elas dependem de características geológicas, geomorfológicas, climáticas, edáficas, hidrográficas e hidrológicas locais e regionais (CHRISTOFOLETTI, 1979; LEINZ & AMARAL, 1985).

LINDMAN (1906) e PENTEADO (1983) veem os cursos d'água como agentes modeladores da paisagem, que de acordo com a hidrodinâmica (regime de flutuação) e fisiografia determinam a estrutura e morfologia da vegetação influenciando, inclusive na distribuição individual de espécies (CAMPOS, 1912; WIKUM & WALI, 1974; BERTONI & MARTINS, 1987). KLEIN (1984) e COUTO *et al.* (1985) *apud*. FILHO & MARTINS, (1986) abordam ainda o volume de água e a velocidade de corrente como responsáveis na determinação da biomassa vegetal das florestas ripárias devido ao turbilhonamento e à oxigenação.

O entalhamento do talvegue do rio pode gradualmente acentuar a declividade, que favorece a lixiviação e produz um gradiente de umidade e conseqüentemente da vegetação (REICHARDT, 1987; OLIVEIRA-FILHO, 1989). Por esta razão, LEITÃO FILHO (1982) considera que em áreas de inundação sazonal, e/ou afloramento do lençol freático, ou ainda de grande retenção de água, a diversidade de espécies pode abaixar restringindo-se àquelas adaptadas ao solo úmido (SALVADOR, 1989).

TROPMAIR & MACHADO (1974) também discutem a influência da água sobre a vegetação ao aduzirem que em rios onde o traçado é curvilíneo o desenvolvimento da vegetação é mais expressivo nas curvas internas, já nos rios que fluem em linha reta a tendência é que a vegetação esteja presente nas duas margens.

#### 3.1.4. Importância ecológica da zona ripária

A existência da floresta ripária vem sendo apontada como mantenedora de uma ordem ecológica tanto para ambientes lóticos quanto para ambientes lênticos. Ela permite a ocorrência de um microclima próprio, que é responsável entre outras influências pelo desenvolvimento, estabelecimento ou migração de espécies (CATHARINO, 1989; FILHO & REIS, 1987; JOSÉ & FARINAS, 1991).

Para corroborar o mecanismo de funcionamento como corredores para migração para a fauna, HARPER *et al.* (1992) demonstrou que no Parque Nacional de Utah-EUA, rios vegetados nas margens constituíam uma reta natural de migração para espécies animais e vegetais. Investigação semelhante feita por CLARY & MEDIN (1992) num tributário do *Little Lost River*, em Wet Creek-EUA, levou-os à constatação de que espécies de pássaros utilizam a zona ripária como área de estabelecimento de ninhos.

LIMA (1989) reafirmando FONSECA & REDFORD (1984) infere que em áreas de vegetação aberta o ecossistema ripário é ideal para abrigar a fauna terrestre e possibilita uma variabilidade genética para as espécies alojadas.

Contudo, LEITÃO FILHO (1982) questiona a diversidade de espécies desses ambientes em matas de planalto do Estado de São Paulo quando comparadas com a mata atlântica, pois a insuficiência nutricional e a pouca disponibilidade de oxigênio imposta pela condição anaeróbica diminuem a diversidade de espécies (MARTINS, 1979). JOLY (1986) acredita mais na última proposição.

### 3.1.5. Relação de Parâmetros Limnológicos com a Floresta Ripária

A concentração dos diferentes elementos químicos ou orgânicos de quase toda a água natural, mesmo da chuva, pode variar de um meio aquático para outro, de acordo com o clima, petrografia, fisiografia (SKOULIKIDIS, 1993; CHRISTOFOLETTI, 1979), e com a existência da floresta ripária que, segundo MAIER (1978) participa na determinação de parâmetros como condutividade elétrica, concentração hidrogeniônica, material em suspensão e oxigênio dissolvido.

Assim, a condutividade da superfície do solo é aumentada pela presença da zona ripária e o escoamento pela chuva altera a condutividade do ambiente aquático (BURCH *et al.*, 1987).

O oxigênio dissolvido é considerado por DUSSART *apud* SÉ (1992) uma propriedade integrativa da água, por resultar da relação de diversos fatores como, a atividade decompositora do material orgânico (proveniente da vegetação ou antropogênico), da flutuação diurna e sazonal de fotossíntese e de variações de temperatura que controlam a saturação e os processos de aeração.

MEYBECK *ct al. apud* SÉ (*op cit.*) coloca que a composição diversificada da água seria resultado do clima, vegetação e composição das rochas, pois:

(1) o clima e a vegetação controlam o intemperismo mineral por evaporação e evapotranspiração;

(2) a composição das rochas varia sua contribuição de acordo com a ação intempérica;

(3) a vegetação terrestre através da produção e decomposição dos resíduos vegetais no solo, fornece parte do carbono orgânico e nitrogênio;

(4) a vegetação aquática por produção e decomposição do material autóctone, pode controlar a concentração de vários nutrientes, pH, tipos de carbonatos, oxigênio dissolvido e espécies químicas sensíveis às condições de oxidação-redução do meio aquático.

### *Temperatura*

A temperatura é de vital importância dentro do sistema lótico, pois regula a solubilidade de gases, a velocidade e o equilíbrio das reações químicas, o metabolismo de plantas e animais e influencia no crescimento de plantas aquáticas (EDINGTON, 1965; WETZEL, 1988; SÉ, *op cit.*).

MAIER (1978) documenta que a flutuação diurna da temperatura pode variar conforme as condições climáticas, tamanho do leito, velocidade da água, e pela limitação da radiação solar por sombreamento da floresta ripária, que por queda de detritos florestais promove aeração e resacas com consequente abaixamento gradual da temperatura.

WEATHERLEY & ORMEROD (1990) com dados de temperatura em rios de planalto no País de Gales, exploraram o potencial dos efeitos térmicos da floresta ripária sobre a fauna aquática e encontraram uma dependência de algumas espécies de invertebrados e peixes que podiam exibir alteração dos ciclos de vida e desenvolvimento retardado com a variação da temperatura. Os autores concluíram então, que desmatamentos de zonas ripárias podem ter impactos significativos sobre a ecologia dos rios, onde alterações de 1°C desencadeiam reações cumulativas.

### *Sedimento e Material em Suspensão*

SÉ (1992) considera que este é um parâmetro de grande variabilidade em rios inclusive em condições naturais com pouca alteração antrópica. Os materiais em

suspensão que ao se precipitarem formam a camada de sedimentos, são fornecidos pelo solo e pela vegetação, e estão relacionados principalmente com a turbulência e velocidade de corrente do rio.

HEMOND *apud* IVARSSON & JANSSON (1994) ressaltam que a zona ripária é uma provável fonte significativa de controle de matéria orgânica dissolvida nos rios, pois mantém a infiltração local (CARLSON *et al.*, 1991), minimizando a erosão e interceptando sedimentos de terras adjacentes (CAMARGO *et al.*, 1971; TROPPEMAIR & MACHADO, 1974; REICHARDT, 1987).

### 3.1.6. Efeitos negativos da zona ripária sobre o corpo aquático

Embora muitas pesquisas demonstrem e reafirmem os benefícios desempenhados pela vegetação ripária para o meio aquático, há autores que discutem a existência nem sempre favorável dessa vegetação ao corpo aquático.

Uma colocação à esse respeito é a diminuição de diversidade florística e de fauna ocasionada pela maior umidade, suprimento alimentar e a pouca variação da temperatura (MARTINS, 1979; LEITÃO FILHO, 1982; JOLY, 1986).

De acordo com SOPPER *et al. apud* LIMA (1989) há ainda a possibilidade de outros efeitos hidrológicos negativos, como a deposição e o acúmulo em excesso de material vegetal na água de rios ou na orla de reservatórios, interceptando ou desviando o curso d'água, o que causaria problemas na utilização para o fornecimento de água.

É fato contudo, que estes represamentos, definidos por alguns autores como *wood debris dam* (HEDIN *et al.*, 1988; AUMEN *et al.*, 1990) em alguns casos sejam considerados importantes retentores de matéria orgânica em ambientes lóticos e de processos biológicos que se utilizam dessa fonte.

Um estudo de CAMPBELL (1970) defende o corte seletivo de árvores da zona ripária como técnica alternativa de manejo, pois com a remoção de determinadas

espécies arbóreas haveria um balanço hídrico na zona ripária e um aumento da quantidade de água. GAY *apud* LIMA (1989) acredita que a remoção da zona ripária em regiões semi-áridas dos E.U.A., propiciaria uma economia na evapotranspiração devido ao contato do sistema radicular com a franja capilar do lençol freático. Contudo até o momento esses estudos preliminares não sobrepujaram os benefícios do contato rio-floresta ripária.

### 3.1.7. Impacto da Atividade Agropecuária em Bacias Hidrográficas

Embora o despejo de efluentes seja a maior causa de contaminação aquática, a agricultura e a pecuária também produzem alteração na qualidade das águas.

Nas atividades agrícolas a utilização de técnicas de manejo, bem como a adição de produtos químicos, tem o nobre objetivo de obter bons resultados de produtividade, mas altera a integridade biótica dos ecossistemas adjacentes (florestais e aquáticos).

PIMENTEL & EDWARDS (1982) ressaltam que áreas agrícolas, campos e sistemas similares - com baixa diversidade de fauna e flora - são ecossistemas simples e ineficientes no controle de perturbações ambientais como a entrada de pesticidas. As florestas ripárias se enquadram na situação de baixa auto-organização, pois têm pequena diversidade devido à saturação em água.

Na agricultura os produtos químicos mais utilizados são os herbicidas (FAWCETT *et al.*, 1994) constituindo uma fonte não pontual de contaminantes químicos. Para ALTIERI *et al.* (1983), estes produtos são comumente empregados para compensar a perda de mecanismos auto-reguladores do solo submetido a monoculturas.

ZAMBONI (1993) avalia o material vegetal como determinante da qualidade de um ambiente, pois incorpora e dissemina contaminantes como pesticidas, fertilizantes ou nutrientes do solo, ainda que a fonte destes não mais exista.

Afirmativamente SKOULIKIDIS (1993) encontrou altas concentrações de  $\text{NO}^3^-$ ,  $\text{PO}^4^-$ , e  $\text{K}^+$  em treze rios da Grécia como resultado da aplicação de fertilizantes.

Topograficamente os rios são pontos de convergência natural, e como receptores indiretos desses compostos ficam suscetíveis à contaminação. Ao disseminá-la sobre os seres vivos, as águas dos rios, afetam as interações interespecíficas e a estabilidade dos ecossistemas (PIMENTEL & EDWARDS, 1982).

As práticas pecuárias também afetam a qualidade dos ambientes aquáticos pelo sucumbimento das áreas florestais ao forrageamento, e pela deposição de resíduos do pastoreio em solos e nas adjacências de rios e lagos.

Estudos de KALTER (1986) e DURRANI (1971) abordam a ocorrência de resíduos patogênicos resultantes de práticas pastoris, onde DURRANI (*op cit.*) verificou a transmissão de 08 diferentes vírus provenientes das fezes e da urina do gado, 04 de suínos e 03 de cavalos.

ALLEN & MARLOW (1992) comparando os efeitos do forrageamento em áreas de floresta ripária da Estação Agrícola de Montana, consideraram que a utilização da zona ripária como área de sombra ou fonte de água por rebanhos, interfere na manutenção e regeneração do sistema florestal. CLARY & MEDIN (1992) observaram nas florestas ripárias de Idaho e Nevada (EUA) a diminuição de espécies herbáceas devido à predação; hipótese confirmada por BOGGS & WEAVER (1992) na planície do Rio Yellowstone (EUA), que observaram a substituição da vegetação arbustiva pela herbácea e um aumento na aridez e queda na diversidade na proporção em que aumenta o forrageamento.

Segundo HANSEN (1991) as florestas ripárias estariam ainda, expostas aos impactos resultantes das atividades agropecuárias por serem de primeira importância para a existência de pastagens e bem formadas para o desenvolvimento de terras agricultáveis de alta qualidade.

## 3.2. Pesticidas

### 3.2.1. Definição e normas legislativas

Os produtos químicos utilizados em cultivos agrícolas são definidos na Lei Federal nº 7802 de 11 de julho de 1989 (MARTIN, 1992) como:

- (a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, na armazenagem e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também em ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;
- (b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

Os órgãos de controle à substâncias químicas utilizam diferentes termos em sinonímia aos pesticidas, por exemplo: agrotóxicos (Lei Federal nº 7802/89), produtos agrotóxicos, fitossanitários, defensivos agrícolas (Associação Brasileira de Normas Técnicas e Ministério da Agricultura), xenobióticos e biocidas.

CAVINATTO (1988) relata que as denominações comerciais são atribuídas de acordo com o que combatem (Tabela 2).

CALHEIROS (1993) opta pela denominação de pesticidas, termo empregado pelo Ministério da Saúde e também utilizado neste trabalho.

MARTIN (1992) utiliza a proposição de CHAVES (1973) que divide tais produtos quimicamente em dois grupos:

1) Inorgânicos: representados pelos derivados arsenicais e de flúor, muito pouco usados, e o enxofre de uso preferencial como acaricida.

2) Orgânicos: incluindo-se neste grupo os de origem petrolífera, vegetal, e organo-sintéticos que são os de maior importância econômica, podendo ser agrupados em: clorados, fosforados, clorofosforados, carbamatos e piretróides.

Tabela 2: Nomenclatura e aplicação de pesticidas (fonte: CAVINATTO, 1988).

<i>Produto</i>	<i>Atuam no Combate de:</i>
herbicidas	ervas daninhas
fungicidas	cogumelos, parasitas (carvões e ferrugem), bolores, ou outros fungos
acaricidas	ácaros (carrapatos)
nematicidas	nematóides
molusquicidas	moluscos
raticidas	ratos
inseticidas	insetos

A Portaria nº 329 de 02/09/1985 redigida pelo Ministério da Agricultura proibiu o comércio e distribuição de produtos organo-sintéticos do tipo organoclorados, entre eles o BHC (total  $\alpha$ ,  $\beta$ , d e g), heptacloro, epóxido de heptacloro, aldrin, pp' DDE, dieldrin, endrin, mirex, op' DDD, pp' DDD, op' DDT e pp' DDT. Estes produtos foram pesquisados neste trabalho.

A comercialização de produtos organoclorados é controlada pelo Artigo 13º da Lei 7.802/89 que obriga a utilização de receituário agrônomo, contudo pesquisadores nesta área vêm constatando que a venda e o uso indiscriminados ainda ocorrem [MARTIN, 1992; CALHEIROS, 1993; TORNISIELO, 1994 (com. pessoal)].

No ambiente aquático o nível de contaminantes é da Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990 do Ministério da Saúde, que passou a vigorar a partir de janeiro de 1992 (CETESB, 1991), estabelecendo concentrações máximas em relação à contaminantes químicos da água (Tabela 3).

Tabela 3: Padrões de potabilidade para consumo humano e de qualidade ambiental da água ( $\mu\text{g/l}$ ), modificado de CALHEIROS (1993). Referências: I (NEELY et. al.,1979); II CETESB, (1991); III (CETESB, 1991; CANADÁ, 1987).

Potabilidade				
	<i>Canadá (I)</i>	<i>Brasil (II)</i>	<i>OMS (II)</i>	<i>Canadá (III)</i>
Aldrin	--	--	--	--
Aldrin+Dieldrin	0,001	0,03	0,03	0,7
DDE	0,003	--	--	--
DDTtotal	0,003	1,00	1,00	30,0
Dieldrin	--	--	--	--
Endrin	0,002	0,20	--	0,2
HCH total	--	0,10	0,10	--
Lindano (g-HCH)	0,010	3,00	3,00	4,0
Hept.+ Epóx. de Hept.	0,001	0,10	0,10	3,0
Heptacloro	--	--	--	--
Epóxido de Heptaclor	--	--	--	--
Mirex (Dodecacloro)	0,001	--	--	--

Atualmente a utilização de pesticidas organoclorados é permitida em campanhas de saúde pública, com o intuito de evitar a proliferação de insetos vetores de patologias. Informações de BRANCO *apud* MARTIN (*op cit.*) revelam que em 1973 o Brasil produziu 6000 toneladas destes produtos. Em 1984 a Associação Nacional de Defensivos Agrícolas registrou o uso de 6.057 Kg de ingrediente ativo para herbicidas, 10.148 Kg para inseticidas e 7.569 Kg para fungicidas. Estes números sugerem que em um período de 10 anos o consumo não diminuiu, e que o homem provavelmente continua a produzir a poluição química (FOWLER *et al.* 1992).

### 3.2.2. Pesticidas e seus efeitos ambientais

Os compostos organoclorados são menos tóxicos que os organofosforados (inseticidas e acaricidas), no entanto têm baixa volatilidade à temperatura ambiente, baixa taxa de degradação biótica e abiótica e características hidrofóbicas e cumulativas. Em razão disso são contaminantes ambientais altamente persistentes no ambiente e de fácil disseminação vegetal e animal (MARTIN, 1992; CALHEIROS, 1993).

As substâncias tóxicas podem se encontrar na atmosfera, no solo e na água. Da atmosfera pode afetar a saúde humana por inalação; do solo pode ser removida por lixiviação até os corpos de água, de onde pode alojar-se em organismos, e contaminar diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar. [Sugestões de leitura complementar sobre intoxicações humanas e de alimentos: LEWGOY, 1983; CONTI, 1986; PALERMO-NETO *et al.*, 1987; NRIAGU & SIMMONS, 1990; MARTIN, 1992; BULLETIN OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION AND TOXICOLOGY, 1993 (50)].

A magnitude da contaminação de um ecossistema pode ser presumida através da afirmação de FELLEMBERG (1980) de que 50% da aplicação de um pesticida não atinge seu objetivo e é carregado.

#### 3.2.2.1. Contaminação do solo

O uso intenso de pesticidas organoclorados nas últimas décadas produziu um acúmulo destes compostos químicos em muitos ecossistemas no mundo (CÁCERES, 1987).

No solo a contaminação ocorre pela aplicação nas lavouras ou por lixiviação, e a disponibilidade e armazenamento depende de propriedades edáficas físicas e químicas que determinam a adsorção às partículas do solo (conteúdo de matéria orgânica, umidade, tipo de solo) e das características físicas e químicas dos contaminantes como persistência, solubilidade em água e coeficiente de

liposolubilidade (PIMENTEL & EDWARDS, 1982; MURTY, 1986; ISENSEE & SADEGHI, 1993).

SCHOTTLER *et al.* (1994) para avaliar impactos e prever o destino final dos contaminantes no Rio Minnesota (EUA) consideraram importante conhecer a persistência, transporte e fluxo de pesticidas e observaram que o máximo de concentração de herbicidas coincidia com os picos de material em suspensão, devido a matéria orgânica presente, com a qual este compostos têm alta adsorção.

SHARON *et al.* (1980) consideram o grau de adsorção dos compostos respectivamente em ordem decrescente: DDT, Dieldrin, Endrin, Lindano, e que a adsorção é maior em solos de maior porcentagem de matéria orgânica, e menor para solos com alta porcentagem de areia. Assim, solos argilosos onde há mais matéria orgânica, comparados à solos arenosos, são eficientes no transporte dos pesticidas (KOFFLER & MORETTI, 1991).

#### 3.2.2.2. Contaminação aquática

As principais fontes de contaminação aquática por compostos químicos são *run-off* agrícola, lixiviação profunda através do lençol freático, práticas agrícolas de pulverização, limpeza e manejo de embalagens, efluentes industriais, efluentes urbanos, poeira (deposição atmosférica) e chuva (STRACHAN *et al. apud* CALHEIROS, 1993).

Os mecanismos de distribuição e destino final de uma substância tóxica em sistemas lóticos são complexos (CEPIS, 1988) devido à propriedades como profundidade, diluição, variações em volume e velocidade dos rios, e à propriedades químicas como volatilização ou biodegradação. A lixiviação e a erosão são efetivos no transporte de pesticidas aos corpos de água pois a deposição no solo ocorre de 2,5 a 5,0 cm da camada superficial (EISLER *apud* CALHEIROS, *op cit.*),

Assim, através da contaminação da água - diretamente relacionada à contaminação do solo - os pesticidas adsorvidos nas partículas suspensas no meio aquático atingem as comunidades aquáticas e a partir delas se incorporam na cadeia alimentar pela ingestão de alimentos, água e pela assimilação direta no meio (MARTIN 1992; CALHEIROS, *op cit.*). Dessa forma, os sedimentos, onde resíduos de poluentes estariam suscetíveis à ressuspensão, são contaminantes potenciais (ZAMBONI, 1993)

A acumulação de compostos tóxicos persistentes na biota é um aspecto significativo do destino de substâncias tóxicas (CEPIS, 1988) ocasionando os processos de bioacumulação (acúmulo em organismos) e biomagnificação (acúmulo nos níveis da cadeia trófica). MURPHY (1980) considera que a bioacumulação é mais alta em ambientes aquáticos do que em ambientes terrestres, e a proporção que atinge associa resíduos em organismos com resíduos ambientais.

Confirmando a bioacumulação e a transferência trófica dos poluentes químicos, 30% dos casos de mortandade de peixes registrados pela CETESB entre 1980 e 1982 foi atribuída ao uso de pesticidas (CARDOSO *et al.*, 1985).

O diagnóstico ambiental por nível de resíduos em organismos é mais eficiente que a análise dos resíduos em água justamente pela ocorrência dos processos bioacumulativos e bioconcentrantes, embora a detecção na água seja um importante indicativo.

Para WEBER *et al.* (1988) dados de toxicidade de efluentes em conjunto com outros resultados, (oxigênio dissolvido, material em suspensão, variação climatológica) podem ser usados para estabelecer prioridades de controle e fixar limites permissíveis de emissões para que esses padrões sejam alcançados.

Uma elevação de temperatura por exemplo pode ser diretamente proporcional à exposição de organismos aquáticos devido ao aumento nos processos de difusão e incorporação ativa, com exceção do DDT (MURTY, 1986) que mesmo exibindo alta incorporação, em temperaturas elevadas diminui em toxicidade. Este mesmo autor

ressalta que processos de degradação de muitos compostos (como a hidrólise, volatilização e pressão de vapor) são influenciados pelo valor do pH.

No entanto, a integração direta de tais parâmetros como a toxicidade e disseminação de uma substância contaminante é avaliada quando se pesquisa uma substância em particular sobre a qual se tenha informações físico-químicas que possibilitem a compreensão dessa interação.

### 3.2.2.3. Degradação Ambiental

Em geral, a degradação dos pesticidas no ambiente está relacionada à toxicidade e persistência no ecossistema (PIMENTEL & EDWARDS, 1982), que variam para diferentes produtos químicos (Tabela 4). ALMEIDA & PUGA (1980) colocam o tipo de formulação do produto, o cultivo agrícola e os microorganismos do solo como responsáveis pela maior ou menor persistência dos pesticidas no solo.

Tabela 4: Persistência de pesticidas organoclorados no solo, adaptado de RAMADE por BRANCO (1987).

<i>Porcentagem da persistência de pesticidas no solo</i>			
	após 14 ANOS	após 15 anos	após 17 anos
Aldrin	40	28	--
Clordano	40	--	--
Endrin	41	--	--
Heptacloro	16	--	--
BHC	10	--	--
Dieldrin	--	31	--
DDT	--	--	39

WHO (1989) enfatiza que a ação de microorganismos é responsável pela degradação dos organoclorados no solo e na água, de onde se perdem também por volatilização, degradação, deposição nos sedimentos e como resíduos em peixes ou outros organismos.

Os processos de degradação (como a hidrólise, volatilização e pressão de vapor) são favorecidos por condições ambientais como alta temperatura, alta saturação de oxigênio na água, valor do pH (MURTY, 1986) e alto potencial de óxido-redução. Para CALHEIROS (1992) os elementos principais dos processos de degradação são luz solar e biotransformação, havendo ainda variação ao longo da coluna d'água em função do ambiente, sua sazonalidade, etc. Conhecendo-se a permanência de uma substância química no ambiente, pode-se estimar o fornecimento de contaminantes aos corpos de água durante as chuvas e a disseminação sobre a superfície do terreno.

|| Para MURPHY (1980) os pesticidas tidos como não persistentes (levementes residuários) são os que permanecem no meio ambiente de 1 à 12 semanas, aqueles moderadamente persistentes permanecem no ambiente de 1 à 18 meses, e os pesticidas considerados persistentes (altamente residuais) mantem-se por um período de 2 a 5 anos. <sup>11</sup>

De qualquer forma, os produtos tóxicos, especialmente os organoclorados, são extremamente contaminantes por serem de degradação muito lenta e permitirem então, um contato prolongado com suas substâncias químicas, mesmo após algumas dissociações.

### 3.3. Grupo Coliforme

#### 3.3.1. Os coliformes como bioindicadores de qualidade de água.

O grupo coliforme é o indicador de poluição fecal mais usado, e de acordo com PEÇANHA (1993) é de grande importância na avaliação de riscos atribuídos ao suprimento de água. São bactérias típicas da microbiota fecal, embora possam ser decorrentes também do solo e da vegetação (PASPARIALIS *et al.*, 1994; ROITMAN *et al.*, 1988; PEÇANHA, *op cit.*), e em associação com bactérias presentes no intestino representam riscos à saúde, podendo causar patogenicidade.

Os microorganismos coliformes como bioindicadores são divididos em duas categorias: i) os coliformes totais que caracterizam um grupo de bactérias de vários gêneros que podem ser de origem fecal ou não; ii) os coliformes fecais definidos por um único gênero de bactéria (*Escherichia coli*) de origem exclusivamente fecal.

A qualificação sanitária da água fundamentada unicamente na análise de coliformes, sejam totais ou fecais, não é considerada uma técnica eficiente de determinação da qualidade da água por CABELLI, *apud* PEÇANHA (*op cit.*), PAGNOCA (1987) e ROITMAN (1988). Devido ao fato da bactéria de origem fecal ter sobrevivência menor em relação à outros patógenos, a quantificação de coliformes não indica os riscos reais de um corpo d'água, sendo necessárias portanto, análises complementares e comprobativas.

Contudo, PEÇANHA (*op cit.*) conclui que as bactérias do grupo coliforme têm se mostrado eficientes no monitoramento de água doce, quanto à presença de coliformes fecais.

A presença de bactérias do grupo coliforme no ambiente aquático acusa uma qualidade sanitária duvidosa e propicia a veiculação de enfermidades via água (PARDO *apud* PEÇANHA *op cit.*). São também indicadoras dos padrões de

balneabilidade (limites de segurança para água destinada ao contato humano em atividades esportivas ou outras), e dos padrões de potabilidade (quantidades limites para águas de abastecimento).

PEÇANHA (*op cit.*) em estudo microbiológico da água potável, revisa alguns patógenos de veiculação hídrica e relaciona a disseminação de coliformes à água de qualidade inadequada para consumo humano.

As formas pelas quais os organismos contaminantes podem chegar ao homem variam da ingestão direta da água ou de produtos regados pela água imprópria, do contato e/ou ingestão de águas recreacionais de má qualidade até o consumo de animais aquáticos destas águas, com ênfase àqueles consumidos crus ou de hábito alimentar filtrador (PARDO, 1983).

Embora alguns autores (ROITMAN *et al.*, 1988) pesquisem a existência de uma biota natural de coliformes nos corpos de água, a detecção desses microorganismos ocorre com frequência como resultado da ocupação humana e de suas atividades.

#### 4. RELEVÂNCIA DO TRABALHO

A área de estudo está inserida na APA Corumbataí, que compreende 18 municípios localizados em uma região de expansão urbano-industrial do interior do estado de São Paulo. Em virtude do desenvolvimento econômico da região, toda a APA e seus ecossistemas naturais estão sujeitos às alterações antropogênicas e suas consequências ambientais (Figura 2).

A APA Corumbataí possui cinco unidades físico-ambientais; a cuesta e morros testemunhos, a Depressão do Piracicaba-Corumbataí, o Planalto do Alto Jacaré-Guaçu/Jacaré Pepira, o Planalto de Torrinha e o Planalto de São Carlos (SEMA, 1990). Nesta APA encontra-se o manancial subterrâneo do oeste do estado, uma área de recarga do aquífero Botucatu, o que a torna um importante retentor de recursos hídricos.

As microbacias enfocadas, do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão escoam no Planalto do Alto Jacaré-Guaçu/Jacaré-Pepira, sobre o Aquífero Botucatu, e compõem o Rio Jacaré-Guaçu, que drena para a Bacia Hidrográfica do Médio Tietê, desaguando finalmente no Rio Paraná.

O Ribeirão da Onça, flui por uma região de atividades agropecuárias, e possui ainda poucos estudos. As informações disponíveis limitam-se à dados climatológicos de MATTOS *et al.* (1982; 1984) e MATTOS (1985), e fitossociológicos de COSTA (1996).

\* O Ribeirão do Feijão assim como o Ribeirão do Lobo, é um dos principais afluentes do Rio Jacaré-Guaçu. Ele escoam em uma região de atividades agropecuárias e tem um número razoável de informações coletadas em estudos anteriores (SILVA, 1989; RIOS, 1993; SANTOS, 1993; TEIXEIRA, 1993) possibilitando comparações e monitoramento dos dados, já que o ribeirão fornece água de abastecimento para a cidade de São Carlos.

Como as duas microbacias estão localizadas sobre o Aquífero Botucatu e atravessam propriedades rurais de atividades agro-pastoris, elas estão suscetíveis aos desmatamentos para atender as atividades agropecuárias, e também à poluição dispersa dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, causada por produtos químicos agrícolas.

O estudo das florestas ripárias é pertinente para uma avaliação dos recursos hídricos e da situação ecológica de porções da APA, já que tais áreas vêm sendo consideradas protetoras naturais dos recursos hídricos e mantenedoras do regime hidrológico. Embora haja estudos que enfoquem as relações existentes entre os ambientes aquático e o ripário, são ainda necessários trabalhos que relevem o funcionamento entre os dois sistemas e forneçam informações que justifiquem a conservação dessas áreas florestais.

Ainda que a área de trabalho seja pequena em relação ao todo e não amostrasse porções de maior diversidade ou beleza cênica, há de se considerar que este planalto possui importantes corpos de água, áreas de cerrados e aglomerados florestais, e que pequenos fragmentos é que compõem um mosaico. Assim, este estudo preliminar pretende suprir a escassez de informações sobre as florestas ripárias e sobre o Ribeirão da Onça e auxiliar estudos futuros de avaliação da totalidade da APA quanto à zona ripária e à qualidade das águas.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1. Descrição da Área de Estudo

#### **Considerações Gerais**

Foram selecionadas duas microbacias, a do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão (Figura 1); ambas tributários do Rio Jacaré-Guaçu, que drena para a bacia hidrográfica do Médio-Tietê (Figura 2).

Os dois ribeirões, fluem no território da Área de Proteção Ambiental denominada APA Corumbataí, e se localizam ao norte desta APA (Figura 2). Conforme Zoneamento Ecológico da SEMA (1990), o Ribeirão da Onça escoam em uma zona de uso disciplinado (ZUD). O Ribeirão do Feijão nasce também sobre uma ZUD e desagua em uma zona de proteção permanente (ZPM).

As microbacias em estudo fazem parte de uma mesma bacia de drenagem, a do Rio Jacaré-Guaçu, e embora desaguem neste por margens opostas (Figura 1) estão próximos um ao outro, estando sob a influência de mesmas condições climáticas. Além disso, as microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão escoam sobre uma mesma formação geológica, o que lhes confere características geomorfológicas e pedológicas bastante semelhantes. Assim, estas microbacias foram escolhidas para que variações observadas entre os ribeirões tivessem menor influência de fatores abióticos. Uma descrição geral da geologia é apresentada abaixo para os dois ribeirões.

