

✓

**IMPACTOS DO MANEJO E CONVERSÃO  
DE FLORESTAS DE CAIXETA SOBRE PARÂMETROS  
FÍSICOS E QUÍMICOS DA ÁGUA**



PHILIPPE WALDHOFF

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

ORIENTADORES: Virgílio Maurício Viana

Walter de Paula Lima

São Carlos

1997



Class.	TESE-EGSC
Curr.	6298
Tombo	T 0036.98

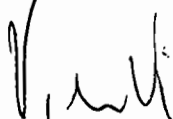
311 0000 6998

S/S 943 014

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Candidato: Engenheiro **PHILIPPE WALDHOFF**

Dissertação defendida e aprovada em 01-12-1997  
pela Comissão Julgadora:



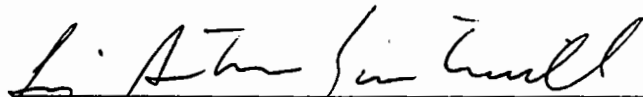
---

Prof. Doutor **VIRGÍLIO MAURICIO VIANA (Orientador)**  
(Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo)



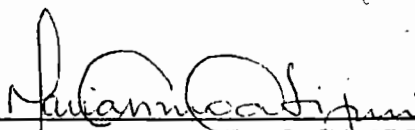
---

Prof. Titular **WALTER DE PAULA LIMA**  
(Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo)



---

Prof. Associado **LUIZ ANTONIO MARTINELLI**  
(Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo)



---

Profa. Doutora **MARIA DO CARMO CALIJURI**  
Coordenadora da Área de Ciências da Engenharia Ambiental



---

**JOSÉ CARLOS A CINTRA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Àqueles que lutam pela conservação ambiental,  
e que possam se utilizar deste trabalho em prol da causa.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, disposição e vontade de trabalho que me dá.

Ao meus pais, Wolfgang Josefh Waldhoff (in memorium) e Eveline Waldhoff, pelo incentivo aos estudos que sempre deram a seus filhos, e a minha irmã Danielle Waldhoff, pelo incentivo a trabalhar com a caixeta.

Ao Dr. Virgílio Viana, pelo apoio e orientação no trabalho com e este tema pouco usual, e aos vários anos que temos trabalhado em conjunto, com florestas.

Ao Dr. Walter de Paula Lima pela orientação neste trabalho, e disposição em discutir e apresentar novos elementos para enriquecer o trabalho.

À Dr. Valéria Withaker, quem me introduziu às primeiras discussões e literatura sobre as áreas úmidas.

Ao Dr. Luiz Martinelli quem me mostrou novos horizontes com relação a aspectos da qualidade da água.

Ao Dr. Marcelo Pereira pela sua contribuição através da banca de qualificação.

Ao Dr. Anthony Anderson, que foi veemente na inclusão do bananal nos estudos.

Ao Dr. Décio, por sua breve, porém importante participação, avaliando as análises estatísticas adotadas.

À inestimável equipe do Projeto Caixeta (Laboratório de Silvicultura Tropical, ESALQ/USP), sempre pronta, afinada e imprescindível para realização do trabalho, e de onde, acima de tudo, construiu-se amizades. Em especial: Marcelo Marquesini, meu amigo e um dos maiores “experts” do Brasil, em caixeta; ao Rui “Barbosa” Aparecido Paulo, conhecedor, como ninguém, das matas e caixetais do Vale do Ribeira; ao Mauro Armelim, contador e “facilitador” do Projeto; ao Jordalino Constâncio de Moraes e Marcelo de Freitas Trovó, sempre prontos para o trabalho; à Karin Hembik Borges, colega de mestrado e parceira principal e especial durante o trajeto desta tese; à Adriana Nolasco, doutoranda do curso de Engenharia em São Carlos e companheira de trajetória; Mariana Carvalhaes, mestre em botânica e que

tem um peculiar gosto por enfiar o pé na lama, única característica comum de toda a equipe.

À toda equipe do Laboratório de Ecologia Aplicada, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Em especial à Alba Valéria Masetto, coordenadora do laboratório, e aos técnicos Fernanda Monis, Marcia Patrícia Moreno e Marco A. S. Barros, pela realização das análises de laboratório.

Às pessoas do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (EESC/USP), que colaboraram para a realização deste mestrado. Em especial à Dr. Maria do Carmo Calijuri, coordenadora do programa, e a Claudete A. P. da Silva, secretária e que dedica especial atenção aos passageiros do Centro.

À equipe do IMAFLORA (Tasso, Lili, Margaret, Laura, Regiane, Fabiano, João e David), que têm me cedido espaço e tempo para a realização do trabalho, e em especial ao Luis Fernando Guedes Pinto, pelas discussões e leituras que tem feito deste trabalho.

Aos queridos amigos (mestre Zequinha, Brigida, Meia-Noite, Lampião, Mãozinha, Jubileu, Cacau e todos mais) da Escola de Capoeira Raiz de Angola, inspiração divina.

Ao grande amigo Mauro de Almeida Toledo, em parte responsável por eu ter feito o trabalho no CHREA.

Ao CNPQ, pela bolsa de mestrado fornecida.

À FAPESP, pelo apoio que tem dado ao Projeto Caixeta.

E a outras dezenas de pessoas que nos ajudaram e inspiraram diária e noturnamente .....

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	iii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
2.1 - AS ÁREAS ÚMIDAS E ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO.....	5
2.1.1 - <i>Conceituação e convenções sobre áreas úmidas</i> .....	5
2.1.2 - <i>As Planícies de Inundação</i> .....	8
2.1.3 - <i>O Problema da Conversão de Áreas Úmidas</i> .....	10
2.1.4 - <i>Conclusões</i> .....	12
2.2 - IMPACTOS DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL E CONVERSÃO DE ECOSSISTEMAS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS. ....	13
2.2.1 - <i>Histórico sobre estudos em bacias hidrográficas</i> .....	13
2.2.2 - <i>Estudos dos impactos da exploração florestal na qualidade da água</i> .....	15
2.2.3 <i>Impactos da Exploração Florestal em Planícies de Inundação</i> .....	18
2.2.4 - <i>Diferentes usos do solo e os impactos nos recursos hídricos</i> .....	20
2.2.5 - <i>Conclusões</i> .....	22
2.3 - O BOM MANEJO FLORESTAL.....	23
2.3.1 - <i>O paradigma da sustentabilidade</i> .....	23
2.3.2 - <i>A busca de critérios e indicadores do bom manejo florestal</i> .....	24
2.3.3 - <i>Padrões para a certificação florestal</i> .....	27
2.3.4 - <i>Critérios e indicadores relacionados aos recursos hídricos</i> .....	29
2.3.5 - <i>Conclusões</i> .....	33
<b>3 - OS IMPACTOS DA COLHEITA DE MADEIRA DE CAIXETA NA QUALIDADE DA ÁGUA .....</b>	<b>34</b>
3.1 - INTRODUÇÃO.....	34
3.2 - PREDIÇÕES .....	36

3.3 - MATERIAIS E MÉTODOS .....	36
3.3.1 - <i>Descrição do Vale do Ribeira</i> .....	36
3.4.2 - <i>Fazenda Cindumel</i> .....	38
3.4.3 - <i>Fazenda Retiro</i> .....	39
3.4.4 - <i>Amostragem</i> .....	42
3.4.5 - <i>Análises físicas e químicas da água</i> .....	45
3.4.6 - <i>Análise dos dados</i> .....	46
3.4.7 - <i>Dados Pluviométricos</i> .....	47
3.4.8 - <i>O Manejo Florestal</i> .....	47
3.4.9 - <i>Correlação entre pluviosidade e o manejo nas características da água</i> .	48
3.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	50
3.5.1 <i>Mudanças na qualidade da água</i> .....	50
3.5.3 - <i>Indicadores específicos</i> .....	57
3.6 CONCLUSÕES .....	59
<b>4 - IMPACTOS DO MANEJO E DA CONVERSÃO DE FLORESTAS DE CAIXETA EM BANANAL SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>60</b>
4.1 - INTRODUÇÃO.....	60
4.3 - PREDIÇÕES .....	62
4.4 - MATERIAL E MÉTODOS .....	62
4.4.1 - <i>Descrição do Vale do Ribeira</i> .....	62
4.4.2 - <i>Descrição da Microbacia do Retiro</i> .....	63
4.4.3 - <i>Amostragem</i> .....	64
4.4.4 - <i>Análises físicas e químicas da água</i> .....	65
4.4.5 - <i>Análise dos dados</i> .....	65
4.4.6 - <i>Dados Pluviométricos</i> .....	66
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4.6 - CONCLUSÕES .....	76
<b>5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>77</b>
<b>LISTA DE APÊNDICES.....</b>	<b>88</b>



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Fluxograma do Projeto de Manejo Integrado e Sustentável de Florestas de Caixeta no Vale do Ribeira - SP.....	4
FIGURA 2 - Mapa de Localização da Bacia do Rio Ribeira de Iguape (fonte: Programa de Educação Ambiental do Vale do Ribeira; v.1: Proposta Metodológica).....	37
FIGURA 3 - Croqui da área de estudo na Fazenda Cindumel.....	40
FIGURA 4 - Croqui da área de pesquisa na Fazenda Retiro .....	41
FIGURA 5 - Mapa de localização da Fazenda Cindumel (fonte: Carta do IBGE. Esc: 1:50.000).....	43
FIGURA 6 - Mapa de localização da Fazenda Retiro (fonte: Carta do Brasil - IBGE. Esc 1:50.000).....	44
FIGURA 7 - Gráfico dos dados da pluviosidade durante o período de estudo (1996-1997) .....	47
FIGURA 8 - Fotos das áreas de pesquisa e locais de coleta.....	52
FIGURA 9 - Croqui da Microbacia do Retiro com as áreas de pesquisa, Caixetal e Plantação de Banana, e os pontos de coleta à montante e à jusante, A e B, respectivamente.....	64
FIGURA 10 - Diferenças percentuais das características da água à montante e à jusante, da plantação de banana para, (a) alcalinidade e (b) ferro, que não apresentaram significância estatística e, (c) pH e (d) potássio, que apresentaram diferenças estatisticamente significativas. ....	67
FIGURA 11 - Balanço de Ânions à jusante das áreas de caixetal e plantação de banana.....	70

FIGURA 12 - Balanço de Cátions à jusante das áreas de caixeta e plantação de banana.....	71
FIGURA 13 - Médias das características da água à jusante das áreas de caixetal e plantação de banana.....	75

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Volume de madeira explorada no período de abril de 1996 a janeiro de 1997.....	48
TABELA 2 - Valores médios dos elementos analisados, por local de amostragem, com os cálculos de diferença percentual entre montante e jusante, e os respectivos valores de F.....	51
TABELA 3 - Significado ecológico dos parâmetros físicos e químicos da água.....	58
TABELA 4 - Predições da variação de parâmetros físicos e químicos da água, para o manejo do caixetal e cultura de banana. ....	62
TABELA 5 - Comparação dos valores médios à montante e à jusante das áreas de pesquisa, as respectivas diferenças percentuais, e os valores de F.....	66
TABELA 6 - Médias das características da qualidade da água do caixetal e da plantação de banana, e os respectivos valores de F.....	68
TABELA 7 - Variações percentuais da predominância de cada cátion e ânion, perante a soma de cátions e ânions.....	69

## RESUMO

Os impactos do manejo de florestas de caixeta, *Tabebuia cassinoides* (LAM.)D.C., e da conversão deste ecossistema em plantação de banana, sobre 22 parâmetros físicos e químicos da qualidade da água, foram medidos de abril de 1996 a janeiro de 1997. O problema de pesquisa foi: (i) encontrar indicadores de sustentabilidade do manejo do ponto de vista hidrológico; (ii) identificar as diferenças do impacto do manejo com relação às áreas de conversão; e (iii) identificar os melhores parâmetros para avaliar os impactos do manejo dos caixetais sobre a qualidade da água.

Foram comparados os padrões de qualidade de água à montante e à jusante das áreas de manejo florestal e de plantação de banana. Não foram encontrados impactos significativos na qualidade da água, devido à colheita da madeira a uma intensidade média de 20 mst/mês. Os elementos que apresentaram diferenças significativas entre a montante e jusante da área de manejo florestal foram a condutividade elétrica, o fósforo e o potássio, porém estas mudanças devem estar associadas à função do caixetal, como depósito e como fonte de nutrientes. Os parâmetros analisados neste estudo não se mostraram adequados para avaliar a qualidade ambiental do manejo do caixetal. Ao se comparar a qualidade da água da plantação de banana com a do caixetal bastante perturbado foram encontradas diferenças significativas para todos os elementos com exceção da cor e turbidez.

Palavras chaves: manejo florestal, áreas úmidas, qualidade da água, Mata Atlântica, caixeta, indicadores.

## ABSTRACT

The hidrological impacts on 22 water quality parameters of caixeta (*Tabebuia cassinoides* (LAM.) D.C.) forest wetland management were measured from April 1996 to January 1997. The same parameters were used to measure the impacts of the conversion of this ecosystem into a banana plantation. The research objectives were to: (i) find indicators of sustainability for forest management in relation to hidrological impacts; (ii) identify diferences between the forest management and converted areas; and (iii) identify the best paremeters to evaluate the impacts of management on water quality.

Upstream and downstream water quality paremeters were compared. No significant impacts on water quality were found, at low forest harvesting rates (less than 20 mst/month). Parameters that had statistical differences included electrical conductivity, as well as phosforo and potassium. These changes were attributed to the wetland's functions as a source and sink of nutrients. The parameters measured in this study are not appropriate to evaluate the environmental quality of management. Downstream water quality parameters in a disturbed caixeta forest were significantly different from those of a banana plantation, with the exception to color and turbidity.

Key-words: forest management, wetlands, water quality, indicators.

## 1- INTRODUÇÃO

Apesar dos esforços governamentais e não governamentais, o índice de desmatamento de florestas tropicais não têm diminuído na década de 90. Para desacelerar este processo e aumentar a conservação de florestas tropicais, o manejo florestal sustentável representa uma estratégia de grande potencial. Comparado aos demais sistemas de uso econômico da terra, o manejo florestal produz melhor qualidade e quantidade dos serviços ambientais como a conservação da biodiversidade, proteção de recursos dos solos e hídricos, etc. (VIANA et al., 1995).

Quando se trata de áreas úmidas o problema é evidente. Elas estão entre os mais importantes ecossistemas na Terra, e ocupam cerca de 6% da superfície terrestre, sendo que, nas regiões tropicais e subtropicais úmidas chegam a atingir 13% do total (MITSCH & GOSSELINK, 1986).

As áreas úmidas e suas vizinhanças, têm sido base para muitas populações se estabelecerem, garantirem sua sobrevivência e tirarem benefícios econômicos, como foi o caso das grandes civilizações da Mesopotâmia e Egito (IUCN, 1989) ou ainda das populações ribeirinhas ao longo de toda extensão da bacia do Rio Amazonas (MACEDO, 1996).

Por séculos a drenagem e conversão destes ambientes têm sido vista como um progresso que aumenta a qualidade de vida e o bem estar da sociedade humana (THE NATIONAL WETLANDS POLICY FORUM, 1988). As prioridades para a conservação destes ecossistemas são o apoio a programas nacionais e regionais de conservação, e a melhoria da quantidade e qualidade de informações (DUGAN, 1992).

Muitas das áreas úmidas são encontradas em zonas costeiras baixas, desembocando em deltas estuarinos (HOWARD, 1992). Esta é a situação do Vale do Ribeira, onde planícies de inundação são encontradas às margens do Rio Ribeira, e em sua foz é formado o complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia. Nestas planícies de inundação estão localizadas as florestas de *Tabebuia cassinoides* (LAM.)D.C., conhecida por caixeta (malacaxeta, tamanqueira, pau de viola ou corticeira), que são chamadas de caixetais. A madeira da caixeta pode ser utilizada na fabricação de tamancos, lápis de qualidade superior, pranchetas, violas, violões, brinquedos, etc. (LORENZI, 1992). Os caixetais são passíveis de serem manejados, conciliando os benefícios econômicos de uma atividade tradicionalmente realizada pela população local, à conservação ambiental (VIANA et al, 1995).

Através do projeto Manejo Integrado e Sustentável de Florestas de Caixeta no Vale do Ribeira (fig. 1), espera-se fornecer subsídios para a formulação de programas que viabilizem economicamente o manejo sustentável da caixeta na região, aumentando a rentabilidade da produção e a eficiência da utilização e conservação dos recursos florestais (VIANA et al., 1995)<sup>1</sup>.

A análise da sustentabilidade do manejo florestal da caixeta deve abranger diversos critérios relativos ao manejo da espécie, à aspectos sócios-econômicos e aos impactos ambientais. O manejo florestal ou a substituição da cobertura florestal por outras culturas, pode alterar características da qualidade da água (LIMA, 1993). Devido à sua condição peculiar de ocorrência, em planícies de inundação, aliado à importância atual da manutenção da qualidade de água, o impacto hidrológico do manejo dos caixetais deve servir de indicador para análise de sustentabilidade e para a certificação florestal desta atividade (IMAFLOTA, 1995).

Este projeto de tese vem subsidiar o projeto de pesquisa temático, no que se refere aos impactos do manejo e a conversão de caixetais sobre os recursos hídricos. O problema de pesquisa é: (i) identificar os melhores parâmetros para avaliar os impactos do manejo dos caixetais sobre qualidade da água; (ii) encontrar indicadores

---

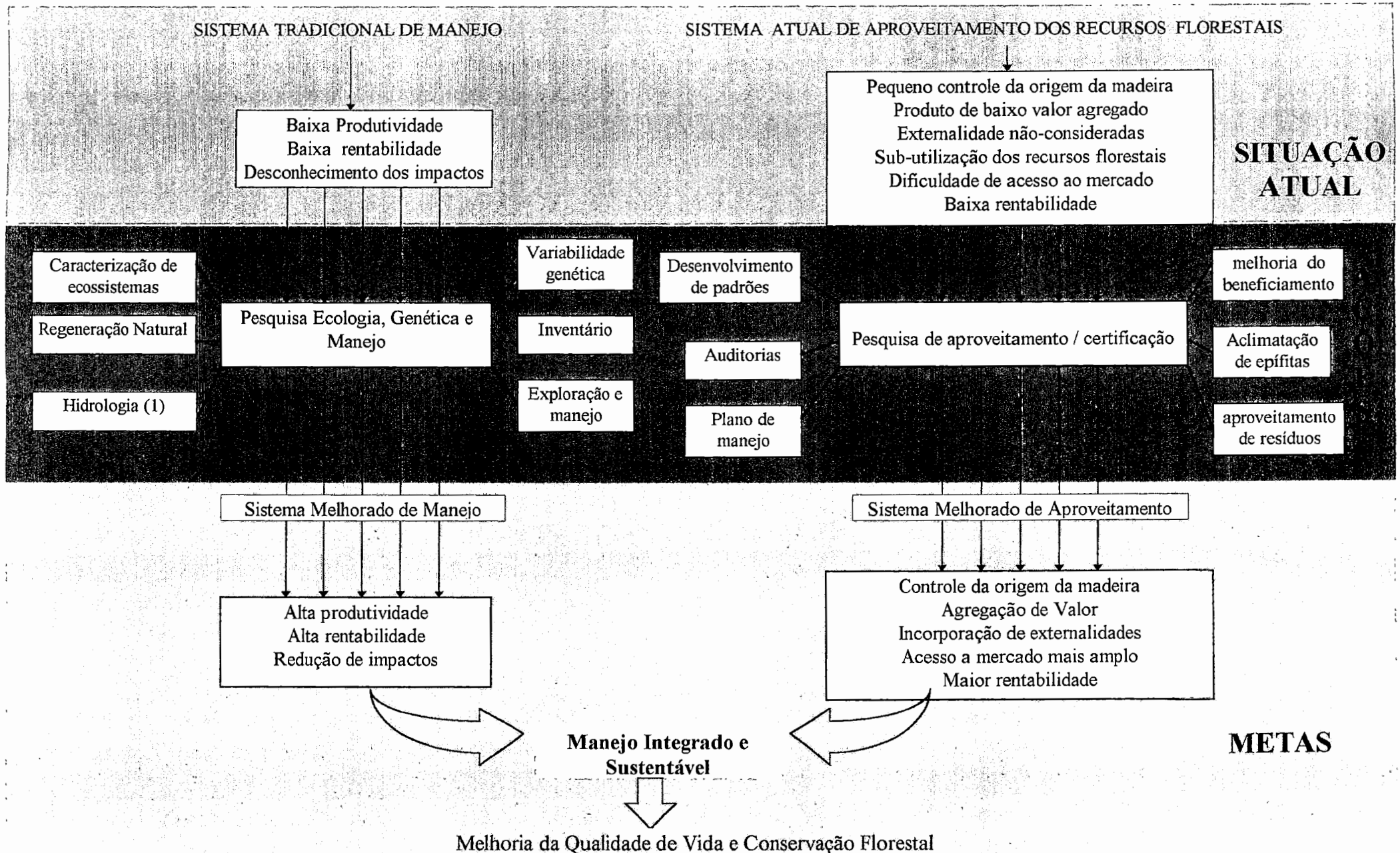
<sup>1</sup> VIANA, V., coord. Manejo Integrado e Sustentável de Florestas de Caixeta no Vale do Ribeira - S.P. / Projeto de Pesquisa Temático em andamento, 1995/

de sustentabilidade do manejo do ponto de vista hidrológico; e (iii) identificar as diferenças do impacto do manejo com relação às áreas de conversão.