#### *Geologia geral do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão*

O Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão escoam sobre a formação geológica denominada Formação Botucatu. Esta é constituída pelo Arenito Botucatu, unidade do Grupo São Bento de idade jurássica-cretácea, era mesozóica (DAVINO, 1984). Por escoarem sobre uma formação pertencente à um mesmo grupo, os dois ribeirões apresentam então, a mesma idade geológica (Figura 4).

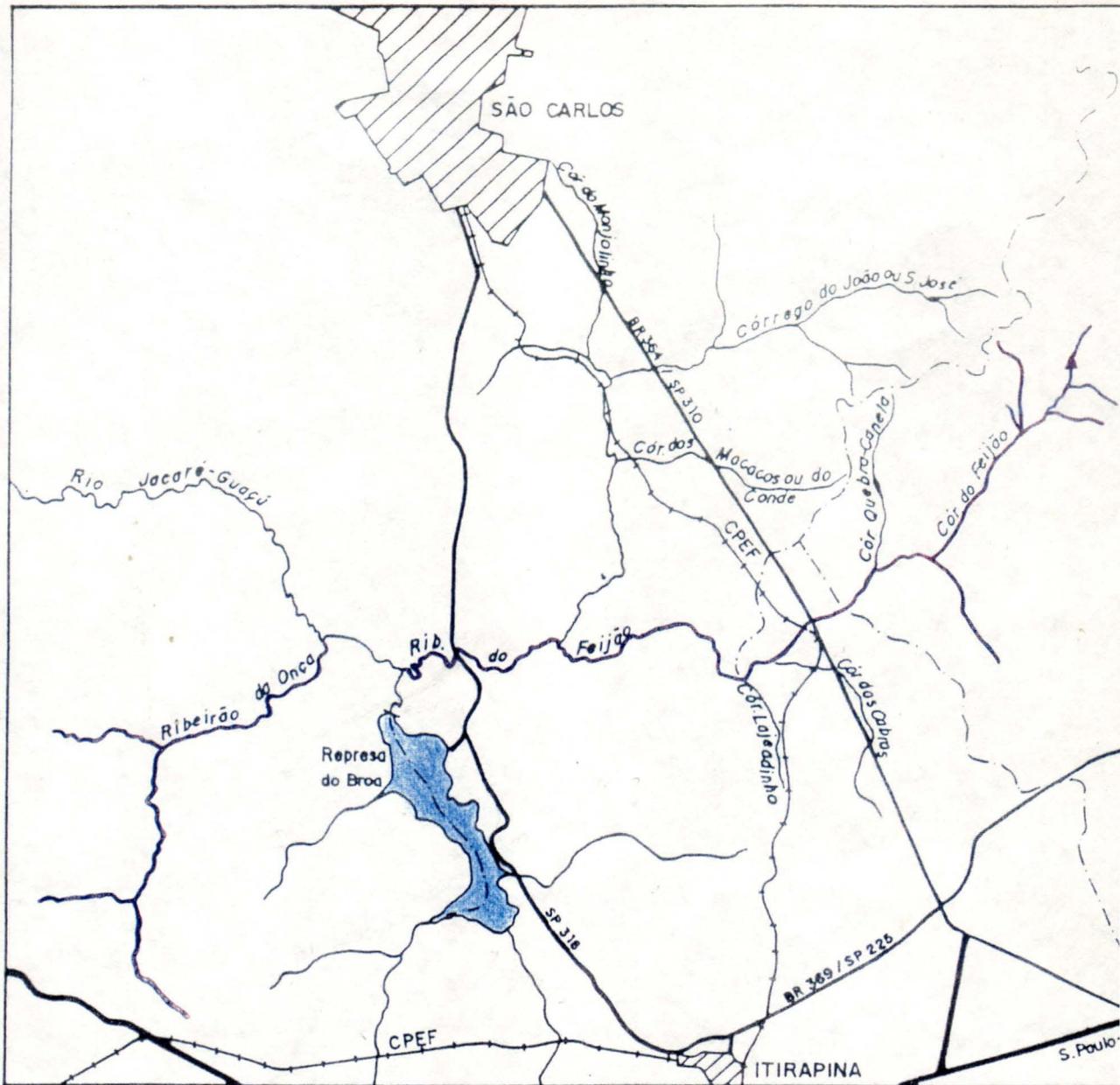
BARBOSA & GOMES *apud* BRASIL, (1974) descreve o Arenito Botucatu como o melhor aquífero da Bacia do Paraná, tendo em vista a excelente porosidade e os grãos bastante uniformes que apresenta. Sua constituição é de arenitos de granulação fina e média

originária de deposição eólica (o que justificaria a boa qualidade do material apresentando espessuras de dimensões variáveis).

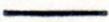
Contudo, sedimentos de transporte eólico originam solos mal graduados, pouco densos e estruturalmente instáveis, o que leva à suposição que áreas situadas sobre essa formação requerem cuidados especiais quanto ao manejo de cultura e conservação da vegetação natural (NOGUEIRA, 1988).

O Arenito Botucatu apresenta coloração variando em tons avermelhados, passando em alguns casos à amarelo claro. A idade jurássica é atribuída em razão de sua posição estratigráfica (BRASIL, 1974). Nas grandes exposições aparece uma estratificação cruzada ou em lâminas, em geral planas e longas.

Entre os arenitos Botucatu e Bauru aparecem rochas eruptivas basálticas de espessura muito variável, pertencentes à Formação Serra Geral (também do Grupo São Bento - Jurássico/Cretáceo). Essas rochas são constituídas de uma sequência de lavas basálticas, toleíticas de textura afanítica e cor cinza escura e preta. A Formação Serra Geral possui ainda "sills" de diabásio, rochas intrusivas básicas resultantes do fenômeno de vulcanismo de fissura ao qual a Bacia Sedimentar do Paraná esteve sujeita à partir do jurássico. A porção norte da APA Corumbataí (Figura 2) se assenta em sua maior parte sobre estas cuestas basálticas, adentrando na Depressão Periférica Paulista, na zona do Médio Tietê (Figura 4 e 5).



Convenções

-  Área urbana
-  Rodovia pavimentada
-  Rodovia não pavimentada
-  Ferrovia
-  Limite municipal
-  Rede de drenagem

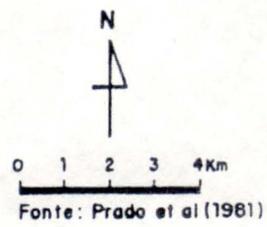


Figura 1: Mapa das microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

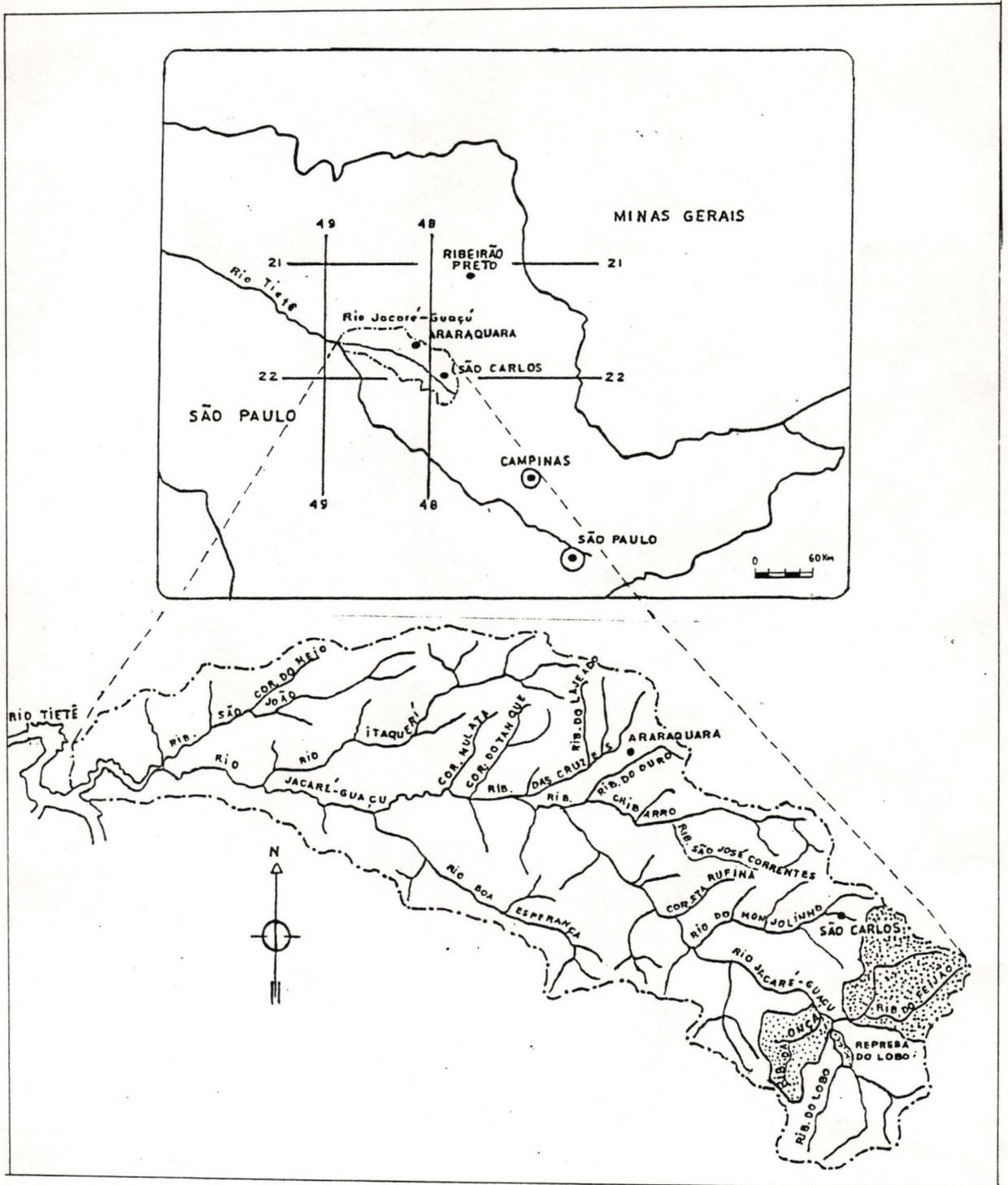


Figura 2: Localização das microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão na bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu/SP, adaptado de SANTOS (1993).

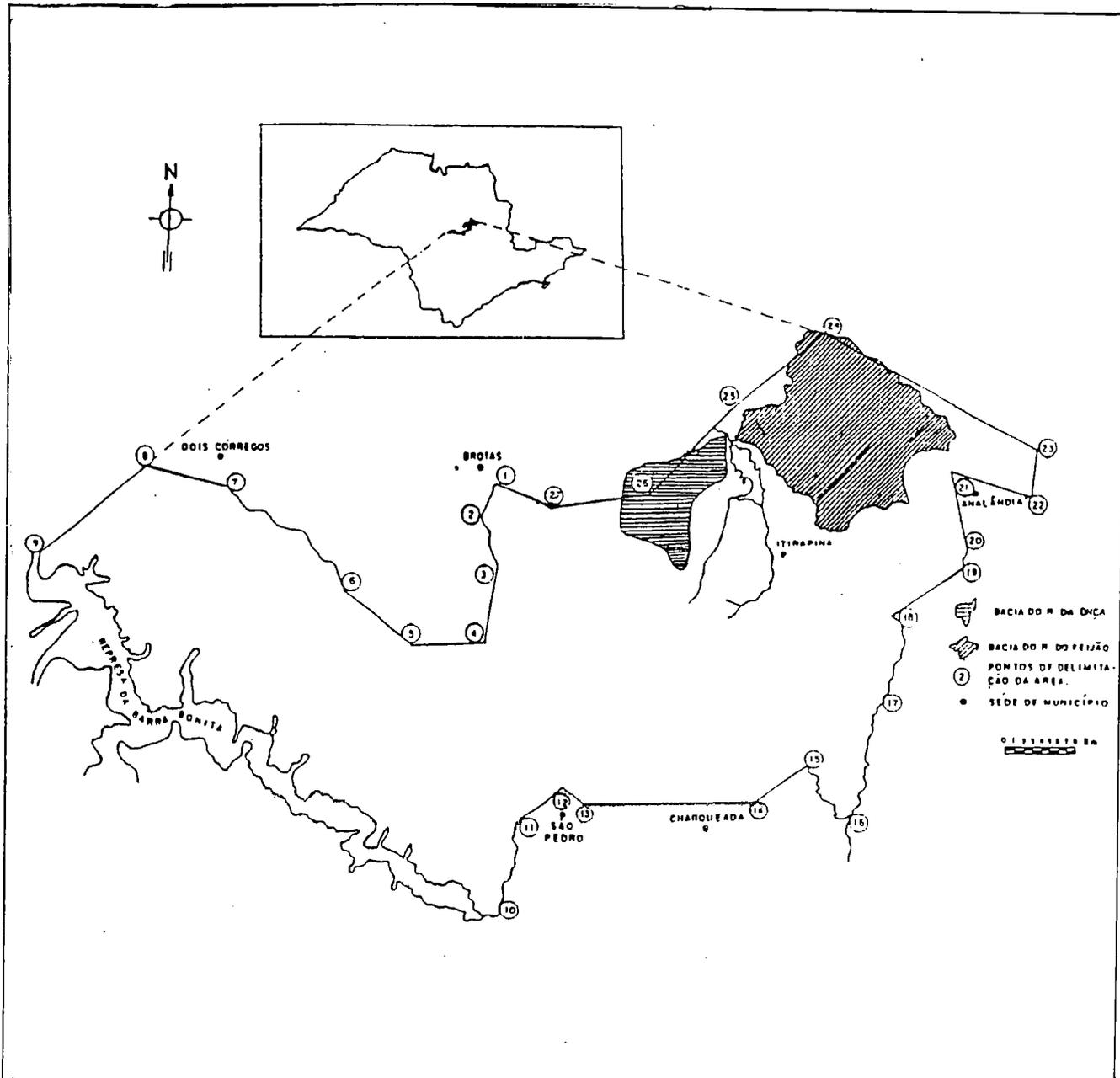


Figura 3: Localização das microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão na APA-Corumbataí/SP, adaptado de SANTOS (1993).

As províncias das cuestas basálticas, são caracterizadas por um tipo de relevo dissimétrico, constituído por uma sucessão alternada de camadas com diferentes resistências ao desgaste. Estas camadas se inclinam em declives suaves no reverso e formam um corte abrupto na “frente das cuestas” (SILVA, 1989).

A Depressão Periférica por sua vez, é caracterizada pela constituição de sedimentos paleozóicos com áreas de intrusões de rochas básicas que refletem em sua topografia (SILVA, *op cit.*).

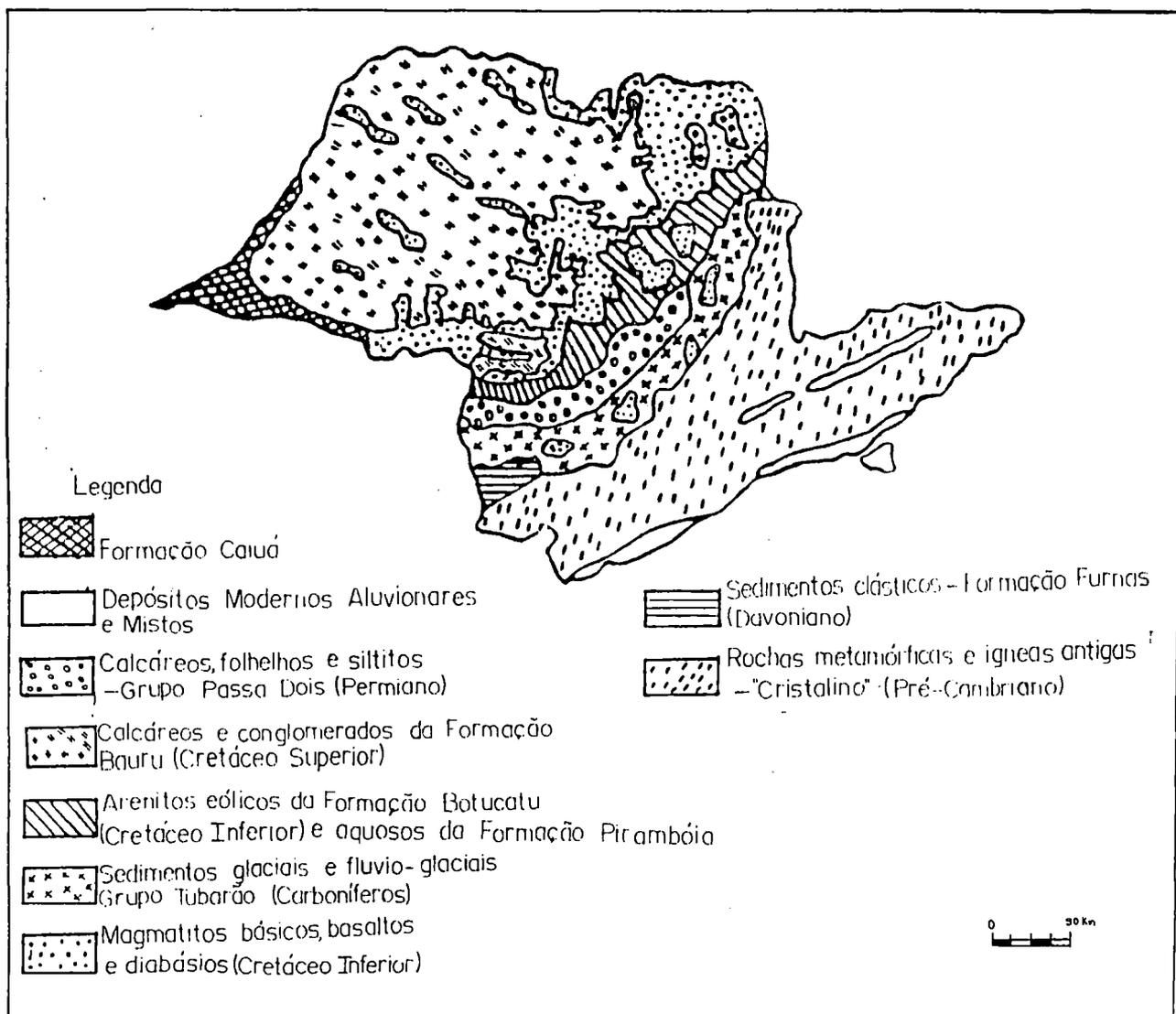


Figura 4: Mapa geológico do estado de São Paulo, adaptado de BJORNBERG (1975).

## 5.1.1. Caracterização do Ribeirão da Onça

### 5.1.1.1. Localização

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Onça está situada na região Centro-Norte do estado de São Paulo, no município de Brotas, entre os paralelos 22°10' e 22°15' de latitude sul e os meridianos 47°55' e 48°00' de longitude oeste (QUEIROZ, 1991). A área objeto deste trabalho corresponde à porção final do ribeirão, com extensão de aproximadamente 2,5 Km, fluindo dentro dos limites da Fazenda Santa Maria da Fábrica.

### 5.1.1.2. Geologia do Ribeirão do Onça

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Onça possui uma das poucas faixas de afloramento do Aquífero Botucatu. Há a entrada efetiva de água no aquífero, condição proporcionada pela porosidade dos sedimentos do Arenito Botucatu (pertencente à Formação Botucatu).

O Ribeirão do Onça situa-se em um vale encaixado, onde a Formação Botucatu está em contato com a ressurgência da Formação Serra Geral, constituída por rochas basálticas e diabásicas. Assim, a maior parte escoar sobre um espesso pacote de Arenito Botucatu, e a porção final flui sobre o complexo Botucatu-diabásio (Figura 5). A pequena porção à jusante do ribeirão que está sobre uma unidade de "sills" de diabásio em conjunto com a declividade acentuada, resulta em um fluxo de velocidade alta, e conseqüentemente, pouca deposição de sedimentos.

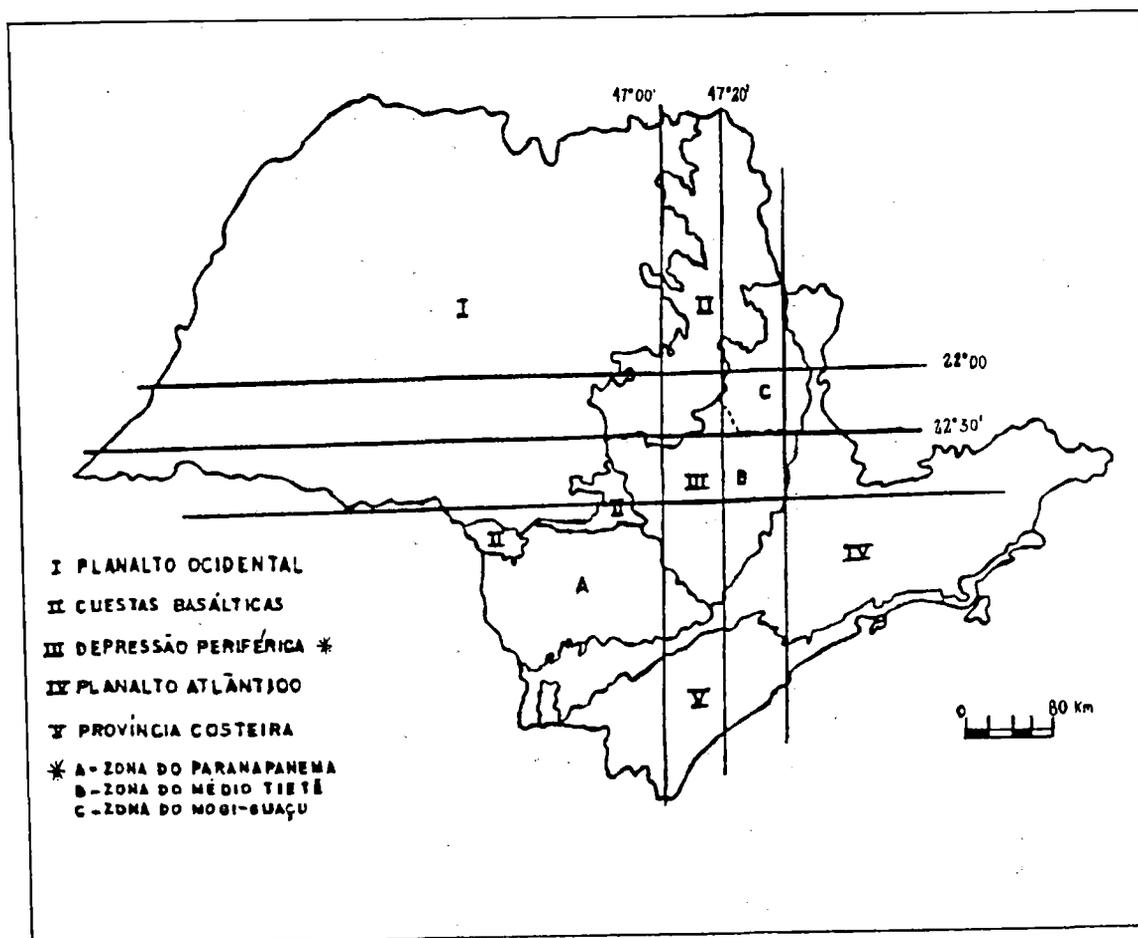


Figura 5: Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. (Fonte: IPT, 1981)

### 5.1.1.3. Fisiografia e Relevo

O Ribeirão da Onça é um dos primeiros afluentes do Rio Jacaré-Guaçu, à jusante da represa do Lobo, e com mais dois de seus formadores, o Rio Itaqueri e o Rio do Lobo, drena o Planalto de Campo Alegre, de constituição basáltica e arenítica (resultante do Arenito Botucatu). Este planalto é uma das plataformas estruturais do reverso das cuestas, com caimento para Nw, em basalto e arenito Botucatu (DAEE, 1974), e de drenagem consequente pelo rio Jacaré-Guaçu, que o atravessa em um estreito canion (PONÇANO *et al.*, 1981). A região do Planalto de Campo Alegre por onde escoia o ribeirão da Onça é caracterizada por suaves ondulações sobre sedimentos arenosos anozóicos e residuais da Formação Botucatu (Figura 6). O relevo tipicamente

colinoso é marcado por amplitudes locais inferiores à 100 m e declividade de encosta inferior à 15% (PONÇANO *et al.*, *op cit.*), conforme figura 7.

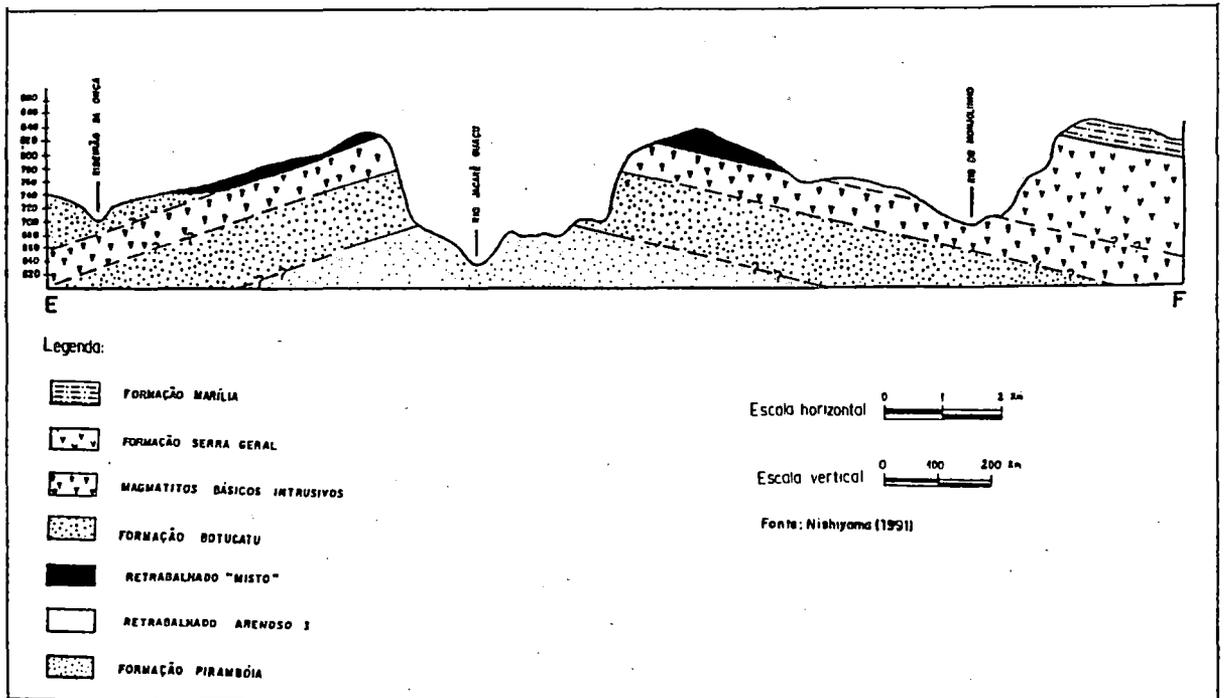


Figura 6: Secção geológica E-F do Ribeirão da Onça.

A área de escoamento do Ribeirão da Onça está na Província das Cuestas Basálticas (ALMEIDA, 1964) que compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu. Morfológicamente, o relevo é escarpado nos limites com a Depressão Periférica, seguido de uma série de grandes plataformas estruturais de relevo suavizado que acompanham o caimento geral das encostas (reverso das cuestas), se inclinando para o interior, em direção à calha do Rio Paraná (PONÇANO *et al.*, 1981; SILVA, 1989).

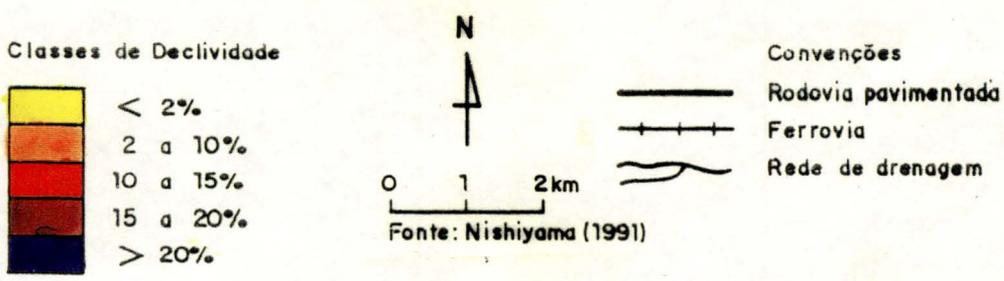
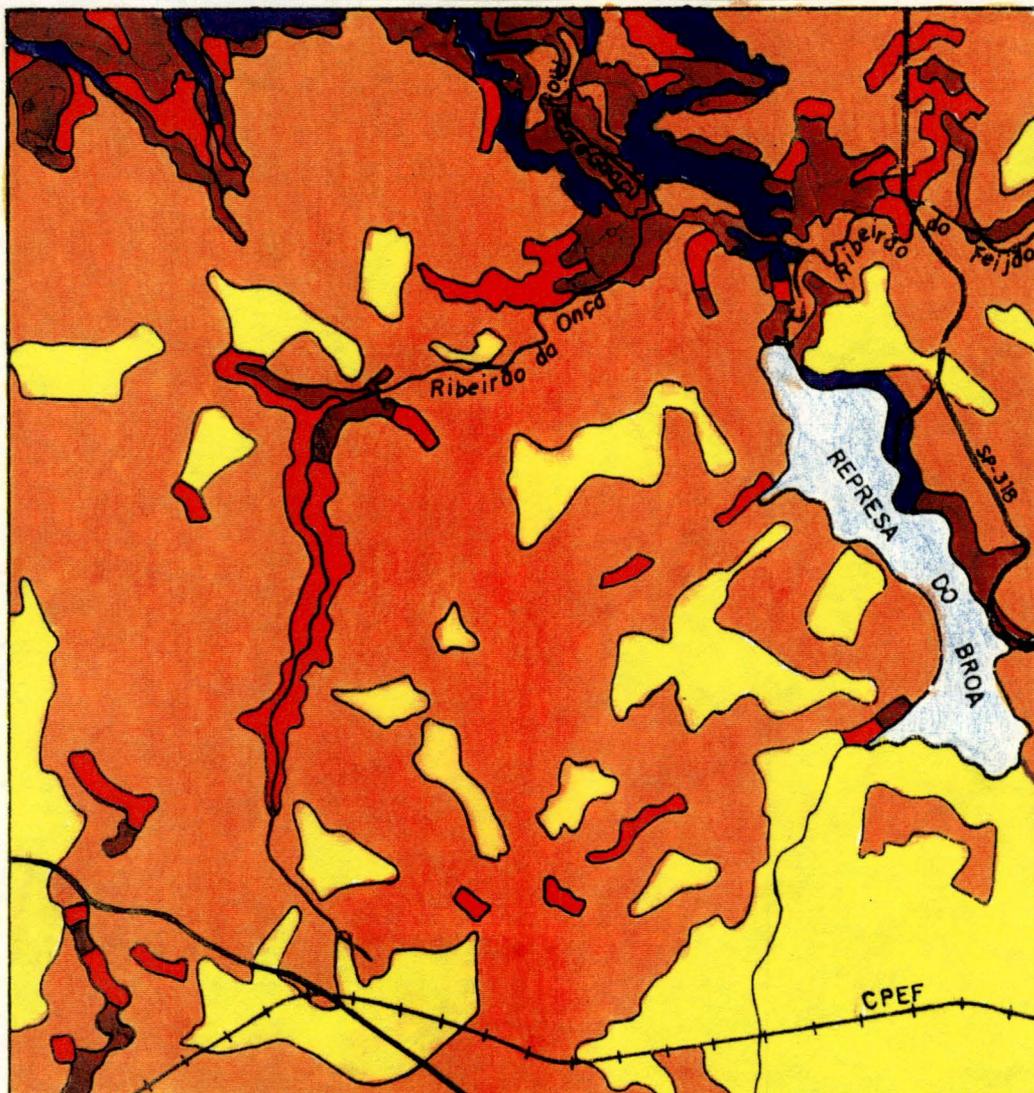


Figura 7: Mapa de declividade da microbacia do Ribeirão da Onça.

#### 5.1.1.4. Pedologia

Na formação de alguns tipos de solos, é importante a quantidade de ácidos orgânicos (provenientes da vegetação adjacente) que atacam as rochas.

A topografia do terreno da Bacia do Ribeirão da Onça controla a percolação (movimento das águas no subsolo), infiltração e velocidade superficial da água bem como a erosão. Tantas atividades resultam em diferentes tipos de solos em áreas de talude íngreme e em áreas pouco inclinadas (NOGUEIRA, 1988).

Uma considerável extensão do Ribeirão da Onça está inserida em uma região de areias quartzosas profundas, álicas e de horizonte A moderado. Grande parte dessas areias faz divisa com solo do tipo Latossolo vermelho amarelo, álico de horizonte A arenoso e horizonte B com textura média, pertence à unidade Coqueiro, responsável pela caracterização pedológica ao longo do traçado do ribeirão. Uma área menor é formada por solo hidromórfico, gley húmico de solo orgânico.

Em todo seu curso até desaguar no Rio Jacaré-Guaçu, o Ribeirão da Onça percorre regiões de areias quartzosas em sua maior parte e passa por uma pequena área de solos hidromórficos. Os dois maiores afluentes desse ribeirão escoam sobre Latossolos vermelho- amarelo, de região basáltica.

#### 5.1.1.5. Clima

A estação meteorológica que fornece os dados climatológicos é a do CRHEA da USP, campus de São Carlos, distando aproximadamente 4 Km da Fazenda Santa Maria da Fábrica.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo CWa, definido como subtropical úmido com chuvas de verão e estiagem branda no inverno. A temperatura média de fevereiro, o mês mais quente, está em torno de 23,1°C; em

contrapartida a temperatura média no mês de julho, tido como o mês mais frio é de 16,6 °C. A precipitação média anual documentada é de 1428 mm (Tabela 5).

Cálculos do balanço hídrico utilizando o método de Thorntwaite e admitindo uma capacidade de armazenamento de água no solo de 100mm, revelaram que o solo apresenta pouca ou nenhuma deficiência de água durante a estação seca (MATTOS, 1985).

Tabela 5: Temperatura e precipitação mensais na área de estudo do Ribeirão da Onça, segundo MATTOS (1985).

<i>Meses</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Precipitação(mm)</i>
janeiro	23,0	263
fevereiro	23,1	222
março	22,6	153
abril	21,1	59
maio	18,7	63
junho	17,2	45
julho	16,6	23
agosto	18,1	28
setembro	20,0	44
outubro	21,4	152
novembro	22,0	144
dezembro	22,5	232

#### 5.1.1.6. Características Físicas da Bacia Hidrográfica

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Onça é considerada de 4ª ordem, drenando uma área de 65 Km<sup>2</sup>, com perímetro total de 42 Km.

A altitude máxima da bacia é de 840 m, e a altitude mínima chega à 640 m (MATTOS, 1984; PRETO FILHO, 1985). A despeito disto, a declividade média da bacia é de 0,044 m/m (MATTOS, *op cit.*), demonstrada na figura 7.

A bacia possui um fator de forma (KF) no valor de 0.45, que caracteriza uma bacia não sujeita à grandes enchentes.

#### 5.1.1.7. Características Físicas do Ribeirão da Onça

O Ribeirão da Onça possui uma extensão total de 16 Km, com declividade média de 8m/Km (MATTOS, *op cit.*; PRETO FILHO, *op cit.*).

As vazões medidas por QUEIROZ (1991) em secção transversal próximo à foz foram como segue abaixo (Tabela 6):

Tabela 6: Vazão mínima e máxima para o Ribeirão da Onça nos períodos seco e úmido respectivamente, segundo QUEIROZ (*op cit.*).

<i>Característica</i>	<i>Período seco</i>	<i>Período úmido</i>
	mínima	máxima
vazão (m <sup>3</sup> /s):	0,57	4,26
largura superficial (m):	5,50	10,50
profundidade média (m):	0,31	0,95

O Ribeirão da Onça tem 17 pequenos tributários, sendo regularizado por um açude na Fazenda Santa Maria da Fábrica, à aproximadamente 2 km da confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, à jusante do Ribeirão do Lobo.

#### 5.1.1.8. Vegetação

De acordo com PRETO FILHO (1986), a microbacia do ribeirão da Onça se encontra em região rural, sem núcleos urbanos, e o trecho de vegetação natural melhor preservado está na porção final do ribeirão. A caracterização estrutural e fitossociológica mais recente da vegetação pode ser encontrada em COSTA (1996).

A distribuição percentual da vegetação ao longo do percurso do ribeirão apresentada por PRETO FILHO (*op cit.*), demonstra que há o predomínio de reflorestamentos e de pastagens em detrimento das áreas florestais (Tabela 7). A prática de atividades rurais elimina o risco de poluição industrial.

✂ Tabela 7: Cobertura vegetal na microbacia do Ribeirão da Onça (fonte: PRETO FILHO, *op cit.*).

<i>Tipo de vegetação</i>	<i>Porcentagem da Cobertura Vegetal</i>
reflorestamento de eucaliptus	46%
pastagem	40%
citrus	9%
mata	3%
soja	2%

#### 5.1.1.9. Importância Sócio-Econômica

A microbacia do Ribeirão da Onça não é de abastecimento doméstico mecanizado, mas de maneira difusa muitas fazendas utilizam-se de suas águas ao longo do ribeirão. A prática pecuária é uma importante atividade econômica na região, onde se desenvolve a pecuária leiteira e de corte. Porém os reflorestamentos até 1986, ocupavam a maior parte da microbacia, em complementação ao fornecimento madeireiro para indústrias na região de São Carlos. Além destas atividades, 11% da microbacia até 1986 vinha sendo utilizada para a agricultura.

Até o ano de 1994 as principais atividades econômicas desenvolvidas na Fazenda Santa Maria da Fábrica, foram a pecuária e a citricultura. O rebanho bovino da fazenda era de aproximadamente 1000 cabeças de gado, e a plantação de citrus estava em torno de 3.000 pés de laranja. Porém a partir de janeiro de 1995, com a venda da propriedade, a expectativa era de que o rebanho bovino fosse vendido e os pastos dessem lugar à cultura canavieira, mantendo-se a citricultura.

## 5.1.2. Caracterização do Ribeirão do Feijão

### 5.1.2.1. Localização

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão de Feijão situa-se na região Centro-leste do estado de São Paulo (MARTINS, 1975), na divisa dos municípios de Analândia, Itirapina e São Carlos. Localiza-se segundo PRADO *et al.*(1981), entre os paralelos 22°00' e 22°15' de latitude sul e os meridianos 47°45' e 47°55' de longitude W.

### 5.1.2.2. Geologia do Ribeirão do Feijão

O Ribeirão do Feijão tem seu curso médio e alto sobre os arenitos da Formação Botucatu e à jusante, seu curso baixo escoar sobre terrenos diabásicos, de origem basáltica entre camadas do Arenito Botucatu o que, segundo SILVA (1989), proporciona ao Ribeirão do Feijão e aos seus tributários, águas originalmente límpidas transparentes e potáveis. Ambas as unidades (arenítica e basáltica) pertencem ao grupo São Bento, de idade mesozóica.

O assentamento da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão sobre a Formação Botucatu, lhe confere sedimentos areníticos de granulação fina à média, uniformes, de grãos avermelhados e com estratificação cruzada, com porte de médio à grande e de origem predominantemente eólica (Figura 8).

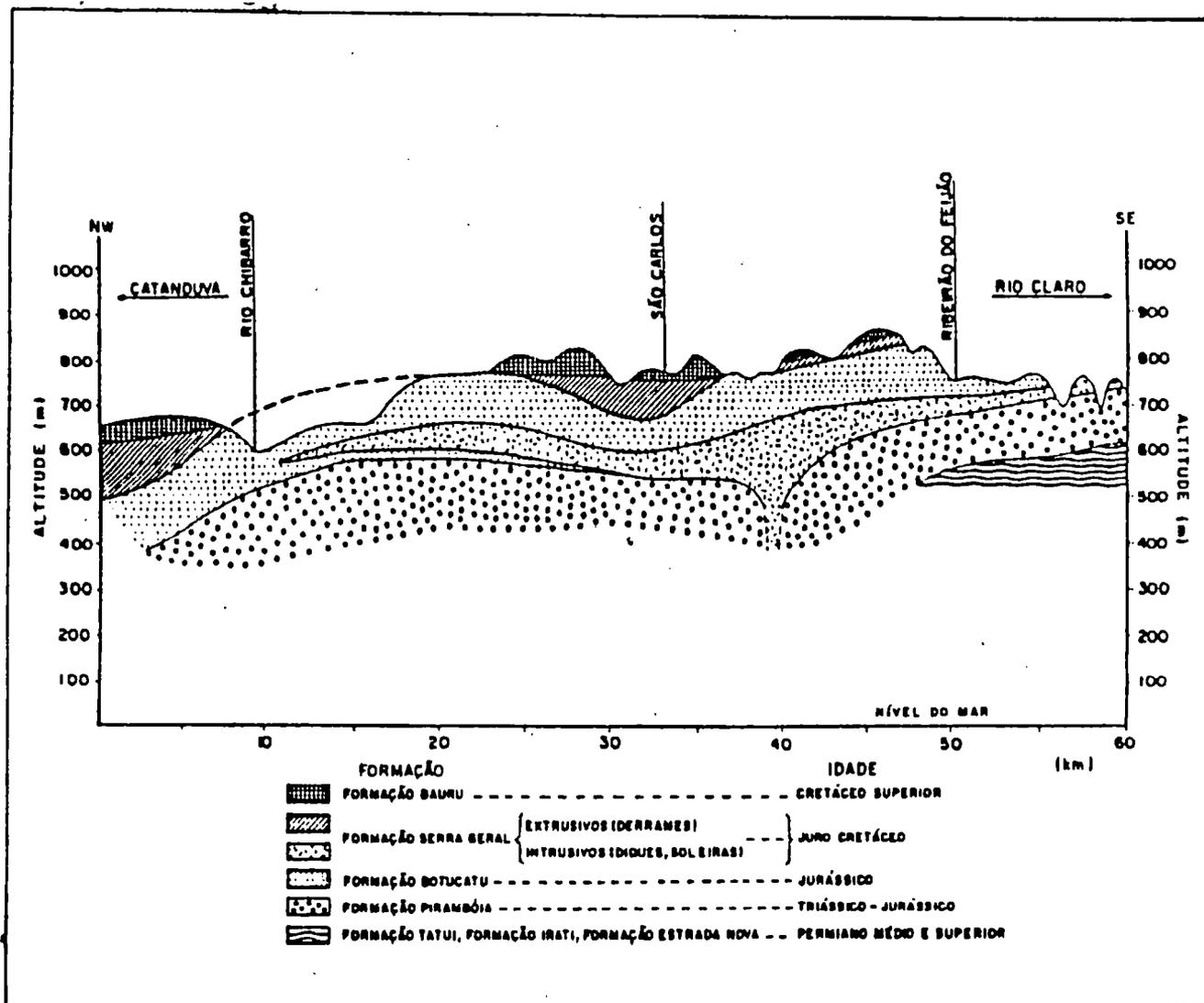


Figura 8: Secção geológica na direção NW-SE do Ribeirão do Feijão (Fonte: Gonçalves, 1996).

### 5.1.2.3. Fisiografia e Relevô

O Ribeirão do Feijão drena o planalto de Itirapina, que forma um corredor deprimido entre as serras de Itaqueri e Santana do Sul e o Morro do Cuscuzeiro, tendo São Carlos ao norte, que liga a Depressão Periférica ao Planalto Ocidental (MATTOS, 1982).

Ele flui sobre os arenitos da Formação Botucatu e pacotes basálticos (Formação Bauru). Escoa também em área do Aquífero Botucatu, que em conjunto com os arenitos da Formação Botucatu, facilita o abastecimento do Aquífero.

Na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão, predominam as cuestas basálticas, com um relevo semelhante ao da depressão periférica, ou seja, composto de colinas amplas e relevos de transição com encostas não escarpadas de dois tipos: (i) encostas sulcadas por vales paralelos caracterizadas pela presença de vários espigões lineares de topos angulosos e arredondados, acompanhando o caimento geral das encostas; e (ii) encostas com cânions locais, que possuem vertentes sulcadas por vales fechados, com aparecimento frequente de trechos escarpados (Serra dos Padres e de São Carlos).

#### 5.1.2.4. Pedologia

O Ribeirão do Feijão é formado em sua maioria por uma cobertura inconsolidada de areias quartzosas profundas, álicas, horizonte A moderado (moderadamente espesso com médio teor de matéria orgânica), com textura arenosa ao longo do perfil. Também há uma porção considerável do ribeirão drenando uma área de latossolo vermelho amarelo (em geral com baixo teor de óxido de ferro, menos que 8%), álico, horizonte A moderado textura média.

O ribeirão flui ainda por uma área de latossolo vermelho amarelo de horizonte A proeminente textura argilosa ou muito argilosa. Em menor quantidade ocorre o latossolo roxo eutrófico, o latossolo roxo, o latossolo vermelho escuro e podzólico vermelho amarelo distrófico. O ribeirão percorre também uma área pequena de solo litólico (PRADO *et al.*, 1981).

### 5.1.2.5.Clima

Para a região do Ribeirão do Feijão o clima, na classificação de Köppen, é intermediário entre AW (clima tropical com verão úmido e inverno seco) e CWa (clima quente de inverno seco).

As variáveis climatológicas descritas por TEIXEIRA (1993) estão na Tabela 8.

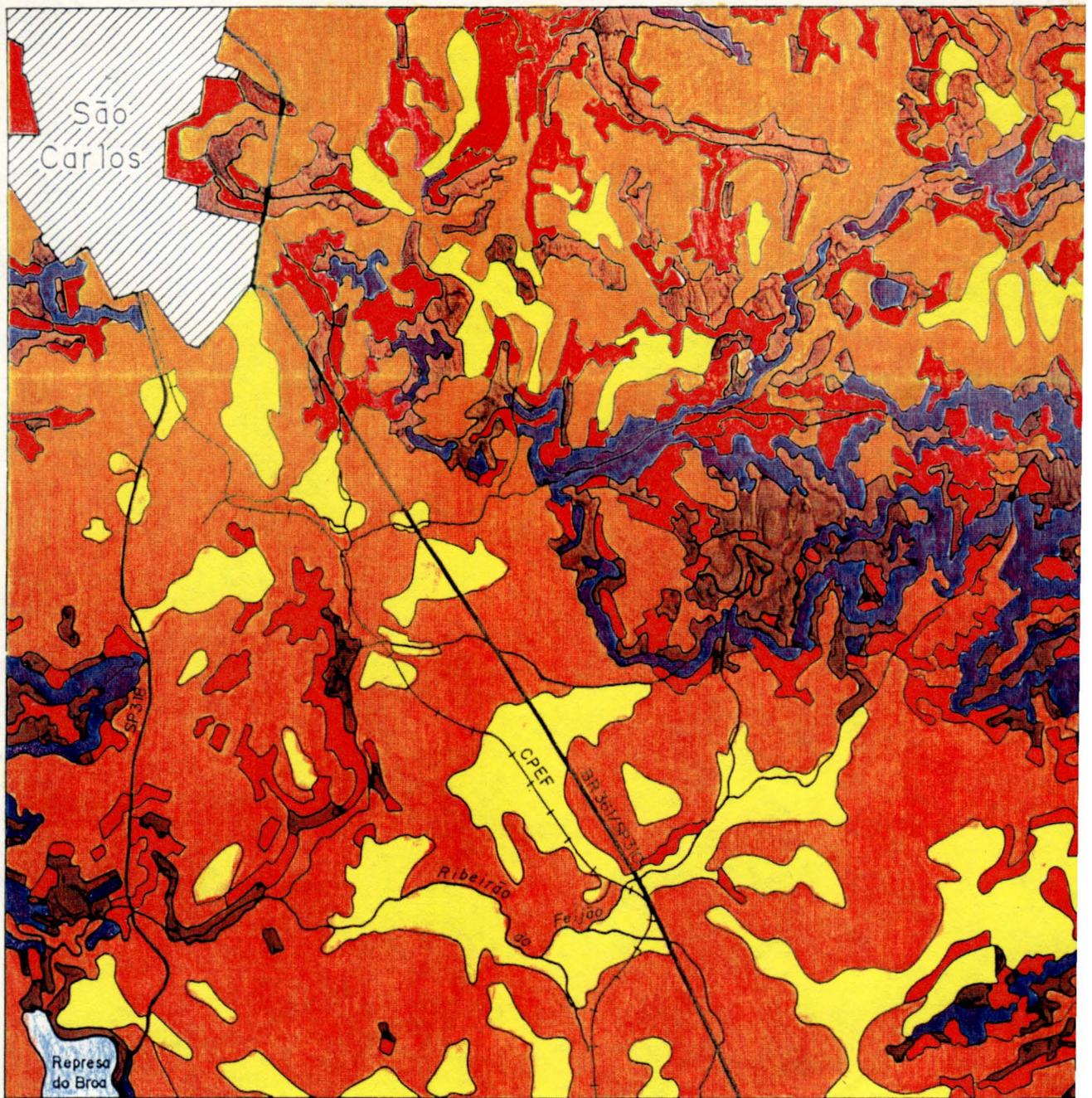
MATTOS (1984) considera a região da bacia do Rio Jacaré-Guaçu de clima CWa de acordo com Köppen, e como BB'r segundo Thornthwaite: clima subtropical, mesotérmico, úmido, com chuvas de verão, estiagem branda no inverno e pouca deficiência de água, delimitando a estação chuvosa de outubro à março com clima super úmido e super tropical, e a estação seca de abril à setembro, com clima subúmido temperado.

No entanto TEIXEIRA (*op cit.*) verificou que SETZER (1949), CAMARGO (1974) e OLIVEIRA-PRADO (1984) vêm uma similaridade do clima com o tipo CWb, que seria, então, temperado com inverno seco e temperatura média do mês mais quente inferior à 22°C. Esta característica térmica seria atribuída à altitude que ameniza a temperatura.

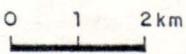
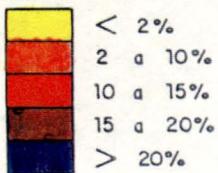
### 5.1.2.6. Características Físicas da Bacia Hidrográfica

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão é classificada como de 5ª ordem, totalizando uma área de 227 km<sup>2</sup>.

A altitude máxima da bacia é de 1020 m e a mínima chega à 680 m (IBGE, 1971). O valor máximo de relação de relevo é 66,67 m/km e o mínimo é de 16,94 m/km (TEIXEIRA, 1993). A declividade está representada na figura 9.



Classes de Declividade



Fonte: Nishiyama (1991)  
Des.-Arnaldo Rosalem

Convenções

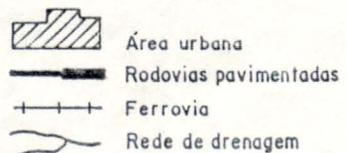


Figura 9: Mapa de declividade da microbacia do Ribeirão do Feijão.

A bacia possui um fator de forma (KF) de 1,27 e índice de alongação de valor máximo igual à 0,96, ambos indicando uma morfometria semelhante à de uma bacia circular.

Tabela 8: Temperatura e precipitação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão (fonte: TEIXEIRA, 1993).

<i>ano de 1991</i>	<i>temperatura média (°C)</i>	<i>precipitação (mm)</i>
janeiro	23,80	176,00
fevereiro	24,00	412,00
março	22,40	141,00
abril	21,20	320,00
maio	18,90	183,00
junho	18,00	16,00
julho	17,00	51,00
agosto	17,20	0,00
setembro	20,70	0,00
outubro	21,90	231,00
novembro	23,50	15,00
dezembro	23,30	176,00

#### 5.1.2.7. Características Físicas do Ribeirão do Feijão

O Ribeirão do Feijão é um dos dois principais rios formadores da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu, nascendo no alto da Serra do Cuscuzeiro, e fluindo de NE para SW e para W, drenando o planalto de Itirapina. É o divisor de águas para os limites das cidades de Analândia, Itirapina e São Carlos.

Tem uma extensão de aproximadamente 133 Km, e possui uma densidade de drenagem de 0,86 Km de rio/Km<sup>2</sup> (SILVA, 1989).

A vazão em setembro/1991 e fevereiro/ 1992 (períodos seco e úmido), e respectivas temperatura e precipitação mensurados por TEIXEIRA (1993) estão na Tabela 9.

TOLENTINO (1967) publicou os dados climatológicos para o Ribeirão do Feijão na região de São Carlos referentes à precipitação e temperatura, como segue abaixo (Tabela 10):

Tabela 9: Vazões, temperatura e precipitação nos períodos seco e úmido (fonte: TEIXEIRA, *op cit.*).

<i>Características</i>	<i>Período Seco</i>	<i>Período Úmido</i>
	mínima	máxima
vazão (m <sup>3</sup> /s)	1,32	21,97
temperatura(°C)	20,70	22,80
precipitação(mm)	0,00	215,84

Tabela 10: Médias de temperatura e precipitação para duas estações distintas no Ribeirão do Feijão, segundo TOLENTINO (1967).

<i>Meses (médias)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Precipitação</i>
janeiro (quente e úmido)	23,1	2859
junho (frio)	18,1	----
agosto (seco)	----	24,1
anual	21,3	1520,6

#### 5.1.2.8. Vegetação

Na região do Ribeirão do Feijão a cobertura vegetal é em sua maioria formada por cerrados, cerradões e capoeiras, resultantes dos solos predominantemente arenosos (DPRN, 1989).

A existência de cerrados está associada às condições ambientais bastante distintas. TEIXEIRA (1993) lembra que essa formação vegetal tem sua gênese ainda discutida por teorias como a climática, a biótica e a pedológica, enumeradas em TEIXEIRA (*op cit.*).

A distribuição da cobertura vegetal natural ao longo do ribeirão caracterizada pelo DPRN (*op cit.*), é em porcentagem apresentada abaixo (Tabela 11):

Tabela 11: Cobertura vegetal natural ao longo da microbacia do Ribeirão do Feijão, (fonte: DPRN, 1989).

<i>Tipo de vegetação</i>	<i>Porcentagem da vegetação</i>	<i>Área (Km<sup>2</sup>)</i>
capoeira, cerrado, cerradão	17%	37,28
várzea	2%	4
mata	2%	4

Tabela 12: Representatividade da pecuária na área de São Carlos para a região centro-norte do Estado de São Paulo, adaptado de SANTOS (1993).

<i>Pecuária</i>	<i>Área em ha</i>	<i>Porcentagem do total</i>	<i>Total da região centro-norte</i>
criação	140.000	46%	
pastagens	73.000	24%	300.000 ha

#### 5.1.2.9. Importância Sócio-Econômica do Ribeirão do Feijão

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão passa pelos limites das cidades de Analândia, Itirapina e São Carlos, atravessando propriedades rurais e sendo um importante fornecedor de água para utilização doméstica.

É um dos fornecedores de água para a população da cidade de São Carlos, tendo sido fonte de 70% do total da água industrial e doméstica em 1989 segundo SILVA (1989) enquanto que TEIXEIRA (1993) estimou esta quantia em 60%. A previsão de SILVA (*op cit*) é de 90% de uso das águas do ribeirão no ano 2000.

A área da bacia é predominantemente rural, com uma zona industrial da cidade de São Carlos de acesso pela SP 310 (Rodovia Estadual Washington Luiz) que corta a bacia ao meio no sentido norte-sul, e a SP 318 (Rodovia Municipal Airton Senna), que liga São Carlos à Itirapina.

Em decorrência da atividade rural, parte da vegetação natural foi substituída por pastagens (intensiva e semi-intensiva) e agricultura de médio e pequeno porte. O censo IBGE (1985) indicou a dominância da atividade pecuária leiteira e de corte, que atinge quase a metade da produção total da região centro-norte (tabela 13). SANTOS (1993) aponta Analândia e Itirapina como as maiores produtoras de leite, detendo 48% (64 mil) do total de cabeças de gado.

Desde o século XIX até o começo do século XX a agricultura foi baseada no cultivo do café. Atualmente a agropecuária vem sendo intensiva e diversificada com o cultivo da cana, citrus, café algodão, etc. As áreas mais férteis da bacia (latossolo roxo) vêm sendo ocupadas por citrus que aumentou 48% em 10 anos, e cana que ocupa 51.130 ha. (SANTOS, *op cit*).

Tabela 13: Tabela comparativa entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.

Características	Ribeirão da Onça	Ribeirão do Feijão
Latitude	22°10' e 22°15' latitude sul	22°00 e 22°15 latitude sul
Longitude	47°55' e 48°00' longitude oeste	47°45 e 47°55 longitude oeste
Região do estado de São Paulo	Porção Centro-Norte	Porção Centro-Leste
Município	Itirapina	São Carlos
Bacia Hidrográfica	Rio Jacaré-Guaçu	Rio Jacaré-Guaçu
Formações geológicas	Formação Botucatu, Formação Serra Geral.	Formação Botucatu.
Idade geológica	Idade Jurássico-cretácea, Era mezozóica	Idade Jurássico-cretácea, Era mesozóica
Fisiografia	Planalto de Campo Alegre, Província das cuestas basálticas, e limites da Depressão Periférica.	Planalto Ocidental, Serra de Itaqueri, Serra de São Pedro, Serra dos Padres, Depressão Periférica.
Pedologia	Areias quartzosas, Latossolo vermelho-amarelo e Solo Hidromórfico	Areias quartzosas profundas, Latossolo roxo, Latossolo vermelho-amarelo, Latossolo vermelho-escuro, e Latossolo roxo eutrófico, Podzólico vermelho-amarelo distrófico e Solo Litólico.
Clima	Cwa - subtropical úmido com verão úmido e inverno seco (Köppen)	Varia de Aw, clima tropical com verão úmido e inverno seco; à Cwa, clima quente de inverno seco (Köppen).
Ordem da microbacia	4ª ordem	5ª ordem
Altitude máxima da microbacia	840 metros	1020 metros
Extensão da microbacia	16 Km	133 Km
Vazão (períodos seco;úmido)	0,57m <sup>3</sup> /s e 4,26 m <sup>3</sup> /s	1,32m <sup>3</sup> /s e 21,97 m <sup>3</sup> /s
Vegetação	eucaliptus, pastagem, citrus, mata e soja	capoeira, cerrado, cerradão, várzea, mata.

## 5.2. Procedimentos

### Considerações Gerais

O trecho amostral, medido com curvímetro, foi a porção final dos ribeirões da Onça e do Feijão. No Ribeirão da Onça as amostragens foram feitas nos limites da Fazenda Santa Maria da Fábrica em uma extensão de 2,3 Km, e no Ribeirão do Feijão foi amostrada uma extensão de 2,8 Km, ambos distando aproximadamente 1,5 Km da desembocadura no Rio Jacaré-Guaçu.

Na tentativa de identificar a relação de características límnicas com a floresta ripária, foram estabelecidas as seguintes porções dos ribeirões, onde foram realizadas as coletas:

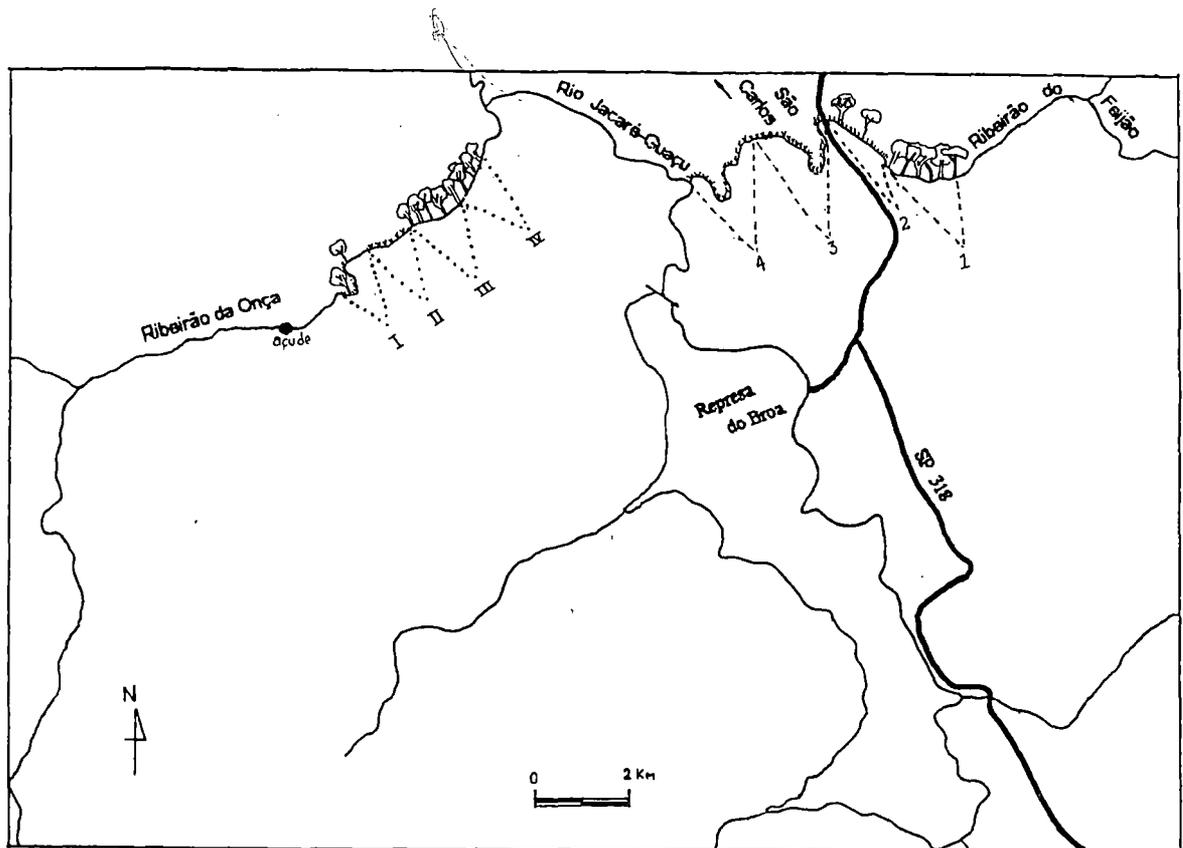
- a) com as duas margens florestadas por floresta ripária (grupo controle);
- b) com margem florestada por mata secundária;
- c) com as duas margens deflorestadas, constituindo áreas de pasto, como mostra a figura 10.

Esta avaliação foi planejada em três etapas:

- (1) coleta de parâmetros limnológicos;
- (2) aplicação da fórmula do índice de qualidade de água (IQA);
- (3) análise numérica para testar a correlação da qualidade das águas com as áreas de floresta ripária.

Com o intuito de abordar a importância da floresta ripária para o ambiente aquático, e as alterações da atividade antrópica na qualidade da água, foram feitas análises limnológicas, microbiológicas e cromatográficas com coletas diferenciadas para cada análise. Assim, os parâmetros físico-químicos avaliados foram amostrados nos quatro pontos determinados nos dois ribeirões (Figura 10, página 54) e em todos os dias de coleta às diferentes épocas do ano (tabela 14). Os nutrientes fosfato total e nitrogênio total foram amostrados apenas nas coletas de verão e de inverno, para serem utilizados na aplicação da fórmula do IQA (Índice de Qualidade da Água). As amostras

de bactérias coliformes foram feitas sempre no último ponto de cada ribeirão, para que se avaliasse microbiologicamente a água ao fim das microbacias. Da mesma forma as amostras para produtos organoclorados foram coletadas no último ponto de cada ribeirão, para inferir sobre o que a microbacia incorpora e transporta de contaminantes químicos.