As hipóteses aqui testadas são: (i) existem parâmetros da qualidade da água que podem ser utilizados para avaliar os impactos do manejo dos caixetais; (ii) existem indicadores da sustentabilidade do manejo florestal do ponto de vista hidrológico; e (iii) o manejo dos caixetais deve causar impactos pequenos, relativos à qualidade da água, comparados à conversão do ecossistema em cultura de banana.



FIGURA 1 - Fluxograma do Projeto de Manejo Integrado e Sustentável de Florestas de Caixeta no Vale do Ribeira - SP



(1) Tema deste projeto

## **2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 - AS ÁREAS ÚMIDAS E ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO**

#### **2.1.1 - Conceituação e convenções sobre áreas úmidas**

O termo áreas úmidas se refere a uma ampla gama de habitats interiores, costeiros ou marinhos, que compartilham algumas características. Existem atualmente mais de cinquenta definições com relação à áreas úmidas. A mais abrangente é a utilizada na Convenção Internacional da Importância das Áreas Úmidas em Especial como Habitat para Pássaros Aquáticos, que define áreas úmidas como:

“áreas marinhas, pantanosas, turfosas ou águas de regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, paradas ou correntes, doces, salobras ou salgadas, incluindo extensões de águas marinhas, cuja a profundidade na maré baixa não exceda a seis metros” (DUGAN, 1992).

É importante ressaltar que a profundidade escolhida na definição, garante que todas as áreas úmidas contenham vegetação influenciada pela luz (HOWARD, 1992).

A preocupação com a preservação e conservação das áreas úmidas vem determinando ações estratégicas há mais de vinte e cinco anos. A Convenção de Ramsar sobre Áreas Úmidas de Importância Internacional foi ratificada em 1971, em Ramsar - Irã. Este foi o primeiro tratado internacional em conservação de um ecossistema de abrangência mundial. A Convenção de Ramsar teve por objetivo mobilizar ações governamentais, a níveis nacionais e internacional, no sentido de

evitar a rápida perda das áreas úmidas no mundo. Além de colocar sob proteção importantes áreas úmidas, a convenção levou a um aumento considerável na consciência pública e governamental de suas importâncias. Em maio de 1987, havia 45 países signatários da Convenção, sendo somente o Chile e Uruguai, da América do Sul (WWF, 1987).

Para que um país faça parte da convenção é necessário que assuma três compromissos básicos: (i) “designar áreas dentro de seu território para inclusão na Lista de Áreas Úmidas de Importância Internacional”; (ii) “formular e implementar planos, bem como promover a conservação das áreas úmidas da lista e também promover o uso prudente das demais áreas úmidas em seu território”; e (iii) “promover a conservação: estabelecendo reservas naturais em locais de áreas úmidas e garantindo uma administração adequada das áreas, estejam elas, ou não, dentro da lista”.

Durante a Segunda Conferência dos Países Signatários da Convenção de Ramsar, realizada na Holanda em 1984, considerou-se necessário dar maior assistência aos países menos desenvolvidos para dedicarem-se à conservação de suas áreas úmidas, de forma integrada ao processo de desenvolvimento socio-econômico. Nesta ocasião examinou-se a necessidade do “uso prudente das áreas úmidas” - exploração dos seus benefícios e garantia da manutenção dos elementos e funções que produzem estes benefícios - e considerou-se este item de igual importância à proteção de áreas de Importância Internacional (IUCN, 1987).

Cada área úmida é composta por uma série de componentes físicos, biológicos e químicos, como: solos, água, espécies animais e vegetais, e nutrientes. A função de cada área é o resultado do processo entre estes componentes. Os ecossistemas, como um todo, têm atributos (diversidade biológica, patrimônio cultural, etc.) que têm valor por induzirem a certos usos, ou por serem valiosos por si mesmos. Os valores de uma área úmida são os seus componentes, funções ou atributos que podem ser valorados ou benéficos à sociedade (IUCN, 1989). Neste trabalho da IUCN são citadas funções, o potencial como estoque e atributos das áreas úmidas.

- Funções: (i) recarga da água de aquíferos; (ii) descarga da água de aquíferos; (iii) controle de enchentes; (iv) estabilização das margens e

costas, e controle de erosão; (v) retenção de sedimentos, nutrientes e elementos tóxicos; (vi) exportação de biomassa; (vii) habitat para peixes; (viii) proteção contra tempestades e quebra vento; (ix) estabilização do microclima; e (x) transporte de água.

- Estoques: (i) recursos florestais; (ii) recursos da vida silvestre; (iii) recursos pesqueiros; (iv) para busca de alimentos (forage); (v) recursos agrícolas; e (vi) suprimento de água.
- Atributos: (i) diversidade biológica; (ii) patrimônio e aspectos culturais únicos.

São apontadas também outras funções como: recreação, educação, pesquisa e valores estéticos (RELATÓRIO FINAL DO FÓRUM DE POLÍTICAS NACIONAIS DE ÁREAS ÚMIDAS DOS EUA, 1988). Apesar de nenhuma área úmida sozinha conter todas as funções descritas, todos os sistemas de áreas úmidas naturais produzem benefícios múltiplos. Em contraste, a maior parte dos projetos de desenvolvimento relacionados a estas áreas, valoriza e explora intensamente uma característica particular, como agricultura ou pesca. As limitações desta visão têm sido discutidas e existe uma crescente conscientização que, para atingirmos as necessidades e objetivos do desenvolvimento das sociedades humanas, o potencial destes ecossistemas deve ser mantido na sua integridade funcional, e não na conversão, para um propósito único. Isto significa que sob condições adequadas de manejo, em suas condições naturais, estes ecossistemas provêm uma larga amplitude de produtos e serviços que suportam diferentes formas de atividades econômicas (IUCN 1989).

A quantidade e variedade de habitats compreendidos sob a Convenção de Ramsar é muito grande. De acordo com suas características biológicas e físicas, uma classificação destes diferentes habitats produz pelo menos 30 classes de áreas úmidas naturais e 9 artificiais. Essas classes, com o objetivo de planificação e conservação, podem ser reduzidas a sete unidades paisagísticas, que correspondem às áreas úmidas, ou das quais elas são componentes importantes, que são: estuários; costas abertas;

planícies de inundação; pântanos de água doce; lagos; turfas e bosques de inundação (DUGAN 1992).

### **2.1.2 - As Planícies de Inundação**

Dentre as áreas úmidas, as planícies de inundação são definidas como a zona compreendida entre o canal de um rio e as terras altas à borda de um vale, onde ocorrem inundações periódicas (DUGAN, 1992). Esta é uma característica comum dos rios em muitas partes do mundo, e que podem cobrir vastas áreas que incluem pastos pantanosos, bosques de inundação, lagos e outras depressões.

As planícies de inundação são em geral ecossistemas muito produtivos, servindo de suporte a atividades humanas e a vida de animais silvestres. Muitas destas áreas são constituídas de pastagens intercaladas com lagos de inundação e pequenas áreas florestadas, porém, outras são ou eram, completamente florestadas (FISELIER, 1990).

Na África, Ásia e América Latina, desde os tempos antigos as planícies de inundação foram centros de populações humanas. Atualmente, estas áreas que nutriram as grandes civilizações como as Mesopotâmicas, Egípcias, Nigerianas, Indianas, Astecas e Maias, continuam produzindo bens e serviços que são essenciais para a saúde, bem estar e segurança das pessoas que vivem dentro ou perto delas, bem como continuam a ter um papel central em muitas economias nacionais (IUCN, 1989).

Analisando os critérios para o uso prudente das planícies de inundação, foram apontados três fatores como cruciais para a formulação de opções de desenvolvimento: (i) sustentabilidade; (ii) prioridades das populações afetadas; e (iii) preservação da biodiversidade. Na visão do autor, a sustentabilidade não é um conceito puramente ecológico, mas que inclui aspectos sociais e econômicos. Atividades que requerem um grande investimento de capital e de trabalho para o seu manejo e controle, acarretam em mudanças econômicas e políticas maiores, e a uma menor probabilidade de se tornarem sustentáveis. Da mesma forma as políticas ou estratégias de desenvolvimento que não considerarem as necessidades dos habitantes

locais estão fadadas a falharem, se não de imediato, a curto prazo. O autor conclui que a integridade destas áreas só pode ser garantida se os fluxos de inundação são mantidos, e neste caso, uma utilização moderada da vida selvagem e de seus habitats pode ser compatível com a conservação (FISELIER, 1990).

As várzeas se enquadram como um dos ecossistemas das planícies de inundação, que estão sob as medidas internacionais adotadas, desde a Convenção de Ramsar, para a conservação das áreas úmidas. Apesar destas medidas datarem de 1971, o Brasil, estabelece o Decreto Federal nº 86.146, de 23 de junho de 1981, que institui o Programa Nacional para Aproveitamento das Várzeas Irrigáveis (Pró-Várzeas Nacional). O programa promove o aproveitamento “racional”, diz-se “econômico”, das várzeas irrigáveis, consideradas até então subutilizadas ou inteiramente ociosas. O programa tinha por objetivo beneficiar o pequeno produtor, e em curto prazo aumentar a produção nacional de alimentos. Porém, o enfoque de desenvolvimento adotado, incultava na opinião pública a concepção de que determinada superfície só tem valor se “produzir” dinheiro, o que deixou as várzeas sob uma ótica de terras inúteis, com brejos e matas sem nenhum valor econômico (SOFFIATI, 1982).

A pressão realizada pelo crescimento demográfico, a relativamente baixa produtividade das atividades de agricultura tradicionais, a necessidade de energia elétrica, e uma maior e mais segura produção de alimentos, desencadeou a conversão das várzeas. O seu valor econômico, que dá suporte às atividades tradicionais, e suas funções regulatórias são muitas vezes esquecidas na análise custo benefício, e avaliações de impacto ambiental raramente são levadas a cabo. Muitos dos projetos de irrigação e de construção de barragens falharam. Feitos muitas vezes às custas de investimentos nacionais, acarretaram inclusive num empobrecimento local (FISELIER, 1990).

Muitas das planícies de inundação são encontradas em zonas costeiras baixas, desembocando em deltas estuarinos (DUNGAN, 1992). Esta é a situação encontrada no Vale do Ribeira, onde as planícies de inundação são encontradas às margens do Rio Ribeira, e em sua foz é formado o complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia. Nestas planícies de inundação são encontrados as florestas de caixeta

(caixetais), passíveis de serem manejadas, conciliando os benefícios econômicos de uma atividade tradicionalmente realizada pela população local, à conservação ambiental (VIANA et al, 1995).

### **2.1.3 - O Problema da Conversão de Áreas Úmidas**

A conversão de áreas úmidas é um problema mundial que engloba países desenvolvidos e em desenvolvimento. Mais da metade da população mundial vivem em áreas costeiras. Os vales dos rios e as margens de lagos têm sido foco de assentamentos humanos desde os tempos mais antigos. As comunidades que se instalaram nessas regiões, visavam explorar várias características desses sistemas, sendo as mais importantes, o fácil acesso por terra ou água, os terrenos planos e a alta produtividade (IUCN, 1989).

Por séculos a drenagem destes ambientes tem sido vista como um progresso que aumenta a qualidade de vida e o bem estar da sociedade humana. Este tipo de visão refletiu inicialmente na legislação dos países industrializados, como a US Federal Land Acts de 1850 e 1860, que foi estabelecida para diminuir os perigos das enchentes, aumentar o saneamento e liberar terras para a agricultura (THE NATIONAL WETLANDS POLICY FORUM, 1988). Construído sob esta idéia de perigo, e sustentado pela preocupação de colocá-las sob um melhor uso, os governos e particulares investiram bilhões de dólares para a conversão das áreas úmidas.

Foram relatados nos Estados Unidos perdas de aproximadamente 54% (87 milhões de hectares) de suas áreas úmidas originais, valor que pode ser ainda maior se considerado a nível local. Na Europa, essas taxas de perdas foram pior documentadas, porém com sua alta densidade demográfica espera-se que a perda tenha sido maior. A Grã-Bretanha perdeu 40% de suas áreas úmidas costeiras desde 1960, e estima-se que dois terços das áreas restantes estão seriamente afetadas pela drenagem e atividades similares. Para os países em desenvolvimento pouca informação sobre a perda destes ecossistemas pode ser encontrada, porém, existem razões para crer que ecossistemas inteiros estão sob ameaça. Nas Philipinas, aproximadamente 300 mil hectares (67%)

dos manguezais, foram perdidos em um período de 60 anos, de 1920-1980 (IUCN, 1989). No Brasil, maior parte dos ecossistemas estuarinos tem sido degradados como consequência da poluição (DIEGUES, 1990).

Foram apontadas diversas razões para a perda das áreas úmidas. Analisando em específico as planícies de inundação, as mais importantes são: (i) drenagem para a agricultura, reflorestamento e controle de insetos; (ii) aterro para depósitos de lixos sólidos, construção de ruas, comércio, residências e desenvolvimento industrial; (iii) construção de diques e barragens para controle de vazão, suprimento de água e irrigação; (iv) descargas de pesticidas, herbicidas e nutrientes oriundos de detritos domésticos e erosão agrícola. São consideradas também causas naturais como: (i) efeitos bióticos e (ii) seca (DUGAN, 1992).

Uma perda inaceitável de uma alta proporção das áreas úmidas tem gerado custos sociais generalizados. A maior parte dessas perdas têm se dado de forma consciente, mesmo que muitas vezes, como consequência da indisponibilidade de informações, de um planejamento inadequado, da falta de políticas apropriadas ou de más práticas de manejo (IUCN, 1989).

A variedade e complexidade dos problemas enfrentados para a conservação das áreas úmidas são um enorme desafio para a sociedade. Os recursos existentes são limitados, sendo importante identificar as prioridades. A seguir serão apresenta doze prioridades de ação para a conservação de áreas úmidas: (i) apoiar programas nacionais e regionais de conservação; (ii) melhorar a quantidade e qualidade de informações existentes sobre estes ecossistemas; (iii) desenvolver políticas nacionais que respaldem a conservação das áreas e promovam a criação de uma legislação apropriada; (iv) melhorar as metodologias para o planejamento do uso dos ecossistemas úmidos; (v) apoiar a conservação de habitats críticos; (vi) criar instrumentos de conservação de áreas úmidas que contribuam com o desenvolvimento sustentável; (vii) fortalecer as instituições que se dediquem ao seu manejo; (viii) aumentar a aceitação dos princípios e conceitos de conservação de áreas úmidas dentro do governo e do setor privado; (ix) fortalecer a colaboração internacional para a sua conservação; (x) apoiar sua conservação através da assistência para o desenvolvimento; (xi) melhorar a cooperação entre instituições internacionais que



trabalham com sua conservação e aspectos relacionados; (xii) identificar e desenvolver ações para enfrentar os problemas críticos do século XXI (DUGAN, 1992).

É necessário o envolvimento das populações tradicionais, locais e/ou indígenas em projetos de desenvolvimento ou conservação. Os projetos são frequentemente elaborados por consultores, técnicos e agências exógenas, que visam melhorar as condições de vida das populações locais ou sua situação ambiental, através de mudanças tecnológicas ou socio-econômicas. De acordo com a teoria de “modernização”, as técnicas tradicionais de manejo são primitivas e precisam ser mudadas. Entretanto, as técnicas tradicionais são resultado de um longo processo de adaptação cultural e ecológica e estão inseridas em um contexto onde a demanda dos recursos não é alta. À medida que esta demanda aumenta, aumentam também a intensidade de uso dos recursos naturais, como consequência, as técnicas tradicionais e anteriormente eficientes são abandonadas pelas populações locais (DIEGUES, 1990).

#### **2.1.4 - Conclusões**

Como conclusão dos trabalhos que têm sido feitos sobre os ecossistemas úmidos, em especial sobre as planícies de inundação, tem-se que as pressões constantes sobre estes ecossistemas têm levado à determinação de estratégias e medidas para a conservação dos mesmos. Tais medidas, embora importantes, não têm sido efetivas no sentido de evitar a conversão dos ecossistemas úmidos para outros tipos de uso dos solos, pois são em sua maioria de cunho político e legislativo.

Os principais problemas para a proposição de medidas mais eficientes têm sido a falta de conhecimentos técnicos sobre o funcionamento das áreas úmidas e a desconsideração das necessidades das populações tradicionais que se utilizam destes recursos para sua sobrevivência.

Para evitar o aumento da conversão das áreas úmidas em atividades que visem somente benefícios econômicos, é necessário encontrar formas de manejo que aliem

benefícios econômicos à manutenção das funções ecológicas. Para isso são necessários conhecimentos técnicos e científicos, e considerar-se os conhecimentos e necessidades de populações tradicionais, para dar apoio ao desenvolvimento político e legislativo adequados.

## **2.2 - IMPACTOS DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL E CONVERSÃO DE ECOSISTEMAS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS.**

### **2.2.1 - Histórico sobre estudos em bacias hidrográficas**

Hidrologia é a ciência da água que trata do ciclo hidrológico, da precipitação às várias fases da água na superfície terrestre: interceptação pela vegetação; infiltração no solo; escoamento superficial; e drenagem para lençóis e aquíferos. Eventualmente, a água que não evaporou durante estas fases, vai por gravidade até o mar, dali ela evapora e cai de novo através da chuva. Devido ao ciclo constante de evaporação e precipitação a água é considerada como um recurso renovável, apesar de o homem poder perdê-la ou poluí-la (MCCULLOCH & ROBINSON, 1993).

Os estudos sobre as civilizações antigas indicam que o conhecimento humano estava bem versado a respeito do uso e manejo da água; a tecnologia precedeu a ciência hidrológica por centenas de anos. A tecnologia é resultado do aproveitamento sistemático de todo o conhecimento e experiência de se produzir algo prático e comercialmente útil, que pode ser um produto, um processo de manufatura, um sistema, um serviço ou uma metodologia (MALPAS & WATSON, 1991).

Por outro lado, ainda hoje é bastante difícil a predição de eventos catastróficos ou mesmo prever os resultados das ações humanas, como os desmatamentos generalizados. Estudos comparativos em hidrologia florestal iniciaram, nos Estados Unidos, em 1909, com o primeiro estudo em bacias hidrográficas pareadas, na Wagon Wheel Gap, Colorado. O objetivo do estudo foi medir o efeito da exploração florestal na produção anual de água (BATES & HENRY \* apud STEDNICK, 1996). Desde

então muitos estudos similares têm sido desenvolvidos, e o EUA se destacam, de longe, no número e na contribuição que têm dado.

A mais recente revisão sobre os estudos dos efeitos da exploração florestal na produção de água em bacias hidrográficas nos Estados Unidos foi realizada por STEDNICK (1996). Neste trabalho são apontadas as dificuldades em prever as mudanças na produção anual de água, decorrentes da exploração, devido à complexidade e não linearidade das respostas. Em geral, alterações inferiores a 20% na cobertura florestal não influenciam significativamente nas medições do deflúvio. O autor sugere que devido às mudanças na concepção dos objetivos do manejo da paisagem, as práticas de manejo florestal levarão a reduções de no máximo 20% da cobertura florestal de uma bacia.

Na Suíça, o primeiro estudo em bacias hidrográficas iniciou em 1900. Devido a experiência de quase cem anos, poderia acreditar-se possível prever com confiabilidade o comportamento de uma bacia sob diferentes regimes de manejo. Porém, pouco das informações produzidas são úteis para prever a resposta hidrológica de uma bacia florestada, a uma mudança em seu manejo, especialmente quando são considerados locais e escalas distintas dos usados nas áreas de estudos (MCCULLOCH & ROBINSON, 1993).

Grande parte dos estudos que correlacionaram a produção anual de água com alterações da cobertura vegetal chegaram a resultados similares. Normalmente, encontra-se um aumento da produção de água com a diminuição da cobertura florestal (BOSCH & HEWLETT, 1982; CORNISH, 1993; HORNBECK et al., 1993). Este aumento inicial está diretamente relacionado à porcentagem da cobertura florestal explorada. Alguns anos após o tratamento, os níveis de produção de água voltam aos pré exploratórios. O número de anos em que isto ocorre está relacionado à velocidade de regeneração das florestas em questão. HORNBECK (1993), conclui que dificilmente este número ultrapassa a dez anos. Nas épocas de maior desenvolvimento da regeneração os valores de produção de água chegam a ser inferiores aos pré exploratórios, sugerindo uma maior evapotranspiração do sistema nestas condições.

Apesar da origem antiga da reflexão sobre processos hidrológicos, até recentemente pouca consideração foi dada a estudos de qualidade da água. Atualmente há um crescente reconhecimento da interação entre os processos naturais internos do ciclo hidrológico, e os efeitos externos (efeitos antropogênicos como a deposição de óxidos de nitrato e sulfato), correlacionando principalmente aos efeitos da “chuva ácida”, e as possíveis implicações dos desmatamentos e reflorestamentos (CHISTORPHENSEN & NEAL, 1990).

Por muito tempo foi amplamente aceito que a floresta era uma proteção natural para a pureza química e biológica dos cursos d’água. Os estudos realizados até recentemente, sobre os impactos da mudança no uso dos solos em uma bacia hidrográfica, foram totalmente enfatizados a aspectos relativos à quantidade de água, com poucas considerações sobre a qualidade de água (MCCULLOCH & ROBINSON, 1993).

### **2.2.2 - Estudos sobre os impactos da exploração florestal na qualidade da água**

O conceito de qualidade da água se expressa com base em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, em associação com o material mineral e orgânico dissolvido ou em suspensão. Geralmente se define a qualidade da água de acordo com um determinado uso: água potável; água para irrigação; água para produção hidroelétrica; etc. (STADTMÜLLER, 1994).

Os solos florestais são excelentes filtros naturais para a água, bacias com cobertura florestal produzem água de boa qualidade devido à alta capacidade de infiltração dos seus solos, às baixas taxas de escoamento superficial e a ausência de erosão acelerada (TARRANT, 1970).