Legenda:

Ribeirão da Onça

- I - Mata secundária
- II - Pasto
- III - Floresta ripária
- IV - Floresta ripária

Ribeirão do Fieião

- 1 - Floresta ripária
- 2 - Mata secundária
- 3 - Pasto
- 4 - Pasto

Figura 10: Localização dos pontos de coleta e dos ambientes nos ribeirões.

Tabela 14: Cronograma dos trabalhos de campo

<i>Dias de coleta</i>	<i>Estação do ano (meses)</i>
3 junho 94	inverno (j/j/a)
2 agosto 94	inverno (j/j/a)
11 outubro 94	primavera (s/o/n)
16 dezembro 94	verão (d/j/f)
24 fevereiro 95	verão (d/j/f)
24 março 95	outono (m/a/m)

Uma sinopse das metodologias empregadas em análises de parâmetros limnológicos físico-químico e biológicos é apresentada na Tabela 15.

#### 5.2.1. Coliformes Fecais

Os critérios de assepsia utilizados para esta análise estão descritos na APHA (1980).

Foram realizadas duas técnicas de quantificação e qualificação de coliformes fecais. Na primeira utiliza-se uma tabela de NMP (Número Mais Provável). Esta tabela é baseada na suposição da distribuição de Poisson (distribuição randômica). O limite de confiança da tabela utilizada aqui é de 95%, e a precisão dos resultados depende da série de tubos usados por diluição (RIZZO, 1994), que neste estudo foram 3 tubos diluídos até  $10^{-4}$ . Normalmente a diluição é diretamente proporcional ao grau de poluição visual, no entanto, aqui se convencionou as 4 diluições em vista da possibilidade de contaminação pela agricultura e pecuária. A avaliação do NMP foi feita para todas as épocas de coleta, sempre no último ponto em cada ribeirão.

A contagem laboratorial de coliformes totais e fecais foi feita apenas nas coletas em estações consideradas mais marcantes, verão e inverno, para serem

utilizadas no cálculo do índice da qualidade da água (IQA), com amostragens no último ponto de coleta em cada ribeirão.

Tabela 15: Metodologias utilizadas em análises de parâmetros limnológicos (físico-químicos) e biológicos.

<i>Variável Pesquisada</i>	<i>Método de Análise</i>
concentração hidrogeniônica	Aparelho U-10 (WATER CHECK)
turbidez	Aparelho U-10 (WATER CHECK)
oxigênio dissolvido	Aparelho U-10 (WATER CHECK)
condutividade elétrica	Aparelho U-10 (WATER CHECK)
temperatura	Aparelho U-10 (WATER CHECK)
alcalinidade	Técnica descrita em GOLTERMAN et al. (1978)
material em suspensão	Técnica gravimétrica de WETZEL (1975)
matéria orgânica dissolvida na água	Manual de Normas Técnicas da CETESB (1989)
matéria inorgânica dissolvida na água	Manual de Normas Técnicas da CETESB (1989)
fosfato total	Técnica descrita em STRIKLAND & PARSONS (1960)
nitrito +	Técnica descrita em MACKERETH et al. (1978)
detecção de organoclorados +	Cromatografia à gás
contagem do NMP de coliformes fecais +	“Fermentação em tubos Múltiplos”, descrita no Standard Methods (1989), 17 <sup>a</sup> ed.
quantificação de coliformes totais e coliformes fecais +	Contagem para coliformes totais e fecais descrita no Standard Methods (1985), 16 <sup>a</sup> ed.

Os padrões de qualidade destinadas à balneabilidade relacionados à quantificação de coliformes foram classificados em categorias pela resolução 20/86 do Conama, artigos 26 e 34 (CETESB, 1989), e são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16: Limites de Coliformes Fecais por Categoria. (fonte: CETESB, 1980).

<i>Categoria</i>	<i>Limite de NMP Coliforme-Fecal/100ml</i>
Excelente	Máximo de 250 em 80% ou mais das amostras
Muito boa	Máximo de 500 em 80% ou mais das amostras
Satisfatória	Máximo de 1000 em 80% ou mais das amostras
Imprópria	Acima de 1000 em mais de 20% das amostras

As categorias “Excelente”, “Muito boa” e “Satisfatória” podem ser reunidas em uma única categoria definida pela CETESB (1980) como “Própria”.

### 5.2.2. Produtos Organoclorados

Sabendo-se que estes pesticidas têm uma permanência longa no ambiente e que a contaminação da água é influenciada por variações ambientais (precipitação, vento, etc.) as amostragens foram feitas no verão e no inverno, devido às limitações econômicas e para que ocorressem em um maior intervalo de tempo, em épocas de maior diferença nas características ambientais.

As análises foram feitas no Laboratório de Ecologia do CENA-USP, em cromatógrafo à gás CHR-WHP, de coluna de vidro espiral de 1/8 polegadas de diâmetro interno e 1,8 m de comprimento com fase estacionária de 1,5% OV-17 e 1,95% OV-210, cujo gás de arraste é o Nitrogênio “U”, à um fluxo de 40 ml/min. A temperatura do DCE (Detector de Captura de Elétrons) é de 280°C, a temperatura da coluna é de 208°C e o vapor (injetor) tem temperatura de 220°C. Amostras de 1 litro foram extraídas com N-hexano, purificadas em coluna de florisil, concentradas até 10 ml e 1 µg foi injetado no cromatógrafo à gás.

### 5.2.3. Determinação do IQA (Índice de Qualidade de Água)

Este índice foi determinado como resultado do produtório ponderado da qualidade individual representada pelos parâmetros oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, nitrogênio total, fosfato total, temperatura e turbidez.

À exemplo de SANTOS (1993) foram excluídos resíduo total e demanda bioquímica de oxigênio por não haver dados disponíveis.

Utiliza-se para atribuir este índice a fórmula:

$$IQA = \prod q_{wi} \quad (i=1, \dots, n)$$

onde:

IQA = índice de qualidade da água, (varia de 0 e 100);

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, (entre 0 e 100) obtido da respectiva "curva de qualidade" (Figura 11), em função de sua concentração ou medida.

$w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, atribuído em função da importância desse parâmetro para a conformação global da qualidade, um número entre 0 e 1.

É considerado que:

$$\sum_i w_i = 1 \quad (i=1, \dots, n)$$

A classificação se fez seguindo a gradação apresentada na tabela da CETESB (1991). Ver figura 11 e tabela 17.

Os elementos tóxicos são avaliados na análise do IQA mediante uma variável binária que assume valor 0, caso um ou mais elementos tóxicos do conjunto considerado ultrapasse o limite permitido para a classe 1 da Resolução Conama nº 20, de 10/06/86; ou valor 1, em caso contrário (CALHEIROS, 1993), sendo então o valor final um produto do IQA pelo IT (índice de toxicidade).

Tabela 17: Classificação segundo o índice de qualidade da água.

<i>IQA</i>	<i>Classificação</i>
80-100	qualidade ótima
52-79	qualidade boa
37-51	qualidade aceitável
20-36	imprópria para tratamentos convencionais
0-19	imprópria

#### 5.2.4. Análise Numérica

Foi aplicada uma Análise de Variância Multivariada (MANOVA), indicada para analisar fenômenos onde variáveis dependentes múltiplas são especificadas. Este método permite identificar quais fatores (variáveis independentes) mais influenciam as variáveis (maiores efeitos). Também foram feitas análises *à posteriori*, que revelam as interações que ocorrem entre as variáveis (delineamento de comparações).

Foi utilizada a MANOVA do tipo “3 way” no delineamento de comparações, onde o design dos maiores efeitos podem ser evidenciados. Nela as variáveis dependentes foram analisadas em dois grupos distintos contendo três fatores: a) ribeirão×sazonalidade× ambiente, que produziu uma matriz de 24×24; e b) ribeirão×sazonalidade× ponto de coleta que produziu uma segunda matriz de 32×32.

Com a finalidade de determinar quais variáveis se destacam entre dois ou mais grupos foi feita uma análise discriminante. A partir desta análise pode-se distinguir os ribeirões em função das propriedades físico-químicas e separar as variáveis que se destacam em função dos múltiplos fatores.

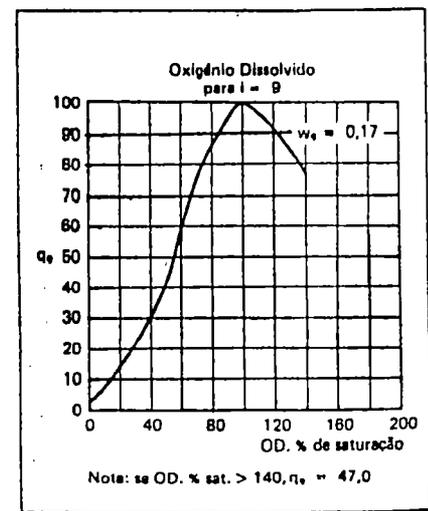
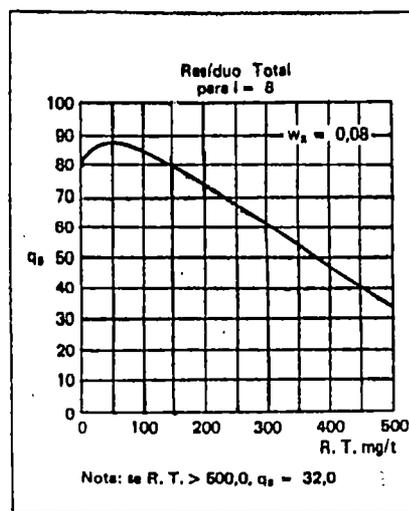
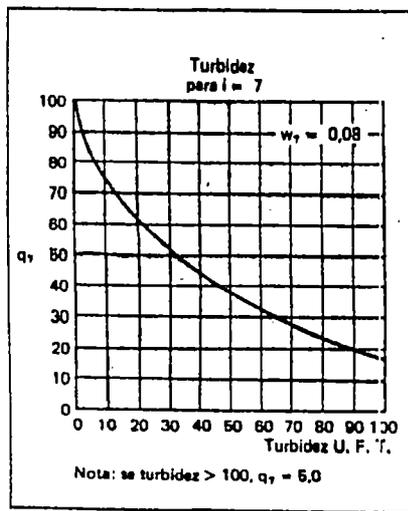
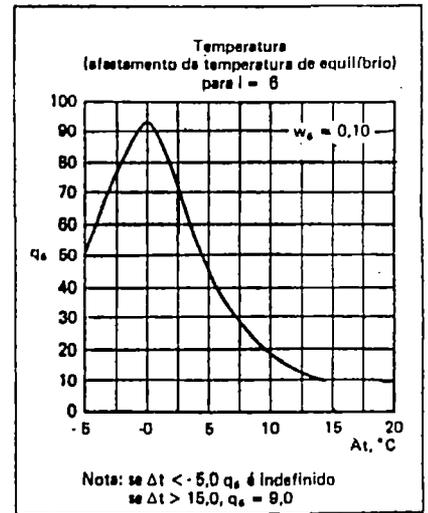
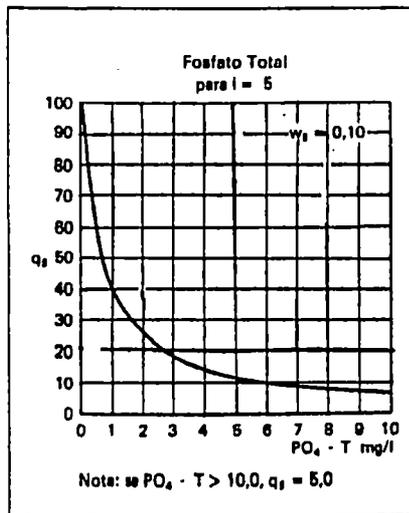
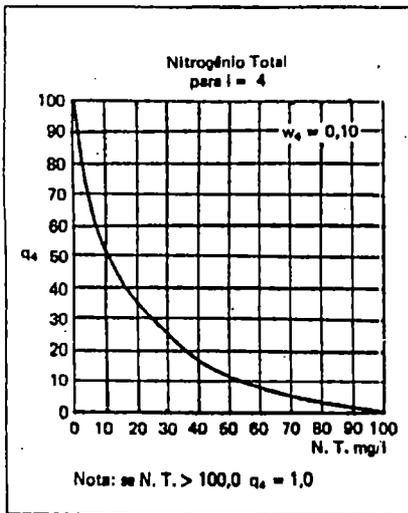
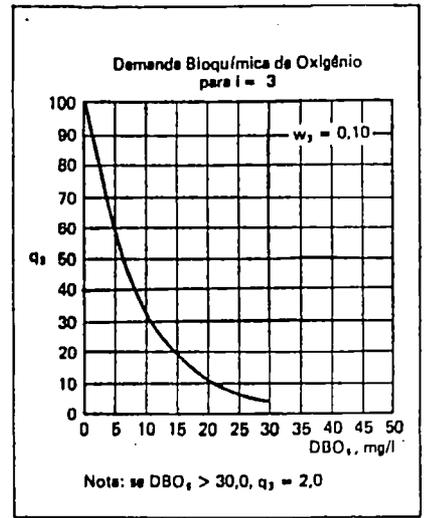
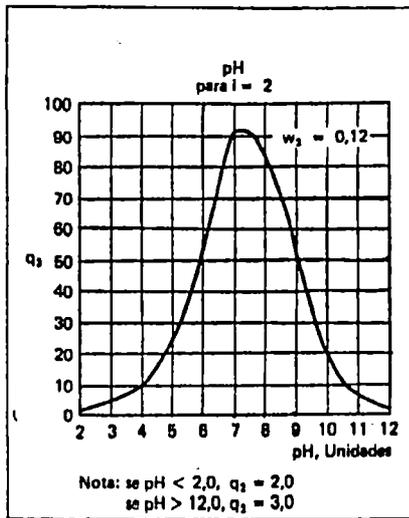
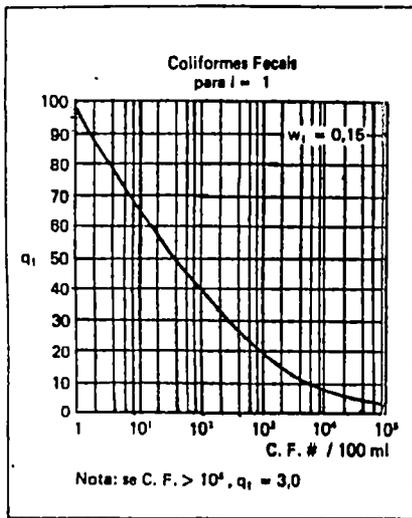


Figura 11: Curva de qualidade da água. (Fonte: Cetesb,1991)

## 6. RESULTADOS

A Tabela 18 apresenta as médias dos valores coletados, excetuando-se o pH e a alcalinidade. Nos meses de agosto e dezembro de 1994 foram feitas coletas diferenciadas que representam réplicas das estações climáticas de inverno e verão respectivamente.

Tabela 18: Variação espaço-temporal do pH próximo à foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>				<i>Ribeirão do Feijão</i>			
	pontos de amostragem				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	5.9	5.7	6.0	6.0	6.1	6.0	5.9	5.9
08/94	6.3	6.1	6.3	6.3	6.4	6.0	6.6	6.6
10/94	5.1	4.8	5.2	5.4	6.4	5.8	5.9	5.9
12/94	6.5	5.8	6.2	6.3	7.1	6.9	6.5	6.4
02/95	6.5	6.0	6.2	6.2	6.9	6.7	6.6	6.9
03/95	6.0	5.8	6.1	6.1	6.8	6.3	6.3	6.3

Tabela 19: Média da variação espaço-temporal da turbidez próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>				<i>Ribeirão do Feijão</i>			
	pontos de amostragem				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	1.0	1.0	3.0	3.0	8.0	11.0	15.0	17.0
08/94	4.0	2.0	1.0	2.0	11.0	14.0	15.0	10.0
10/94	2.0	2.0	3.0	2.0	9.0	16.0	19.0	17.0
12/94	16.0	9.0	12.0	9.0	17.0	12.0	12.0	13.0
02/95	14.0	9.0	10.0	8.0	15.0	12.0	12.0	13.0
03/95	19.0	29.0	22.0	42.0	31.0	34.0	35.0	36.0

Tabela 20: Média da variação espaço-temporal da concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) próximo à foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>				<i>Ribeirão do Feijão</i>			
	pontos de amostragem				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	8.50	8.12	8.88	8.90	8.15	7.95	7.40	7.30
08/94	7.73	7.65	7.74	7.62	7.54	7.66	7.23	6.80
10/94	8.49	8.23	8.45	8.56	8.27	8.44	8.31	8.36
12/94	7.87	7.98	8.22	8.36	8.45	8.56	8.75	8.58
02/95	7.93	8.36	8.72	8.71	8.45	8.49	8.57	8.03
03/95	8.22	8.71	9.12	9.03	8.52	8.60	8.83	8.61

Tabela 21: Média da variação espaço-temporal da condutividade elétrica (S/cm) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>				<i>Ribeirão do Feijão</i>			
	pontos de amostragem				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	6.0	6.0	10.0	7.0	11.0	10.0	12.0	12.0
08/94	7.0	7.0	7.0	7.0	13.0	20.0	13.0	13.0
10/94	6.0	6.0	6.0	10.0	11.0	10.0	12.0	10.0
12/94	9.0	9.0	10.0	10.0	19.0	19.0	20.0	20.0
02/95	10.0	10.0	30.0	10.0	21.0	21.0	21.0	20.0
03/95	10.0	10.0	10.0	10.0	15.0	16.0	17.0	17.0

Tabela 22: Média da variação espaço-temporal da alcalinidade (meq/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>				<i>Ribeirão do Feijão</i>			
	pontos de amostragem				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	1.10	0.70	1.12	1.12	0.31	0.27	0.23	0.19
08/94	0.50	0.35	1.11	1.12	1.20	0.80	0.31	0.08
10/94	1.0	0.00	1.10	1.12	0.57	0.48	0.36	0.29
12/94	1.13	0.09	1.17	1.41	0.47	0.41	0.13	0.13
02/95	1.11	1.06	1.08	1.11	0.18	0.21	0.16	0.14
03/95	0.37	0.27	1.11	1.17	0.18	0.08	0.12	0.14

Tabela 23: Média da variação espaço-temporal da concentração de material em suspensão total (mg/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>				<i>Ribeirão do Feijão</i>			
	pontos de				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	4.71	3.20	4.52	4.12	13.03	12.21	12.05	13.11
08/94	3.67	2.46	3.90	3.53	11.27	12.30	11.89	10.98
10/94	4.21	2.29	4.22	4.15	13.96	14.57	14.57	12.01
12/94	5.96	5.50	5.52	5.21	21.03	19.57	19.06	19.00
02/95	22.70	21.61	16.73	16.81	33.86	36.86	37.51	33.86
03/95	39.42	37.58	47.21	43.86	18.37	16.93	16.86	13.88

Tabela 24: Média da variação espaço-temporal da concentração de material em suspensão orgânico (mg/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>				<i>Ribeirão do Feijão</i>			
	pontos de				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	2.40	1.72	2.99	2.03	5.03	5.65	4.16	5.12
08/94	1.72	2.33	2.00	1.94	3.84	4.41	4.36	6.07
10/94	2.26	1.77	2.16	2.27	4.52	4.77	4.63	3.89
12/94	2.89	2.50	2.61	2.46	4.03	7.87	7.85	7.66
02/95	8.01	6.55	5.90	5.94	7.66	9.28	11.53	10.11
03/95	12.29	9.99	10.92	11.37	5.92	5.96	6.47	6.40

Tabela 25: Média da variação espaço-temporal da concentração de material em suspensão inorgânico (mg/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>				<i>Ribeirão do Feijão</i>			
	pontos de				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	2.31	1.48	1.56	2.09	8.01	6.61	7.89	8.00
08/94	1.94	0.13	1.91	1.59	7.43	7.87	7.52	4.91
10/94	1.94	0.52	2.06	1.87	9.44	9.79	9.94	8.12
12/94	3.07	3.00	2.90	2.76	16.99	11.70	11.21	11.33
02/95	14.69	15.06	10.83	10.87	26.10	27.59	28.33	23.74
03/95	27.12	27.59	35.89	32.48	8.86	10.97	10.38	7.46

Tabela 26: Média da variação espaço-temporal da temperatura da água (°C) próximo à foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

data de coleta	Ribeirão da Onça				Ribeirão do Feijão			
	pontos de amostragem				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	17.3	17.4	16.7	16.4	16.8	17.1	17.2	17.3
08/94	17.6	17.3	17.4	17.4	17.6	17.8	17.7	17.7
10/94	20.3	20.2	20.3	20.3	21.3	21.1	21.4	21.4
12/94	24.5	24.5	24.3	24.1	24.2	24.2	24.4	24.4
02/95	22.3	22.3	22.4	22.4	22.7	22.8	22.9	23.0
03/95	21.9	21.9	22.0	22.0	21.8	21.8	21.7	21.7

Tabela 27: Média da variação espaço-temporal da concentração de fosfato total (ug/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

data de coleta	Ribeirão da Onça				Ribeirão do Feijão			
	pontos de amostragem				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	21.09	20.42	24.54	24.50	21.0	18.50	14.88	14.82
12/94	12.07	12.08	15.37	15.90	12.92	10.35	9.07	9.00

Tabela 28: Média da variação espaço-temporal da concentração de nitrogênio total (ug/l) próximo a foz do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

data de coleta	Ribeirão da Onça				Ribeirão do Feijão			
	pontos de amostragem				amostragem			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
06/94	441.42	395.30	615.01	590.23	392.89	388.43	380.02	380.03
12/94	193.79	188.09	218.71	216.61	181.32	180.00	177.46	177.47

Tabela 29: Média da variação temporal da concentração de produtos organoclorados ( $\mu\text{g/l}$ ) na foz do Ribeirão da Onça. (nd= não detectado).

<i>Produtos Organoclorados</i>	<i>Média das coletas de inverno</i>	<i>Média das coletas de verão</i>
g-Chlord	nd	nd
pp'DDE	nd	0,0022
op'DDT	nd	nd
Heptacloro	0,0023	0,0074
Heptacl-epoxi	0,00049	0,0013
$\alpha$ -BHC	0,0028	0,0018
$\beta$ -BHC	nd	0,0018
g-BHC	nd	0,00012
d-BHC	nd	0,0012

Tabela 30: Média da variação temporal da concentração de produtos organoclorados ( $\mu\text{g/l}$ ) a foz do Ribeirão do Feijão.

<i>Produtos Organoclorados</i>	<i>Média das coletas de inverno</i>	<i>Média das coletas de verão</i>
g-Chlord	0,012	nd
pp'DDE	0,00033	0,0020
op'DDT	0,0039	nd
Heptacloro	nd	0,0037
Heptacl-epoxi	nd	nd
$\alpha$ -BHC	nd	0,00094
$\beta$ -BHC	0,0064	nd
g-BHC	nd	0,0012
d-BHC	0,0063	0,0014

Tabela 31: Média da variação temporal na quantificação de coliformes totais/100 ml.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>	<i>Ribeirão do Feijão</i>
06/94	250	180
12/94	2400	1700

Tabela 32: Média da variação temporal na quantificação de coliformes fecais.

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>	<i>Ribeirão do Feijão</i>
06/94	2,5	1,8
12/94	240	170

Tabela 33: Média da variação temporal da contagem de coliformes fecais segundo o método do NMP/100 ml (Número Mais Provável/100 ml).

<i>data de coleta</i>	<i>Ribeirão da Onça</i>	<i>Ribeirão do Feijão</i>
06/94	3	3
08/94	3	3
10/94	11	7
12/94	120	150
02/95	120	75
03/95	15	7

### 6.1. Parâmetros Climatológicos

Dados de velocidade do vento, radiação solar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica nos meses de coleta, foram obtidos na Estação Meteorológica do CRHEA-USP, em São Carlos, localizada à uma distância média de 4 Km das microbacias em estudo.

Foram considerados os valores do dia precedente à amostragem e do dia da amostragem para os parâmetros velocidade do vento, radiação solar e umidade relativa do ar, registrados nas tabelas de 34 à 36. Foi considerada para as análises a precipitação acumulada dos últimos cinco dias, a fração acumulada de precipitação nos meses de amostragem e a média de precipitação para estes meses (tabela 37).

Tabela 34: Valores de Velocidade do Vento (m/s) nas microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão. (*d.p.c.* = dia precedente à coleta; *d.c.* = dia de coleta)

	<i>Junho/94</i>	<i>Agosto/94</i>	<i>Outubro/94</i>	<i>Dezembro/94</i>	<i>Fevereiro/95</i>	<i>Março/95</i>
	(2/06-3/06)	(1/08-2/08)	(10/10-11/10)	(15/12-16/12)	(23/02-24/02)	(23/03-24/03)
<i>d.p.c.</i>	3,29	6,61	9,36	7,77	4,30	8,23
<i>d.c.</i>	4,08	9,83	21,24	5,34	20,30	30,11

Tabela 35: Valores de Radiação Solar nas microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão. (*d.p.c* = dia precedente à coleta; *d.c.* = dia de coleta)

	<i>Junho/94</i>	<i>Agosto/94</i>	<i>Outubro/94</i>	<i>Dezembro/94</i>	<i>Fevereiro/95</i>	<i>Março/95</i>
	(2/06-3/06)	(1/08-2/08)	(10/10-11/10)	(15/12-16/12)	(23/02-24/02)	(23/03-24/03)
<i>d.p.c.</i>	301,22	343,21	529,92	495,84	557,06	495,23
<i>d.c.</i>	281,06	347,69	556,15	470,62	553,43	139,71

Tabela 36: Valores de Umidade Relativa do Ar nas microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão. (*d.p.c* = dia precedente à coleta; *d.c.* = dia de coleta)

	<i>Junho/94</i>	<i>Agosto/94</i>	<i>Outubro/94</i>	<i>Dezembro/94</i>	<i>Fevereiro/95</i>	<i>Março/95</i>
	(2/06-3/06)	(1/08-2/08)	(10/10-11/10)	(15/12-16/12)	(23/02-24/02)	(23/03-24/03)
<i>d.p.c.</i>	76,7	--	--	--	68,2	74,2
<i>d.c.</i>	77,5	--	--	--	60,0	94,0

Tabela 37: Variações da precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar na bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão.

<i>meses</i>	<i>precipitação acumulada (5 dias)</i>	<i>fração acumulada</i>	<i>média mensal</i>	<i>radiação solar</i>
06/94	0.0	0.0	6.0	281.06
08/94	0.0	0.0	0.0	347.69
10/94	0.0	0.0	4.11	529.92
12/94	0.3	1.5	4.66	470.62
02/95	14.6	70.8	18.68	553.46
03/95	11.78	58.9	3.98	139.71

Tabela 38: Precipitação diária nos meses de coleta.

Precipitação Diária (em mm)							
<i>Dia do mês</i>	<i>Maió 1994</i>	<i>Junho 1994</i>	<i>Agosto 1994</i>	<i>Outubro 1994</i>	<i>Dezembro 1994</i>	<i>Fevereiro 1995</i>	<i>Março 1995</i>
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,8	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	2,6	25,5
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,2	0,0
5	0,0	4,4	0,0	0,0	1,1	47,5	3,6
6	0,0	0,0	0,0	0,0	38,0	17,7	1,2
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,3	9,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	36,5	0,0
9	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	73,4	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	0,7
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
14	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	6,7
15	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0
16	32,1	0,0	0,0	0,0	1,5	35,5	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	3,7	15,3	53,9	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	1,4	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,0	0,3
21	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	22,8	0,0
22	0,0	4,5	0,0	15,6	11,7	0,0	0,0
23	0,3	16,5	0,0	0,0	33,3	0,0	16,7
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,9
25	0,0	7,1	0,0	36,1	0,0	0,0	6,8
26	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	4,4	1,7
27	0,0	0,0	0,0	33,4	2,8	0,0	0,0
28	19,8	0,0	0,0	7,1	5,9	0,0	0,0
29	0,0	0,0	0,0	18,3	0,3	--	0,0
30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	--	5,4
31	0,0	--	0,0	0,2	8,2	--	12,5

## 6.2. Resultados da análise numérica

Os dados foram submetidos à uma MANOVA (Análise de Variância Multivariada) para testar a influência dos fatores: ponto de coleta, ribeirão e estação do ano, bem como as interações entre estes fatores. Os resultados desta análise revelam que a interação conjunta dos três fatores (ponto, ribeirão e estação), não apresentam diferença significativa (Tabela 39).

Tabela 39: Resultado da MANOVA para os fatores ponto de coleta, ribeirão (Onça e Feijão), estação do ano e respectivas interações (\* - significante ao nível de 1%).

<i>Fator</i>	<i>Nível de significância</i>	<i>Soma dos quadrados</i>
ponto de coleta	0,000000*	6,2149*
ribeirão	0,000000*	77,6828*
estação do ano	0,000000*	170,0941*
ponto×ribeirão	0,000000*	5,5761*
ponto×estação	0,000000*	3,0022*
ribeirão×estação	0,000000*	15,4984*
ponto×ribeirão×estação	0,052140	1,2834

Outra MANOVA foi realizada substituindo o fator ponto de coleta por ambiente (tabela 40). Isso foi feito pois os ambientes não têm a mesma sequência de pontos de coleta nos dois ribeirões (Figura 10, pág. 58) e a verdadeira causa das diferenças poderia ser mascarada.

Tabela 40: MANOVA para os fatores ambiente (pasto, floresta ripária e mata secundária), ribeirão (Onça e Feijão), estação do ano e respectivas interações (\*-significante ao nível de 1%).

<i>Fator</i>	<i>Nível de significância</i>	<i>Soma dos quadrados</i>
ambiente	0,000000*	9,5065*
ribeirão	0,000000*	75,7206*
estação do ano	0,000000*	138,1828*
ambiente×ribeirão	0,000000*	3,8655*
ambiente×estação	0,000050*	1,9922*
ribeirão×estação	0,000000*	12,9847*
ambiente×ribeirão×estação	0,001509*	1,7074*

A análise discriminante dos componentes ribeirão, sazonalidade e ambiente em relação às variáveis, forneceu os resultados apresentados nas tabelas 41, 42 e 43 respectivamente.

Tabela 41: Variáveis de efeito discriminante em relação ao componente ribeirão (\*- significante ao nível de 1%).

<i>Variável</i>	<i>nível de significância</i>	<i>F</i>
pH	0,000041*	17,68741
turbidez	0,000003*	23,49553
oxigênio dissolvido	0,014097*	6,14654
condutividade elétrica	0,000005*	22,03993
material em suspensão	0,333389	0,94080
matéria orgânica dissolvida	0,178190	1,82706
matéria inorgânica dissolvida	0,435375	0,61120
temperatura da água	0,015812*	5,93685
NMP	0,831769	0,04526

Tabela 42: Variáveis de efeito discriminante em relação ao componente estação do ano (\*- significante ao nível de 1%).

<i>Variável</i>	<i>nível de significância</i>	<i>F</i>
pH	0,000000*	37,6052
turbidez	0,000000*	98,60783
oxigênio dissolvido	0,000000*	17,0491
condutividade elétrica	0,012992	3,69403
material em suspensão	0,735623	0,4246
matéria orgânica dissolvida	0,756007	0,39606
matéria inorgânica dissolvida	0,678461	0,50630
temperatura da água	0,000000*	748,2222
NMP	0,267477	1,3260

Tabela 43: Variáveis de efeito discriminante em relação ao componente ambiente (\*- significante ao nível de 1%).