Para estimar impactos hidrológicos é recomendado dividir o manejo florestal nos seguintes componentes: (i) derrubada de árvores; (ii) extração da madeira; e (iii) estradas florestais. O impacto da derrubada relaciona-se principalmente com a diminuição da cobertura e alteração da arquitetura do dossel, o que introduz alterações microclimáticas e em alguns casos pode afetar também a qualidade da

água. Os impactos da extração de madeira dependem principalmente do sistema de aproveitamento, dos tipos de máquinas e dos mecanismos de controle. As estradas de arraste geralmente causam os impactos mais severos, de todos os componentes do manejo, devido às deficiências na planificação, no desenho, na construção e na manutenção (STADTMÜLLER, 1994). As intervenções silviculturais e operações de manejo florestal podem alterar o regime hídrico, provocar erosão e alterar parâmetros da qualidade de água como os sedimentos, turbidez, temperatura e oxigênio dissolvido.

A qualidade da água do deflúvio em condições naturais, tanto para espécies de eucalipto como para outras espécies florestais, é mais dependente da geologia e do solo da bacia hidrográfica, assim como do regime de chuvas da região, através da interação dos processos hidrológicos envolvidos na geração do deflúvio pela bacia. Em certas situações, a substituição da cobertura florestal por gramíneas ou por culturas agrícolas pode resultar num aumento significativo da concentração salina do deflúvio, e numa alteração significativa do balanço hídrico (LIMA, 1993).

No oeste da Austrália, estudos dos efeitos da exploração florestal em faixas de mata ciliar, reduzindo sua largura de 200m para 100m, e de 100m para 50m, provocaram um "boom" de algas após a exploração em todos os corpos d'água de velocidade lenta ou estacionários, provavelmente devido a um aumento da incidência de luz, aumento de matéria orgânica, e diminuição da velocidade da água devido aos resíduos florestais. O autor conclui que, apesar do "boom" de algas, a redução das matas ciliares à metade de sua largura original não afetou significativamente os cursos e a qualidade da água (BORG, 1988).

Estudos do efeito do corte e exploração de uma plantação de *Pinus caribea* sobre processos hidrológicos, no arquipélago de Fiji, indicam que apesar de um distúrbio severo na bacia, e de uma alta entrada de nutrientes no solo, após a queima, mudanças na concentração de íons no leito do rio foram relativamente pequenas, sugerindo uma alta retenção de nutrientes no solo. O fato está relacionado a um aumento das reservas de nutrientes do solo observadas, o que pode ser justificado pela baixa pluviosidade após a queima e a uma alta capacidade de retenção do solo (WATERLOO, 1994). Por outro lado, estudos específicos com a qualidade da água,

na mesma área, apontam um decréscimo na qualidade da água como resultado do aumento da erosão durante e após a exploração (ASSENBERG apud WATERLOO, 1994).

Foi comparada a concentração de solutos da água da chuva, com a água do escoamento superficial, em uma área de três hectares com a rocha de origem exposta. O aumento da concentração de  $\text{SO}_4$  e  $\text{H}^+$  na água do escoamento superficial foi relacionado à lavagem do ácido  $\text{SO}_4$ , depositado durante o período de seca. Não foram encontrados minerais sulfatos na formação da rocha de origem, sendo toda a deposição considerada vinda da atmosfera, normalmente relacionado à combustão de combustíveis fósseis (PETERS, 1994).

Diferentes práticas de manejo florestal surtem efeitos distintos no que se refere à qualidade da água. O tipo de preparo dos solos é um dos fatores que pode acarretar impactos negativos. MALMER (1996), estudando impacto do preparo do terreno, para plantios florestais, em uma floresta tropical na Malásia, comparou três tipos de preparo do solo: (i) extração da madeira com trator, queima e plantio (prática usual); (ii) extração manual, sem queima, e plantio (baixo impacto); (iii) limpeza de capoeira, queima e plantio; (iv) testemunhas. A elevação na concentração de sedimentos suspensos, oriundos da prática usual, voltaram aos níveis normais dois anos após o tratamento. Nas condições de baixo impacto houve redução, de em média 50%, dos impactos negativos da perda de nutrientes, da siltização e do escoamento superficial do sítio. O estudo demonstra: (a) a importância de se desenvolverem técnicas que reduzam os distúrbios dos solos; (b) de se deixar maior quantidade de vegetação viva com sistema radicular ativo; e (c) de se evitar queimadas.

A qualidade da água do deflúvio é afetada com mudanças na quantidade de sólidos dissolvidos, de matéria particulada (sedimentos e matéria orgânica) e mudanças na atividade biológica (ex.: algas e bactérias). É fato que o manejo florestal pode alterar a qualidade da água, apesar de ainda ser muito difícil prever os impactos neste sentido. Muitos destes impactos podem ser evitados, adotando-se técnicas mais apropriadas (WATERLOO, 1994; MALMER, 1996).

### 2.2.3 Impactos da Exploração Florestal em Planícies de Inundação

As planícies de inundação mostram diferenças fundamentais relativamente aos sistemas clássicos de rio e lago, e ao ambiente terrestre, podendo serem tratadas como ecossistemas específicos (JUNK, 1980). O seu funcionamento deriva de seu caráter espacial entre ecossistemas terrestres e aquáticos. Esta situação espacial ou temporal traz uma série de implicações, pois embora dividam características e sejam influenciadas por estes ecossistemas, são distintas de ambos e possuem características ecológicas únicas (WHITAKER, 1993). Nos ecossistemas úmidos, o regime hidrológico pode modificar aspectos como a riqueza e composição das espécies, a produção primária, deposição e fluxo orgânico e o ciclo de nutrientes (GOSSELINK & TURNER, 1978).

O Brasil apresenta grandes extensões de planícies de inundação, principalmente na bacia Amazônica, na bacia do Rio Paraná (Pantanal), e na região da Mata Atlântica. Para as planícies de inundação da Amazônia Central já existe uma boa compreensão das relações entre os aspectos hidrológicos com a fauna, flora e a produtividade bruta do ecossistema (JUNK, 1997). As espécies arbóreas que crescem nos solos que sofrem inundações anuais apresentam um ritmo de crescimento também anual, com dormência cambial durante a fase aquática (WORBES, 1997).

Poucos trabalhos têm sido feitos no que se refere ao impacto de exploração florestal em planícies de inundação. Apesar de existirem muitas espécies florestais de valor comercial nestas condições, pouco se conhece sobre as características destas espécies, e de sua relação com o ambiente. Exemplo típico deste desconhecimento é a virola (*Virola surinamensis* (Rol.) Warb.) que apesar de ter uma grande importância econômica, a estrutura e funcionamento das florestas onde a espécie ocorre permanecem pouco conhecidas (MACEDO, 1996).

Até recentemente, os impactos ecológicos da exploração seletiva, nas planícies de inundação eram mínimos. Entretanto, uma demanda crescente destes produtos está transformando a exploração madeireira nestas áreas. MACEDO & ANDERSON (1993), concluíram que o alto grau de exploração da virola, provocaram mudanças dramáticas no seu povoamento.

A falta de informações silviculturais como o incremento médio anual, a densidade por hectare, a regeneração, entre outros, são um problema para o manejo de inúmeras espécies. Quando se trata de áreas alagadas é necessário compreender a relação entre o regime hidrológico e características ecológicas e silviculturais destas espécies.

As relações entre a água superficial e a sub-superficial de uma área alagada, em relação à bacia hidrográfica, determinam a profundidade, duração e padrões de inundação da área alagada. Estes fatores determinam o tipo de vegetação, o solo, e a função da área alagada dentro da bacia (OWEN, 1995). A classificação, a determinação da função e o estabelecimento de planos de restauração, requerem o conhecimento das fontes, quantidades e o tempo de entrada e saída da água de uma área alagada (BRINSON, 1993).

Infelizmente, devido à natureza complexa da relação entre a área alagada e a bacia, ainda existe uma grande incerteza das fontes e funções hidrológicas dos diferentes tipos de áreas alagadas (CARTER, 1986). A maior parte dos estudos hidrológicos de áreas alagadas têm sido conduzidos em sistemas relativamente simples, onde os componentes das fontes hidrológicas podem ser estimadas (OWEN, 1995). Áreas alagadas que se encontram às margens de lagos ou rios são inerentemente mais difíceis de serem estudadas devido a dificuldade de medidas precisas do fluxo entre a superfície da área alagada e o rio ou lago (KADLEC, 1990)

Um estudo do fluxo hidrológico em uma área alagada turfosa, urbana, com vegetação de gramíneas, em Wisconsin, EUA e encontrou que as principais fontes de água, para esta área, são a chuva e as áreas à montante (OWEN, 1995). A área alagada contribuiu com menos de 1% do fluxo total do rio, durante o período de estudo, o que sugere a importância das áreas alagáveis na recarga de água subterrânea. O estudo foi orientado somente para as funções relacionadas à quantidade de água, não se atentando a medir aspectos relacionados à qualidade da água. A autora sugere um importante papel neste sentido uma vez que boa parte da água que atinge a área vem de áreas urbanas, provavelmente com muitos poluentes. Devido a área alagada reter quase toda a água que nela chega, em essência, esses poluentes seriam filtrados por ela.



Em uma microbacia localizada em Llanbrynmair Moor in Mid-Wales, Inglaterra, foi estudada a influência de um pequeno remanescente de uma área alagada, na qualidade de água, pelo efeito do desmatamento à montante da área (EMMETT et al. 1994). Neste trabalho concluiu-se que a área foi efetiva na redução de concentração de vários solutos do rio, em particular os Fosfatos, 94%, e o Nitrogênio, 38%. O objetivo do trabalho foi medir o “efeito tampão” das áreas alagadas, como um mitigador do impacto de outras práticas culturais.

#### **2.2.4 - Diferentes usos do solo e os impactos nos recursos hídricos**

A conversão de ecossistemas, principalmente neste último século, é uma das principais conseqüências associadas às agricultura “moderna” e à revolução verde. Com o objetivo de suprir a demanda de madeira, polpa e terras para vários fins agrícolas, as florestas tropicais têm sido desmatadas em níveis crescentes (LANLY et al., 1991).

Um dos principais obstáculos ao manejo sustentável das florestas é sua baixa rentabilidade quando comparada a outros sistemas de uso da terra (WAYTT-SMITH, 1987). Isso se deve a uma série de fatores, dentre os quais podemos destacar aqueles ligados às políticas governamentais (incentivos à agricultura, taxas de juros, etc.), fatores culturais (tradição agrícola dos imigrantes, etc.) e baixo nível tecnológico (especialmente relacionado ao manejo de florestas naturais). Enquanto o manejo florestal for menos atraente do que outros usos econômicos da terra, as florestas, fora das unidades de conservação, continuarão a diminuir (GRAAF, 1986).

Com a conversão dos ecossistemas várias características e interações naturais são alteradas ou deixam de existir. O ciclo hidrológico é uma das características que sofre mudanças, com a conversão. Ao fazer uso dos recursos naturais, o homem deveria primeiramente conhecer as interações entre o ciclo de nutrientes e o ciclo hidrológico. O manejo florestal pode aumentar ou diminuir as taxas de deflúvio, e alterar o equilíbrio entre material dissolvido e material em

suspensão no curso d'água, de uma bacia hidrográfica (BORMANN & LIKENS, 1967).

Uma das formas de valorização das florestas são os produtos oriundos diretamente dos recursos florestais. Existem outros bens e serviços que o ecossistema florestal fornece, e que são difíceis de serem valorados. Dentre os serviços que este ecossistema fornece, pode-se ressaltar a produção de água. A água proveniente de bacias com cobertura florestal se caracteriza pelo baixo conteúdo de sedimentos, baixa turbidez, baixo conteúdo de organismos infecciosos, baixa temperatura, bem como um alto valor de oxigênio dissolvido (TARRANT, 1970). Estas características são altamente desejáveis, principalmente quando se considera a água com fins de consumo humano ou outros fins nobres.

Estudos da influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG, mostraram diferenças significativas, nas águas do deflúvio, para os parâmetros: pH, condutividade elétrica, turbidez, Ca e Fe. A floresta existente na Bacia do Paraíso protegeu o solo das lixiviações dos elementos químicos estudados, e o material orgânico protegeu o solo dos fenômenos de erosão provocados pelas precipitações intensas. A bacia do Palmital apresentou os cursos d'água carregados de partículas em suspensão, consequência do aumento da velocidade e do volume do escoamento superficial, devido a falta de cobertura florestal e declividade elevada da região (CASTRO, 1980).

Muitos dos estudos sobre os processos hidrológicos relacionados à conversão dos ecossistemas têm se preocupado com as alterações na quantidade de água produzida por uma determinada bacia. O principal motivo que levou a estes estudos foi a preocupação em compreender como os diferentes usos do solo podem afetar os mananciais de água utilizados no abastecimento público. Neste sentido podem ser encontrados vários trabalhos que estudaram as diferenças, na produção de água, relacionada à conversão de pastagens em plantações florestais (SMITH, 1987; FAHEY & WATSON, 1991; DUNCAN, 1995; CALDER et al, 1995).

Todos os trabalhos citados encontram uma maior produção de água em bacias hidrográficas com pastagens, comparadas com as de plantio florestal, mesmo durante os períodos secos. A produção de água chegou a diminuir 20% a partir do sétimo ano

de plantio (FAHEY & WATSON, 1991). Segundo CALDER et al. (1995), o aumento estaria relacionado à maior evapotranspiração do sistema florestal, devido: (i) maior evaporação da interceptação da água devido a superfície rugosa das florestas, o que confere um maior transporte do vapor d'água para a atmosfera como consequência da aerodinâmica; e (ii) ao sistema radicular das florestas ser mais profundo, o que permite a floresta manter a transpiração durante períodos secos.

Até hoje, permanece uma lacuna no conhecimento mais abrangente sobre os impactos hidrológicos do manejo florestal, principalmente no que se refere à qualidade da água (MCCULLOCH & ROBINSON, 1993).

### **2.2.5 - Conclusões**

O ecossistema florestal está associado a uma grande perda de água através da evapotranspiração, sendo de maneira geral, maior do que a de culturas agrícolas. Um manejo adequado da cobertura vegetal em bacias hidrográficas pode resultar em um aumento da produção de água desta bacia.

Apesar destas premissas básicas e do empenho da hidrologia em compreender como as ações antrópicas influenciam características do deflúvio e da qualidade da água, de maneira geral, ainda muito pouco pode ser previsto com relação às consequências das alterações na cobertura florestal nas características hidrológicas.

No caso das áreas úmidas o desafio está em compreender como as características do fluxo hidrológico influenciam e determinam o tipo de vegetação deste ecossistema, bem como compreender as interações destas áreas com a paisagem, como um todo.

## 2.3 - O BOM MANEJO FLORESTAL

### 2.3.1 - O paradigma da sustentabilidade

Na Alemanha, durante o séc. XIX, teve origem o conceito de manejo florestal em regime de rendimento sustentável. O conceito baseia-se no princípio de um índice de exploração florestal anual, que não exceda ao índice de crescimento volumétrico anual das árvores. Porém este conceito não garante a integridade ecológica do ecossistema, como por exemplo, quando ocorre o corte raso de grandes extensões florestais, ou uso indiscriminado de produtos químicos (DONOVAN, 1996).

Durante os anos setenta surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável, para o qual existem diversas definições. CAMINO & MÜLLER (1993), apresentam os principais pontos em comum encontrados nestas definições: (i) há uma base finita de recursos, com valores e potenciais quantificáveis e aproveitáveis, e também com valores não comerciáveis ou quantificáveis diretamente; (ii) a base dos recursos naturais deve permitir satisfazer as necessidades das gerações presentes e futuras; (iii) as bases finitas impõem limites que impedem o crescimento indefinido, sendo escassos os textos de economia que mencionam o tema da capacidade de carga, fundamental na ecologia; (iv) a base dos recursos pode ser ampliada por meio de mudanças tecnológicas, institucionais e através da planificação estratégica com cenários futuros possíveis; (v) é de vital importância considerar o número de pessoas cujas necessidades atuais e futuras terão de ser satisfeitas.

A FAO (1991), definiu desenvolvimento sustentável como: “o manejo e conservação da base dos recursos naturais e a orientação da mudança tecnológica e institucional, de maneira que assegure a satisfação contínua das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras.”

Acompanhando as mudanças do paradigma do desenvolvimento, o setor florestal nos anos oitenta, cria o conceito de Manejo Florestal Sustentável, que é definido como o princípio que assegura, para as gerações presentes e futuras, uma

produção de madeira, de benefícios intrínsecos da floresta e outros bens em forma perpétua e ótima.

Idealmente, o Manejo Florestal Sustentável é a meta a qual, os ambientalistas, os manejadores de florestas, a sociedade civil e o setor econômico, querem chegar. Porém, atualmente em algumas regiões é bastante difícil definir o que é sustentável, devido a falta de conhecimentos ecológicos, silviculturais, socio-econômicos e culturais. Por outro lado, através de uma análise dos conflitos e impactos ambientais e socio-econômicos, é claramente identificável os níveis de produção não sustentáveis (DONOVAN, 1996).

Com o objetivo de adequar o conceito do Manejo Sustentável, à realidade das práticas existentes, surge, nos anos 90, o conceito de Bom Manejo Florestal. O conceito é aplicado para áreas florestais que estão sob as melhores técnicas/sistema de manejo, que podem ser aplicadas para aquela situação, e aceitáveis para todos os grupos de interesse envolvidos. Neste sentido o conceito abrange: (i) o conhecimento científico, atualizado, a respeito do ecossistema em questão; (ii) as informações existentes sobre as espécies a serem manejadas; (iii) o conhecimento das populações tradicionais e indígenas; (iv) o valor cultural e econômico que determinadas áreas têm para as populações tradicionais e indígenas; (v) a viabilidade econômica do manejo da forma que é proposta; e (vi) a melhoria das condições dos trabalhadores envolvidos com as operações florestais (VIANA, 1997)<sup>1</sup>.

O bom manejo florestal alia práticas ambientalmente adequadas, socialmente justas, e economicamente viáveis, e depende das interrelações específicas do manejo florestal com a sociedade e o ambiente do entorno.

### **2.3.2 - A busca de critérios e indicadores do bom manejo florestal**

O desafio decorrente da busca do desenvolvimento sustentável, mais especificamente do manejo florestal sustentável, e da sua tradução para bom manejo

---

<sup>1</sup> VIANA, V. O contexto histórico da certificação e as suas perspectivas atuais (transparência) Itatinga, Horto Florestal, 1997

florestal, está em definir os Princípios, Critérios e Indicadores, que devem reger este conceito.

O desenvolvimento implica em riscos e incertezas, portanto existe a necessidade de manter a situação controlada, dentro de limites tolerantes, para os grupos de variáveis mais críticas com relação à sustentabilidade. Neste sentido, é necessário definir um marco conceitual, que permita decidir o que se quer e o que se deve monitorar (CAMINO & MÜLLER, 1993). Os impactos das intervenções podem ser positivos ou negativos, significativos ou insignificantes, imediatos ou a longo prazo, sendo necessário monitorar todos eles. Os critérios e indicadores são ferramentas que permitam analisar a evolução do processo, e que dependem dos níveis de análises dos componentes e etapas do processo que se vai monitorar (WINOGRAD, 1995).

Poucos critérios de sustentabilidade serão universais. Uma definição precisa de sustentabilidade deve ser cunhada a nível local, revisadas as demandas sociais e tecnológicas e outras condições. É imprescindível considerar os planos de manejo, a participação dos grupos de interesse, o monitoramento e a reciclagem técnica, científica e política, contínuas (UPTON & BASS, 1996). Os autores identificaram as principais iniciativas internacionais para determinar os critérios de manejo florestal sustentável: (i) FSC (1993) - Forest Stewardship Council - Dez Princípios e Critérios de Manejo Florestal; (ii) CSD - Commission on Sustainable Development - Indicadores da Sustentabilidade; (iii) UNEP - United Nations Environment Programme - Indicadores de Biodiversidade; (iv) ITTO - International Tropical Timber Organization - Critérios para o manejo de florestas naturais e plantações nos trópicos; (v) ISO / CSA - International Organization for Standardisation / Canadian Standards Association - Padrões para sistemas de manejo ambiental (ISO 14 000) e para florestas (CSA); (vi) IUCN - International Union for Conservation of Nature - Indicadores da biodiversidade; (vii) CSCE (1993) - Conference on Security and Cooperation in Europe - Montreal Process - Indicadores para florestas boreais e temperadas; (viii) The Helsinki Process (1990) - Conferência ministerial para a Proteção das Florestas na Europa - Indicadores para florestas boreais e temperadas.

O CIFOR (Center for International Forest Research), que tem por objetivo, não criar critérios e indicadores, mas identificar os que são realistas e economicamente viáveis na avaliação da sustentabilidade do manejo florestal, apresenta algumas definições e atributos para estes itens (CIFOR, 1995).

1 - Princípios: vistos como os provedores da estrutura ideológica primária para o manejo florestal sustentável, são a base para justificar a inclusão de determinados critérios e indicadores para avaliar o sistema;

2 - Critérios: são elementos identificáveis da sustentabilidade, pelos quais o manejo florestal pode ser avaliado. As características desejáveis para os critérios são: a) sensibilidade ao "stress" do sistema; b) terem valores previsíveis; c) importância para os usuários; d) estarem claramente definidos; e) relevância a nível político; e f) estarem indubitavelmente relacionados ao objetivo da avaliação. Como exemplo é citada a resiliência do ecossistema florestal;

3 - Indicadores: são qualquer variável ou componente do ecossistema florestal ou do sistema de manejo em questão, usados para inferir atributos da sustentabilidade do recurso e da sua utilização. As características desejáveis para os indicadores são: a) proverem medidas de espaço e/ou tempo do sistema ou de seus componentes bio-físicos ou antropogênicos; b) estarem próximo e indubitavelmente relacionado aos objetivos da avaliação; c) mostrarem respostas dentro de intervalos adequados ao nível de "stress"; d) serem fáceis de detectar, registrar e interpretar; serem especificamente diagnosticáveis; e e) serem precisamente definidos. Como exemplo é citada fração  $m^3$  de biomassa destruídos /  $m^3$  de biomassa explorados.

Para identificar os critérios e indicadores mais apropriados, o CIFOR, realizou quatro testes de campo: (i) na Alemanha em Novembro de 1994; (ii) na Indonésia em Março de 1995; (iii) em Côte d'Ivoire em Junho de 1995; e (iv) no Brasil em Outubro de 1995. Nestes testes, os critérios e indicadores foram os que têm sido aplicados por organizações certificadoras, em específico: (a) Woodmark (Soil Association, Responsible Forestry Standards); (b) SmartWood Program (Rainforest Alliance); (c) Initiative Tropenwald (ITW); (d) the Green Label of the African Timber Organization

(ATO); (e) Lembaga Ekolabel Indonesia; e (f) Dutch Working Group (CIFOR, 1995b).

É de extrema importância a escolha de indicadores para medir a sustentabilidade de um sistema de produção, pois devem ser consistentes, porém não exaustivos. Consistentes no sentido de representarem as condições descritas, sensíveis e com uma base estatística ou de medição suficiente. Não devem ser exaustivos mas referir-se aos elementos mais significativos que estejam sob o manejo. Definir um número de indicadores é uma tarefa difícil, porém de seis a oito indicadores, parece ser um número razoável, já de 20 a 30, excessivo. Estas considerações são importantes dado os custos e complicações que tem o monitoramento de um sistema (CAMINO & MÜLLER, 1993).

### **2.3.3 - Padrões para a certificação florestal**

As certificadoras são organizações independentes, imparciais e capazes de demonstrar que sua organização e contratados, não sofram pressões comerciais, financeiras, ou outras, que possam influenciar ou por em dúvida as atividades de verificação e julgamento (UPTON & BASS, 1996). Apesar de a certificação em outros campos, como na agricultura orgânica, já existir a décadas, somente em 1990 a primeira operação florestal foi certificada. A base para a certificação são os padrões de manejo florestal, que para atingirem as necessidades dos vários grupos de interesse devem ser desenvolvidos através de um processo participatório e consensual (VIANA et al. 1996).

Princípios e critérios globais servem de estrutura para a determinação de padrões. Os padrões são aplicados a um tipo específico de ecossistema florestal e são a ferramenta primária para que as certificadoras avaliem as práticas de manejo neste ecossistema. Podem ser definidos como: uma medida de comparação entre as práticas de manejo existentes, em uma determinada unidade, e um conjunto de princípios e/ou condições ideais. Os padrões que englobam questões ambientais, sociais e econômicos não medem diretamente a sustentabilidade do manejo florestal. Isto requereria



conhecimento dos impactos a longo prazo sobre a floresta, que não existem atualmente, e talvez nunca existirão. Contudo, os padrões medem práticas de manejo florestal aceitáveis, que estão sendo aplicadas em uma determinada área (ERVIN & ELLIOT, 1996).

A certificação florestal, em última estância, é um instrumento de incentivo ao manejo florestal sustentável. No cenário internacional somente o Forest Stewardship Council (FSC), ou Conselho de Manejo Florestal, produziu, através de um processo de consulta abrangente, padrões explicitamente voltados para a certificação florestal (UPTON & BASS, 1996). O FSC é uma organização não governamental, independente e sem fins lucrativos, que acredita as organizações certificadoras com o objetivo de garantir a autenticidade de seus certificados. Tem como missão promover o manejo ambientalmente apropriado, socialmente benéfico e economicamente viável, das florestas no mundo (FSC, 1994, 1996).

A certificação é um processo no qual um proprietário florestal requer, voluntariamente, que um certificador independente inspecione a sua floresta. O certificador visita a floresta e determina se o manejo atinge padrões pré definidos. A certificação pode ainda incluir uma auditoria do produto florestal, da área em que foi explorado até o ponto de venda, este é um mecanismo que permite aos consumidores identificarem produtos advindos de áreas bem manejadas (ELLIOT & DONOVAN, 1996).

São apresentados requisitos gerais para um sistema de certificação viável: (a) ter credibilidade; (b) englobar todos os tipos de madeira; (c) ter critérios objetivos e mensuráveis; (d) ser independente; (e) ter participação voluntária; (f) ser não discriminatório; (g) ser aceitável para todos os grupos de interesse; (h) ser orientador de objetivos; e (i) ser praticável (GHAZALI & SIMULA, 1994).

As certificadoras são quem mais tem utilizado diretamente em operações florestais, princípios, critérios e padrões, para avaliar a sustentabilidade do manejo.

### 2.3.4 - Critérios e indicadores relacionados aos recursos hídricos

A degradação dos recursos hídricos é um dos problemas mais sérios a ser enfrentado pela sociedade. O aumento do consumo de água pelas áreas urbanizadas, pelas indústrias e agricultura, fizeram com que este recurso se tornasse escasso, quer pela qualidade, quer pela quantidade (SALATI, 1996).

Países preocupados em usar adequadamente suas florestas têm procurado estabelecer critérios de sustentabilidade para as atividades. É um consenso que tal perspectiva deve prever a manutenção dos processos ecológicos fundamentais à sobrevivência humana, entre os quais encontra-se a manutenção da qualidade dos mananciais de água (UPTON & BASS, 1996). Os principais estudos sobre meio ambiente e desenvolvimento para a região da América Latina e Caribe identificaram 10 problemas ambientais chaves, dentre os quais encontra-se a contaminação das águas (WINOGRAD, 1995).

O ecossistema florestal é considerado adequado à conservação dos recursos hídricos. Monitorar os impactos da atividade de exploração florestal e identificar práticas de uso dos solos e de manejo florestal, que causem os menores impactos, é um passo importante para o planejamento regional. Neste sentido, identificar critérios e indicadores que sejam realistas e economicamente viáveis para a avaliação da sustentabilidade do manejo florestal, é uma das prioridades.

A partir dos principais documentos relacionados à princípios, critérios e indicadores de bom manejo florestal, serão destacados àqueles relacionados à aspectos hídricos.

- Forest Stewardship Council - (PRINCÍPIOS Y CRITÉRIOS PARA EL MANEJO DE BOSQUES, 1996).

#### Princípio 6 - Impacto Ambiental

Todo manejo florestal deverá conservar a diversidade biológica e seus valores associados, os recursos de água, os solos, e os ecossistemas frágeis, além das paisagens. Ao realizarem estes os objetivos as funções ecológicas e a integridade das florestas serão mantidas.

Critério 6.5 - Deverão ser preparadas e implementadas guias escritas para a proteção de recursos hídricos.

- The Helsinki Process - (CRITERIA AND INDICATORS FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF FOREST IN EUROPE<sup>1</sup> apud CIFOR, 1995)

Critério 5 - Manutenção e aumento apropriado das funções protetoras, no manejo florestal.

Indicador 5.2 - Proporção da floresta manejada com fins de proteção dos recursos hídricos.

- The Montreal Process - (CRITERIA AND INDICATORS<sup>2</sup> apud CIFOR, 1995)

Critério 4 - Conservação e manutenção dos recursos hídricos e solo.

Indicadores: b) área florestal manejada para funções de proteção; c) porcentagem de quilômetros do curso do rio, na bacia florestada, na qual o deflúvio sofreu alterações significativas, das variações históricas; f) porcentagem dos corpos d'água, em áreas florestais, com variações significativas na diversidade biológica do histórico de variações; g) porcentagem dos corpos d'água, em áreas florestais, com variações significativas do histórico das variações de pH, oxigênio dissolvido, níveis de químicos, sedimentos ou temperatura.

- Internacional Tropical Timber Organization - (CRITERIA FOR MEASUREMENT OF SUSTAINABLE TROPICAL FORESTS MANAGEMENT<sup>1</sup>, apud CIFOR, 1995).

<sup>1</sup> FIRST EXPERT FOLLOW-UP MEETING. Criteria and indicators for the sustainable management of forest in Europe; lista de critérios e indicadores. Geneva, 1994 apud CIFOR (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH). *Testing Criteria and Indicators for the Sustainable Management of Forests*. Jakarta, 1995 (Briefing Book).

<sup>2</sup> WORKING GROUP. Background Note; critérios e indicadores. 1995 apud CIFOR (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH). *Testing Criteria and Indicators for the Sustainable Management of Forests*. Jakarta, 1995 (Briefing Book).

<sup>1</sup> PANEL MET. Criteria for Measurement of Sustainable Tropical Forests Management: lista de critérios. Hague, 1991 apud CIFOR (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH). *Testing Criteria and Indicators for the Sustainable Management of Forests*. Jakarta, 1995 (Briefing Book).

Sustentabilidade ao nível da unidade de manejo florestal

Critério 4 - Um nível aceitável de impactos ambientais.

Indicadores: b) Extensão e distribuição espacial de matas ciliares e outras florestas de proteção de recursos hídricos; d) Provisões para proteção dos cursos d'água.

- Woodmark, Soil Association -(RESPONSIBLE FORESTRY STANDARTS, 1994)

Princípio 1 - Impacto ambiental - O manejo florestal minimiza impactos negativos na biodiversidade, solos, água e paisagem da área florestal e suas adjacências.

Critérios e indicadores:

#### 5.2 Estradas e Aceiros

5.201 O planejamento, localização construção e manutenção de estradas, pontes, carregadores, cruzamento de rios, aceiros, e pátios devem ser realizados de forma a minimizar impactos negativos nos solos, água e paisagem.

5.203 O número de cruzamentos de rio deve ser minimizado.

5.213 Deve ser evitada a construção de estradas nos canais de drenagem natural, e ao lado dos cursos de rio.

5.214. É proibida a extração de cascalho dos cursos de rio sem o consentimento de uma autoridade adequada.

#### 5.3 Exploração Florestal

5.301 A queda, extração e coleta das toras deve minimizar os danos aos recursos hídricos.

5.309 É proibido à máquinas de exploração entrar nos cursos de água, a não ser nas áreas designadas e desenhadas para cruzamento de rios.

#### 5.6 Controle de Poluição

5.610

c) É proibido a aplicação de químicos a menos de 10 metros de cursos de rios e a 30 metros de reservatórios e lagos.

e) É proibido dispor químicos e lavar equipamentos nos cursos de rios ou lagos

f) É proibido embebedar sementes tratadas com químicos em drenos ou cursos d'água.

## 10.2 Monitoramento

### 10.206

b) É recomendado o monitoramento quantitativo e qualitativo dos cursos d'água, devendo estar a periodicidade explicitada no plano de manejo.

- SmartWood Program, Rainforest Alliance (SW) - (GENERIC GUIDELINES FOR NATURAL FOREST MANAGEMENT, 1995)

### 3.0 Planejamento do Manejo

3.6 Um plano de manejo florestal adequado está escrito e disponível, incluindo:

(v) mapa com as áreas de florestas de conservação e de proteção;

(vi) descrição de medidas de proteção ambiental, incluindo a proteção de nascentes e cabeceiras.

### 5.0 Operações Florestais

5.4 c) Estruturas temporárias para o cruzamento de rios, foram removidas

5.12 Não há exploração florestal nas áreas destinadas à proteção dos cursos dos rios. Não há evidências de exploração nas áreas de proteção.

### 6.0 Impactos Ambientais

6.11 Leito de rios, áreas alagadas e outras áreas de sensibilidade hidrológica são automaticamente excluídas da exploração florestal e designadas como áreas de conservação.

6.18 Operações têm uma política adequada, por escrito, para o manejo das bacias hidrográficas, incluindo as matas ciliares. A política é implementada.

- Initiative Tropenwald (SCHILLING et al., 1994)
    - B. Critérios a Nível Regional
      - B.2. Mapeamento das funções florestais
        - B.2.1.3 Proteção de florestas em áreas de captação de água
        - B.2.1.5 Proteção de florestas em áreas úmidas
    - C. Critérios a Nível Local
      - C.1.5 Áreas de Proteção
  - Indicadores:
    - C.1.5.3.1 A demarcação de áreas para proteção de florestas em locais de captação de recursos hídricos, margens de rios ou áreas úmidas, com impedimento total ou parcial de utilização para outros propósitos.
- 
- Tratado de Cooperação Amazônica (CRITÉRIOS E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DA FLORESTA AMAZÔNICA, 1995)
    - Critério 5 - Conservação e manejo integral dos recursos da água e solo.
  - Indicadores:
    - a) o efeito da conservação florestal no manejo integrado dos recursos hídricos.

### **2.3.5 - Conclusões**

Todas as iniciativas para a determinação de princípios, critérios e indicadores do Bom Manejo Florestal, têm considerado a minimização de impactos, e a manutenção dos recursos hídricos. Tal fato mostra a importância destes recursos para a sociedade e, sobretudo, de como eles estão associados ao ecossistema florestal. Por outro lado, nota-se que os critérios existentes são bastante genéricos, e quase não se encontram indicadores específicos, diretamente relacionados à qualidade da água. Tal fato ilustra a falta de informações e a incapacidade de prever os impactos do manejo florestal sobre este fator, e ao mesmo tempo a dificuldade que se tem em encontrar indicadores consistentes e que satisfaçam as características descritas anteriormente.

### 3 - OS IMPACTOS DA COLHEITA DE MADEIRA DE CAIXETA NA QUALIDADE DA ÁGUA

#### 3.1 - INTRODUÇÃO

Existe uma preocupação crescente com a manutenção dos processos hidrológicos, dos níveis de abastecimento e da qualidade da água (DUGAN, 1992; ASSENBERG, 1993; EMMETT, 1994; CIFOR, 1995; DUNCAN, 1995; MALMER, 1996). Em muitas regiões do mundo os recursos hídricos são um dos maiores limitantes para o desenvolvimento, pois estão diretamente ligados ao fornecimento de energia, recursos pesqueiros, vias de navegação, e ao suprimento de água de qualidade para o consumo humano, agricultura, pecuária e indústrias (CALDER et al., 1995).

Existem inúmeros estudos que relacionam o manejo de florestas com a produção anual de água (SMITH, 1987; FAHEY & WATSON, 1991; CORNISH, 1993; HORNBECK, 1993). Nos Estados Unidos um dos primeiros estudos realizados em bacias pareadas, visando medir os impactos da exploração florestal na produção de água, iniciou-se em 1909, na Wagon Wheel Gap, Colorado. A partir de então vários experimentos adotando a metodologia de bacias pareadas foram realizados. As revisões mais recentes sobre o assunto foram realizadas por BOSCH & HEWLETT (1982); MCCULLOCH & ROBINSON (1993) e STEDNICK (1995).

Os caixetais são florestas onde ocorre predominantemente a *Tabebuia cassinoides* (LAM.)D.C., conhecida por caixeta, malacaxeta ou tamanqueira, árvore bastante utilizada na fabricação de tamancos, lápis de qualidade superior, violões,

brinquedos, etc. (LORENZI, 1992). Os caixetais ocorrem de Pernambuco até o Paraná, em altitudes de aproximadamente 1 até 30 metros, entre as latitudes de 7° e 25° sul e longitudes 32° e 49° oeste. No Vale Ribeira - S.P., são encontradas extensas áreas de planícies de inundação, onde atualmente, se localizam os maiores remanescentes de caixetais no Brasil (ZILLER, 1992). A exploração da caixeta iniciou no Vale do Ribeira por volta de 1937, à medida do tempo, sua utilização tornou-se difícil em função dos cortes sucessivos sem a necessária condução da rebrota; do desmatamento para a introdução de atividades agropecuárias; e da destruição deste ecossistema pela drenagem de áreas úmidas (DIEGUES et al, 1991)

Na busca de atividades que conciliem a viabilidade econômica com a conservação dos recursos naturais é necessário analisar os impactos do manejo florestal sobre os recursos hídricos, sendo para isso necessários critérios e indicadores que permitam se fazer esta análise (WINOGRAD, 1995). O Projeto de Manejo Sustentável e Integrado de Florestas de Caixeta no Vale do Ribeira, desenvolvido desde 1992 pela ESALQ/USP, está buscando desenvolver tecnologias de manejo florestal com sólidas bases biológicas e silviculturais, que visam o manejo integrado e sustentável de florestas de caixeta no Vale do Ribeira. Dentro deste projeto, a manutenção dos recursos hídricos, com ênfase na qualidade da água, está sendo considerada como um indicador da sustentabilidade do manejo.

Os problemas de pesquisa são: (i) identificar os parâmetros da qualidade da água que são os melhores indicadores para avaliar os impactos do manejo florestal sobre as características físicas e químicas da água; e (ii) avaliar a sustentabilidade do manejo florestal da caixeta, com relação aos seus impactos sobre a qualidade da água. As hipóteses levantadas são: (i) existem parâmetros físicos e químicos da água que podem ser utilizados para avaliar os impactos causados pelo manejo florestal, e (ii) o manejo florestal de caixeta não apresenta problemas significativos quanto à sua sustentabilidade, no que diz respeito à qualidade da água.



### 3.2 - PREDIÇÕES

As predições, estabelecida a *priori* são as seguintes : (i) nitrogênio, fósforo, concentração de sedimentos, íons, matéria orgânica, condutividade elétrica e turbidez, são os melhores parâmetros para avaliar os impactos causados pelo manejo florestal; e (ii) a curta duração dos impactos é um indicador da sustentabilidade do manejo florestal.

### 3.3 - MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.3.1 - Descrição do Vale do Ribeira

As características naturais do Vale do Ribeira, com cerca de 8.300 Km<sup>2</sup> de Mata Atlântica, favorecem a ocorrência de recursos florestais e aquáticos. As principais atividades econômicas são: a agricultura, com monoculturas de banana e chá, a pecuária extensiva, a pesca, a mineração, o turismo, e o extrativismo vegetal, favorecido pela cobertura florestal que se estende da Serra do Mar até o litoral. Este perfil econômico, centrado nas atividades do setor primário, caracteriza a região como das menos desenvolvidas do Estado de São Paulo (DIEGUES, 1991).

A caixeta concentra-se no Vale do Ribeira, principalmente nos municípios de Iguape, Sete Barras, Pariquera-Açu e Registro (figura 2). No município de Iguape foram levantados 25 caixetais com possibilidade de exploração, apresentando áreas entre 2 e 500 hectares e totalizando aproximadamente 1980 hectares de florestas de caixeta (MARQUESINI, 1994).

A caixeta vem sendo explorada na região, variando de acordo com o mercado e aspectos legais, desde a década de trinta. No ano de 1989, com o Decreto Federal do IBAMA nº 218, ficou proibida qualquer tipo de exploração florestal em área de Mata Atlântica. Haviam em Iguape, nesta época, cerca de 250 famílias dependentes da renda proveniente da extração da caixeta (DIEGUES, 1991).



FIGURA 2 - Mapa de Localização da Bacia do Rio Ribeira de Iguape (fonte: Programa de Educação Ambiental do Vale do Ribeira; v.1: Proposta Metodológica)

No ano de 1992 a Secretaria do Meio Ambiente através de uma resolução (Resolução S.M.A. - 11), de 13/04/1992, estabeleceu as normas para o manejo de caixeta no Estado de São Paulo. Esta resolução foi posteriormente amparada pelo Decreto 750 do IBAMA. Esta resolução e o decreto, trouxeram novas perspectivas às populações tradicionais, principalmente as que vivem na faixa litorânea nos estados de São Paulo e Paraná, onde a exploração de caixeta foi uma atividade economicamente importante.

### 3.4.2 - Fazenda Cindumel

A Fazenda Cindumel está localizada no bairro do Itimirim, município de Iguape/SP, e dista aproximadamente 40km da cidade de Iguape pela Rodovia SP 222 (figura 5).

O caixetal abrangia mais de 100 ha, mas grande parte da floresta foi explorada e transformada em pastagens<sup>1</sup>, restando em torno de 22 ha. O caixetal remanescente teve cerca de 1/3 da área explorada em 1984 e o restante sem intervenção aparente. Uma nova exploração no caixetal teve início em junho de 1996, devendo ser concluída até o final de 1997.

A caixeta aparece na área com uma frequência 75%, sendo o ingá (*Inga* sp.) a segunda espécie mais abundante, com a densidade de 11% (MARQUESINI, 1995). Os dados caracterizaram uma floresta de baixa diversidade de espécies arbóreas. De acordo com a classificação proposta por ZILLER (1992), o caixetal estaria numa fase secundária de sucessão.

Na Fazenda Cindumel foram monitorados dois rios: Rio Preto e Rio de Dentro. O Rio Preto é de maior porte e tangencia a área de pesquisa. Antes de chegar ao caixetal atualmente manejado, passa por uma área de pastagem abandonada com grande quantidade de regeneração de caixeta. Neste estudo ele não é considerado como um rio típico de caixetal, por não passar especificamente por dentro dele. O leito do Rio Preto, de aproximadamente 2 metros de largura, é constantemente

---

<sup>1</sup> Lorival Augusto da Silva, administrador da fazenda, comunicação pessoal

tomado por gramíneas, ficando praticamente todo tomado por esta vegetação. Para facilitar o acesso ao caixetal e a retirada da madeira pelo rio, as suas margens foram roçadas, tirando-se as gramíneas existentes.