<i>Variável</i>	<i>nível de significância</i>	<i>F</i>
pH	0,000093*	9,78016
turbidez	0,001425*	6,801133
oxigênio dissolvido	0,000000*	19,90342
condutividade elétrica	0,095406	2,38091
material em suspensão	0,181607	1,72237
matéria orgânica dissolvida	0,059477	2,86739
matéria inorgânica dissolvida	0,240777	1,43533
temperatura da água	0,008456*	4,90322

Como as coletas de Fósforo Total e Nitrogênio Total foram feitas de forma distinta das outras variáveis (ver metodologia), estas duas variáveis foram correlacionadas às diversas medidas de precipitação (Tabela 44 e 45).

Tabela 44: Valores de r- Pearson para fosfato e nitrogênio totais em relação à Pluviometria para o Ribeirão da Onça. (\*correlação significativa para  $r < 0.05$ )

<i>Variáveis correlacionadas</i>	<i>Média mensal de precipitação</i>	<i>Fração acumulada</i>	<i>Precipitação acumulada de 5 dias anteriores à coleta</i>
Fosfato Total	-0.15*	-0.38*	-0.38*
Nitrogênio Total	-0.15*	-0.38*	-0.38*

Tabela 45: Valores de r- Pearson para fosfato e nitrogênio totais em relação à Pluviometria para o Ribeirão do Feijão. (\*correlação significativa para  $r < 0.05$ )

<i>Variáveis correlacionadas</i>	<i>Média mensal de precipitação</i>	<i>Fração acumulada</i>	<i>Precipitação acumulada de 5 dias anteriores à coleta</i>
Fosfato Total	-0.26*	-0.52*	-0.52*
Nitrogênio Total	-0.27*	-0.53*	-0.53*

As variáveis coliformes totais e fecais e produtos organoclorados foram coletadas 2 vezes no verão e duas no inverno, e são analisadas em relação à atividade agropecuária, onde a precipitação tem influencia decisiva, assim, são apresentadas separadamente para os ribeirões, quanto à correlação com a precipitação (tabela 46 e 47). O NMP também está apresentado nestas tabelas devido à probabilidade de influencia pela agropecuária, embora tenha sido coletado em todas as épocas amostradas.

Tabela 46: Valores de r- Pearson para coliformes totais, coliformes fecais e os compostos organoclorados em relação à Pluviometria para o Ribeirão da Onça (\*correlação significativa para  $r < 0.05$ ).

<i>Variáveis correlacionadas</i>	<i>Média mensal de precipitação</i>	<i>Fração acumulada de precipitação</i>	<i>Precipitação acumulada de 5 dias anteriores à coleta</i>
Coliforme Total	-0.15	-0.38*	-0.38*
Coliforme Fecal	-0.15	-0.38*	-0.38*
NMP	-0.25	-0.25	-0.3
$\alpha$ -BHC	-0.14	-0.34*	-0.34*
$\beta$ -BHC	0	0	0
$\delta$ -BHC	-0.12	-0.29	-0.29
$\gamma$ -BHC	0	0	0
g-Chlordano	0	0	0
pp'DDE	-0.11	-0.27	-0.27
op'DDT	0	0	0
Heptacloro	-0.13	-0.33*	-0.33*
Epóxido de Hept.	-0.13	-0.33*	-0.33*

Tabela 47: Valores de r- Pearson para coliformes totais, coliformes fecais e os compostos organoclorados em relação à Pluviometria para o Ribeirão do Feijão. (\*correlação significativa para  $r < 0.05$ )

<i>Variáveis correlacionadas</i>	<i>Média mensal de precipitação</i>	<i>Fração acumulada de precipitação</i>	<i>Precipitação acumulada de 5 dias anteriores à coleta</i>
Coliforme Total	-0.09	-0.18	-0.18
Coliforme Fecal	-0.09	-0.18	-0.18
NMP	0.6	-0.7	-0.7
$\alpha$ -BHC	-0.6	-0.13	-0.13
$\beta$ -BHC	0	0	0
$\delta$ -BHC	-0.8	-0.15	-0.15
$\gamma$ -BHC	-0.09	-0.17	-0.17
g-Chlordano	0	0	0
pp'DDE	-0.09	-0.17	-0.17
op'DDT	0	0	0
Heptacloro	-0.09	-0.13	-0.13
Epóxido de Hept.	-0.06	-0.13	-0.13

Devido às diferenças na coleta de produtos organoclorados em relação às outras variáveis, foi feita uma análise estatística descritiva representada na tabela 48, que avalia melhor as informações coletadas.

Tabela 48: Avaliação qualitativa das informações sobre produtos organoclorados.

<i>Variável</i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desvio Padrão</i>
$\alpha$ -BHC	191	0.058120	0.00	2.80300	0.350538
$\beta$ -BHC	192	0.086146	0.00	6.47000	0.681763
d-BHC	192	0.095411	0.00	6.43100	0.677912
g-BHC	189	0.014402	0.00	1.28000	0.127756
g-Chlordano	192	0.130208	0.00	12.68000	1.272565
pp'DDE	192	0.048135	0.00	3.20000	0.329172
op'DDT	192	0.043220	0.00	4.32000	0.422805
Heptacloro	192	0.141578	0.00	7.46000	0.877193
Epóxido de Hep.	192	0.019286	0.00	1.40000	0.146765

## 7. DISCUSSÃO

As duas análises de variância “3-way” (tabelas 39 e 40, pág. 8) revelam que ocorrem diferenças estatisticamente significativas entre: os ribeirões; os três ambientes (pasto, floresta ripária e mata secundária); os pontos de coleta; e as estações (fator sazonal).

As interações entre estes fatores também foram significativas. A única interação que não apresentou diferença significativa foi: ponto de coleta x ribeirão x estação do ano (tabela.43).

Com isso pode-se inferir com base nos dados coletados que:

### i. Ribeirões

Segundo as variáveis analisadas, os dois ribeirões possuem características limnológicas diferentes apesar de serem formadores de uma mesma bacia (tabela 13, página 52). Isto é semelhante ao ocorrido com SANTOS (1993a) em estudo comparativo do Córrego da Água Quente com o Córrego da Água Fria, onde as diferenças nos parâmetros físico-químicos entre ribeirões de uma mesma bacia hidrográfica foram associadas à tipologia local do canal dos rios.

RIOS (1993) trabalhando com o Ribeirão do Feijão, coloca que as características físicas, químicas e biológicas dos sistemas fluviais são diretamente influenciadas pelo clima, geologia, atividade antrópica e morfometria, e a determinação exata da influência de cada fator é de difícil avaliação. Contudo, alguns parâmetros se destacam quando relacionados à estes fatores. Também SCHOOR (1994), comparando propriedades da água em dois rios de planície na Hungria, constatou que algumas variações estão associadas à peculiaridades geomorfológicas.

As variáveis que distinguem melhor o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão determinadas pela análise discriminante são (por ordem de importância): turbidez,

condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água. Estas diferenças estão representadas desde a figura 12 à figura 16. Também aqui tais diferenças podem estar associadas à morfometria dos canais, como a declividade que favorece o aporte de material do solo para a água e o aumento da velocidade de corrente, proporcionando aeração das águas; e o clima onde o principal fator é a precipitação pluviométrica, responsável pelos transporte de materiais até a água dos rios.

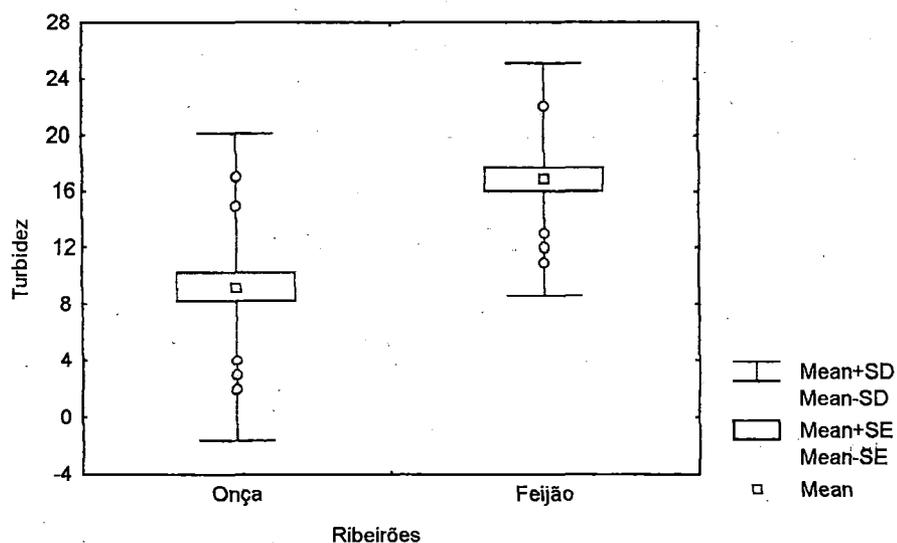


Figura 12: Variação da turbidez entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.

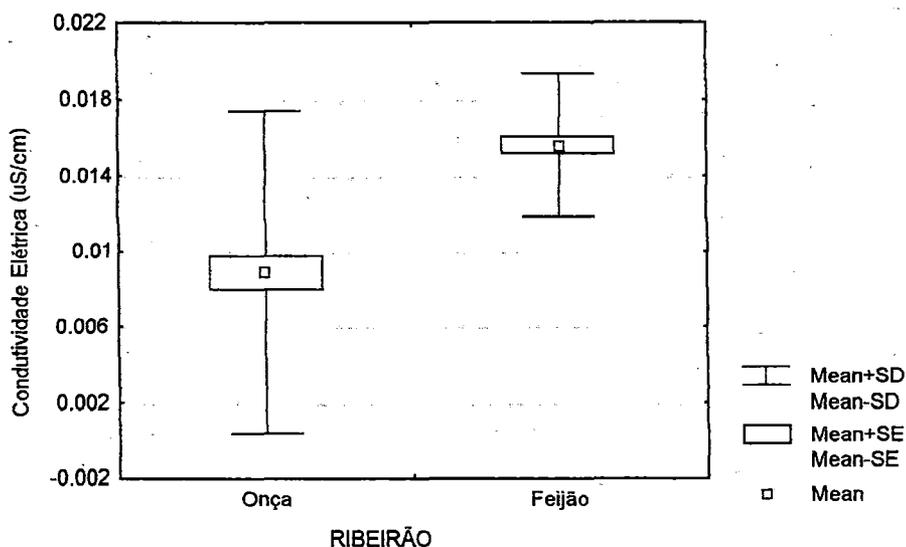


Figura 13: Variação da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.

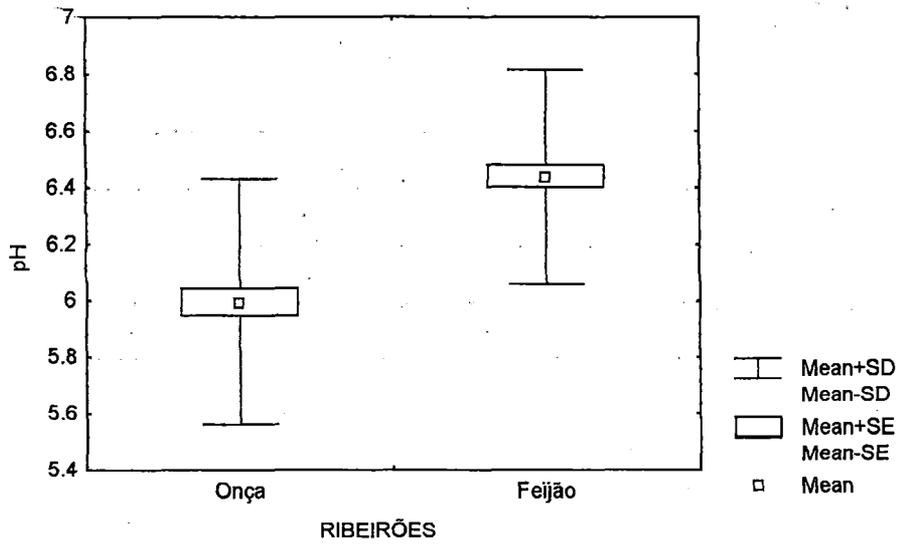


Figura 14: Variação do pH entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.

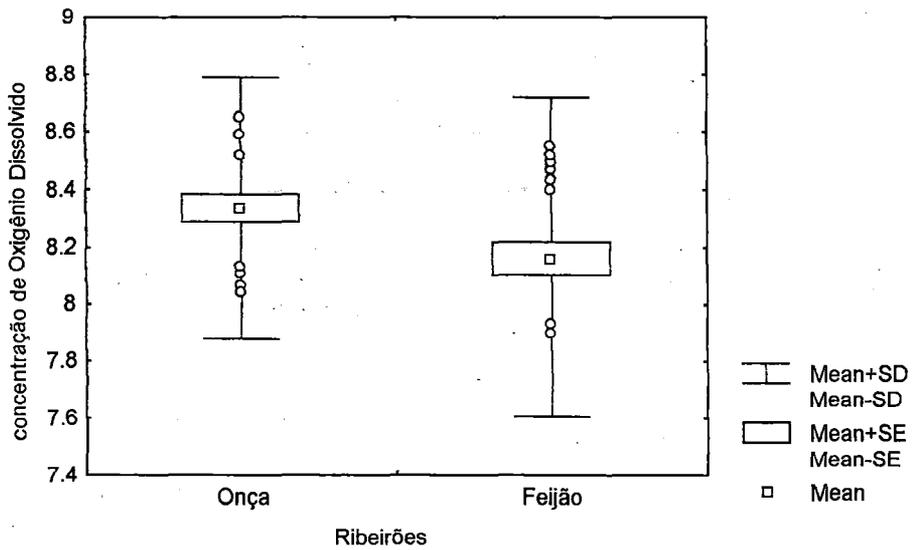


Figura 15: Variação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.

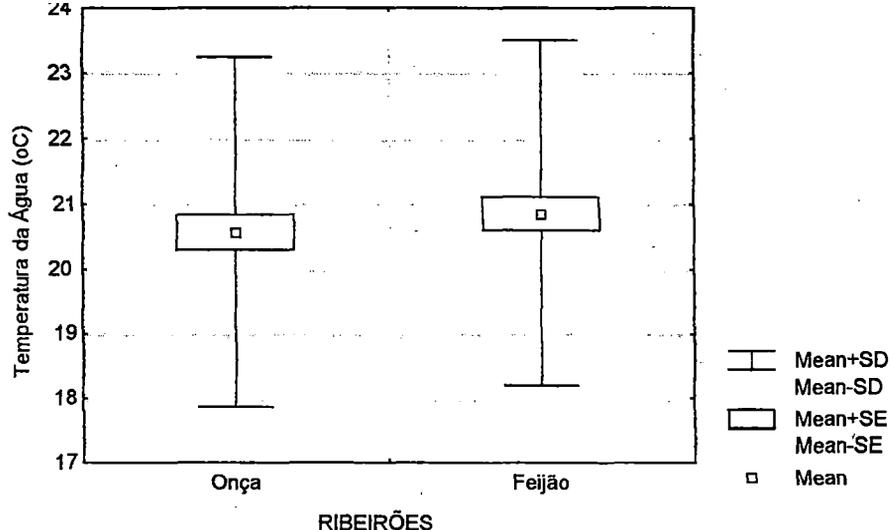


Figura 16: Variação da temperatura da água (°C) entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.

As variáveis alcalinidade e material em suspensão, e por conseguinte a matéria orgânica e inorgânica dissolvidas, embora não tenham apresentado diferenças estatísticas significativas para qualquer dos três fatores (ribeirão, sazonalidade ou ambiente) também se destacaram entre os ribeirões. Segundo MAIER (1978) condições ácidas propiciam um aumento no teor de bicarbonato neutro, e por conseguinte da alcalinidade. Como o pH do Ribeirão da Onça é mais ácido (Figura 14), característica de rios que fluem em terrenos alagadiços (REID & WOOD, 1976), é razoável que os valores de alcalinidade tenham sido em geral maiores no Ribeirão da Onça, onde a amostragem no verão teve maior valor que as outras épocas amostradas. O Ribeirão do Feijão teve maior alcalinidade no inverno, sem contudo ultrapassar os valores apresentados pelo Ribeirão da Onça (Figura 17).

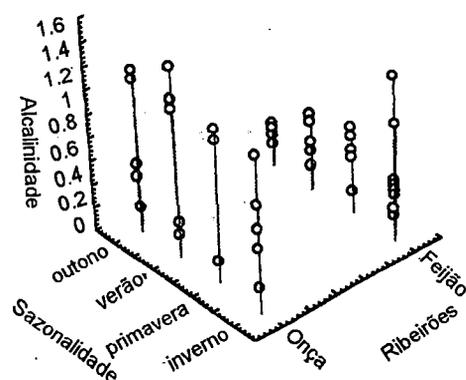


Figura 17: Variação da alcalinidade entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.

As quantidades de material em suspensão em geral foram pequenas no Ribeirão da Onça, que teve apenas um valor expressivo no outono. No Ribeirão do Feijão as concentrações de material em suspensão na água foram maiores (Figura 18), resultando também em maiores concentrações de material orgânico e inorgânico dissolvidos na água (Figura 19). É interessante ressaltar que (REID & WOOD, *op cit.*) consideram que a concentração de material em suspensão pode ser responsável pelo aumento na temperatura da água, por absorver calor, e que o Ribeirão do Feijão teve as maiores temperaturas da água (Figura 16 e 20). Contudo as quantidades de material em suspensão estiveram estatisticamente correlacionadas com a fração acumulada de precipitação e com a média de precipitação mensal no Ribeirão da Onça (nível de significância 0.31 e -0.10 respectivamente) e no Ribeirão do Feijão (nível de significância 0.17 e 0.26 respectivamente). Não houve correlação significativa com a precipitação acumulada dos últimos cinco dias.

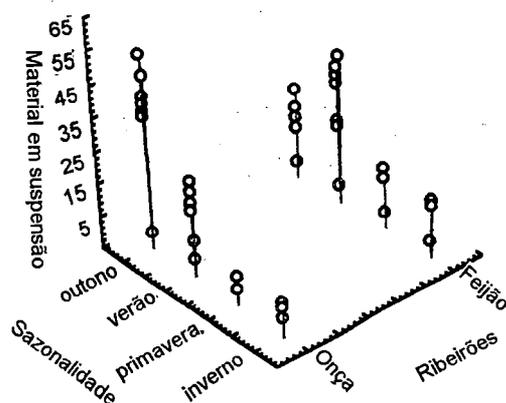


Figura 18: Variação da quantidade de material em suspensão entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.

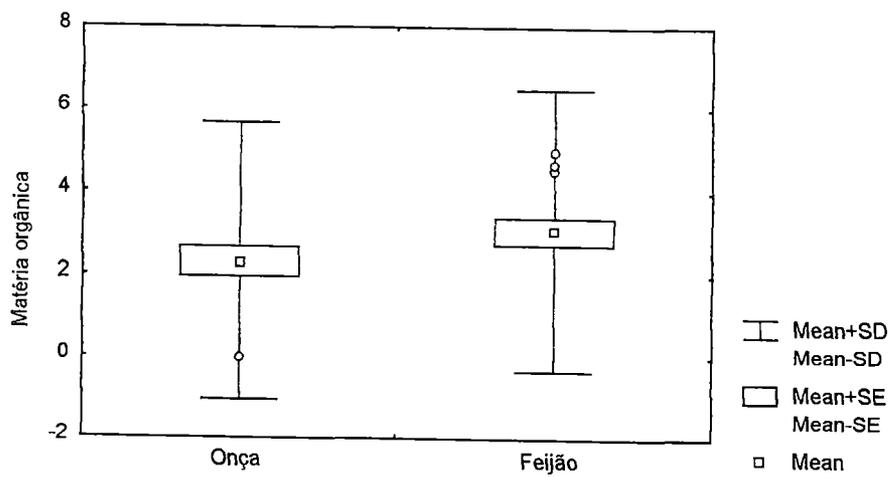
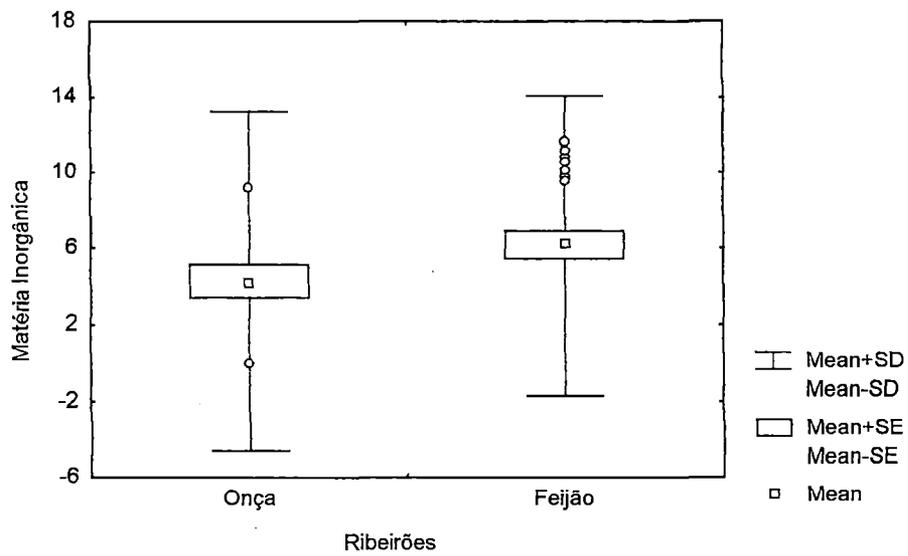


Figura 19: Variação na concentração de matéria orgânica e de matéria inorgânica entre o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão.

## ii. Estações do Ano (Sazonalidade)

Os parâmetros pesquisados nos dois ribeirões variam com as diferentes épocas de coleta. As variáveis que distinguem melhor as diferenças ocasionadas pelas estações do ano são (por ordem de importância): temperatura da água, turbidez, pH e oxigênio dissolvido (Figuras 20, 22, 23 e 24).

Isto se deu devido à localização dos ribeirões em uma latitude onde as estações do ano são razoavelmente definidas, acarretando influências sobre as variáveis, especialmente a temperatura da água (tabela 42). Assim, embora tenha havido uma correlação entre todas as variáveis, foi a temperatura da água que mais evidenciou a diferença sazonal, apresentando maiores valores no verão e menores para o inverno, seguindo as oscilações do clima (Figura 20).

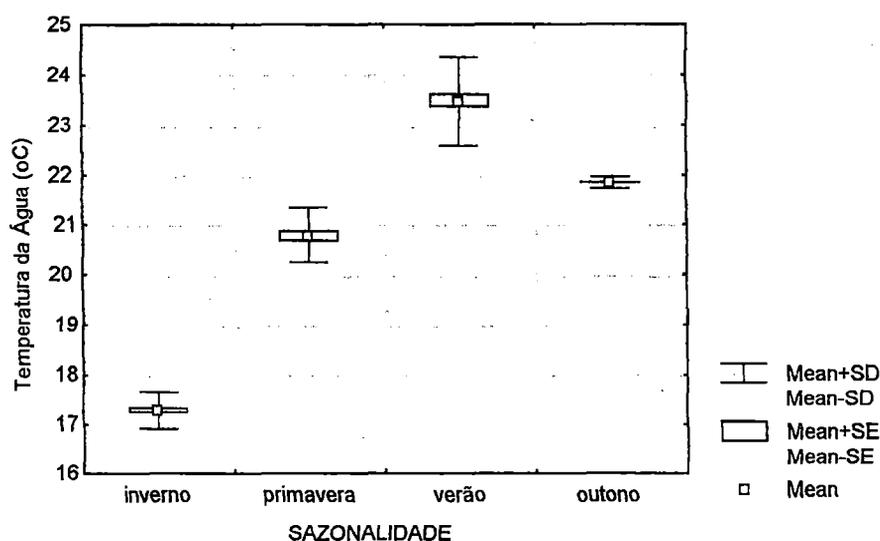


Figura 20: Variação sazonal da temperatura da água (°C).

RIOS (1993) encontrou que a temperatura da água do Ribeirão do Feijão sofre variação temporal (sazonal e nictemeralmente) e espacial, relacionada a temperatura do ar e do meio circundante. Este padrão de flutuação da temperatura foi observado também por OLIVEIRA (1993) no Rio Itaqueri e Ribeirão do Lobo, também constituintes da bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu.

Segundo MARGALEF (1983) e HYNES (1970), a temperatura da água influencia diretamente a concentração de oxigênio dissolvido, visto que à menores temperaturas aumenta sua solubilidade. Esta reciprocidade foi encontrada por RIOS (1993) e TEIXEIRA (1993), ambos no Ribeirão do Feijão. Neste trabalho este padrão de comportamento entre as duas variáveis não foi observado (Figura 21). Apesar da variação evidentes na temperatura da água, a concentração de oxigênio dissolvido não teve valores inversamente proporcionais à estas temperaturas. Talvez esta proporcionalidade tenha sido alterada pela quantidade de material oxidável, como matéria orgânica em suspensão, visto que os teores de material em suspensão foram maiores que dos estudos acima referidos. Esta interferência foi encontrada por RIOS (*op cit.*) em um de seus pontos de amostragem.

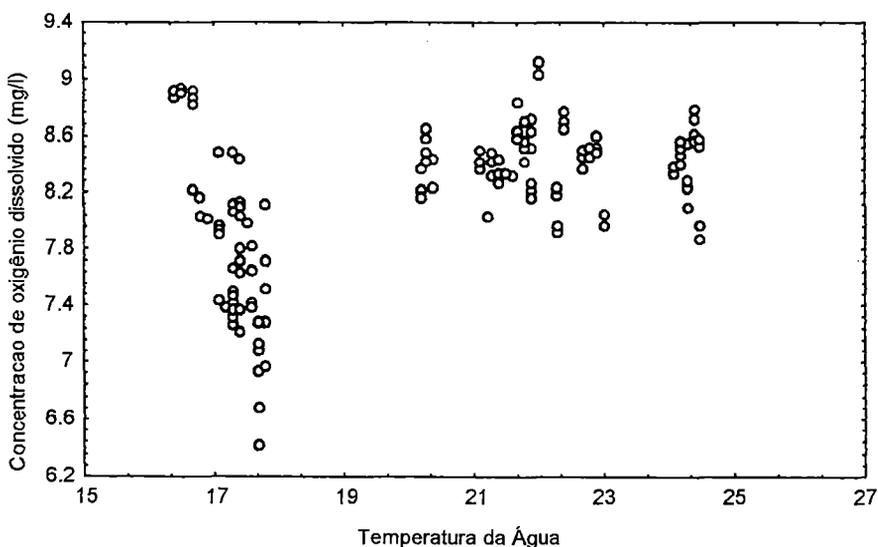


Figura 21: Relação da temperatura da água (°C) com a concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) nos dois ribeirões.

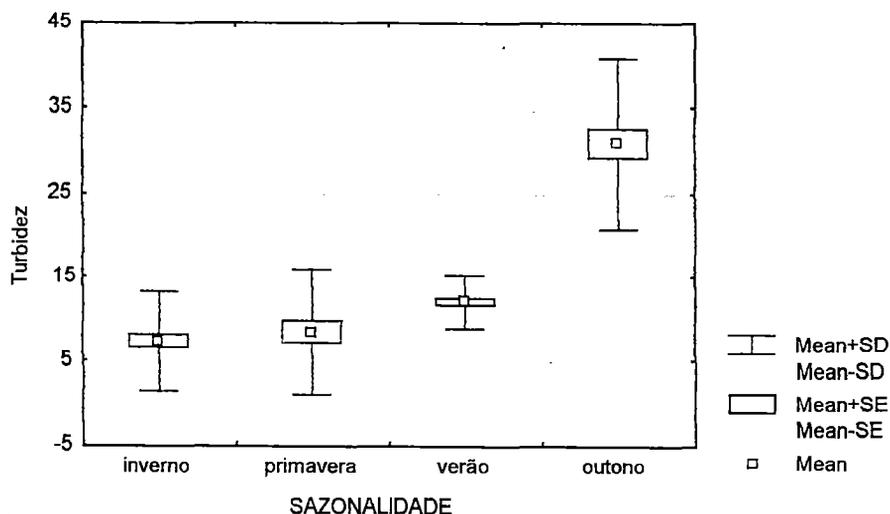


Figura 22: Variação sazonal da turbidez.

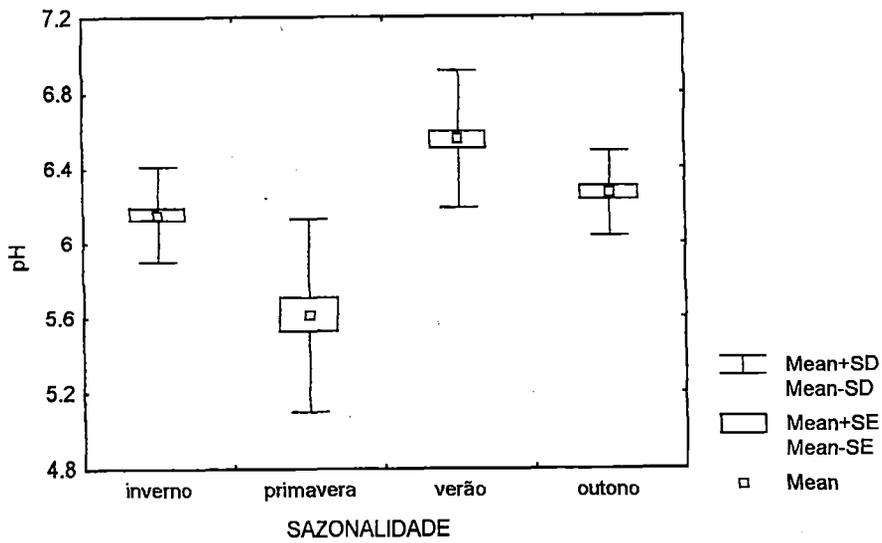


Figura 23: Variação sazonal do pH.

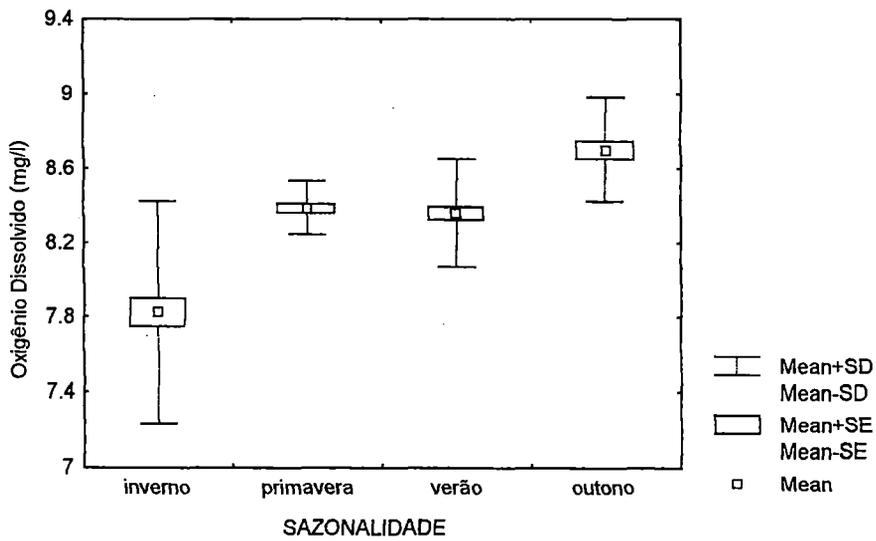


Figura 24: Variação sazonal da concentração de oxigênio dissolvido (mg/l).

### iii. Ambientes (floresta ripária, mata secundária e pasto)

Bacias hidrográficas são unidades naturais no estudo de ecossistemas aquáticos continentais e terrestres, e bacias hidrográficas pequenas mostram uma estreita relação entre composição da água dos riachos com as características do ecossistema terrestre e seu grau de conservação (MARGALEF, 1983; MARGALEF, 1991).

\* Para a ecologia clássica o rio é um ecossistema aberto que depende do aporte de matéria orgânica e nutrientes relacionados em grande parte à estrutura de interface entre o ambiente terrestre e a água, constituindo um ecótono de mudanças periódicas não necessariamente cíclicas (ZALEWSKI, *et al.*, 1990). Estas variações na interface entre o ribeirão e o ambiente terrestre têm origem na hidrodinâmica do rio e na heterogeneidade do sistema florestal ou cobertura vegetal (IVARSSON & JANSSON, 1994).

\* A principal hipótese deste trabalho é: diferentes coberturas vegetais ao longo dos ribeirões influenciam suas variáveis limnológicas e os trechos de floresta ripária interferem nos ribeirões de maneira distinta de outras coberturas vegetais (pasto, mata secundária).

Esta hipótese foi confirmada pela MANOVA (tabela 43, página 69) e as variáveis que diferenciaram estes ambientes foram (por ordem de importância): oxigênio dissolvido, pH, turbidez e temperatura da água (Figuras 25, 26, 27 e 28).

Para avaliar o grau de diferenças entre os ambientes para cada variável pesquisada, foi feita uma outra MANOVA com teste de probabilidades. Esta análise mostra que, por exemplo, a concentração de oxigênio dissolvido é mais influenciada pelos ambientes do que pela sazonalidade. No Ribeirão da Onça a maior concentração foi no ambiente floresta ripária, e muito semelhante para os ambientes pasto e mata secundária, embora menor neste último. No Ribeirão do Feijão o pasto foi o ambiente de menor concentração de oxigênio dissolvido, e a maior concentração ocorreu na mata secundária (Figura 25).

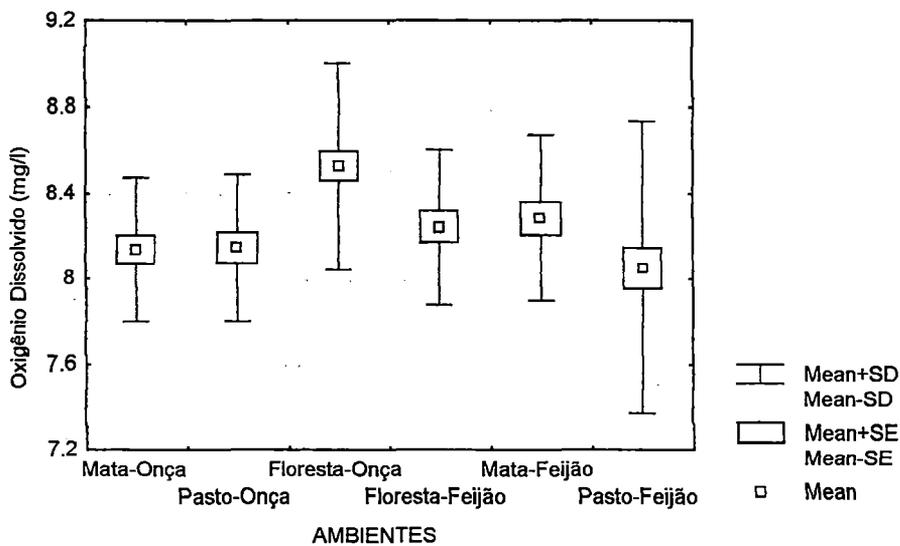


Figura 25: Interação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) com os diferentes ambientes.

Em relação ao pH do Ribeirão da Onça, o ambiente pasto foi o que mais se distinguiu entre os três ambientes estudados apresentando o menor valor (em torno de 5.70) provavelmente acentuado pela lavagem e seleção das laranjas que são feitos neste ponto do ribeirão. Do pasto em direção a floresta ripária o pH subiu para 6.18, embora ainda em direção ao ácido. Também no Ribeirão do Feijão o maior valor de pH (6.6) foi do ambiente floresta ripária, igualmente abaixo da neutralidade (Figura 25), porém entre valores considerados comuns em rios brasileiros, de 6.5 à 7.3, citado por MAIER (1978). A mesma autora coloca ainda que em rios que escoam sobre formações arenosas, como ocorre nas duas microbacias, há baixa concentração de bicarbonato de sódio, que ocasiona um pH tendendo ao ácido.

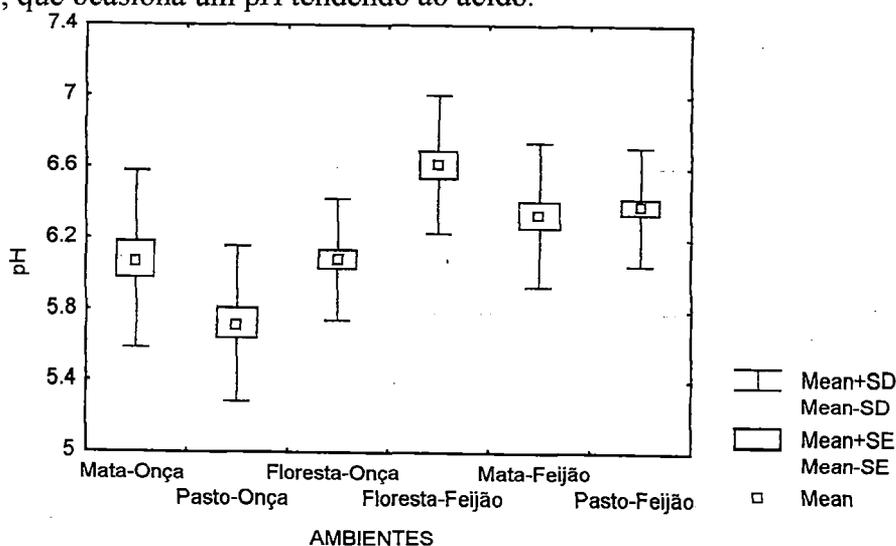


Figura 26: Interação do pH com os diferentes ambientes.

Em geral, no Ribeirão da Onça a média de turbidez foi maior no ambiente floresta ripária, e no Ribeirão do Feijão foi maior no pasto (Figura 27). Esta diferença pode ter surgido em função da floresta ripária do Ribeirão da Onça estar estabelecida sobre uma área alagada e lodosa, de constante transporte ao corpo d'água, e no Ribeirão do Feijão por haverem sido analisados dois ambientes de pasto consecutivos (Figura 10, pág.54), casualidades dos pontos de coleta que podem resultar em padrões distintos de distribuição.

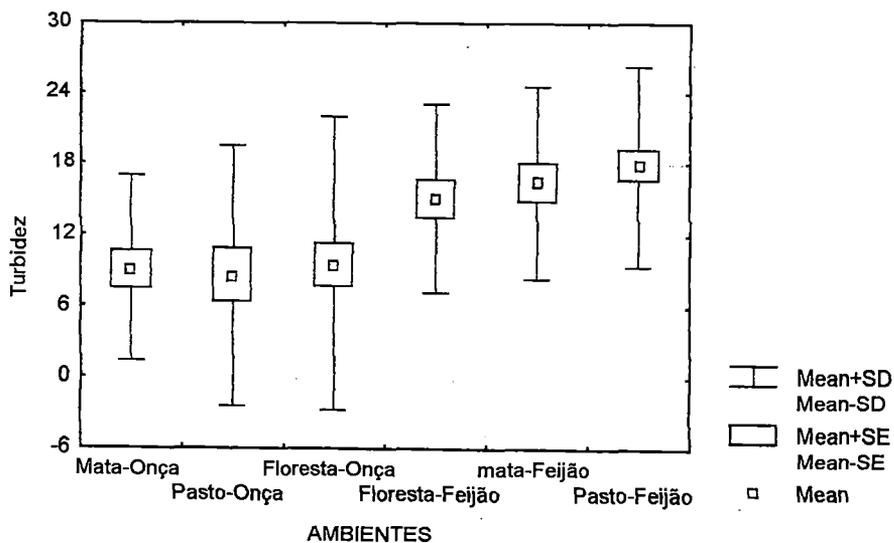


Figura 27: Interação da turbidez com os diferentes ambientes.

A análise discriminante mostrou que a temperatura da água é mais influenciada pelo fator sazonalidade que pelos ambientes. OSBORNE & KOVACIC (1993) afirmam o contrário ao considerarem que em rios pequenos e médios a zona ripária modera a temperatura da água. E MAIER (1978) ao afirmar que a radiação solar direta é determinante no aquecimento da água de rios, sugere a diminuição da temperatura da água pelo sombreamento da zona ripária. Contudo aqui, as áreas de floresta ripária não foram eficientes na diminuição desta temperatura (Figura 28).

Embora as variáveis tenham apresentado diferenças entre os ambientes, não houve um padrão de resultados entre os ambientes dos dois ribeirões (exceção ao pH). Certamente uma razão para as respostas de parâmetros físico-químicos terem sido pouco semelhantes foi a disposição dos ambientes uns aos outros. Os ambientes com diferente cobertura vegetal estão suscetíveis às influências químicas e físicas do solo

local, e à atividades humanas diferentes provocando alterações nas águas dos rios que se refletem no ambiente seguinte.

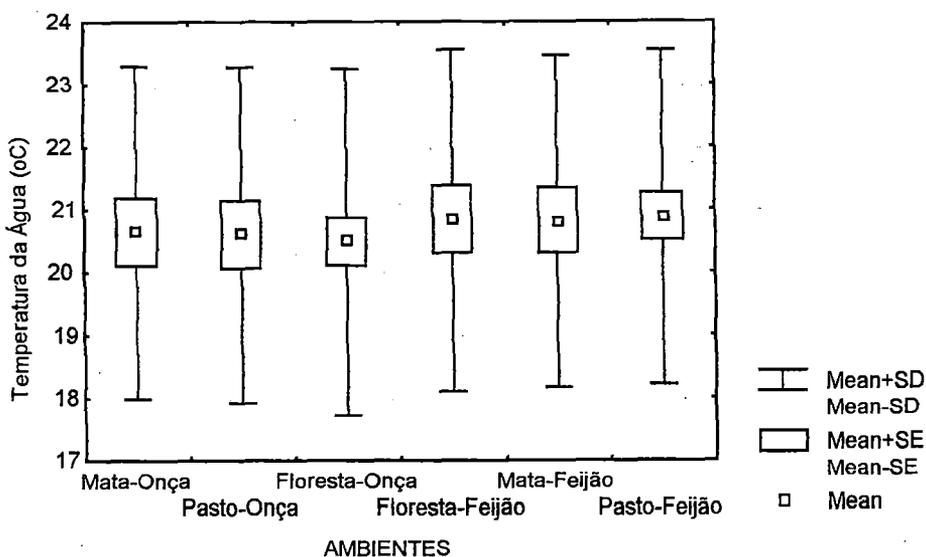


Figura 28: Interação da temperatura da água (°C) com os diferentes ambientes.

VANNOTE *et al.* (1980) e MINSHALL *et al.* (1985) ao apresentarem o Conceito do *Continuum* Fluvial (RCC-*River Continuum Concept*), inseriram duas idéias: a ocorrência de variação sazonal de baixa amplitude da temperatura da água, e a divisão dos rios em 3 zonas geomorfológicas; onde a cabeceira teria produção autotrófica, diminuída pelo sombreamento, e a foz apresentaria produção heterotrófica devido à contribuição de material alóctone, além de uma terceira zona de transição de características intermediárias.

Trabalhos de STATZNER & HIGLER (1985); RIDER & SCOTT (1988) e RIOS (1993) sugerem a limitação desta teoria à ambientes fluviais sem alteração antrópica, e limitam sua aplicação nos estudos comparativos de rios situados à diferentes meridianos.

Também CARLSON *et al.* (1991) expõe que se a hidrologia da bacia hidrográfica é afetada por pastagens, desmatamento, grandes construções ou outras atividades, e as alterações são visíveis quando comparadas à zona ripária; então um canal com a vegetação estabelecida estaria menos propenso à distúrbios hidrológicos.

Para este autor, é intrínseco às florestas ripárias uma dinâmica e sensibilidade em mudanças em manejo que afetam a hidrologia da bacia hidrográfica.

Neste trabalho os valores de turbidez, pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água variaram significativamente em seções dos ribeirões circundadas por diferentes coberturas vegetais (floresta ripária, pasto e mata secundária). Estes parâmetros são relevantes na produção do ambiente aquático, reforçando a vulnerabilidade do RCC à ambientes ripícolas alterados ao longo de seu curso.

### 7.1. Classificação da Qualidade da Água dos Ribeirões

A classificação da potabilidade da água dos ribeirões feita pela aplicação da fórmula do IQA, calculada para a porção final dos ribeirões, definiu as águas do Ribeirão da Onça de qualidade aceitável no inverno e imprópria para tratamentos convencionais no verão. O Ribeirão do Feijão teve águas de qualidade ótima no inverno e de qualidade boa no verão (Figura 29). De acordo com esta classificação a qualidade da água dos ribeirões diminui no verão. Esta variação já foi observada em reservatórios utilizados para balneabilidade, como a Represa do Lobo e a Represa Billings (MATHEUS, inf. pessoal).

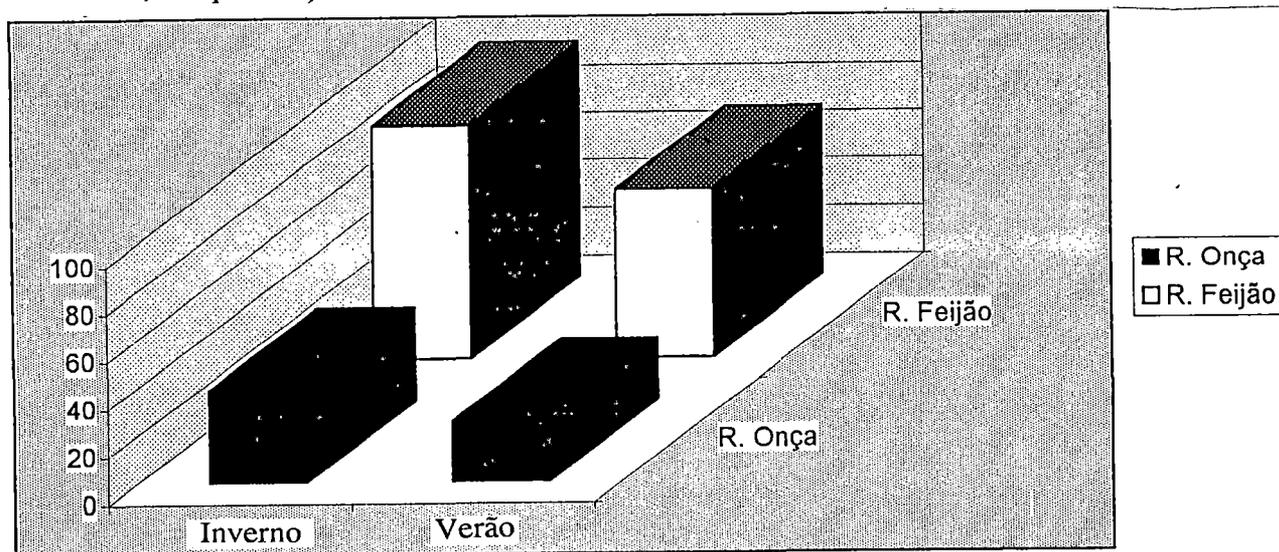


Figura 29: Comparação do IQA entre os ribeirões no inverno e no verão

Contudo, em se tratando de sistemas dinâmicos e renováveis como rios, esta variação deve estar menos relacionada com atividades de contato recreacional humano e mais com a variação sazonal que algumas variáveis como o oxigênio dissolvido, pH, turbidez e a temperatura apresentaram e com atividades resultantes da ocupação da microbacia, como a agropecuária.

SANTOS (1993b), analisando a qualidade da água da bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão, encontrou valores que classificaram a água de qualidade desde “aceitável” até “imprópria”. Para a autora os parâmetros determinantes da qualidade da água foram o oxigênio dissolvido, coliformes fecais, fósforo total e turbidez. Os menores valores de IQA do estudo de SANTOS (*op cit.*) também ocorreram no verão, e foram atribuídos ao aumento das chuvas e consequente aumento do escoamento superficial.

A classificação da água do Ribeirão do Feijão segundo o IQA neste trabalho foi melhor que em SANTOS (*op cit.*). Isto pode ser consequência da precipitação excepcionalmente baixa no ano das coletas, que diminuiu a contribuição por escoamento superficial, ou da ocorrência de diluição ao longo da bacia, já que aqui foi analisada a porção final do ribeirão.

Dentre as variáveis analisadas para determinar a qualidade da água dos ribeirões, e a influência da atividade agropecuária, duas merecem análise individual por se destacarem como causadoras de contaminação aquática: as bactérias coliformes e os produtos organoclorados.

#### 7.1.1. Avaliação do número de coliformes fecais

A quantificação de coliformes totais e coliformes fecais expressos nas tabelas 32 e 33 atingiu as maiores quantidades no Ribeirão da Onça para as duas épocas coletadas (Figura 30), embora no inverno tenham sido pequenas para os dois ribeirões.

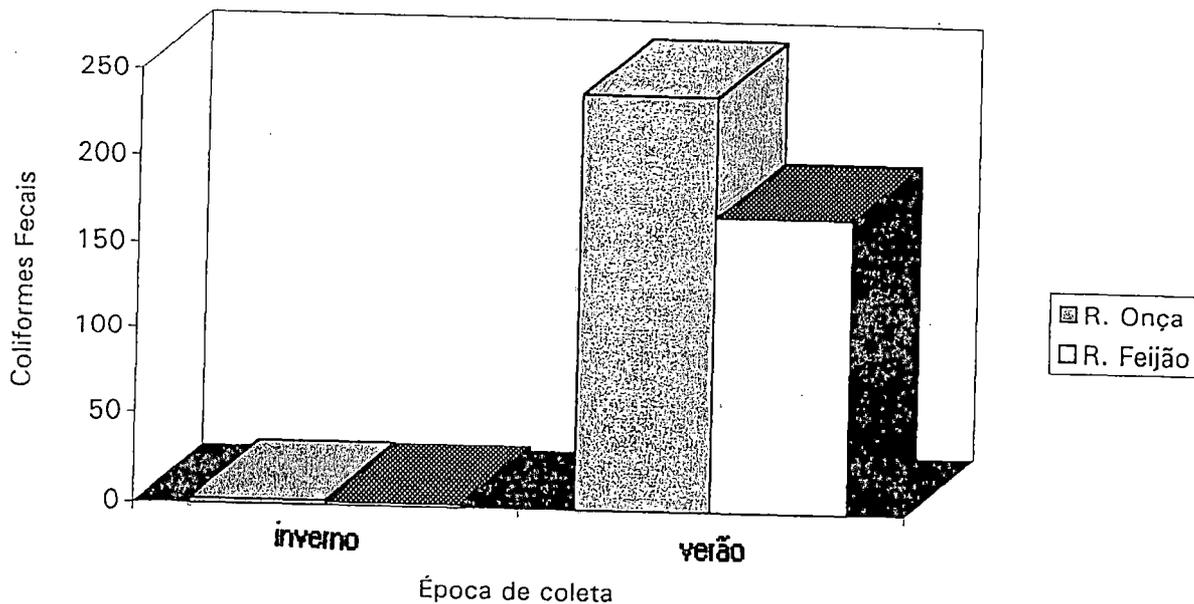


Figura 30: Diferença na quantificação de coliformes fecais entre os ribeirões.

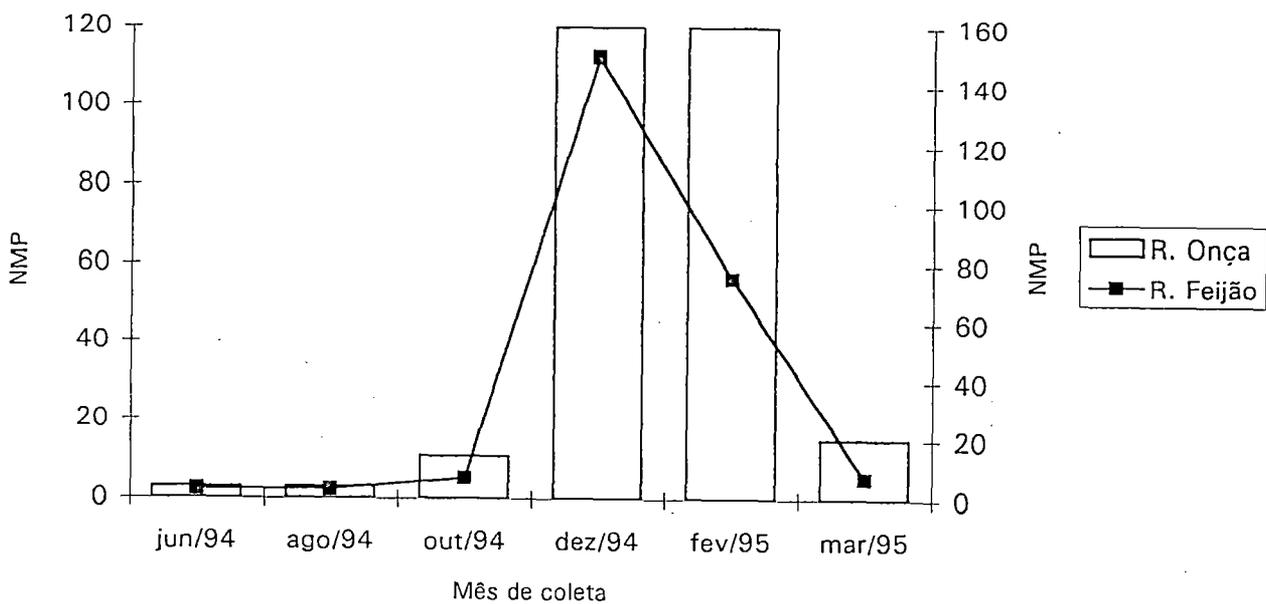


Figura 31: Diferença na quantificação do NMP de coliformes fecais/100 ml entre os ribeirões.

As três variáveis microbiológicas, coliformes totais, coliformes fecais e NMP foram mais representativas nas coletas de verão (Figuras 30 e 31).

Os índices decoliformes totais, fecais e NMP da tabela 33 e figura 31 também foram, em geral, maiores no Ribeirão da Onça.

A tendência do Ribeirão da Onça em possuir a maior população bacteriana fecal, embora tenha a menor quantidade de material em suspensão, pode ser explicada por dois fatores: diferenças nas características físico-químicas e a intensa atividade pecuária local.

Características físico-químicas de influência na quantidade de microorganismos num corpo d'água seriam a temperatura da água, encontradas por FIDALGO (1990) no Rio Douro, em Portugal e concentração de oxigênio dissolvido, visto que se tratam de bactérias aeróbias. Uma ligeira relação direta do número de coliformes fecais com a temperatura da água foi encontrada por PEÇANHA (1992) e RIZZO (1994). Em RIZZO (*op cit.*) esta relação se inverteu durante chuvas ocasionais na primavera, que aumentaram o volume de água. Embora neste trabalho as maiores chuvas tenham ocorrido no verão, esta inversão não foi observada, corroborando outrossim, a afirmação de CHRISTOVÃO (1974) que considera as chuvas fatores de aumento no número de bactérias, devido à lavagem do solo que pode armazenar até 500 bilhões/grama de bactérias. A figura 18, pág. 73 mostra que a quantidade de material em suspensão nas diferentes épocas coletadas em geral foi maior Ribeirão do Feijão e no verão, período de maior pluviosidade, coincidindo com os maiores índices de coliformes fecais.

Contudo, a temperatura da água é menor no Ribeirão da Onça em relação ao Ribeirão do Feijão, e com amplitude de variações muito pequena para interferir na microbiota fecal; e embora a concentração de oxigênio dissolvido no Ribeirão da Onça seja maior em relação ao Ribeirão do Feijão, neste último a concentração média é suficiente para desenvolvimento de vida aeróbia. Dessa forma, os parâmetros físico-químicos dos ribeirões são pouco determinantes da quantidade de coliformes por ribeirão e da diferença no número de coliformes entre eles.

Apesar de ROITMAN *et al.* (1988) considerarem que corpos d'água podem ter uma biota natural de coliformes, e HAGLER *et al.* (1993) terem encontrado coliformes fecais em água de bromeliáceas na Baía de Sepetiba/RJ, na microbacia do Ribeirão da Onça a existência destas bactérias parece estar relacionada às atividades pecuárias desenvolvidas.

À despeito destas observações, o número de bactérias coliformes encontrado não atingiu os níveis considerados nocivos pela resolução Conama nº 20 de 18.06.86 e CETESB (1991) em rios Classe 2 e Classe 3, e as águas encaixam-se na classificação "Própria" segundo tabela 16, página 57 da CETESB (1980).

#### 7.1.2. Avaliação da concentração de produtos organoclorados

Como foram feitas apenas quatro medidas de produtos organoclorados (duas no inverno e duas no verão) o coeficiente *r* de Pearson foi usado apenas para a correlação com a pluviosidade (tabelas 46 e 47, pág.68), e os compostos foram analisados qualitativamente, por estatística descritiva (tabela 48, pág. 69).

A análise da tabela 46 revela que no Ribeirão da Onça os compostos  $\alpha$ -BHC, heptacloro e epóxido de heptacloro apresentaram correlação positiva com a precipitação acumulada os últimos cinco dias e com a fração acumulada do mês, e não estabeleceram relação com a média mensal de precipitação. As amostras analisadas para o Ribeirão do Feijão não estabeleceram correlação com nenhuma das maneiras de avaliar a precipitação (tabela 47).

A quantidade de material em suspensão conduzida do solo para a água pela chuva, influencia muito a concentração de compostos organoclorados, pois a maioria deles têm alta adsorção por matéria orgânica e não há filtragem nas extrações para as análises no cromatógrafo. Estatisticamente o material em suspensão teve correlação positiva com a fração acumulada de precipitação e com a média mensal de precipitação (Figura 32). Analisando de novo a figura 18 pág.73, revemos que a

quantidade de material em suspensão foi em geral maior no Ribeirão do Feijão e mais expressiva no verão, que coincide com as épocas de maior precipitação.

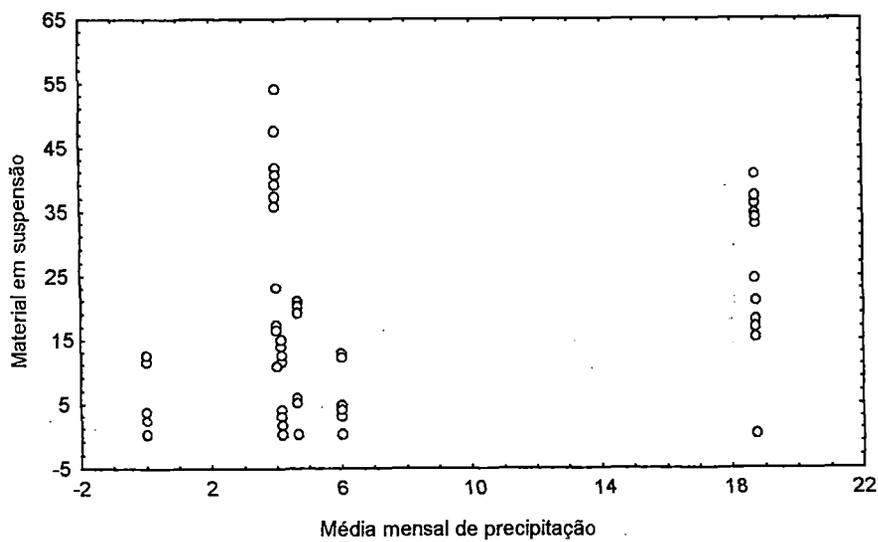
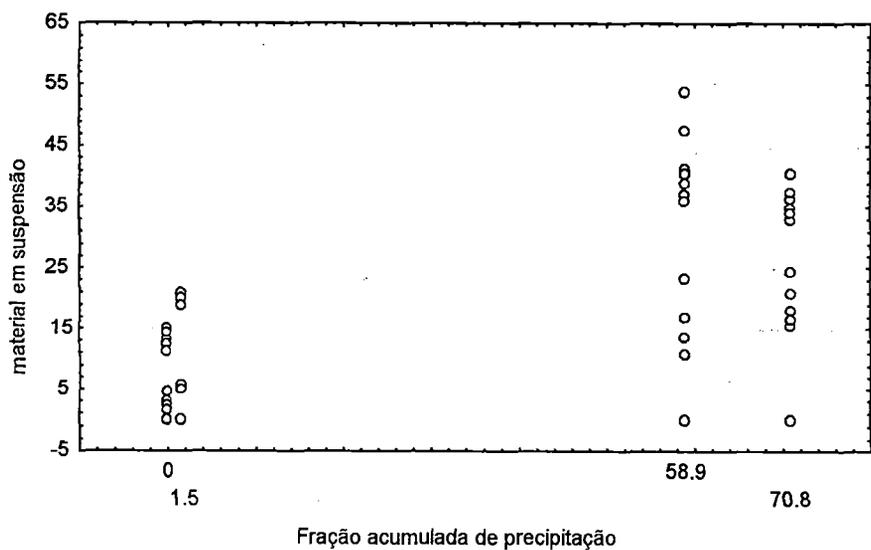


Figura 32: Variação da quantidade de material em suspensão em relação à fração acumulada de precipitação e à média mensal de precipitação.

Embora o Ribeirão do Feijão tenha o maior teor de material suspenso e matéria orgânica (Figuras 18 e 19, pág. 74), considerado elemento que favorece a adsorção dos pesticidas (MURTY, 1988; CALHEIROS, 1993; TANAMATI, *op cit.*), e maior temperatura da água, que aqui mostrou-se estatisticamente relacionada à ocorrência de alguns produtos, as maiores concentrações foram apresentadas pelo Ribeirão da Onça. Isto pode indicar que o uso seja menor na bacia do Ribeirão do Feijão ou pode ser resultado de diluição ao longo da bacia, que não ocorre no Ribeirão da Onça, visto que a amostragem foi feita dentro da área agrícola. Como a bacia do Ribeirão do Feijão é maior e mais caudalosa a hipótese de diluição é provável, especialmente se considerarmos que o Ribeirão do Feijão tem mais propriedades agrícolas ao longo da bacia que o Ribeirão da Onça. No entanto, é mais provável que a causa do maior número de coliformes no Ribeirão da Onça seja a intensa atividade pecuária no local das coletas.

No Ribeirão da Onça foram detectados o BHC e o DDE do grupo dos hexaclorociclohexanos. O DDE foi encontrado apenas no verão e embora não hajam padrões específicos no Brasil, o valor detectado ( $0,0022\mu\text{g/l}$ ) está abaixo do limite indicado à proteção da vida aquática nos EUA ( $1,05\mu\text{g/l}$ ) e à potabilidade no Canadá (tabela 3, pág. 19). Apesar de não ter sido detectado o DDT, a presença do DDE pode ser indicativo da conversão  $\text{DDT}\rightarrow\text{DDE}$ , que é facilitada em condição aeróbia (CALHEIROS, 1993).

Dentre os isômeros do BHC, detectou-se na coleta de inverno apenas o  $\alpha$ -BHC. No verão foram detectados traços de  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC e  $\delta$ -BHC. Na mistura técnica, o  $\alpha$ -BHC está em maior quantidade (70%), seguido por  $\beta$ -BHC (14%) e  $\gamma$ -BHC (12%). CALHEIROS (*op cit.*) encontrou proporcionalidade semelhante na detecção destes no ambiente, o que não ocorreu aqui, embora o  $\gamma$ -BHC ( $0,00012\mu\text{g/l}$ ) tenha sido o de menor concentração. Apesar do nível deste produto estar abaixo do limite de contaminação indicado para rios classe 1 e 2 ( $0,002\mu\text{g/l}$ ) e classe 3 ( $3,0\mu\text{g/l}$ ), é interessante salientar, que  $\gamma$ -BHC tem alta taxa de degradação, e sua detecção pode ser ocorrência de contaminação recente (MURTY, 1988).