O Rio de Dentro é um tributário do Rio Preto, que passa por dentro do caixetal que está sendo explorado, juntando-se a este à jusante da área de pesquisa, ele varia em dimensões e velocidade de escoamento de acordo com o nível de água no caixetal. Na época seca tem aproximadamente 1 metro de largura e 30 cm de profundidade, na época das cheias, transborda, formando uma lâmina contínua com a água do caixetal. A interação entre o Rio de Dentro e o caixetal é muito forte, sendo que este drena uma água típica do caixetal.

### 3.4.3 - Fazenda Retiro

A Fazenda Retiro está situada às margens da Rodovia SP 222, no bairro do Retiro, Município de Iguape/SP (Figura 6), a aproximadamente 20km da cidade.

O caixetal da fazenda abrange uma área de aproximadamente 15 hectares, e foi cortado pela primeira vez em 1969. Obteve-se uma autorização para exploração, junto ao DPRN, e durante os meses de maio a outubro de 1994, caixeteiros da região, acompanhados pela equipe de pesquisa do Projeto Caixeta, colheram aproximadamente 380 metros esterres de caixeta<sup>2</sup>. O caixetal hoje pode ser considerado como intensamente perturbado.

Um inventário florestal da área (MARQUESINI, 1994), apontou um valor de 87,5% de frequência de caixeta (acima de 12 cm de DAP). As principais espécies com maior valor de densidade depois da caixeta são: figueira (*Ficus* sp) com 5,2% e o jacatirão (*Tibouchina* sp) com 2,6%, caracterizando uma floresta de baixa diversidade de espécies arbóreas. De acordo com a classificação proposta por ZILLER (1992), o caixetal estaria numa fase inicial de sucessão.

---

<sup>2</sup> Ruy Aparecido Paulo - técnico do Projeto Caixeta, dados obtidos através das guias do DPRN e observações de campo.

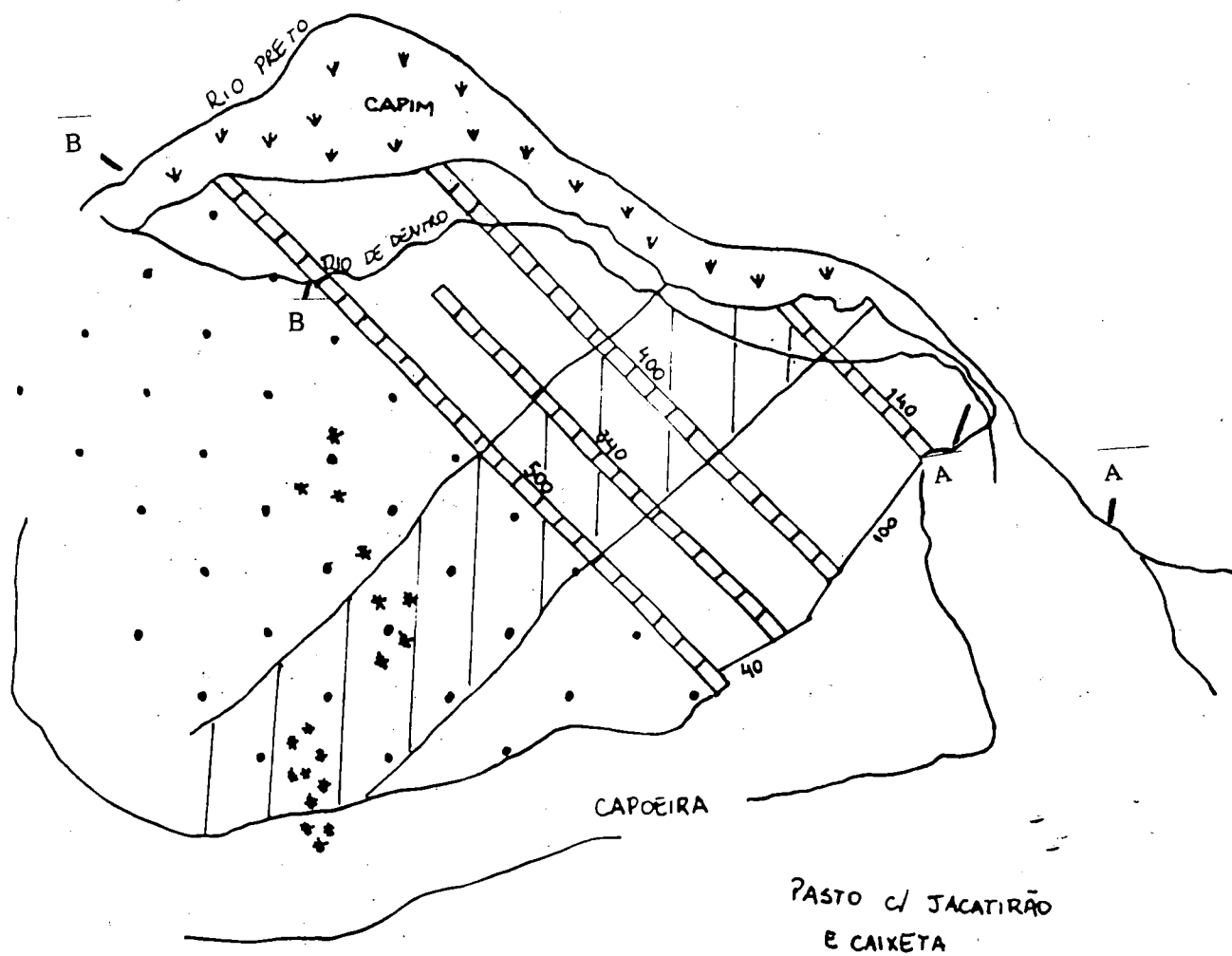


FIGURA 3 - Croqui da área de estudo na Fazenda Cindumel  
A e B - pontos de coleta à montante e jusante, respectivamente

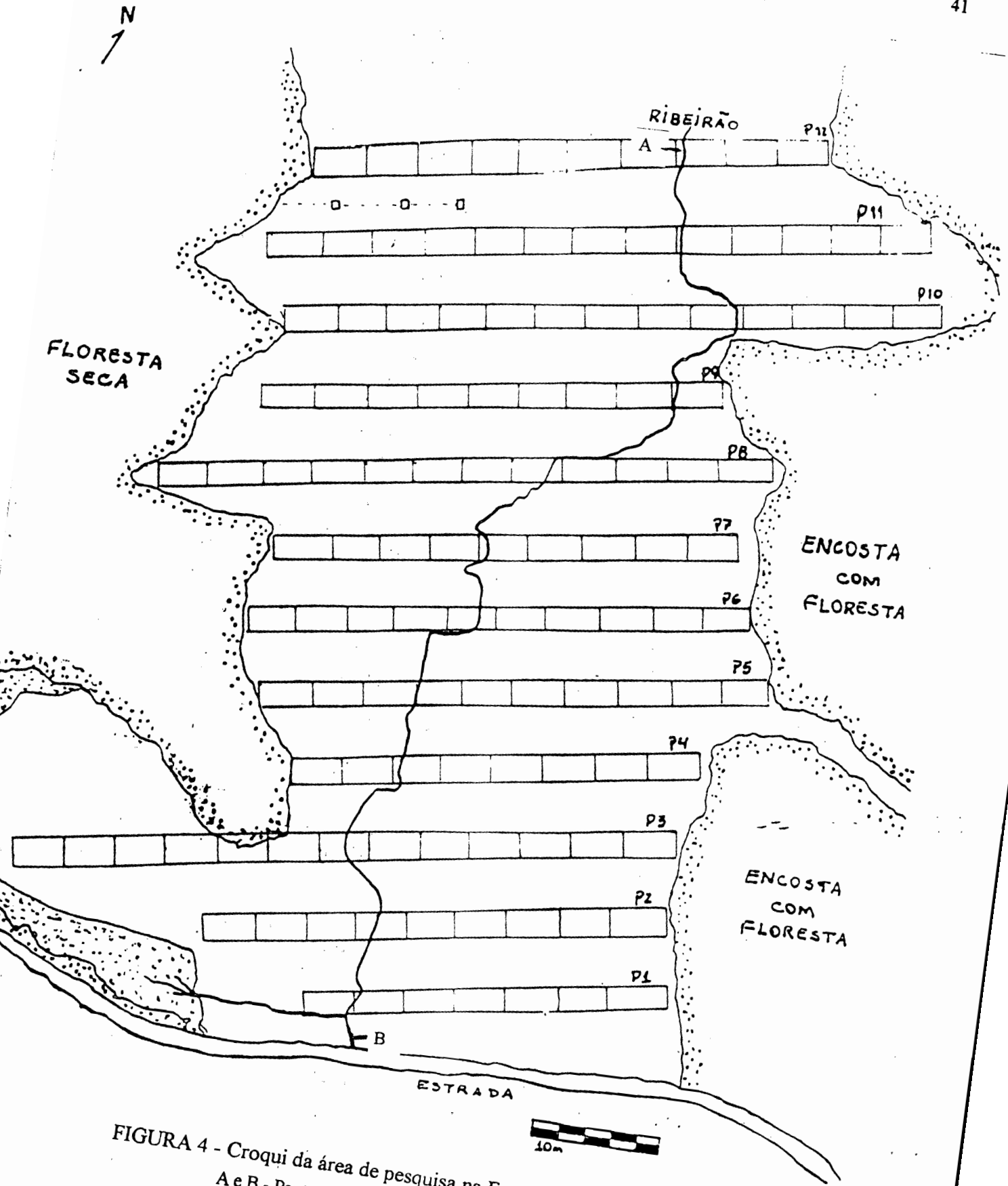


FIGURA 4 - Croqui da área de pesquisa na Fazenda Retiro  
A e B - Pontos de coleta à montante e jusante, respectivamente  
P1 - P12 = Parcelas permanentes. Escala 1:2000

Na Fazenda Retiro foi monitorado o Rio do Retiro, que passa pelo caixetal. O Rio do Retiro apresenta um leito bem definido com aproximadamente 1,5 metros de largura e 0,5 metro de profundidade, durante a seca, e na época das chuvas, transborda, formando uma lâmina contínua com a água do caixetal. À montante da área de pesquisa o rio passa por áreas de caixeta pouco perturbada, não havendo outras atividades agrícolas nas suas proximidades.

#### **3.4.4 - Amostragem**

Nos três rios monitorados foram determinados 6 pontos de coleta, à montante e à jusante, das áreas de pesquisa. A amostragem teve início em abril de 1996, sendo a última amostra coletada em janeiro de 1997. O intervalo entre amostragens foi de aproximadamente 15 dias. Ao total foram realizadas 16 amostragens, nos seis pontos de coleta, somando 96 amostras analisadas. Um potencial problema do método periódico (quinzenal) de amostragem utilizado, é que este tipo de amostragem não representa adequadamente os eventos chuvosos, durante os quais podem haver alterações significativas das características da água.

As amostras foram coletadas em garrafas de polietileno diretamente no leito dos rios, a uma profundidade média de 20 cm., armazenadas em geladeira de isopor durante o transporte, e em geladeira elétrica até serem analisadas.

Na Fazenda Cindumel gastou-se em média 50 minutos de caminhada para chegar na área de amostragem. As amostras foram coletadas em dois pontos no Rio de Dentro e em dois pontos no Rio Preto. Este processo levou em média 1 h. e 20 min. Para sair do caixetal gastou-se em média mais 50 min. Na Fazenda Retiro o tempo gasto, em caminhada até um dos pontos de coleta é de aproximadamente 15 minutos, até o outro ponto é possível se aproximar com o automóvel.



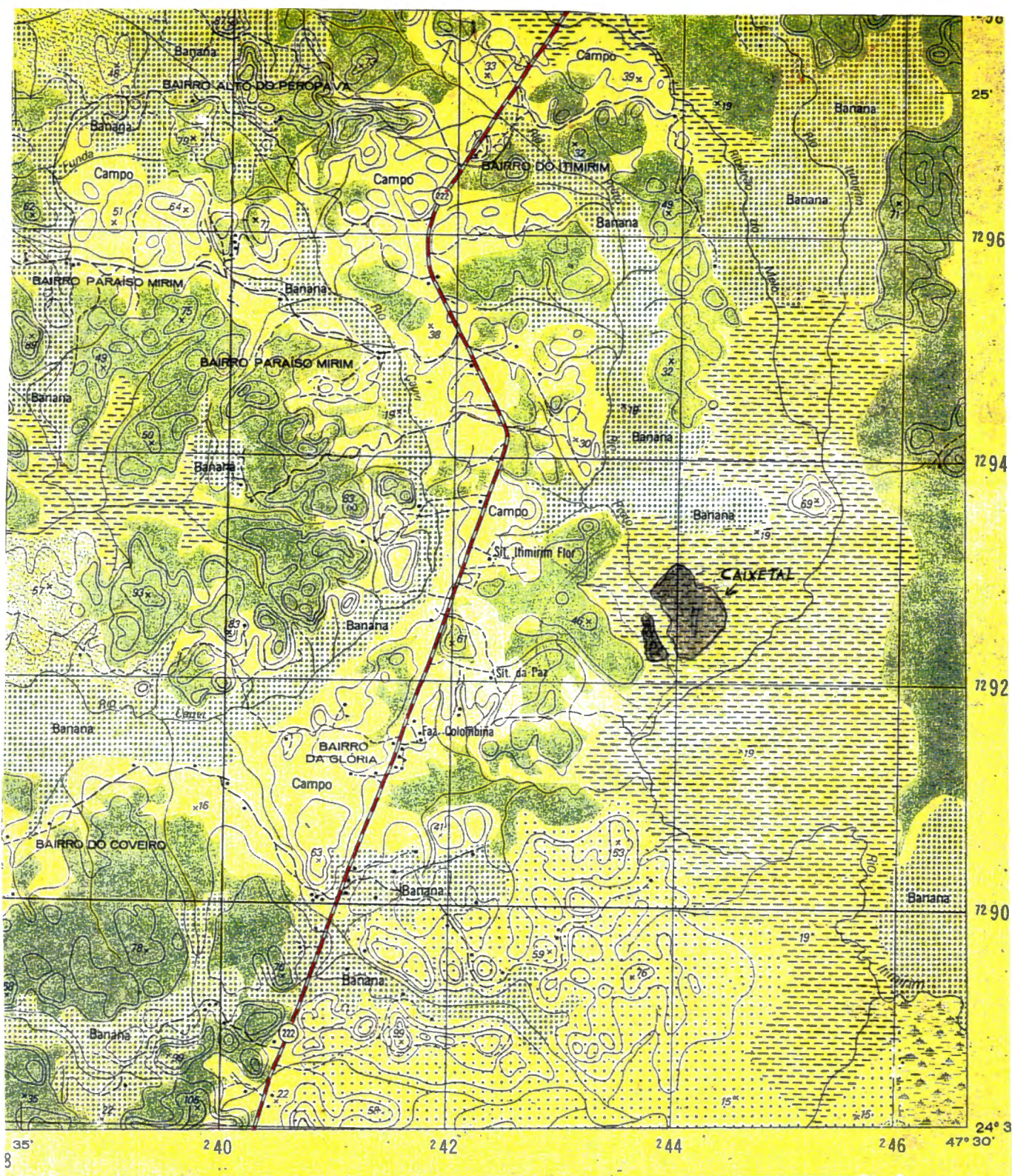


FIGURA 5 - Mapa de localização da Fazenda Cindumel (fonte: Carta do IBGE.  
Esc: 1:50.000)







### 3.4.5 - Análises físicas e químicas da água

O impacto da atividade florestal sobre as características limnológicas do sistema, foi medido através de parâmetros físicos e químicos da qualidade da água. As análises foram realizadas no Laboratório de Ecologia Aplicada, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Os parâmetros analisados os respectivos métodos estão descritos a seguir:

- cálcio (Ca) e magnésio (Mg) - determinados por espectrofotometria de absorção atômica em solução final de lantânio a 0,1%;
- ferro (Fe), potássio (K), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e sódio (Na) - determinados por espectrofotometria de absorção atômica;
- fósforo (P) - determinado colorimetricamente, baseado na formação de compostos de cor azul (azul de molibdênio) (VETORI, 1969);
- cloro (Cl) - determinado pelo método Argentométrico (titulometricamente) (A.P.H.A., 1975);
- nitrato - determinado colorimetricamente pelo método Brucina (Methods for Collection);
- sulfato - determinado turbidimetricamente e/ou espectrofotometricamente, determina sulfatos solúveis utilizando o reagente cloreto de bário;
- gás carbônico (CO<sub>2</sub>) - cálculo através do método de BROWN et al, 1970;
- alcalinidade - determinada através da titulação da amostra com uma solução de ácido forte até um valor de pH entre 4,3 e 4,5;
- acidez - determinada titulometricamente através de titulação eletrométrica (BROWN et al, 1970), com solução padrão de uma base forte até o pH 8,3 (ponto final da titulação);
- dureza - cálculo através dos resultados de Ca e Mg na absorção atômica, através da equação: (leitura do cálcio x 0,0499 + leitura do Mg x 0,08226) + 50,05;
- turbidez - determinado turbidimetricamente (A.P.H.A., 1975);
- condutividade elétrica - determinado através do condutivímetro
- pH - determinado através de peagêmetro

- sedimentos - determinados por filtração utilizando membrana com poros de 0,45  $\mu\text{m}$ , e posterior pesagem;
- nitrogênio amoniacal - determinado através do nitrogênio na forma de amoníaco, hidróxido de amônia e íon amônia (A.P.H.A., 1975);
- cor - método colorimétrico

### 3.4.6 - Análise dos dados

Os resultados das análises físicas e químicas da água foram analisados através da comparação entre a qualidade da água na entrada da área de pesquisa com a qualidade da água na saída. As comparações foram feitas para cada elemento entre: (i) os valores encontrados em cada amostragem; (ii) os valores das médias encontradas para todas as amostragens.

Para comparar os valores encontrados em cada amostragem considerou-se o valor da entrada como sendo 100%, e fez-se o cálculo da diferença percentual dos valores de entrada e saída.

Diferença % =  $(100 X_b / X_a) - 100$ , onde:

$X_b$  = valor na saída; e  $X_a$  = valor na entrada

Valores positivos indicam uma maior concentração do elemento analisado na saída da área de amostragem, valores negativos indicam que a concentração do elemento diminuiu.

A comparação dos valores das médias foi feita através da análise de variância (teste F) comparando-se a média dos valores encontrados à montante com a dos valores encontrados à jusante, das áreas de pesquisa, para cada um dos rios especificamente. Em cada ponto de amostragem foram retiradas 16 amostras, consideradas como repetições.

### 3.4.7 - Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos (figura 7) foram cedidos pelo Instituto Agronômico de Campinas, a partir de coletas na estação meteorológica de Pariquera-Açu, no Vale do Ribeira.

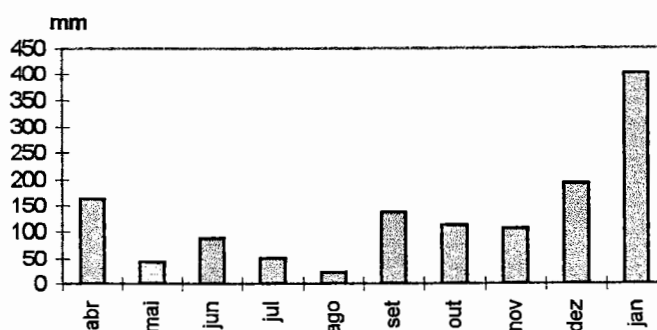


FIGURA 7 - Gráfico dos dados da pluviosidade durante o período de estudo (1996-1997)

Pode-se observar pela tabela que no mês de janeiro de 1997 a quantidade de chuva foi bem superior aos outros meses (401,9mm), e também ao mês de janeiro de 1996, quando choveu 195,9 mm. Foi uma época de muitas enchentes e inundações em todo Vale do Ribeira.

### 3.4.8 - O Manejo Florestal

O manejo florestal realizado no caixetal da Fazenda Cindumel, corresponde ao manejo tradicional da região, sendo que, foram cortadas as árvores com o DAP superior a 12cm, e mantidas no mínimo 20 árvores / ha, com a finalidade de servirem de porta sementes. Dentro dos objetivos da pesquisa, foram estabelecidas 3 parcelas de 40x100 metros, onde foi feito o corte de cipó, um ano antes da colheita, visando diminuir os danos causados pela exploração.

As árvores foram serradas, cortadas em toras e retiradas manualmente do caixetal até o leito do rio, através de trilhos. No leito do rio, as toras, de 2 metros de comprimento, foram acopladas umas as outras, através de ganchos, e foram puxadas

manualmente rio acima por aproximadamente 800 metros, até chegarem ao porto. A partir deste ponto o transporte da madeira foi feito via terrestre através de tratores e caminhões. Todas as estradas utilizadas já estavam estabelecidas, antes do início da exploração florestal. Não foram utilizadas máquinas para quaisquer tipo de operações dentro do caixetal, exceto a motosserra.

TABELA 1 - Volume de madeira explorada no período de abril de 1996 a janeiro de 1997.

No da Coleta	01	02	03	04	05	06	07	08
Data	10/04	07/05	21/05	12/06	25/06	17/07	30/07	22/08
Expl. (mst)	0	0	0	31	0	5	5	20
Expl. Acum.	0	0	0	31	31	36	41	61

No da Coleta	09	10	11	12	13	14	15	16
Data	09/09	25/09	17/10	08/11	22/11	18/12	15/01	24/01
Expl. (mst)	11	0	0	0	5	20	30	30
Expl. Acum.	72	72	72	72	77	97	127	157

Os trilhos construídos dentro do caixetal não exigem normalmente, para sua locação, a drenagem ou aterro de áreas, sendo que os mesmos flutuam de acordo com a variação do nível da água. Portanto, espera-se um mínimo de impacto nas características hidrológicas do caixetal, decorrentes dos trilhos.