A ocorrência dos produtos organoclorados no verão e inverno está representada na figura 33. A diferença na concentração destes produtos entre os ribeirões está representada nas figuras de 34 à 42.

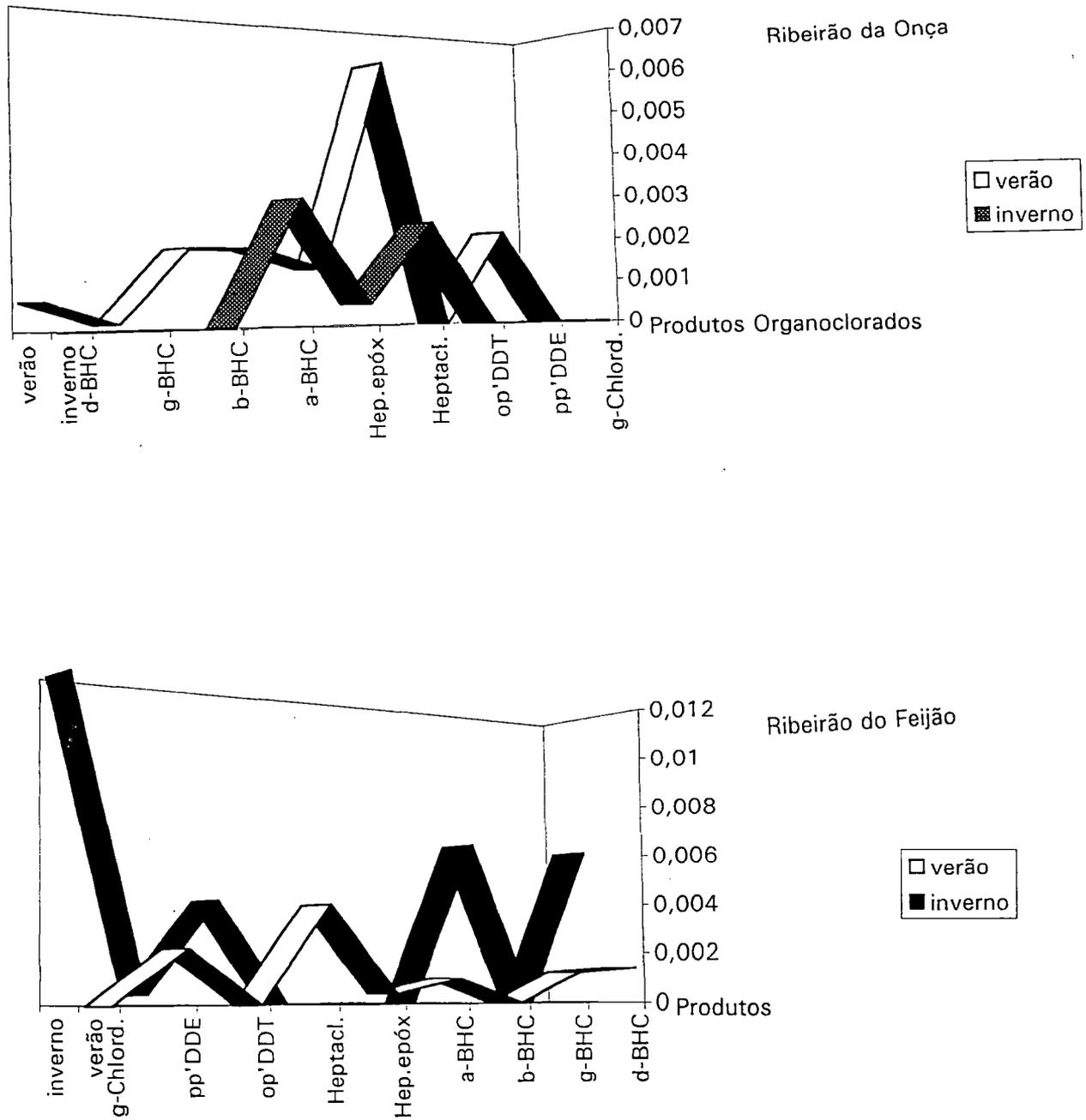


Figura 33: Ocorrência de produtos organoclorados no Ribeirão da Onça e no Ribeirão do Feijão por época de coleta.

Do grupo dos ciclodienos foi encontrado o heptacloro e o epóxido de heptacloro na coleta de inverno e de verão. A maior concentração foi a de verão para o primeiro (0,0074 $\mu\text{g/l}$ ) e no inverno para o seguinte (0,00049 $\mu\text{g/l}$ ), mesmo assim ambos estiveram, abaixo do limite indicado pelo Conama e dos limites estabelecidos para proteção da vida aquática, em rios classe 1 e 2 (0,01 $\mu\text{g/l}$ ) e classe 3 (0,1  $\mu\text{g/l}$ ).

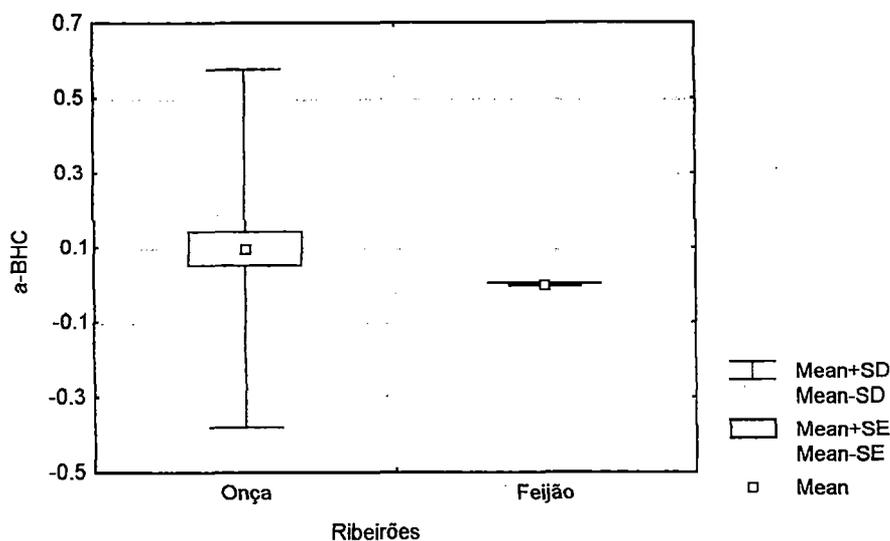


Figura 34: Diferença da concentração de  $\alpha$ -BHC ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

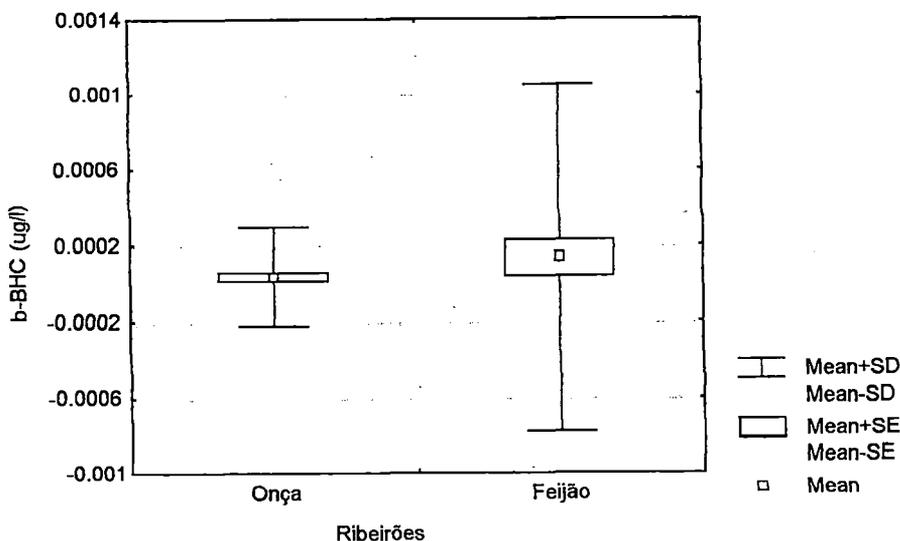


Figura 35: Diferença da concentração de  $\beta$ -BHC ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

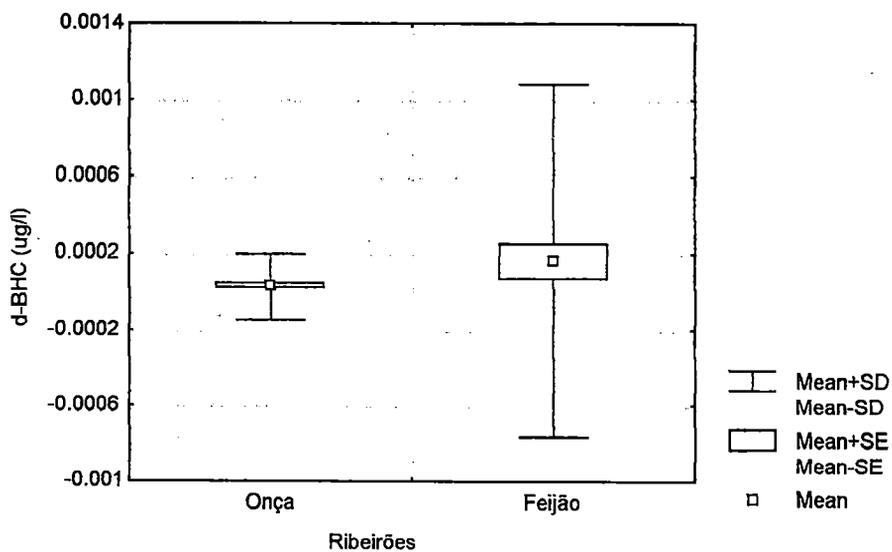


Figura 36: Diferença da concentração de d-BHC ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

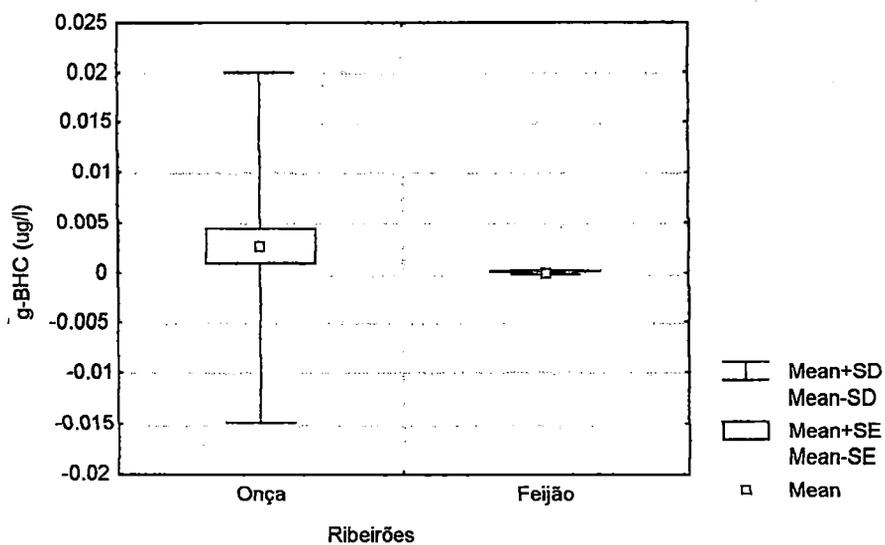


Figura 37: Diferença da concentração de g-BHC ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

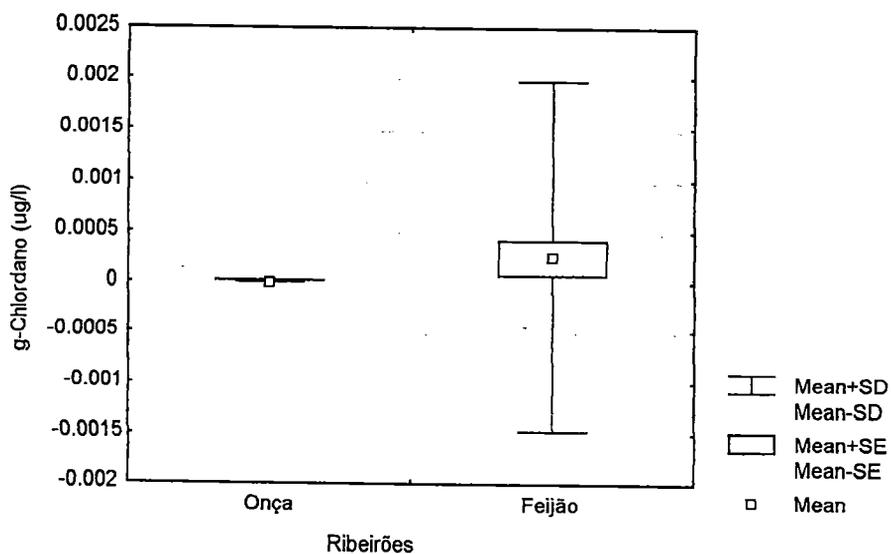


Figura 38: Diferença da concentração de g-Chlordano ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

Dos hexaclorociclohexanos pesquisados no Ribeirão do Feijão, o DDE foi encontrado no verão e no inverno, e embora tenha apresentado a maior concentração no verão (0,0020 $\mu\text{g/l}$ ), foi inferior ao nível estabelecido para potabilidade (tabela 3, pág. 19) no Canadá (0,003  $\mu\text{g/l}$ ), e para proteção da vida aquática nos EUA (1,05 $\mu\text{g/l}$ ). Também o op' DDT foi detectado na coleta de inverno à uma concentração de 0,0039  $\mu\text{g/l}$ , maior que a indicada pelo Conama e para proteção da vida aquática no Brasil para rios classe 1 e 2 ambos de 0,002 $\mu\text{g/l}$ . Contudo, como afirma CALHEIROS (1993), a ocorrência isolada é de difícil interpretação quanto à utilização do produto, especialmente devido à sua persistência no ambiente.

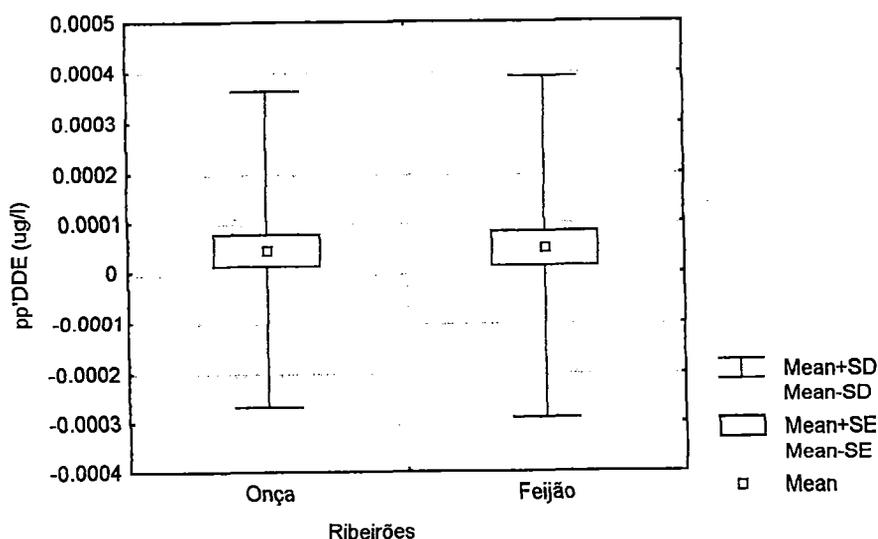


Figura 39: Diferença da concentração de pp' DDE ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

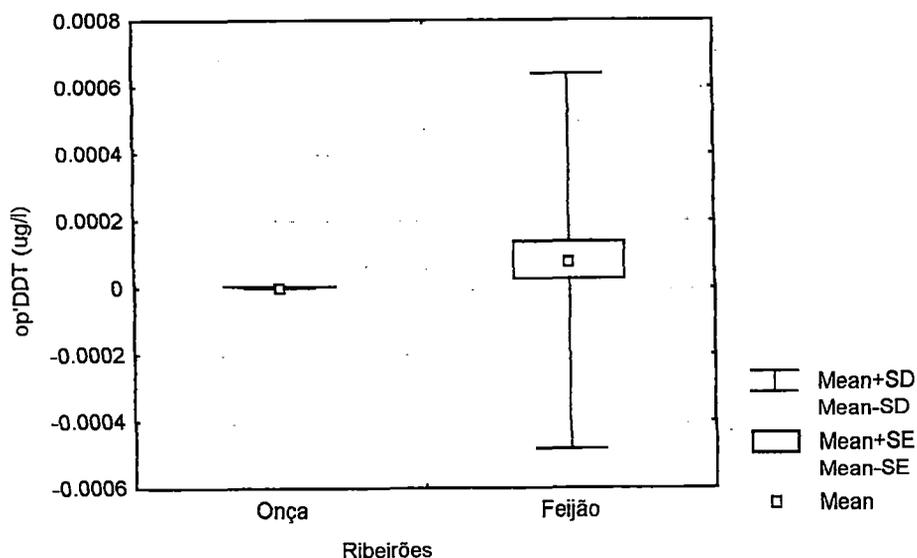


Figura 40: Diferença da concentração de op'DDT ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

Dentre os isômeros BHC, o  $\alpha$ -BHC foi detectado no verão;  $\beta$ -BHC no inverno e d-BHC na coleta de verão e de inverno. O composto g-BHC (lindano) foi encontrado apenas no verão com valor inferior àquele indicado para proteção da vida aquática no Brasil em rios classe 1 e 2 ( $0,020 \mu\text{g/l}$ ) e classe 3 ( $3,0\mu\text{g/l}$ ), e para potabilidade (tabela 3, pág. 19).

Do grupo dos ciclodienos, o heptacloro e o epóxido de heptacloro foram detectados no inverno, e estiveram abaixo dos valores estabelecidos pelo Cònama em rios classe 1, 2 ( $0,010\mu\text{g/l}$ ), e classe 3 ( $0,1\mu\text{g/l}$ ) e proteção da vida aquática. Contudo o índice detectado de heptacloro ( $0,0037\mu\text{g/l}$ ), aproximou-se do limite considerado crônico para proteção da vida aquática nos EUA ( $0,004 \mu\text{g/l}$ ).

A análise de pesticidas no compartimento água é um primeiro indicativo de contaminação química, mas tem confiabilidade limitada, pois pode haver bioconcentração em organismos vivos ou os produtos podem estar em concentração baixa na água e não serem detectados pela técnica utilizada (TANAMATI, 1991).

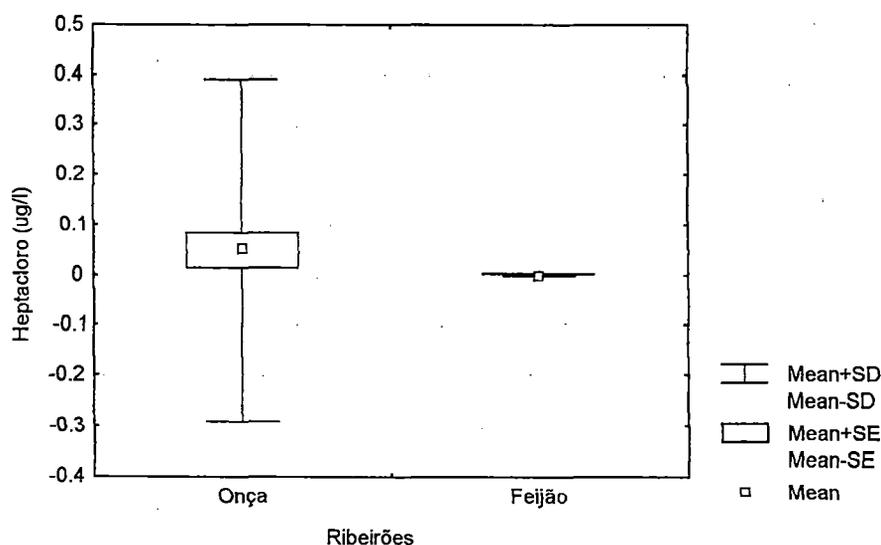


Figura 41: Diferença da concentração de heptacloro ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

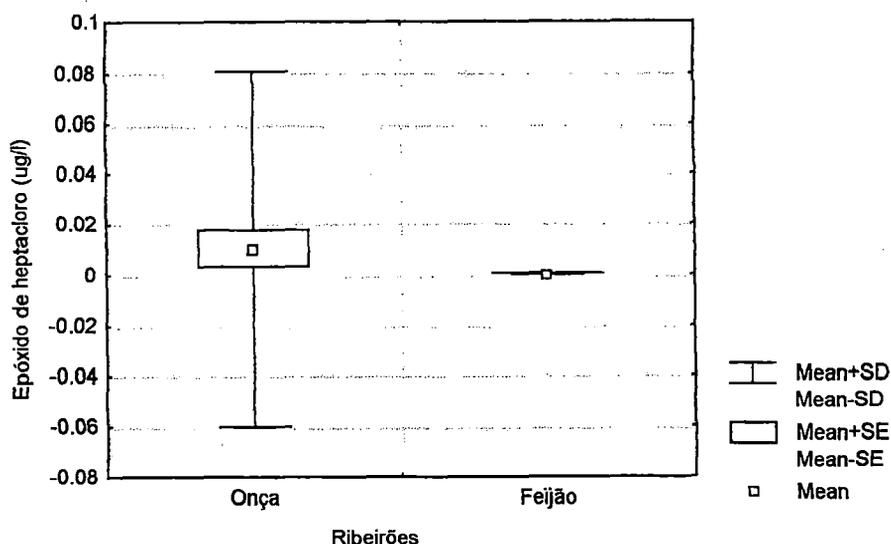


Figura 42: Diferença da concentração de Epóxido de heptacloro ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

Embora seja discutida a capacidade agrícola em contaminar sistemas aquáticos por produtos químicos sintéticos, alguns autores consideram a poluição por fertilizantes que adicionam P e Ni aos corpos d'água. Assim, PEASE & BOSCH (1994) encontraram que na bacia hidrográfica da baía de Chesapeake, Virgínia, a produtividade agrícola é responsável pelos impactos sobre a qualidade da água. Contudo, a maior contaminação de origem agrícola foi por P e principalmente Ni.

Da mesma forma, PETERJOHN & CORREL (1984) encontraram na bacia do Rio Rhode, Mariland-EUA, que o  $\text{NO}_3^{-2}$  do solo era proveniente de estrume e fertilizantes, e apenas 8% era retido em solo de áreas agricultáveis contra 89% de solo de floresta ripária.

A possibilidade de contaminação pela utilização de fertilizantes existe também para as bacias aqui estudadas, embora as informações coletadas sobre nitrogênio total (Figura 42) e fósforo total (Figura 43) não sejam determinantes de contaminação por excesso de nutrientes.

A agricultura pode portanto, ser uma prática de degradação ambiental causada pela supressão da vegetação natural ou pela incorporação de poluentes químicos e nutrientes em excesso nos corpos de água.

Nos ribeirões estudados neste trabalho, os nutrientes fosfato total e nitrogênio total não apresentaram concentrações consideradas nocivas ao ambiente aquático, o que descarta a possibilidade da agricultura ser uma fonte em excesso de nutrientes. Contudo ficou comprovado que a prática agrícola nas microbacias é responsável pela incorporação de pesticidas do grupo dos organoclorados aos corpos d'água, sem que tenha sido caracterizada uma situação de poluição, visto que as concentrações destes produtos foram inferiores aos valores recomendados por lei.

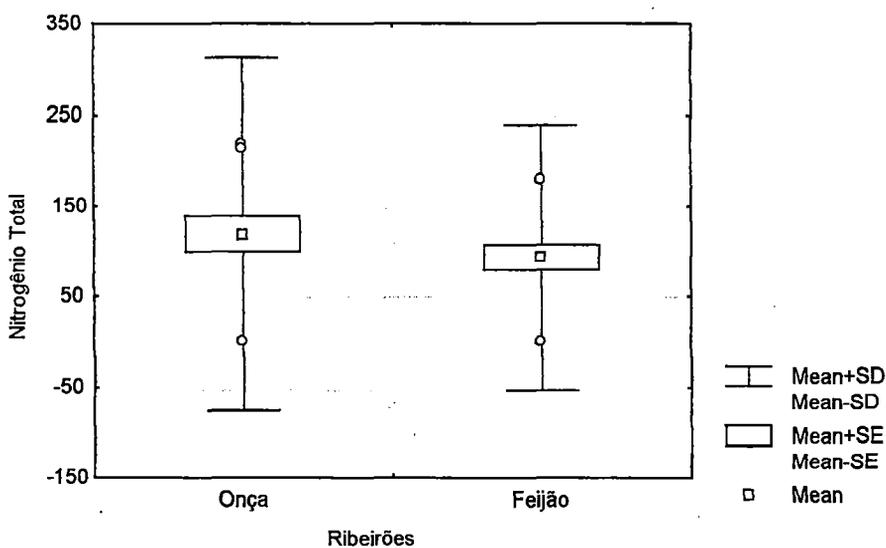


Figura 43: Concentração de Nitrogênio Total ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

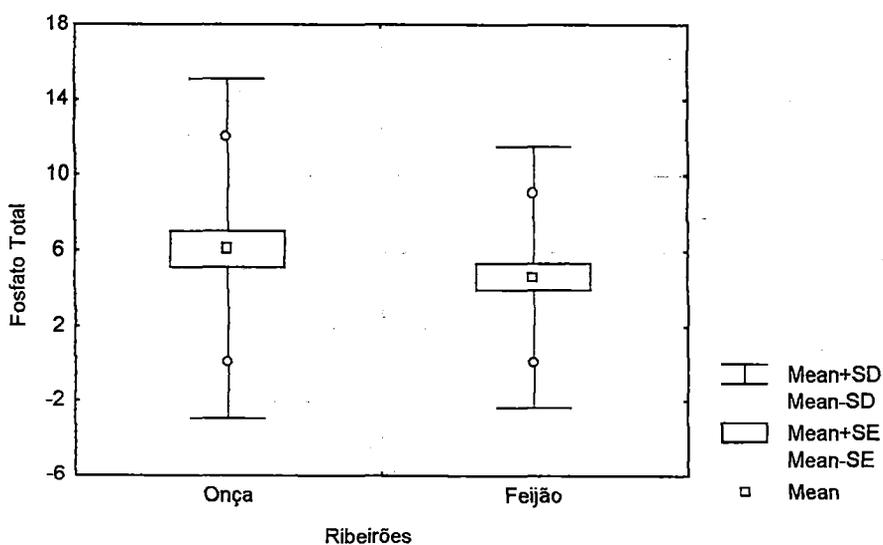


Figura 44: Concentração de Fosfato Total ( $\mu\text{g/l}$ ) entre os ribeirões.

## 8. CONCLUSÃO

À respeito dos parâmetros físico-químicos analisados no Ribeirão da Onça e no Ribeirão do Feijão pode-se afirmar que:

- os parâmetros que demonstram variação em diferentes ambientes são: o oxigênio dissolvido, o pH, a turbidez e a temperatura da água.
- à despeito de estarem localizados em uma mesma bacia hidrográfica e da proximidade entre si, o Ribeirão da Onça e o Ribeirão do Feijão têm características físico-químicas diferentes. Os parâmetros que mais diferenciam estatisticamente os ribeirões são: a turbidez, a condutividade elétrica, o pH, a concentração de oxigênio dissolvido e a temperatura da água.
- as variáveis temperatura da água, turbidez, pH e oxigênio dissolvido apresentaram diferenças sazonais quando relacionadas à época do ano em que foram.
- a verificação da influência da floresta ripária e as outras coberturas vegetais sobre características físico-químicas da água não forneceu informações seguras que permitam refutar ou afirmar a importância destas para o ambiente aquático, devido à distribuição dos ambientes na área amostrada e ao número pequeno de comparações possíveis. Não foi mantido um padrão de amostragem e não houve um padrão de respostas para todas as variáveis.
- contudo, o pH foi sempre maior na floresta ripária, independente do ambiente anterior ou do precedente, possibilitando afirmar que na porção final dos ribeirões estudados, o pH é maior em área de floresta ripária quando comparado à outras coberturas vegetais.

### *IQA*

- o Ribeirão do Feijão apresentou melhor qualidade sanitária que o Ribeirão da Onça, visto que teve os maiores valores de IQA.

- o Ribeirão do Feijão apresentou IQA maior em relação à estudos anteriores. Contudo isto não é demonstrativo que qualidade da água do ribeirão melhorou, mas sim de que na porção final do ribeirão a água teve qualidade melhor.
- durante o verão a qualidade da água dos ribeirões diminui.
- o escoamento superficial, decorrente das chuvas, altera a qualidade da água dos ribeirões, demonstrando o potencial de contaminação do solo, e a necessidade da manutenção da cobertura vegetal como uma obstrução natural ao arraste.

### *Coliformes*

- Os maiores índices de coliformes (totais e/ou fecais e NMP) ocorreram no verão.
- A ocorrência de coliformes fecais nos ribeirões está associada às chuvas de verão; e são portanto bastante relacionadas ao escoamento superficial.
- As variáveis microbiológicas (coliformes totais e/ou fecais e NMP) são maiores no Ribeirão da Onça.
- As maiores quantidades apresentadas pelo Ribeirão da Onça não se relacionaram à parâmetros físico-químicos, mas sim à precipitação e conseqüentemente ao escoamento superficial, demonstrando a contribuição negativa da pecuária local à qualidade da água.
- O número de coliformes totais e fecais encontrado no Ribeirão do Feijão e no Ribeirão da Onça não atingiram níveis nocivos à saúde humana, e microbiologicamente suas águas são classificadas como "Próprias" para rios Classe 2 e Classe 3, respectivamente.



## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. 1971. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In: FERRI, M.G. (coord.). **Simpósio Sobre o Cerrado**. 1ª reimpr. São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda. e Editora da Universidade de São Paulo, p.97-103.
- ACIESP. 1987. **Glossário de Ecologia**, São Paulo, ACIESP, CNPq, FAPESP, Secretaria de Ciência e Tecnologia. p.91 (Publicação ACIESP, 57).
- ALBERT, L.A. & GARCIA, A.M. 1985. Contaminacion y ecosistemas. In: ALBERT, L.A. (ed.) **Curso básico de toxicologia ambiental**. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, México. pp 7-15.
- ALLEN, R.D. & MARLOW, C.B. 1992. Effects of cattle grazing on shoot population dynamics of beaked sedge. pag. 89-91. In: Proceedings \_ Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. 1992. **General Technical Report**. INT-298.Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station 232p.
- ALMEIDA, W.F. e PUGA, F.R. 1980. **Poluição por Fertilizantes e Praguicidas: Inter-facies, Escritos e Documentos**. São José do Rio Preto: IBILCE/UNESP.
- ALTIERI, M.A.; LETOURNEAU, D.K. & DAVIS, J.R. 1983. Developing sustainable agroecosystems. **Bioscience**, **33**(1):45-49.
- ASMUSSEN, L.E.; SHERIDAN, J.M. & BOORAM Jr., C.V. 1979. Nutrient movement in streamflow from agricultural watersheds in the Georgia Coastal Plain. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.** **22**:809-815, 821p. In: LOWRANCE, R.; TOOD, R.; FAIL JR., J.; HENDRICKSON Jr., O.; LEONARD, R. & ASMUSSEN, L. 1984. Riparian Forest as Nutrient Filters in Agricultural Watersheds. **BioScience**, **34**(6): 374-377.
- BARBIEIRI, R. 1984. **Estudo da composição química de algumas espécies de macrófitas aquáticas e suas implicações no metabolismo da represa do Lobo (Broa), SP**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, USP- São Carlos. 225p.
- BERTONI, J.E. de A. & MARTINS, F.R. 1987. Composição florística de uma floresta ripária na Reserva Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. **Acta Bot. Brasilica**. **1** (1):17-26.
- BEZERRA DOS SANTOS, L. 1975. Floresta Galeria. In: **Tipos e aspectos do Brasil**. 10ª ed. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. p.482-4.
- BOGGS, K. & WEAVER, T. 1992. Response of riparian shrubs to declining water availability. pag. 48-51. In: Proceedings \_ Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. 1992. **General Technical Report**. INT-

298.Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station 232p.

BRASIL. Ministério das Minas de Energia. 1974. **Projeto RADAMBRASIL**. Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, MME/SG.

BRANCO, S.M.; ROCHA, A.A. 1987. **Elementos de Ciências do Ambiente**. São Paulo: CETESB/ASCETESB. *apud* MARTIN, E.S. 1992. Agrotóxicos: intoxicações humanas e contaminação ambiental no projeto Rebojo. Universidade Estadual Paulista\_ Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente. Dissertação de Mestrado. 129p. Presidente prudente.

**BULLETIN OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION AND TOXICOLOGY: 50(1)**. 1993. Spriger-Verlag New York Inc.

BURCH, G.J.; BATH, R.K.; MOORE, I.D. E O'LOUGHLIN, E.M. 1987. Comparative hidrological behaviour of forested and cleared catchments in southern Australia. **Journal of Hidrology**, **90**:19-42.

CABELLI, V.J.; DUFOUR, A.P.; McCABE, L.J. A marine recreacional water quality criterion consistent with indicator concepts and risk analysis. **J. Wat. Poll. Cont. Fed.**, **55(10)**:1306-1314.

CÁCERES, O.; TUNDISI, J.G.; CASTELLAN, O.A.M. 1987. Residues of organocloric pesticides in reservoirs in São Paulo State. **Ciência e Cultura**, **39(3)**:259-264.

CALHEIROS, D.F. 1993. **Ecotoxicologia de compostos organoclorados persistentes em um ecossistema eutrófico: represa de Barra Bonita (Médio Tietê-SP)**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. USP- São Carlos. 198p.

CALIJURI, M.C. 1988. **Respostas fisiológicas da comunidade fitoplanctônica e fatores ecológicos em ecossistemas em diferentes estágios de eutrofização** (Tese de Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos.

CAMARGO, J.C.G.; CÉSAR, A.L.; GENTIL, J.P.; PINTO, S.A.F.; TROPPIAIR, H. 1971. Estudo fitogeográfico da vegetação ciliar do rio Corumbataí. **Biogeografia**, **3**:1-14.

CAMARGO, A.F.M.; ISHII, I.H. & ESTEVES, F.A. 1983. Liberação de compostos orgânicos e inorgânicos para a coluna d'água durante o processo de decomposição de duas espécies de macrófitas aquáticas tropicais. **An. Sem. Reg. Ecol. III**: 87-99.

CAMARGO, A.F.M. 1984. **Aspectos Ecológicos de três espécies de macrófitas aquáticas da Represa do Lobo, SP.: Interações com macroinvertebrados e decomposição**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos. 134p.

CAMPBELL, C.J. 1970. Ecological implications of riparian vegetation of management. **Journal of Soil and Water Conservation**. 25:49-52.

CAMPOS, L.F.G. de. 1912. Mapa Florestal. Ed. Fac-similar (1987). São Paulo, **Secretaria do Estado de Meio Ambiente**. 101 p.

CARDOSO, Z.; OLIVEIRA, E.A.; AUGUSTO, J.P. 1985. Diagnóstico do uso de agrotóxicos em áreas de proteção ambiental do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 13., Maceió. **Resumos**. São Paulo, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES) - CETESB, 1985.

CARLSON, J.R.; CONAWAY, G.; GIBBS, J.L.; HOAG, J.C. 1991. Design for Revegetation in Riparian Zones of the Intermountain Area. pag.145-150. In: Proceedings \_ Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. **General Technical Report**. INT-289. Ogden, UT:U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain - Research Station.

CATHARINO, E.L.M. 1989. **Florística de Matas Ciliares**. In: BARBOSA, L.M. (coord.). Simpósio sobre Mata Ciliar. *Anais*. Fundação Cargill. Campinas, São Paulo, Brasil. 1989.

CAVINATTO, V. 1988. **Impactos ambientais causados pela aplicação de agrotóxicos**. São Paulo: CETESB, (Treinamento à Distância: Ecologia e Impacto Ambiental-cap.2).

(CEPIS) MANUAL FOR THE EVALUATION AND MANAGEMENT OF TOXIC SUBSTANCES IN SURFACE WATERS. 1988. Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences **World Health Organization**. Executive Summary. Pan American Health Organization. Environmental Health Program.

(CETESB) COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo.1988. **Relatório**. São Paulo, 1989. (CETESB-Série Relatórios).

(CETESB) COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. 1991. Compilação de padrões ambientais. **Folheto**. São Paulo. 3p.

CHAMIXAES, C.B.C.B. 1991. **Variação temporal e espacial da biomassa e decomposição de espécies e produtividade das algas perifíticas relacionadas com as condições ambientais de pequenos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão do Lobo (Itirapina-SP.)**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. USP-São Carlos. 334p.

CHAVES, M.M. 1973. Tecnologia moderna para a agricultura. Brasília: **IPEA**, nº 07.

CHRISTOFOLETTI, A. 1979. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo, Editora Hucitec, Editora da Universidade de São Paulo. xvi+106p.

- CHRISTOVÃO, D.A. 1974. **Bacteriologia da água: seu exame e controle biológicos.** [s.l:s.n.], 1974. 65 p.
- CLARY, W. P. & MEDIN, D.E. 1992. Vegetation, breeding bird, and small mammals biomass in two high-elevation sagesbrush riparian habitats. pag. 100-110. In: Proceedings \_ Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. 1992. **General Technical Report.** INT-298.Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station 232p.
- CONTI, L. 1986. **Ecologia: capital, trabalho e ambiente.** São Paulo, Hucitec.
- CORBETT, E.S. & LYNCH, J.A. 1985. **Management of stream-sides zones on municipal watersheds.** *In:* Riparian Ecosystems and their management. USDA. Forest Service, **General Technical Report.** R-120, p.187-190.
- COSTA, F.R.C. 1996. **Aspectos florísticos, estruturas e ecologia de um remanescente de mata ciliar do Ribeirão da Onça, Brotas, São Paulo.** Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 180p.
- COUTO, E.G.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B. 1985. Terra ardendo. **Ciência Hoje** 16(3): 48-57.
- CUMMINS, K.W.; WILZBACH, M.A.; GATES, D.M. [and others]. 1989. Shredders and riparian vegetation. **BioScience.** 39: 24-30.
- (DAEE) Departamento de Águas e Energia Elétrica. 1974. **Estudo de Águas Subterrâneas - Região Administrativa 6 - Ribeirão Preto.** DAEE - FFCL/USP, São Paulo - SP, 4v, il.
- DAVINO, A. 1984. **Considerações hidrogeológicas preliminares sobre a bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça, São Carlos, SP.** Ribeirão preto, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Paginação irregular. Relatório FAPESP.
- DELONG, M.D. & BRUSVEN, M.A. 1994. Alloctonous input of organic matter from different riparian habitats of an agriculturally impacted stream. **Environmental Management,** 18(1):59-71.
- DEMATTE, M.E.S.P. (1989). **Recomposição de matas ciliares na região de Jaboticabal.** In: BARBOSA, L.M. (coord.).1989. Simpósio sobre Mata Ciliar. *Anais.* Fundação Cargill. Campinas, São Paulo, Brasil.
- DOWNING, J.A. 1991. **Comparing Apples with Oranges: methods of interecosystem comparison.** In: COLE, J.; GARY, L.; FINDLAY, S. 1991. Comparative Analyses of Ecosystems: patterns, Mechanisms and Theories.

- ✕ DURRANI, S.M.A. 1971. Animal wastes, their health hazard and treatment. **Thai Journal of Agricultural Science**, 4(10):265-270.
- DUSSART, B.H. 1967. Some coments on "Intergrative" and "Specific" Properties of the Aquatic Environment. In: GOLTERMAN, H.L.; CLIMO, R.S. (eds.). **Chemical Environment in the Aquatic Habitat**. Amstredan: Hollandsche Uittgevers Maatschappij. p.24-29.
- EDINGTON, J.M. 1965. Some Observations on Stream Temperature. **Oikos**, v.15, n.2, 265-273.
- EISLER, R. 1986. **Polychlorinated biphenyl hazards to fish, wildlife, and invertebrates**: a synoptic review. Washington, U.S. Fish and Wildlife Service. (Biological Report, 85:1.7)
- EKHOLM, P. 1994. Bioavaiability of phosphorus in agriculturally loaded rivers in southern Finland. **Hydrobiologia**, 287:179-194.
- ✕ FAWCETT, R.S.; CHRISTENSEN, B.R. & TIERNEY, D.P. 1994. The impact of conservation tillage on pesticide runoff into surface water: a rewien and analysis. **Journal of Soil and Water Conservation**, (3):126-135.
- ✕ FELLEMBERG, G. 1980. **Introdução aos problemas de poluição ambiental**. São Paulo: EDUSP/EPU/Springer.
- FIDALGO, M.L. 1990. About the relationships between some baacteriological parameters and others factors in Crestuma/Lever Reservoir (River Douro, Porugal). **Publicação do Instituto de Zoologia "Dr. Augusto Nobre", Porto, no 217**, p 1-26.
- FILHO, A.T. de O. & MARTINS, F.R. 1986. Distribuição, caracterização e composição florística da formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). **Revista Brasileira de Botânica** 9(2): 207 -224.
- FILHO, J.S.M. & REIS, M.L. 1987. **fauna de mamíferos associada às matas de galeria**. In: BARBOSA, L.M. (coord.) **Simpósio sobre mata ciliar**. *Anais*. Fundação Cargill. Campinas, São Paulo, Brasil. 1989.
- FILHO, W.P. 1990. Avaliação ambiental através de recursos de sensoriamento remoto e do Sistema de Informações Geográficas. In: **FOREST 90. First International Symposium on Environmental Studies on Tropical Rain Forests**. *Annals*.
- FONSECA, G.A.B. & REDFORD, K.H. 1984. The mammal of IBGE's Ecological reserve, Brasília and an analysis of the role of gallery forests in increasing diversity. **Rev. Bras. Biol.**, 44:517-523.
- FOWLER, H.G.; CAMPIOLO, S.; PESQUERO, M.A. 1992. Espécies exóticas. **Ciência Hoje**, 15 (85):18-23.

FURCH, K.; WOLFGANG, J.J. & CAMPOS ZÉLIA, E.S. 1988. Release of major ions and nutrients by decomposing leaves of *Pseudobombax munguba*, a common tree in the Amazonian floodplain. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, **23**: 642-646. Stuttgart.

GAY, L.W. 1985. Evapotranspiration from saltcedar along the lower Colorado River. In: Riparian Ecosystem and Their Management. USDA, Forest Service. **General Technical Report**. RM-120:171-174.

X GOLTERMAN, H.L. 1969. **Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters**. Oxford and Edinburgh: Blackwell Scientific Publications, 172p.

GOUVEA, J.B.S. DE. 1974. Contribuição à fitoecologia dos baixos vales dos rios Pardo e Jequitinhonha no sul da Bahia. **Caderno de Ciências da Terra**, **54**:1-23.

P HAGLER, A.N. (et al.) 1993. Yeasts and coliform bacteria of water accumulated in bromeliads of mangrove and sand dune ecosystems of southeast Brazil. **Can. J. Microbiol.** v.39, p937-977.

HANSEN, P.L. 1991. **Classification and Management of Riparian - Wetland Shrub Sites in Montana**. pag. 68-78. In: Proceedings \_ Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities 1992. **General Technical Report**. INT-289. Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 232p.

HARPER, K.T.; SANDERSON, S.C.; Mc ARTHUR, E.D. 1991 Riparian Ecology in Zion National Park, Utah. pag. 32-42. In: Proceedings \_ Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. 1992. **General Technical Report**. INT-298. Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station 232p.

HAYCOCK, N.E.; PINAY, G. & WALKER, C. 1993. Nitrogen retention in river corridors: european perspective. **Ambio**, **22**(6):340-346.

HEAL, O.W. & GRIME, J.P. 1991. **Comparative analysis of ecosystems: past lessons and future directions**. In: COLE, J.; GARY, L.; FINDLAY, S. 1991. Comparative Analyses of Ecosystems: patterns, Mechanisms and Theories.

HEMOND, H.F. 1990. Wetlands as the source of dissolved organic carbon to surface waters. In: IVARSSON, H. & JANSSON, M. 1994. Regional variations of dissolved organic matter in running waters in central northern Sweden. **Hydrobiologia**, **286**:37-51.

HIGLER, L.W.G. 1993. The riparian community of north-west European lowland streams. **Freshwater Biology**, **29**:229-241.

HUECK, K. 1972. **As Florestas da América do Sul: Ecologia, Composição e Importância Econômica**. trad. REICHARDT, H. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo e Editora Polígono S.A. 466p.

(IBGE) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1971.  
Carta do Brasil, região de São Carlos. Folha SF-23-Y-A-I-1. Escala 1:50.000.

ISENSEE, A.R. & SADEGHI, A.M. 1993. Impact of tillage practice on runoff and pesticide transport. **Journal of Soil and Water Conservation**, 48(6):523-527.

IVARSSON, H. & JANSSON, M. 1994. Regional variations of dissolved organic matter in running waters in central northern Sweden. **Hydrobiologia**, 286:37-51.

JOLY, A.B. 1970. **Conheça a Vegetação Brasileira**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, Editora Polígono. p.70-8.

JOLY, C.A. 1986. **Heterogeneidade Ambiental e Diversidade de Estratégias Adaptativas de Espécies Arbóreas de Mata Galeria**. Anais do X Simpósio da Academia de Ciências de São Paulo- Perspectivas em Ecologia Teórica: 19-38.

JOSE J.J.S. & FARINAS, M.R. 1991. Temporal changes in the structure of *Trachypogon* savanna protected for 25 years. In: **Acta Oecologica** 12(2):237-248. International Journal of Ecology.

KALTER, S.S. 1986. The role of animals in the waterborne transmission of viruses. **Water Science Technology**, 18(10):241-263.

KILLINGBECK, K.T. 1985. Autumnal Resorption and Accretion of Trace Metals in Gallery Forest Trees. **Ecology**, 66(1). p283-286.

KLEIN, R.M. 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia** 36:5. 54.

KOFFLER, N.F.; MORETTI, L. 1989. **Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao mapeamento da vegetação e do uso da terra**. Apontamentos de aula. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro.

KOLVACHIK, B.L., CHITWOOD, L.A. 1990. Use of geomorphology in the classification of riparian plant association in mountainous landscapes of central Oregon, U.S.A. **Forest Ecology and Management**. 33/34: 405-418.

LEINZ, V. & AMARAL, S.E. do 1985. **Geologia Geral**. 9ª. ed. São Paulo, Editora Nacional. xvi + 397p. (Biblioteca Universitária; sér. 3; Ciências Puras: v.1).

LEITÃO FILHO, H.F. 1982. **Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo**. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais. Silvicultura em São Paulo**, 16 A(1):197-206.

LEWGOY, F. 1983. Agrotóxicos, genética e reprodução humana. **Revista do Serviço Público**, vol. 1(4), ano 40.

LIMA, W.P. (1989). **Função Hidrológica da Mata Ciliar**. 1989. In: BARBOSA, L. M. (coord.). **Simpósio sobre Mata Ciliar. Anais**. Fundação Cargill. Campinas, São Paulo, Brasil.

LINDMAN, C.A.M. **A vegetação no Rio Grande do Sul (Brasil Austral)** trad. OEFGRN, A. In: LINDMAN, C.A.M. & FERRI, M.G. 1974. **A vegetação no Rio Grande do Sul**. São Paulo, Editora Universidade de São Paulo, Belo Horizonte, Livraria Itatiaia. Editora Ltda. p.1- -130. 1906.

LOWRANCE, R.; TOOD, R.; FAIL JR., J.; HENDRICKSON Jr., O.; LEONARD, R. & ASMUSSEN, L. 1984. Riparian Forest as Nutrient Filters in Agricultural Watersheds. **BioScience**, 34(6): 374-377.

MACKERETH, F.J.H. 1978. **Water Analysis: some revised methods for limnologists**. Freshwater Biological Association. 121p.

MAIER, M.H. 1978. Considerações sobre as características limnológicas de ambientes lóticos. **Bol. Inst. Pesca**. 5(2): 75-90.

MANTOVANI, W. (1989). **Conceituação e fatores condicionantes**. 1989. In: BARBOSA, L.M. (coord.). **Simpósio sobre Mata Ciliar. Anais**. Fundação Cargill. Campinas, São Paulo, Brasil.

MARTINS, F.R. 1979. **O método dos quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga**. Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. São Paulo.

MARTIN, E.S. **Agrotóxicos: intoxicações humanas e contaminação ambiental no Projeto Rebojo**. 1992. Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente. Dissertação de Mestrado. 129p. Presidente Prudente.

MATTOS, A. 1982. **Método de previsão de estiagens em rios perenes usando poucos dados de vazão e longas séries de precipitação**. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos/USP, Tese de Doutorado.

MATTOS, A. *et al.* 1984. **Relações hidrológicas e hidrometeorológicas em Bacia Experimental na região de afloramento do aquífero Botucatu**. São Carlos, EESC-USP-SHS. Relatório FAPESP.

MATTOS, A. Clima e balanço hídrico no Rio Jacaré-Guaçu. In: Riguetto, A. M. (Coord.) **Bacia Experimental do Rio Jacaré-Guaçu**, convênio EESC-DNAE.

MEYBECK, M. *et al.* 1989. **Global Fresh Water Quality: A first Assessment**. Oxford: World Health Organization/Blackwell. 306p.

MEYER, J.L. 1980. Dynamics of Phosphorus and Organic Matter During Leaf Decomposition in a Forest Stream. **Oikos** 34:44-53. Copenhagen.

- Mc DOWELL, W.H.; BOWDEN, W.B. & ASBURY, C.E. 1992. Riparian Nitrogen in two morphologically distinct tropical rain forest watersheds: subsurface solute patterns. **Biogeochemistry**, **18**:53-75.
- MILLS, D.H. 1972. **An introduction to freshwater ecology**. Edinburg, Oliver & Boyd. 101p.
- MINSHALL, G.W. *et al.* 1985. Development in Stream Ecosystem Theory. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v.42, 1045-1055.
- MINSHALL, G.W.; JENSEN, S.E.; PLATTS, W.S. 1985. The ecology of stream and riparian habitats of the Great Basin region: a community profile. **Biol. Rep. 85** (7.24). Slidell, L.A.:U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, National Wetlands Research Center. 142p *apud* Proceedings \_ Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. 1992. **General Technical Reports**. INT-289. Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 232p.
- MINSHALL, G.W. 1994. **Stream-Riparian Ecosystems: Rationale and Methods for Basin-Level Assessments of Management Effects**. In: JENSEN, M. E.; BOURGERON, P.S., tech. eds. Volume II: Ecosystem management: Principles and applications. **Gen. Tech. Rep.** PNW-GTR-318. Portland, OR:U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific North-west Research Station. 376 p.
- X MURPHY, S.D. 1980. **Pesticides**. In: DOUL, J. Toxicology: the basic science of poisons. New York, Macmillan.
- X MURTY, A.S. 1988. **Toxicity of pesticides to fish**. 2<sup>a</sup>. ed. Boca Raton, CRC Press. v.1.
- NILSSON, C.; EKBLAD, A.; DYNESIUS, M.; BACKE, S.; GARDFJELL, M.; CARLBERG, B.; HELLQVIST, S.; JANSSON, R. 1994. A comparison of species richness and traits of riparian plants between a main river channel and its tributaries. **Journal of Ecology**, **82**: 281-295.
- NISHIYAMA, L. 1991. **Mapeamento geotécnico preliminar da quadrícula de São Carlos - S.P.** Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. Dissertação de mestrado. Vol I e II. 228 p.
- NOGUEIRA, J.B. 1988. **Mecânica dos solos**. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos - USP. 197p.
- NOGUEIRA, J.C.B. 1989. **Recomposição da mata ciliar da Usina Estér em Cosmópolis, Reserva Florestal de Bauru (Instituto Florestal) e oeste do estado de São Paulo**. Publicação do Instituto Florestal de São Paulo.
- NRIAGU, J.O. & SIMMONS, M.S. 1990. **Food contamination from environmental Souces**. *Advances in Environmental Science and Technology*, 23.

ODUM, E.P. 1983. **Ecologia**. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro, 434p.

ODUM, E.P. 1985. **Fundamentos de Ecologia**. Fundação Calouste Gulbekian. Lisboa. 4ª edição. 927 p.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. 1989. Composição florística e estrutura comunitária de floresta galeria do Córrego da Paciência, Cuiabá, M.T. **Acta Botânica Brasilica**, **3(1)**:91-112.

OSBORNE, L.L. & KOVACIC. 1993. Riparian vegetated buffer strips in water quality restoration and stream management. **Freshwater Biology**, **29**: 243-258.

PAGNOCA, F.C. 1987. **Microbiota associada ao camarão-branco (*Panaeus schimitti*), água e sedimento da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro**. Tese de doutoramento. Rio de Janeiro: UFRJ. 214p.

X PALERMO-NETO, J.; BERNARDI, M.M.; SOUZA-SPINOSA, H. Intoxicações por praguicidas: uma visão crítica. **Ciência e Cultura**, **39(11)**: 1017-1022.

X PARDO, V.C. 1983. Microbiología y medio ambiente - los microorganismos como indicadores de contaminación. **Boletín Micológico**, **21**: 181- 189.

PASPARIALIS, P. & HODGSON, B. 1994. The role of cypress leaves in promoting growth of coliform organisms in a holding reservoir. **Water Resources**, **28** (10):2147-2151.

PEARCE, D.W. 1985. **Economia Ambiental**. Fondó de Cultura Económica. Longman Group Limited, Londres.

PEASE, J. & BOSCH, D. 1994. Relationships among farm operators' water quality opinions, fertilization practices, and cropland potential to pollute in two regions of Virginia. **Journal of Soil and Water Conservation** (**9**):477-483.

PEÇANHA, M.P. 1993. **Parâmetros microbiológicos da água do Ribeirão Claro (Rio Claro - São Paulo)**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de São Paulo - UNESP. 157p.

PENTEADO, M.M. 1983. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, xii+185p.

PETERJOHN, W.T. & CORRELL, D.L. 1984. Nutrient dynamics in a agricultural watersheds: observations on the role of a riparian forest. **Ecology**, **65**: 1466-1475.

X PIMENTEL, D. & EDWARDS, C.A. 1982. Pesticides and ecosystems. **Bioscience**, **32(7)**:595-600.

PINAY, G.; FABRE, A.; VERVIER, P.H.; GAZELE, F. 1992. Control of C, N, P distribution in soils of riparian forest. **Landscape Ecology**. **6(3)**: 121-132.

- PINAY, G.; ROQUES, L. & others. 1993. Spatial and temporal patterns of denitrification in a riparian forest. **Journal of Applied Ecology**, 30:581-591.
- PLATTS, W.S.; ARMOUR, C.; BOOTH, G.D.; [and others]. 1987. Methods for evaluating riparian habitats with applications to management. **Gen. Tech. Rep. INT-221**. Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 177p *apud* Proceedings \_ Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. 1992. **General Technical Report. INT-289**. Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 232p.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M. & PRANDINI, F.L. 1981. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, volume 1**. São Paulo, IPT: Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 94 p.
- PRETO FILHO, V.O. 1985. **Implantação de uma bacia experimental para estudos hidrogeológicos e hidrometeorológicos**. São Carlos, EESC - USP, 16p. Relatório FAPESP.
- QUEIROZ, A.V. 1991. **Propagação de cheias: aplicação do modelo de onda cinemática ao ribeirão da Onça - SP**. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos/USP, Dissertação de mestrado.
- REICHARDT, K. 1987. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo. Editora Manole. 188p.
- REID, G.K. & WOOD, R.D. 1976. **Environmental variables of natural waters**. In: REID, G.K. & WOOD, R.D. 1976. **Ecology of inland waters and estuaries**. 2 ed. New York. Van Nostrand. part 3. p 129-157.
- RIOS, L. 1993. **Estudo Limnológico e Fatores Ecológicos em Ribeirões e Córregos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão (Estado de São Paulo)**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, USP-São Carlos. 146p.
- RIZZO, A.E. 1994. **Análise microbiológica e impactos provocados pelo lançamento de esgotos na bacia hidrográfica do Rio Itanhaém, litoral sul paulista**. Trabalho de formatura. Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro. 39 p.
- RODRIGUES, R.R. (1989). **Análise Estrutural das Formações Florestais Ripárias**. In: BARBOSA, L.M. (coord.). **Simpósio sobre Mata Ciliar. Anais**. Fundação Cargill. Campinas, São Paulo, Brasil. 1989.
- ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L.R.; AZEVEDO, J.L. 1988. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo: Editora Manole Ltda. Vol.1, cap.2, pag.86- 101.
- SALVADOR, J.L.G. 1987. **Considerações sobre matas ciliares e a implantação de reflorestamento nas margens dos rios e reservatórios**. São Paulo, CESP. 29p.

SAMPAIO, A.J. de 1938. **Phytogeografia do Brasil**. 2a.ed. Rio de Janeiro, Companhia Editora Nacional. 334p.

SANTOS, M.J. 1993a. **Estudo limnológico dos córregos da Água Fria e da Água Quente**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada. 294p.

SANTOS, M.F. 1993b. **Subsídios para o planejamento conservacionista da bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão (São Carlos, Itirapina e Analândia, SP)**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada. 223p.

SÉ, J.A. da S. 1992. **O Rio do Monjolinho e sua bacia hidrográfica como integradores de sistemas ecológicos. Um conjunto de informações para o início de um processo de pesquisas ecológicas, de educação, planejamento, e gerenciamento ambientais a longo prazo**. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos. 381p.

(SEMA) SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. 1990. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Áreas de Proteção Estaduais \_ Perímetro de Corumbataí: Zoneamento Ambiental. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente. 41p. (Série Documentos).

SCHOTTLER, S.P.; EISENREICH, S.J.; CAPEL, P.D. 1994. Atrazine, alachor and Cyanazine in a large agricultural river system. **Environmental Science and Technology**, 28(6):1079-1089.

SHAROM, M.S. *et al.* 1980. Behaviour of 12 inseticides in soli and aqueous suspensions of soil and sediment. **Water Res.**, 14:1095-10100.

SILVA, C.A.P. 1989. **As matas ciliares do Ribeirão do Feijão \_ Município de São Carlos: Estudo Biogeográfico e Ecológico**. Trabalho de formatura. Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro.

SKOULIKIDIS, N.T. 1993. Significance evaluation of factors controlling river water composition. **Environmental Geology**, 22:178-185.

SOIL CONSERVATION SERVICE. 1977. Channel vegetation, natural practice standart. National List of Conservation Practices. Washington, DC:U.S. Department of Agriculture, **Soil Conservation Service**, 322:1-2.

SOPPER, W.E.; REIGNER, I.C.; JOHNSON, R.R. 1966. Effect of phenoxy herbicides on riparian vegetation and water quality. **Weeds Trees and Turf**. 8-10.

STEIBLUMS, J.; FROELICH, H.A. & LYONS, J.K. 1984. Designing stable buffer strips for stream protection. **Journal of Forestry**, 82 (1): 49-52.

STRACHAN, W.M.J.; GLOOSCHENKO, W.A.; MAGUIRE, R.J. 1982. Environmental impact and significance of pesticides. In: CHAU, A.S.Y.;

AFGHAN, B.K., eds. **Analysis of pesticides in water** (significance, principles, techniques and chemistry of pesticides). Boca Raton, CRC Press. v.1, pp.1-23.

SVEJCAR, T.J.; GREGG, M.R.; COWAY, S.D.; TRENT, J.D. 1991. **Establishment and growth potencial of Riparian Shrubs in the Northern Sierra Nevada.** pag.151-154. In: Proceedings \_ Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities.1992. **General Technical Report.** INT-289. Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 232p.

SWANSON, F.J.; KRATZ, T.K.; CAINE, N.; WOODMANSEE, R.G. 1988. and form effects on ecosystem patterns and processes. **BioScience.** **38:** 92-98.

TANAMATI, A.; RUBIRA, A.F.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E.de. 1991. Resíduos de pesticidas organoclorados no Rio Baía, afluente do Rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná. **Arq. Biol. Tecnol.,** **34(2):** 303-315.

TANAKA, T. 1992. Storm processes in a small forested drainage basin. *Environ. Geol. Water Science*,19(3):179-191.

TANSLEY, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology.** **16:** 284-307.

TEIXEIRA, D. 1993. **Caracterização limnológica dos sistemas lóticos e variação temporal e espacial de invertebrados bentônicos na Bacia do Ribeirão do Feijão (São Carlos-SP).** Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 210p.

TOLENTINO, M. 1967. **Estudo crítico sobre o clima da região de São Carlos.** Concurso de monografias municipais, São Carlos. 78 p.

TRISKA, F.J.; KENNEDY, V.C.; AVANZINO, J. [and others] . 1989. Retention and transport of nutrients in a third-order stream: channel process. **Ecology.** **70:**1877-1892.

TROPPEMAIR, H. & MACHADO, M.L.A. 1974. Variação da estrutura da mata galeria na bacia do rio Corumbataí (SP) em relação à água do solo, do tipo de e margem e do traçado do rio. **Biogeografia** **8:**1-28.

VANNOTE, R.L. *et al.* 1981. The River Continuum Concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.,** **v.37,** 130-137.

VELOSO, H.P. & GOES-Fº, L. 1982. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Bol. Téc. Radambrasil (Série Vegetação).** **1:**1-80.

WEATHERLEY, N.S. & ORMEROD, S.J. 1990. Forest and the temperature of upland streams in Wales: a modelling exploration of the biological effects. **Freshwater Biology** **24:**109-122.

WEBER, C.I.; HORNING II, W.B.; KLEMM, D.J.; NEIHEISEL, T.W.; LEWIS, P.A.; ROBINSON, E.L.; MENKEDICK, J. & KESSLER, F. 1988. **Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to marine and estuarine organisms.** EPA 600/4-87/028. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, 417p.

WETZEL, R.G. 1988. Water as an environment for plant life. In: SYMOENS, J.J. (ed.). **Vegetation of Inland Waters.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 385p. (Handbook of vegetation Science, v.15/1) p.1-30.

WHITAKER, V.A.; LIKENS, G.E. 1979. **Limnological Analysis.** Philadelphia: W.B. Saunders. 375p.

(WHO) WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1989. DDT and its Derivatives \_ Environmental Aspects. Geneva: WHO; **Environmental Health Criteria 83** *apud* MARTIN, E.S.1992. **Agrotóxicos: intoxicações humanas e contaminação ambiental no projeto Rebojo.** Universidade Estadual Paulista \_ Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente. Dissertação de Mestrado.129p. Presidente Prudente.

WIKUM, D.A. & WALI, M.K. 1974. Analysis of a North Dakota gallery forest: vegetation in relation to topographic and soil gradients. **Ecological Monographs**, 44:441-464.

ZALEWISK, M.; PUCHALSKI,P.; FRANKIEWICZ and B. BIS. 1991. **Riparian ecotones and fish communities in rivers \_ intermediate complexity hypotesis.** In: Rehabilitation of freshwater fisheries. Edited by I.G. Cowx. Hull International Fishseries Institute. University of Hull, U.K. pag. 152-160.

ZAMBONI, A.J. 1993. **Avaliação da qualidade de água e sedimentos do canal de São Sebastião através de testes de toxicidade com *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea).** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 102p.