A intensidade de exploração durante o período de estudo pode ser considerada baixa, de junho de 1996 a janeiro de 1997, foram extraídos 157 metros estere de madeira. A exploração se deu a níveis inferiores ao esperado devido, principalmente, a falta de mercado consumidor, que devido ao um longo período sem corte de caixeta na região, estava sendo restabelecido. A tabela 1 mostra as intensidades de exploração ocorridas entre as coletas de água.

### 3.4.9 - Correlação entre pluviosidade e o manejo nas características da água

Foram confrontados os dados de pluviosidade da região (figura 7), e os de colheita da madeira, em metros esteres (tabela 1), com as variações nas

características físicas e químicas da água, durante o período de estudo, observando-se as tendências à sazonalidade. As comparações foram feitas a partir de análises qualitativas dos gráficos, para observar as tendências de sazonalidade e os impactos da exploração florestal, na qualidade da água. Estas práticas podem ser consideradas como mais úteis, do que os métodos estatísticos clássicos, para indicar alterações resultantes de pequenas mudanças nos valores das variáveis da qualidade da água (GRAYSON et al., 1993).

Foi considerado como não havendo mudança correlacionada à colheita de madeira, quando algum elemento ou característica da qualidade da água, mesmo que sofrendo mudanças, estas ocorram de forma similar, à montante e à jusante das áreas de pesquisa, portanto, não decorrentes da colheita de madeira. Quando estas similaridades ocorrem, e podem ser estabelecidas correlações com os índices pluviométricos diz-se haver uma sazonalidade, ou tendência à sazonalidade, casos as correlações não sejam tão nítidas.

### 3.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.5.1 Mudanças na qualidade da água

Um dos objetivos do trabalho foi quantificar os impactos da colheita da madeira na qualidade da água através da comparação da qualidade da água, à montante com a qualidade da água à jusante, das áreas de pesquisa. Os valores médios da concentração dos elementos, nos seis pontos de coleta, podem ser visualizados na tabela 2. Com base nestes valores foi calculada a diferença percentual entre os valores encontrados à montante e à jusante.

Na comparação das médias, do ponto à montante e do ponto à jusante das áreas de pesquisa, não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5%. Ao nível de 10% de significância, encontraram-se valores significativos para a condutividade elétrica, no Rio Preto, e para os elementos fósforo e potássio no Rio de Dentro, todos na Fazenda Cindumel.

Além da comparação das médias, foram comparados os valores de cada amostragem, sendo considerados significativos, valores que apresentaram diferenças superiores a 20 % (EMMETT et al. 1994). Para muitos elementos (acidez, cor, ferro, nitrogênio amoniacal, nitrato, sulfato e turbidez) foram encontradas diferenças superiores a 20% nas análises feitas por amostragem, porém estas diferenças não seguiram um padrão constante, o que levou à não significância quando comparados os valores pelas médias. Este fato é perceptível na análise do gás carbônico no Rio Preto, que apresentou diferenças acima de 20% em várias análises feitas por amostragem, e que teve valores médios de 6,27 e 6,56 mg/l, para os pontos a e b respectivamente (tabela 2). Portanto, a comparação dos resultados de apenas uma amostragem não expressa adequadamente as diferenças entre os pontos de amostragem, sendo necessário uma série de amostragens, para que os resultados possam ser confiáveis.

TABELA 2 - Valores médios (mg/l) para os elementos analisados, por local de amostragem; porcentagem de retenção ou perda (-) de nutrientes nas áreas de pesquisa; e valores de F para comparação das médias das concentrações dos elementos na entrada e saída das área de pesquisa.

Característica	Rio do Retiro				Rio Preto				Rio de Dentro			
	montante	jusante	Diferença percentual	Teste - F	montante	jusante	Diferença percentual	Teste - F	montante	jusante	Diferença percentual	Teste - F
Acidez	9,77	8,84	-9,52	0,48 n.s.	8,97	8,64	-3,65	0,06 n.s.	17,76	22,26	25,33	0,62 n.s.
Alcalinidade	13,15	13,30	1,14	0,01 n.s.	9,73	9,44	-2,95	0,13 n.s.	6,99	7,64	9,29	0,88 n.s.
Cálcio	2,67	2,73	2,03	0,02 n.s.	3,13	2,96	-5,26	0,09 n.s.	2,68	3,04	13,38	0,52 n.s.
Cloreto	9,15	9,17	0,20	0 n.s.	4,61	4,67	1,27	0 n.s.	1,85	2,26	22,12	0,64 n.s.
Cobre	0,03	0,03	-0,00	0 n.s.	0,01	0,01	-0,00	0 n.s.	0,02	0,03	33,33	0,1 n.s.
Condutividade <sup>1</sup>	125,00	126,25	1,00	0,05 n.s.	107,81	99,81	-7,42	<b>3,62*</b>	84,13	89,25	6,09	1,9 n.s.
Cor (PtCo)	91,63	117,38	28,10	0,5 n.s.	157,69	167,69	6,34	0,15 n.s.	200,25	231,25	15,48	0,73 n.s.
Dureza	15,17	15,26	0,59	0 n.s.	13,54	13,16	-2,85	0,09 n.s.	12,11	13,63	12,54	1,53 n.s.
Ferro	1,06	1,05	-0,36	0 n.s.	1,99	2,13	7,09	0,22 n.s.	2,06	2,52	22,47	1,02 n.s.
Fósforo	0,00	0,00	-14,29	0,03 n.s.	0,04	0,05	14,29	0,54 n.s.	0,03	0,05	82,50	<b>3,52*</b>
Gás Carbônico	6,02	5,73	-4,80	0,05 n.s.	6,27	6,56	4,56	0,05 n.s.	15,20	11,54	-24,06	1,39 n.s.
Magnésio	2,06	2,05	-0,82	0 n.s.	1,39	1,39	-0,49	0 n.s.	1,30	1,45	11,51	0,67 n.s.
Manganês	0,16	0,10	-36,00	0,83 n.s.	0,02	0,01	-66,67	0,07 n.s.	0,03	0,02	-25,00	0,1 n.s.
N. amoniacal	0,14	0,17	18,94	0,09 n.s.	0,17	0,20	18,89	0,07 n.s.	0,17	0,14	-19,19	0,14 n.s.
Nitrato	0,25	0,30	18,70	0,42 n.s.	0,58	0,59	3,26	0,04 n.s.	0,75	0,86	15,07	1,09 n.s.
pH	6,51	6,53	0,33	0 n.s.	6,37	6,38	0,18	0 n.s.	5,89	6,03	2,45	1,4 n.s.
Potássio	1,43	1,46	2,19	0,04 n.s.	1,49	1,43	-4,18	0,07 n.s.	0,86	1,20	40,15	<b>3,55*</b>
Sedimentos	10,02	10,69	6,72	0,08 n.s.	19,53	19,62	0,44	0 n.s.	22,25	14,03	-36,96	1,16 n.s.
Sódio	6,53	6,75	3,35	0,19 n.s.	4,13	4,17	0,91	0,013 n.s.	2,55	2,81	10,29	1,53 n.s.
Sulfato	2,80	2,89	3,42	0,01 n.s.	6,70	7,17	7,08	0,13 n.s.	8,18	8,39	2,59	0,01 n.s.
Turbidez (FTU)	20,84	22,99	10,32	0,04 n.s.	21,09	25,00	18,54	0,23 n.s.	30,11	30,63	1,73	0 n.s.
Zinco	0,04	0,03	-28,17	0,21 n.s.	0,03	0,03	-2,38	0,00 n.s.	0,02	0,01	-32,26	0,23 n.s.

n.s. - valores não significativos; \* valores significativos à 10%; <sup>1</sup> condutividade expressa em umho/cm





a



b



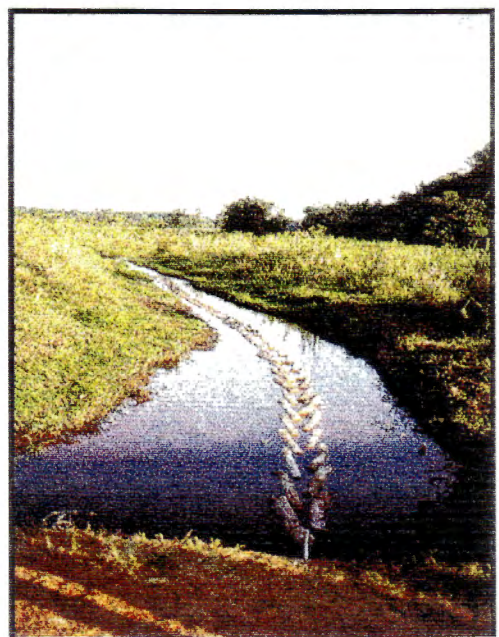
c



d



e



f

FIGURA 8 - a - ponto de coleta no Rio de Dentro; b - Rio Preto na cheia; c - baixada com arroz e banana; d - Rio do Retiro em cheia; e - canal de drenagem da banana; f - retirada de madeira R. Preto.

Com base nos valores da tabela 2, das análises gráficas (ver apêndices) e da comparação dos valores de cada amostragem, foram discutidas as variações das características da água encontradas.

1. Acidez - não apresentou correlação com a colheita de madeira, as mudanças de acidez que ocorrem durante o período, são similares para todas os pontos amostrados. Não existe um padrão claro de sazonalidade.
2. Alcalinidade - não apresentou correlação com a colheita de madeira, as mudanças de alcalinidade que ocorrem durante o período, são similares para todos os pontos amostrados. Apresenta tendências à sazonalidade, principalmente caracterizada no Rio do Retiro, onde ocorre aumento da alcalinidade com o aumento da pluviosidade.
3. Cálcio - não apresentou correlação com a colheita de madeira, as mudanças na concentração do cálcio que ocorrem durante o período, são similares para todos os pontos amostrados. Apresenta tendências à sazonalidade, principalmente no Rio de Dentro, onde ocorre diminuição da concentração, com o aumento da pluviosidade.
4. Cloreto - seguiu padrões parecidos no Rio Preto e no Rio de Dentro, em todos os pontos de coleta, diminuindo sua concentração a partir do mês de outubro de 1996 (tendência à sazonalidade). No Rio do Retiro, a concentração do cloreto nas amostras diminui somente em janeiro de 1997. Como esta diminuição ocorre em todos os pontos de coleta, não apresenta correlação com a colheita de madeira.
5. Cobre - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Está ausente em quase todas as amostragens efetuadas, porém, foi detectado em todos os locais amostrados somente em janeiro de 1997, período de maior pluviosidade.
6. Condutividade elétrica - não apresentou correlação com a colheita de madeira. É uma das poucas características que apresentou diferença significativa ao nível de 10%, no Rio Preto. Foi encontrada uma constância na diminuição da condutividade elétrica entre os pontos de coleta à montante e à jusante, porém somente um valor apresentou diferença superior a 20%. Os valores médios de condutividade elétrica variaram de 107,81 umho/cm no ponto à montante, para 99,81 umho/cm no ponto à jusante (7.5% de diferença). A diminuição da

condutividade elétrica pode estar associada a capacidade em retenção dos íons pela área alagada, o que estaria de acordo a hipótese das áreas alagadas poderem funcionar como retentoras de sedimentos, nutrientes e poluentes, dentro da bacia hidrográfica (IUCN, 1989). No caso da condutividade elétrica, a retenção estaria mais ligado à nutrientes que são acumulados no substrato ou armazenados na vegetação, ou mesmo a transformação do nitrogênio inorgânico em sua forma gasosa.

7. Cor - não apresentou correlação com a colheita de madeira. A coloração apresenta um padrão geral, de aumento, com a passagem da água pelo caixetal. Apresenta também uma tendência de sazonalidade, aumentando a intensidade da cor na época da chuva.
8. Dureza - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Apresenta pouquíssima variação entre os valores à montante e à jusante. A sazonalidade da dureza está ligada a seus principais determinantes (Ca e Mg), porém não apresenta o mesmo padrão para os três rios.
9. Ferro - não apresentou correlação com a colheita de madeira. É um dos elementos que normalmente experimenta perdas devido a exploração florestal (GRAYSON et al., 1993). Apresentou uma resposta mais característica à sazonalidade, de aumento de concentrações com o aumento da pluviosidade, somente no Rio do Retiro.
10. Fósforo - não apresentou correlação com a colheita de madeira e nem uma tendência nítida de sazonalidade. É encontrado em concentrações baixas, com a média máxima 0.05 mg/l (dentro do caixetal), para os locais amostrados. Houve um aumento significativo na quantidade deste elemento, no Rio de Dentro, do ponto à montante para o ponto à jusante, da área de pesquisa. O valor médio da concentração de fósforo à montante da área, é de 0,03 mg/l e a jusante é de 0,05 mg/l. Esta diferença permaneceu relativamente constante ao longo das amostragens, com índices quase sempre superiores a 20%. Em novembro houve um valor bastante acima da média, mesmo alterando este valor para outro mediano, a diferença entre os valores à montante e à jusante, continuam sendo significativos. Outro estudo encontrou aumentos significativos da concentração de



fósforo na água, de 0,2 para 0,3 mg/l, após a exploração florestal (WATERLOO 1994). No caso do Rio de Dentro, o ponto de coleta à montante está localizado fora do caixetal, sendo uma água com menos influência direta deste ambiente. O ponto de coleta à jusante, se encontra no final da área de pesquisa, mas numa posição central dentro do caixetal, sendo de todos, este o ponto mais interno e influenciável por este ecossistema. O aumento da concentração de fósforo pode ser considerado como uma perda deste elemento para fora do caixetal, o que no entanto, precisaria ser confirmado através de outro ponto de coleta, no Rio de Dentro, na saída do caixetal. O aumento da concentração de fósforo não é possível de ser explicado pela pesquisa realizada. Em outros trabalhos foram encontrados índices retenção de fósforo dissolvido de 42% (EMMET et al. 1994). O fato de as concentrações de fósforo no Rio de Dentro apresentarem índices similares, mesmo antes à colheita de madeira, torna difícil associar o aumento, a este fato. O que é reforçado ao se observar que no Rio Preto, a concentração de fósforo aumenta de 0,04 para 0,05 mg/l, o que demonstra um comportamento similar ao Rio de Dentro.

11. Gás carbônico - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Apresentou uma grande variabilidade nas concentrações, durante o ano, sem uma tendência nítida à sazonalidade.
12. Magnésio - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Apresentou um pequeno aumento, estatisticamente não significativo, porém constante, da concentração do magnésio dentro do caixetal (Rio de Dentro b). Os padrões se repetem nos três rios coletados, com uma tendência à sazonalidade não nítida, de aumento ou diminuição com a pluviosidade.
13. Manganês - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Apresentou um aumento na concentração, com o aumento da pluviosidade no Rio do Retiro, sem no entanto estabelecer um padrão de sazonalidade.
14. Nitrogênio Amoniacal - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Apresentou mudanças de concentração difíceis de serem definidas como um padrão de sazonalidade.

15. Nitrato - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Apresentou mudanças de concentração difíceis de serem definidas como um padrão de sazonalidade. Existe um consenso de que as áreas ripárias retiram nitratos da água sub-superficial (HILL, 1996), o que não pode ser corroborado pelos dados aqui obtidos.
16. pH - não apresentou correlação com a colheita de madeira, e sofreu poucas alterações nos valores medidos nos diferentes pontos, e também uma baixa resposta às alterações de pluviosidade.
17. Potássio - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Em outros estudos mostrou-se sensível à exploração florestal, tendo aumentos de até seis vezes em sua concentração (MALMER, 1996). Apresenta uma nítida tendência à sazonalidade, diminuindo sua concentração com o aumento da pluviosidade. Foram encontrados aumentos significativos na concentração do potássio do ponto de coleta à montante, para o ponto à jusante da área de pesquisa no Rio de Dentro. A concentração do potássio variou nestes pontos, em suas médias, de 0,86 mg/l para 1,20 mg/l, respectivamente. Como no caso do fósforo seria necessário mais um ponto de amostragem na saída do caixetal, para comprovar a perda de potássio do sistema.
18. Sedimentos - não apresentou correlação com a colheita de madeira. É sempre uma característica da qualidade da água bastante relacionada ao uso da terra, e também aos impactos da exploração florestal, que tende a aumentar a concentração dos sedimentos na água (GRAYSON et al., 1993; MALMER, 1996). Também não foi encontrado um padrão que correlacionasse a concentração de sedimentos com a pluviosidade.
19. Sódio - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Apresentou tendências à sazonalidade com a diminuição da concentração, com o aumento da precipitação.
20. Sulfato - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Apresentou mudanças de concentração difíceis de serem definidas como um padrão de sazonalidade.

21. Turbidez - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Apresentou tendências à sazonalidade com o aumento dos valores de turbidez com o aumento da precipitação.
22. Zinco - não apresentou correlação com a colheita de madeira. Se encontra em concentrações pequenas, com valores médios de até 0.05 mg/l, nos diferentes locais de coleta, com uma tendência à sazonalidade não nítida.

### 3.5.3 - Indicadores específicos

Em se tratando da qualidade da água deve-se ter em mente que este conceito se expressa com base em suas propriedades físicas, químicas e biológicas em associação com o material mineral e orgânico dissolvido ou em suspensão. Geralmente se define a qualidade da água de acordo com um determinado uso: água potável, água para irrigação, água para produção energia, etc (STADTMÜLLER, 1994).

Quando são analisadas as possibilidades de se incluir ou não, certos elementos físicos ou químicos, como indicadores da qualidade da água e dos impactos da exploração florestal sobre a qualidade da água, deve-se ressaltar as características desejáveis para estes indicadores: (i) serem de fácil medição; (ii) aplicáveis a um grande número de ecossistemas e sistemas econômicos e sociais; (iii) possíveis de serem remediados ao longo do tempo; (iv) serem significativos para a sustentabilidade do sistema analisado; (v) terem baixos custos de medição; e (vi) sensibilidade às interferências no sistema (CAMINO & MÜLLER, 1993; CIFOR, 1995; WINOGRAD, 1995).

Considerando-se a qualidade da água como um critério importante a ser monitorado na análise de sustentabilidade do manejo florestal, quais de seus parâmetros físicos ou químicos podem ser os melhores indicadores da sustentabilidade? Neste sentido é importante conhecer o significado ecológico das características da qualidade da água (tabela 3). Dos elementos analisados neste trabalho não foram incluídos nesta tabela: acidez, cloreto, cobre, gás carbônico,

magnésio, potássio, sódio e zinco pois não foi encontrado um significado ecológico específico ao elemento em questão.

Sendo considerados os significados ecológicos dos diferentes parâmetros da água, pode associar-se a este, outras características desejáveis para os indicadores, e assim avaliar quais dos parâmetros podem ser os mais eficientes para monitorar a qualidade da água como um indicador da sustentabilidade do manejo florestal.

TABELA 3 - Significado ecológico dos parâmetros físicos e químicos da água

Parâmetro	Significado ecológico	Fonte
Alcalinidade	capacidade que a água apresenta de neutralizar ácidos, sem que ocorra mudança no pH	LIMA, 1984
Cálcio	elemento não limitante no ecossistema, normalmente não sofre pressões por demanda	
Condutividade elétrica	indica a carga iônica e portanto, a quantidade de íons que está sendo transportada para fora do sistema	LIMA, 1984
Cor	é um parâmetro físico que pode ser derivada de substâncias minerais, resíduos orgânicos ou inorgânicos e substâncias vegetais (taninos, algas )	LIMA, 1984
Dureza	é conferida principalmente pela presença de cálcio e magnésio, sendo aplicada em geral à capacidade de neutralizar sabão que a água apresenta	LIMA, 1984
Ferro	a alta presença de ferro, normalmente associado com alta concentração de manganês, favorece o desenvolvimento de bactérias na água.	MASETTO <sup>3</sup>
Fósforo	elemento limitante no ecossistema, muito disputado pelos seres vivos, é responsável em grande parte pela eutrofização dos cursos d'água.	MOLDAN & CERNY, 1994
Manganês	a alta presença de manganês normalmente associado com alta concentração de ferro, favorece o desenvolvimento de bactérias na água.	MASETTO
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	elemento limitante no ecossistema, muito disputado pelos seres vivos	MARTINELLI <sup>4</sup>
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	elemento limitante no ecossistema, muito disputado pelos seres vivos, aumento da descarga de nitratos indicam distúrbios no ciclo de nitrogênio	MOLDAN & CERNY, 1994
pH	medida do potencial de poluição da água, quanto maior o pH maior a capacidade de dissociar compostos	McKEE & WOLF, 1963
Sedimentos	perda de solos; erosão; diminuição do potencial produtivo	
Sulfatos	pode ser um indicador de atividades antrópicas e causar acidez de solos e água	MULDER & CRESSER, 1994
Turbidez	é causada pela presença de materiais em suspensão na água, é uma medida da propriedade óptica	APHA, 1975

<sup>3</sup> Alba Masetto - coordenadora do Laboratório de Hidrologia, Ecologia e Solos Florestais, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP.

<sup>4</sup> Luiz A. Martinelli - pesquisador do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

No manejo de caixetais, a uma baixa intensidade, pôde-se observar que os impactos causados na qualidade da água, para os parâmetros analisados, não foram significativos. Portanto, não é necessária uma análise específica, comparando-se os parâmetros, pois nenhum deles apresentou diferenças em suas concentrações devido ao manejo do caixetal.

### 3.6 CONCLUSÕES

Não foram detectadas mudanças nos parâmetros da água analisados, no rio que corta o caixetal da Fazenda Retiro, explorado no ano de 1994, portanto quando ocorrem impactos do manejo da caixeta na qualidade da água, estes são pouco significativos e de caráter temporário.

Os parâmetros da qualidade da água testados como indicadores na avaliação dos impactos do manejo dos caixetais, não se mostraram adequados para avaliar a qualidade ambiental do manejo. Apesar da qualidade da água no caixetal apresentar variações, estas não podem ser diretamente atribuídas ao manejo florestal, mas sim, como respostas do ecossistema à interações com outros fatores bióticos e abióticos. A hipótese, portanto, foi rejeitada. A pluviosidade é um fator que influencia diretamente as características da qualidade da água. A turbidez e a cor, estão diretamente ligados à pluviosidade, aumentando suas intensidades com o aumento da pluviosidade. O cálcio, o potássio e o sódio, foram elementos que diminuíram de concentração com o aumento da pluviosidade.

Na Fazenda Cindumel, o manejo florestal da caixeta a uma intensidade média de 20 metros esteres por mês, não apresentou impactos negativos significativos nas características da qualidade da água analisadas. A baixa intensidade de exploração, durante o período de estudo, pode ser um dos fatores importantes na manutenção da qualidade da água.



## **4 - IMPACTOS DO MANEJO E DA CONVERSÃO DE FLORESTAS DE CAIXETA EM BANANAL SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA**

### **4.1 - INTRODUÇÃO**

Há séculos, a drenagem e conversão dos ecossistemas úmidos têm sido vista como um progresso que aumenta a qualidade de vida e o bem estar da sociedade humana, diminuindo os perigos das enchentes, aumentando o saneamento e liberando terras para a agricultura. (THE NATIONAL WETLANDS POLICY FORUM, 1988). Este pensamento tem gerado políticas públicas e ações que têm sido as principais causas das perdas das áreas úmidas. Nos Estados Unidos, as perdas de áreas úmidas foram de 87 milhões de hectares, o que representa 54% das áreas originais. Na Grã-Bretanha, as perdas chegam a representar 40% das áreas úmidas costeiras; e nas Philipinas, as perdas foram de 300 mil hectares, correspondente a 67% dos manguezais; (IUCN, 1989).

No Brasil a maior parte das áreas úmidas estuarinas têm sido degradadas como consequência da poluição. Um exemplo do mal planejamento de áreas úmidas pode ser encontrado no complexo estuarino de Iguape-Cananéia. A construção do Valo Grande, a primeira grande obra hidráulica do país, causou danos irreversíveis ao ecossistema. Construído com o objetivo de diminuir a distância a ser percorrida pelos barcos que transitavam pelo Ribeira de Iguape em direção à cidade, provocou o assoreamento do porto do Iguape, porto mais importante do século XIX em São Paulo, inviabilizando a navegação no local. Este foi um dos motivos que levou ao declínio econômico da região neste século (DIEGUES et al, 1991; QUEIROZ, 1991).

Além do complexo estuarino Iguape-Cananéia localizado na foz do Rio Ribeira, o Vale do Ribeira como um todo, apresenta extensas áreas de planícies de inundação, onde atualmente, são encontrados os maiores remanescentes de caixetais, no Brasil (ZILLER, 1992). Os caixetais são florestas onde ocorre predominantemente a *Tabebuia cassinoides* (LAM.)D.C., conhecida por caixeta, malacaxeta ou tamanqueira. A exploração da caixeta iniciou-se na região por volta de 1937, à medida do tempo, sua utilização tornou-se difícil em função dos cortes sucessivos sem a necessária condução da rebrota; do desmatamento para a introdução de atividades agropecuárias; e da destruição deste ecossistema pela drenagem de áreas úmidas (DIEGUES et al, 1991)

Estudos que procuram medir os impactos da conversão dos ecossistemas sobre as características hidrológicas do sistema vêm sendo realizados à medida que aparecem problemas relativos, principalmente, ao fornecimento de água para fins públicos ou à geração de energia, (FAHEY & WATSON, 1991; CALDER, et al. 1995; DUNCAN, 1995). No Vale do Ribeira estes problemas já têm sido detectados através de preocupações específicas, em Pariquera-Açu e Iguape, com a questão da poluição dos rios, devido aos esgotos, e resíduos de produtos químicos usados na lavoura (SILVA & OLIVEIRA, 1989).

A solução para estes problemas passa pela busca de opções de desenvolvimento sustentável. Neste sentido, o Projeto Caixeta, desenvolvido desde 1992 pela ESALQ/USP, em parceria com o Núcleo de Apoio a Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras (NUPAUB/USP) e diversas ONGs, e com o apoio da Associação dos Caixeteiros de Iguape e da Prefeitura Municipal de Iguape, está buscando desenvolver tecnologias de manejo florestal com sólidas bases biológicas e silviculturais, que visam o manejo integrado e sustentável de florestas de caixeta no Vale do Ribeira. A conservação dos caixetais utilizando estes com fins econômicos, parece ser uma boa forma para evitar a conversão deste ecossistemas para atividades agropecuárias.

Neste estudo foram comparados os padrões de qualidade da água em uma área que sofreu colheita de madeira de caixeta, com uma área de caixetal que foi convertida em plantação de banana. O problema de pesquisa é comparar os impactos

do manejo florestal com relação a áreas convertidas para agricultura, nas características físicas e químicas da qualidade da água. A hipótese estabelecida é de que deve haver uma melhor conservação das características físicas e químicas da água quando se faz o manejo dos caixetais, se comparado à conversão de um caixetal em plantação de banana.

### 4.3 - PREDIÇÕES

É esperada uma variação grande nos parâmetros físicos e químicos da qualidade da água causados pela conversão do ecossistema florestal de caixeta para cultura de banana, conforme ilustrado na tabela 5.

TABELA 4 - Predições da variação de parâmetros físicos e químicos da água, para o manejo do caixetal e cultura de banana.

(+) aumento pequeno e temporário; (+++) aumento maior, de longo prazo.

Parâmetros	Manejo do Caixetal	Cultivo de Banana	Significado Ambiental
Sedimentos	+	+++	Perda de solo
Turbidez	+	+++	Perda de solo
Íons	+	+++	Perda de nutrientes
Cond. Elétrica	+	+++	Perda de nutrientes
Mat. Orgânica	+	+++	Aumento da DBO
N ; P	+	+++	Eutrofização

### 4.4 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 4.4.1 - Descrição do Vale do Ribeira

Ver Capítulo 3

#### 4.4.2 - Descrição da Microbacia do Retiro

Foram monitoradas duas áreas, localizadas dentro de uma mesma microbacia hidrográfica, que tem como principal rio o Rio do Retiro, que deságua no Rio Pequeno (figura 6). A primeira é uma área com floresta de caixeta (descrita no Capítulo 3 como Caixetal do Retiro), a qual é cortada pelo Rio do Retiro, e que tem à jusante uma área com plantio de banana. A área de caixeta é separada do plantio de banana por uma faixa de vegetação natural, porém não um caixetal.

A plantação de banana estudada pertence à Fazenda Retiro que está situada na Rodovia SP 222, no bairro do Retiro, Município de Iguape/SP, a cerca de 20km da cidade (figura 6).

O bananal vem sendo cultivado, pelo atual dono, a 33 anos e abrange uma área de aproximadamente 60 alqueires. A área caracteriza-se por ser uma planície de inundação, originalmente com cobertura florestal com predominância de caixeta<sup>5</sup>, que já havia sido explorada antes da aquisição pelo atual proprietário. A cultura de banana não tolera o encharcamento do solo, portanto toda a área é drenada apresentando vários canais de drenagem que convergem para um canal principal, de onde a água é retirada através de um sistema de bomba, sendo despejada no Rio Pequeno.

Muitas áreas da baixada de Iguape sofreram um processo parecido de conversão, sendo o uso da bomba neste caso, uma garantia a mais para o produtor, de que o plantio não vá sofrer danos com o alagamento da área. O Vale do Ribeira apresenta extensas áreas com plantios de banana distribuídas em tamanhos e níveis tecnológicos distintos, podendo ser ainda plantios de baixada ou em encostas. Os plantios de encosta não requerem a mesma técnica de drenagem para serem efetuados.

Apesar de a plantação de banana se encontrar na mesma microbacia hidrográfica que o caixetal da Fazenda Retiro, o rio que corta o caixetal não passa diretamente pela área de plantio, e não sofre influências diretas deste, devido ao sistema de drenagem. Na área de plantio as amostras de água foram coletadas diretamente nos canais de drenagem. No primeiro ponto de coleta, à jusante da área de banana, o canal de drenagem passa por aproximadamente 100 metros de terreno,

---

<sup>5</sup> Informação pessoal Minoro Shimabokuru, proprietário da Fazenda Retiro

onde área é utilizada com fins agrícolas. O segundo ponto de coleta foi no canal principal de drenagem, que se encontra à jusante do bananal, e de onde a água é diretamente bombeada para o Rio Pequeno.

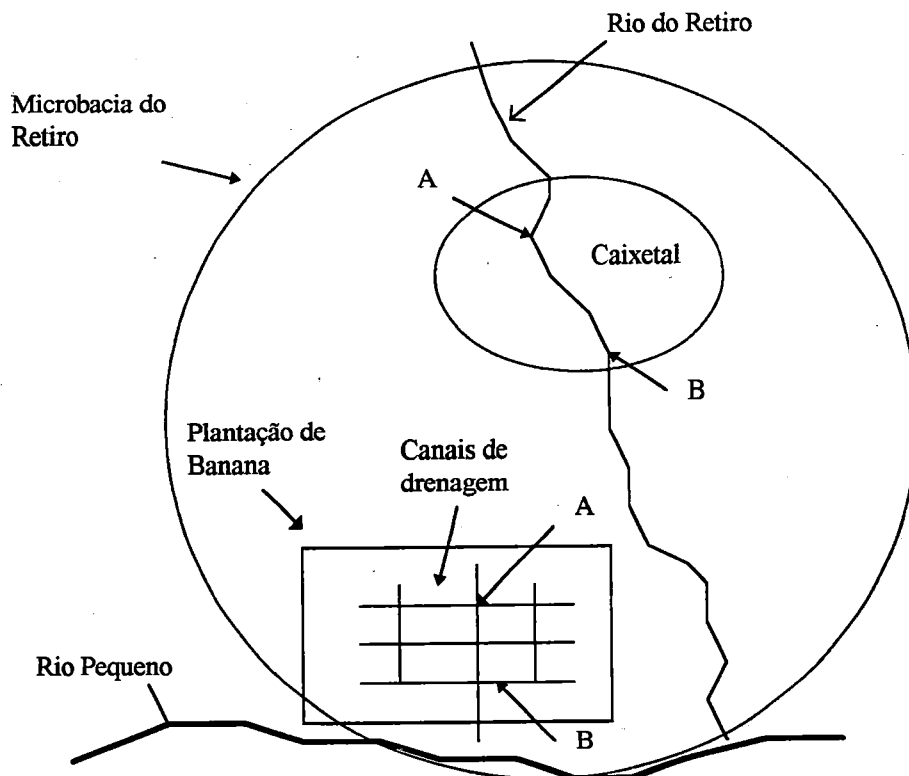


FIGURA 9 - Croqui da Microbacia do Retiro, com as áreas de pesquisa, Caixetal e Plantação de Banana, e os pontos de coleta a montante e a jusante, A e B respectivamente.

#### 4.4.3 - Amostragem

Foram determinados 4 pontos de coleta, sendo dois no Rio do Retiro, e outros dois nos canais de drenagem na plantação de banana, sempre à montante e à jusante das áreas de pesquisa (figura 9). A amostragem teve início em abril de 1996, sendo a última amostra coletada em janeiro de 1997. O intervalo de amostragem foi de 15

dias aproximadamente. Ao total foram realizadas 16 amostragens, nos quatro pontos nas áreas de pesquisa de caixeta e de banana, somando 64 amostras analisadas.

As amostras foram coletadas em garrafas de polietileno diretamente no leito dos rios ou no canal de drenagem, a uma profundidade média de 20 cm., armazenadas em geladeira de isopor durante o transporte, e em geladeira elétrica até serem analisadas.

No caixetal da Fazenda Retiro o tempo gasto, em caminhada, até um dos pontos de coleta, é de aproximadamente 15 minutos, até o outro ponto é possível se aproximar com o automóvel. Na área de banana os dois pontos são acessíveis de automóvel.

#### **4.4.4 - Análises físicas e químicas da água**

O impacto da atividade florestal sobre as características limnológicas do sistema, foi medido através de parâmetros físicos e químicos da qualidade da água. As análises foram realizadas no Laboratório de Ecologia Aplicada, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Os parâmetros analisados os respectivos métodos foram os mesmos dos descritos no Capítulo 03.

#### **4.4.5 - Análise dos dados**

Os resultados das análises físicas e químicas da água foram analisados através da comparação entre a qualidade da água na saída do caixetal com a qualidade da água na saída da plantação de banana. Foi feita a análise de variância (teste F) para comparar as médias das 16 amostragens (repetições).

Ademais, foram feitas inspeções visuais, a partir de inúmeras técnicas gráficas, para observar as tendências de sazonalidade na qualidade da água. Estas práticas podem ser consideradas como mais úteis, do que os métodos estatísticos clássicos, para indicar alterações resultantes de pequenas mudanças nos valores das variáveis da qualidade da água (GRAYSON et al., 1993).

#### 4.4.6 - Dados Pluviométricos

Ver Capítulo 3

### 4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando analisado individualmente o caixetal, com relação às diferenças da qualidade da água à montante e à jusante das área de pesquisa, não foi encontrada nenhuma diferença significativa, sendo que os valores encontrados permaneceram relativamente constantes, à montante e a jusante (tabela 5).

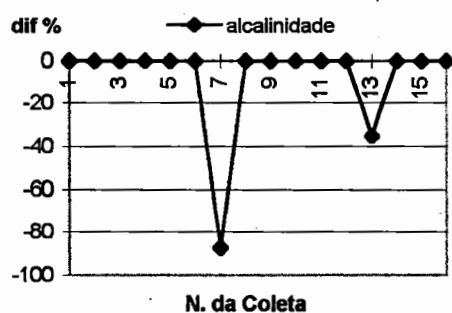
TABELA 5 - Comparação dos valores médios à montante e a jusante das áreas de pesquisa, as respectivas diferenças percentuais, e os valores de F.

Característica	Banana montante	Banana jusante	Dif. %	Valor de F	Caixetal montante	Caixetal jusante	Dif. %	Valor de F
Acidez	56,93	39,63	-30,38	2,69	9,77	8,84	-9,52	0,48
Alcalinidade	2,40	1,31	-45,31	0,36	13,15	13,30	1,14	0,01
Cálcio	10,64	10,42	-2,04	0	2,67	2,73	2,03	0,02
Cloreto	16,79	20,61	22,80	0,8	9,15	9,17	0,20	0,00
Cobre	0,16	0,08	-53,85	2,75	0,03	0,03	0,00	0,00
Condutiv.	746,88	672,81	-9,92	2,4	125,00	126,25	1,00	0,05
Cor (PtCo)	68,69	115,69	68,43	2	91,63	117,38	28,10	0,50
Dureza	66,93	69,06	3,18	0,03	15,17	15,26	0,59	0,00
Ferro	5,14	2,55	-50,47	1,58	1,06	1,05	-0,36	0,00
Fósforo	0,05	0,04	-29,11	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
G. Carbônico	3,87	7,40	91,31	0,51	6,02	5,73	-4,80	0,05
Magnésio	9,61	10,21	6,14	0,16	2,06	2,05	-0,82	0,00
Manganês	0,59	0,56	-5,26	0,29	0,16	0,10	-36,00	0,83
N. amoniacal	0,52	0,49	-5,66	0,04	0,14	0,17	18,94	0,09
Nitrato	1,50	0,61	-59,55	2,79	0,25	0,30	18,70	0,42
pH	3,81	4,35	14,31	3,89*	6,51	6,53	0,33	0,00
Potássio	4,55	5,94	30,63	8,05***	1,43	1,46	2,19	0,04
Sedimentos	36,38	38,98	7,14	0,04	10,02	10,69	6,72	0,09
Sódio	28,04	21,95	-21,73	0,95	6,53	6,75	3,35	0,19
Sulfato	80,78	75,82	-6,15	0,14	2,80	2,89	3,42	0,01
Turbidez	25,41	41,54	63,45	1,19	20,84	22,99	10,32	0,04
Zinco	0,17	0,10	-40,74	1,97	0,04	0,03	-28,17	0,22

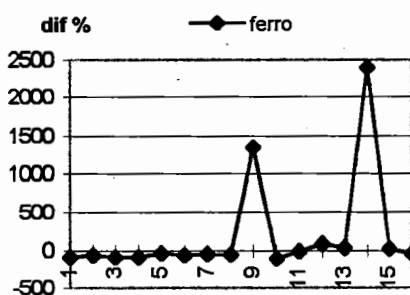
\*\*\* valores significativos a 1%; \* valores significativos a 10%

Quando feita a comparação para a área de banana, temos que, somente os valores de pH e potássio apresentaram um aumento significativo à montante, sendo que as outras características não apresentaram diferenças estatisticamente significativas (tabela 6).

Mesmo assim, várias destas características da qualidade água (alcalinidade, cobre, cor, ferro, gás carbônico, nitrato e turbidez), na plantação de banana, apresentaram diferenças, à montante e à jusante, bastante grandes. O fato está ligado a elas serem resultado de diferenças ocasionais elevadas, porém não constantes. As características que apresentaram diferenças estatisticamente significativas, foram resultado de diferenças que apresentaram alterações mais constantes. A figura 10, ilustra alguns destes resultados graficamente.

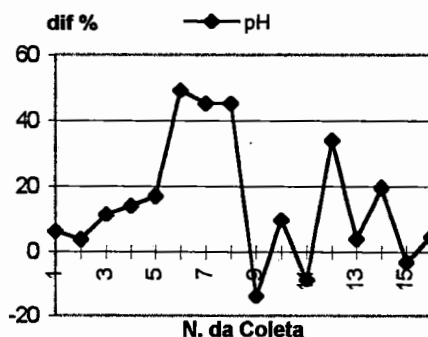


(a)

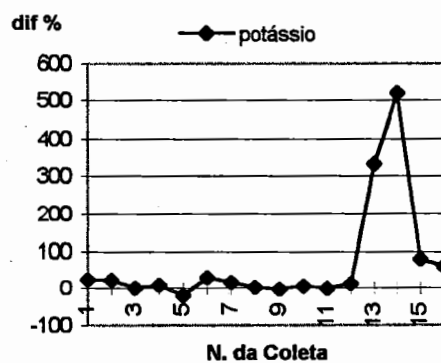


N. da Coleta

(b)



(c)



N. da Coleta

(d)

Figura 10 - Diferenças percentuais das características da água, à montante e a jusante, da plantação de banana para, (a) alcalinidade e (b) ferro, que não apresentaram significância estatística e, (c) pH e (d) potássio, estatisticamente diferentes à montante, de a jusante.



Analisando os resultados apresentados pode-se considerar que as duas áreas estudadas apresentaram poucas diferenças significativas entre os valores encontrados à montante e à jusante de cada área. Portanto, nenhum dos dois sistemas está alterando significativamente a água dentro do próprio sistema. Por outro lado, ao serem comparados os sistemas entre si, podem ser detectadas diferenças significativas na qualidade da água. O caixetal e a plantação de banana foram comparados com relação às características da qualidade da água, a partir dos resultados encontrados à jusante das áreas (tabela 6).

TABELA 6 - Médias das características da qualidade da água do caixetal e da plantação de banana, e os respectivos valores de F.

Característica	Caixetal jusante	Bananal jusante	Dif. %	Valor de F
Acidez	8,84	39,63	348,23	14,91***
Alcalinidade	13,30	1,31	-90,13	70,56***
Cálcio	2,73	10,42	282,20	11,3***
Cloreto	9,17	20,61	124,79	12,77***
Cobre	0,01	0,08	500,00	10,71***
Condutividade	126,25	672,81	432,92	260,97***
Cor (PtCo)	117,38	115,69	-1,44	0,00
Dureza	15,26	69,06	352,55	37,41***
Ferro	1,05	2,55	142,25	6,88**
Fósforo	0,00	0,04	833,33	12,9***
Gás Carbônico	5,73	7,40	29,02	0,15
Magnésio	2,05	10,21	398,41	53,61***
Manganês	0,10	0,56	462,50	80,53***
N. amoniacal	0,17	0,49	190,37	7,64***
Nitrato	0,30	0,61	103,78	6,34**
pH	6,53	4,35	-33,36	87,54***
Potássio	1,46	5,94	308,15	162,74***
Sedimentos	10,69	38,98	264,52	9,65***
Sódio	6,75	21,95	225,19	25,13***
Sulfato	2,89	75,82	2520,67	43,26***
Turbidez (FTU)	22,99	41,54	80,69	1,55
Zinco	0,03	0,10	213,73	7,24**

\*\*\* valores estatisticamente significativos à 1%

\*\* valores estatisticamente significativos à 5%

Todas as características da água, com exceção da cor, gás carbônico e turbidez, apresentaram diferenças significativas. Portanto, apesar dos dois sistemas

estarem em uma mesma microbacia hidrográfica, donde se esperava que tivessem uma composição das características da água parecidas, eles funcionam como sistemas independentes, com poucas similaridades com relação às características da qualidade de água.

A análise das variações de concentração relativa de cátions e ânions nas áreas de caixetal e de banana, observa-se como estes dois sistemas são independentes. O balanço de cátions no caixetal mostra um predomínio claro do sódio (Na), seguido do magnésio (Mg), do cálcio (Ca) e do potássio (K). A água da plantação de banana, apesar de não apresentar mudanças na predominância da concentração dos cátions, apresenta variações de cada elemento mais acentuadas (tabela 7).

TABELA 7- variações percentuais da predominância de cada cátion e ânion, perante a soma de cátions e ânions.

	Caixetal		Plantação de Banana	
	máximo	mínimo	máximo	mínimo
Sódio	35	60	7	72
Magnésio	15	40	5	65
Cálcio	12	35	3	40
Potássio	--	10	--	12
Cloreto	20	62	5	95
Alcalinidade	30	55	--	12
Sulfato	5	30	50	95
Nitrato	--	1	--	1

A análise do balanço dos ânions das duas áreas, indica maiores diferenças, que o balanço dos cátions, havendo inclusive variação na predominância das características. No caixetal predominam a alcalinidade e cloreto, variando de acordo com a época do ano, sendo que, na plantação de banana ocorre uma clara predominância do sulfato, associado à baixa alcalinidade (figuras 11 e 12).

FIGURA 11 - Balanço de Ânions à jusante das áreas de Caixetal e da Plantação de Banana

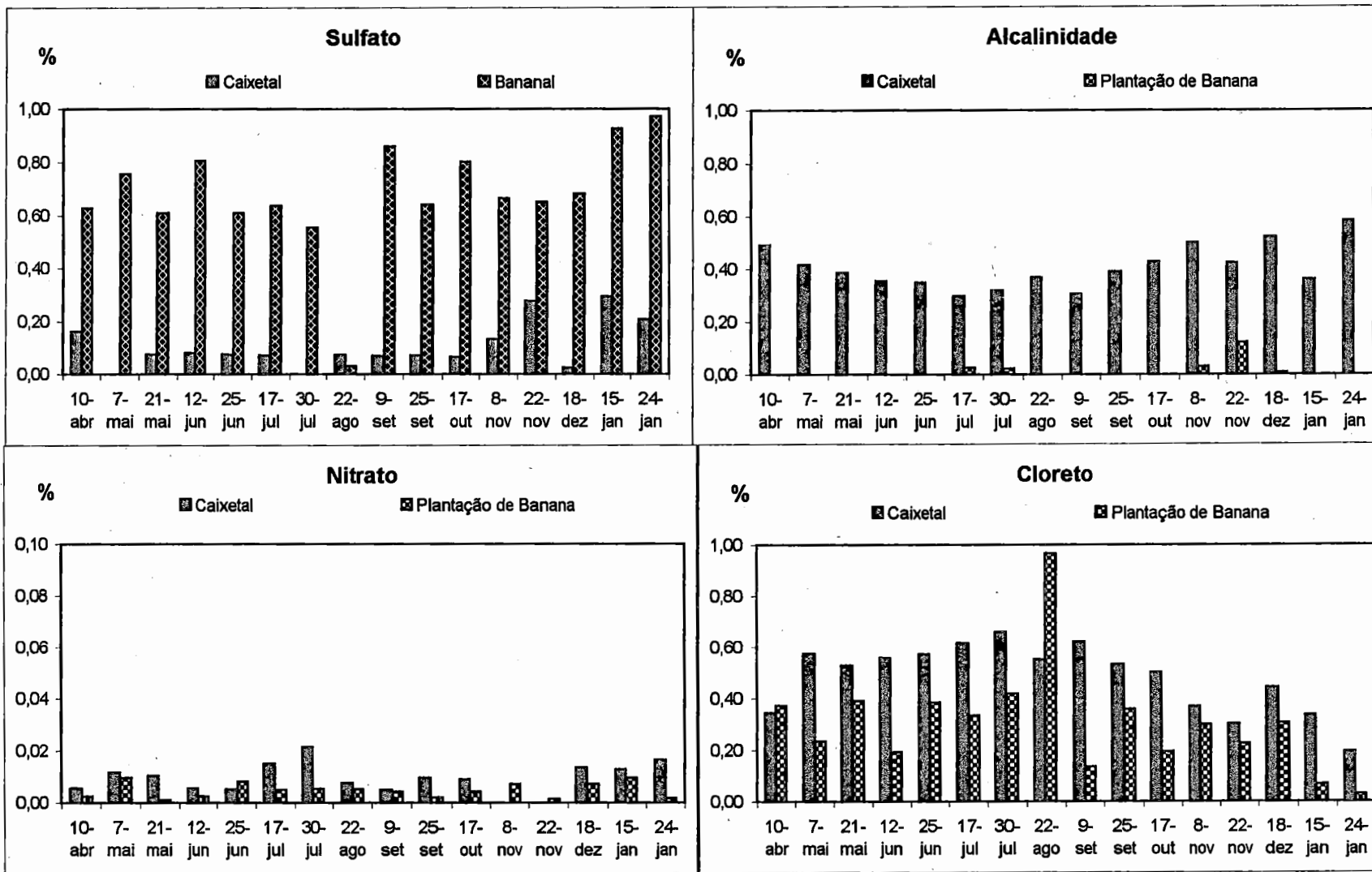
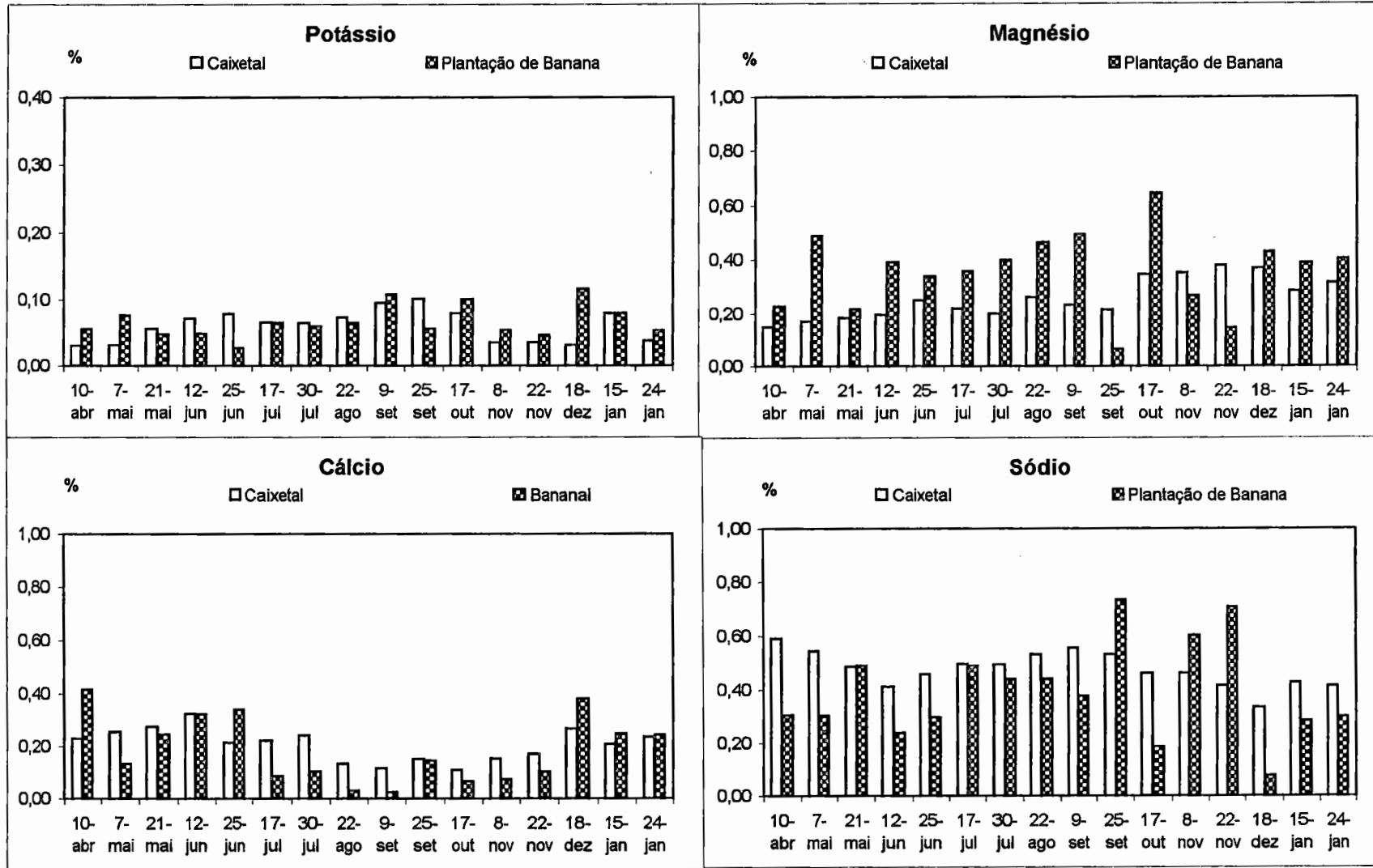


FIGURA 12 - Soma de Cátions à jusante das áreas de Caixetal e da Plantação de Banana



As diferenças encontradas na composição e quantidade, das características e elementos da água, no caixetal e na plantação de banana, está de acordo com outros trabalhos que comprovam a existência de modificações quantitativas e qualitativas nos cursos de água, devido a diferentes usos do solo (CASTRO, 1980; WATERLOO, 1994).

A seguir são discutidas as variações de características da água coletada na plantação de banana, em relação à água do caixetal.

1. Acidez - apresentou aumento significativo. Pode ser resultado de atividades antrópicas como o uso de fertilizantes nitrogenados (JOHNSON et al., 1994), portanto a plantação de banana pode estar indicando através da acidez uma maior perturbação antrópica do meio.
2. Alcalinidade - apresentou redução significativa. A alcalinidade diminui a capacidade da água de absorver ácidos sem a alteração do pH (LIMA, 1984), uma característica em águas naturais que lhe confere uma maior poder tampão a alterações do meio. A água advinda da plantação de banana tem uma menor capacidade de absorção de ácidos sem alterar suas características, o que aumenta a vulnerabilidade à mudanças do ecossistema.
3. Condutividade elétrica - apresentou aumento significativo. Indica que uma maior quantidade de íons estará sendo perdida em suspensão no curso d'água à jusante, o que está de acordo como os aumentos encontrados para os principais cátions e ânions da água como o cloro, sulfatos, nitratos, cálcio, magnésio, potássio e sódio, sendo que, somente a alcalinidade diminuiu sua concentração. A diferença aqui encontrada é superior a outro estudo que compara os impactos do uso do solo nas características da água, onde o aumento foi de aproximadamente 21% (CASTRO, 1980), indicando um impacto bastante acentuado. Exploração florestal acentuada e queima de matéria orgânica também podem causar aumentos significativos na condutividade elétrica (WATERLOO, 1994). A condutividade elétrica média de 672,81 umho/cm, da água da banana, indica uma perda muito grande de nutrientes, deste sistema para o meio.
4. Cálcio - o aumento significativo do cálcio deve ser resultado de ações antrópicas, porém, nem sempre detectável na água. Comparando uma bacia florestada com

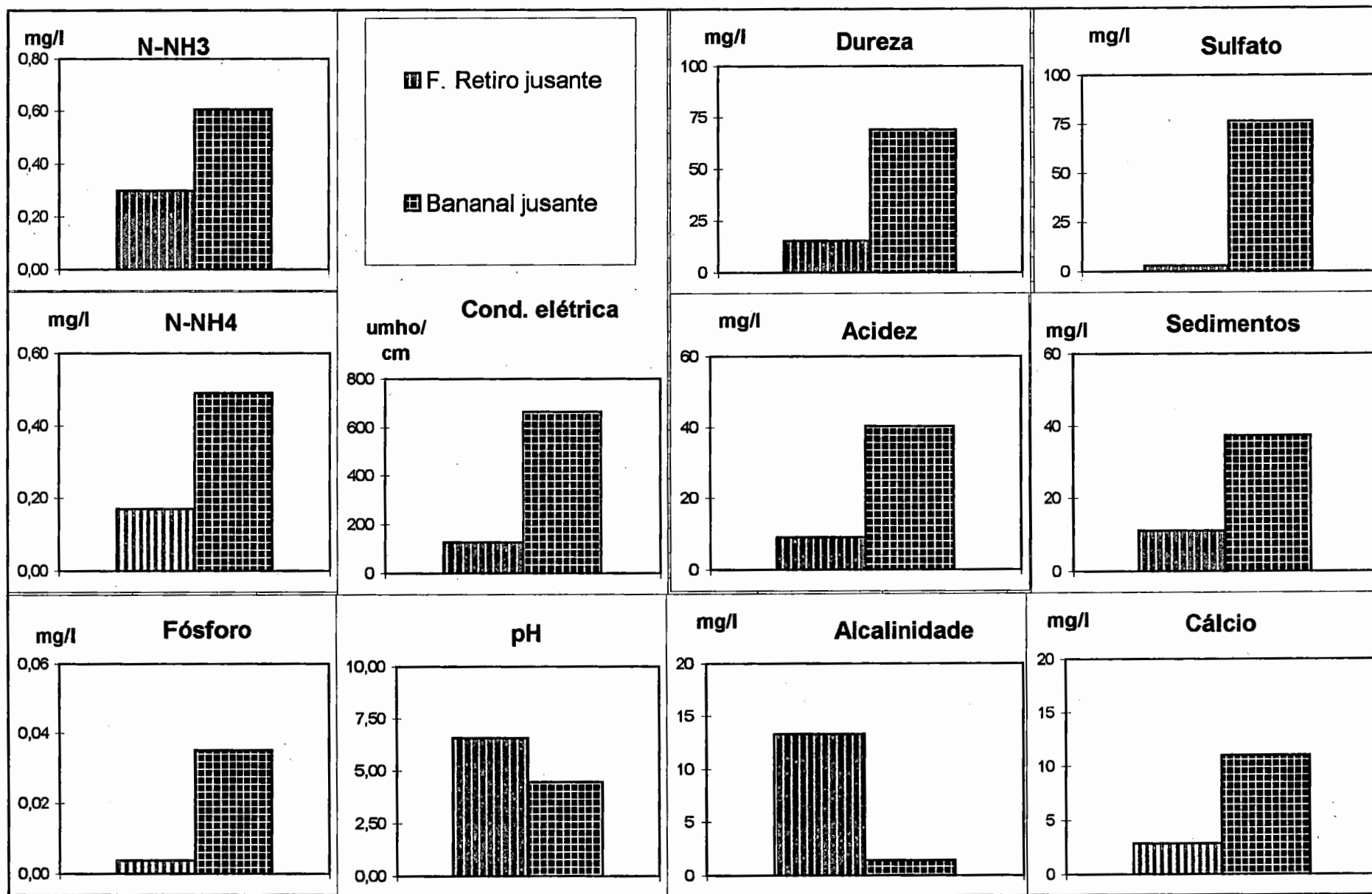
uma com usos agrícolas, não foram encontradas diferenças significativas nas concentrações de cálcio (CASTRO, 1980). Já a exploração florestal têm causado aumentos significativos na concentração deste elemento (JOHNSON, 1994; WATERLOO, 1994). A perda do cálcio na plantação de banana deve estar associada à calagens normalmente realizadas em culturas agrícolas.

5. Fósforo - apresentou aumento significativo, inclusive bastante superior a outro estudo onde foi detectado um aumento de até 69% em cursos d'água drenando áreas agrícolas, comparadas à florestais (RATSEP et al., 1994). O aumento maior encontrado neste estudo pode estar relacionado ao fato de a água, na área agrícola, ser coletada diretamente de um canal de drenagem, e não de um curso d'água. O excesso de fósforo na água está fortemente ligado à eutrofização dos cursos d'água (LIMA, 1984).
6. Nitrato e Nitrogênio Amoniacal - ambos apresentaram aumentos significativos, similares a um estudo onde foi detectado um aumento de até 91% em cursos d'água drenando áreas agrícolas, comparadas à florestais. Há indicações que a concentração de nitratos na água sub-superficial próximas à áreas agrícolas com aplicações extensivas de fertilizantes frequentemente excedem 10 mg/l (RATSEP et al., 1994). O aumento da concentração de nitratos é um indicador de distúrbios no ciclo do nitrogênio (MOLDAN & CERNY, 1994), portanto a ciclagem deste elemento não está seguindo o padrão natural dentro desta microbacia.
7. pH - apresentou diminuição significativa, o que deve estar relacionado ao aumento da acidez e diminuição da alcalinidade. No caixetal a água apresentou um pH médio de 6,53, o que está dentro dos padrões para águas naturais ausentes de poluição, onde o pH varia de 6,5 a 8,5 (HEM, 1970). Em oposição a estes resultados, em uma bacia florestada comparada a outra com usos agrícolas, esta última apresentou um pH levemente menos ácidos, decorrentes de a bacia estar perdendo maior quantidade de bases aos cursos d'água (CASTRO, 1980). Apesar de existirem águas que naturalmente são mais ácidas, uma alteração de pH de 6,53 (caixetal), para 4,35, no bananal, é muito elevada, considerando-se que estão numa mesma microbacia hidrográfica.

8. Sedimentos - apresentou aumento significativo, e está muitas vezes diretamente ligado ao tipo de uso do solo. O aumento de sedimentos transportados pela água além de indicarem uma maior perda direta do solo, pode causar o assoreamento de cursos d'água, lagos e represas. O complexo estuarino de Cananéia-Iguape, teve um triste experiência deste caso, quando por abertura do Valo Grande, teve um importante porto fechado, devido ao assoreamento. O transporte de sedimentos pelos rios, pode ser prejudicial em sua foz, a atividades de turismo, deixando a água do mar mais turva.
9. Sulfatos - apresentou os maiores aumentos em termos percentuais, porém são compostos que tem sido pouco estudados e/ou relacionados ao uso do solo, e seus impactos nos recursos hídricos. Normalmente, uma concentração elevada de sulfatos está associada a solos ou águas ácidas (MULDER & CRESSER, 1994), o que estaria em acordo com os resultados encontrados, pois a água da plantação de banana apresentou uma maior concentração de sulfatos e também um pH mais ácido.

Diferenças básicas destas características da água podem ser visualizadas na figura 13.

FIGURA 13 - Médias das características da qualidade da água no caixetal do Retiro e na plantação de banana.





#### 4.6 - CONCLUSÕES

A plantação de banana, com relação ao caixetal, é um sistema de pior qualidade ambiental, o que está relacionado aos altos teores de nitratos, sulfatos, condutividade elétrica, sedimentos e fósforo, encontrados, associados a uma baixa alcalinidade e baixo pH, da água.

Os impactos negativos causados pela plantação de banana estão associados ao fato deste ser um sistema de alta tecnologia, com o uso intensivo de adubações e calagens, construção de canais de drenagem e o bombeamento da água para fora do sistema. Esses fatores, além de prejudicarem várias características da água, alteram as características do regime hidrológico como a profundidade da água e os padrões de inundação (duração e frequência) que, por sua vez, influenciam a bioquímica dos solos e são importantes fatores na seleção da biota nestas áreas.

O manejo florestal mostrou-se eficiente na conservação dos recursos hídricos, sendo uma alternativa importante para o planejamento do uso dos solos, especialmente das planícies de inundação, no Vale do Ribeira.

A elaboração de políticas públicas coerentes, que incentivem o manejo florestal como uma forma de evitar a conversão destes ecossistemas a sistemas mais simples e de maior tecnologia, faz-se necessária. O manejo das florestas de caixeta, no Vale do Ribeira, pode trazer benefícios indiretos à região evitando a eutrofização e o assoreamento dos cursos d'água, garantindo a manutenção dos recursos pesqueiros e da viabilidade do transporte hidroviário, ajudando no controle de enchentes, e conservando este precioso recurso, a água, que é um importante atrativo para o desenvolvimento turístico da região. Além disso, o manejo dos caixetais, bem como o processamento desta madeira, gera empregos na região, que é uma das mais pobres do Estado de São Paulo.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standarts methods for the examination of water and waste water. 13ed. Washington, 1975. 1193p.
- ASSENBERG, P. Effects of cyclone disturbance and subsequent log extraction on water yield and quality in the Oleolega catchment. Amsterdam, 1993. Dissertação (Mestrado) - Faculty of Earth Sciences, Vrije Universiteit.
- BOSCH, J.M. e HEWLETT, J.D. A review of catchment experients to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hidrology*, 55, p. 3-23. 1982.
- BORMANN, F. H. e LIKENS, G. E. Nutrient Cycling. *Science*, v.155(3761), p.424-429, 1967.
- BRINSON, M. Changes in the fuction of wetlands along environmental gradients. *Wetlands*. 13(2), p65-74, 1993.
- CALDER, I. R. et al. The impact of land use change on water resources in sub-Saharan Africa: a modelling study of Lake Malawi. *Journal of Hidrology*, v.170, p.123-135, 1995.
- CAMINO V., R. de; MÜLLER, S. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores. Serie Documentos de Programa / IICA, no. 38, 1993.

- CARTER, V. An overview of the hidrologic concerns related to wetlands in the United States. *Can. J. Bot.*, 64, p364-374. 1986.
- CASTRO, P. S. Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG. Piracicaba, 1980. 107p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo.
- CIFOR (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH). *Testing Criteria and Indicators for the Sustainable Management of Forests*. Jakarta, 1995 (Briefing Book).
- CIFOR (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH). *Testing Criteria and Indicators for the Sustainable Management of Forests*. Jakarta, 1995 (Final Report - Test Brazil)
- CHRISTOPHERSEN, N. e NEAL, C. Linking hidrological, geochemical and soil chemical processes on the catchment scale: an interplay between modeling and field work. *Water Resources Res.*, 26, p 3077-3086. 1990
- CORNISH, P. M. The effects of logging and forest regeneratio on water yields in a moist eucalypt forest in New South Wales, Australia. *Journal of Hidrology*, v.150, p.301-322, 1993.
- DIEGUES, A.C.S. et al. A Caxeta no Vale do Ribeira (S.P.). Estudo Sócio-Econômico da População Vinculada à Extração e Desdobro da Caixeta. São Paulo, dezembro de 1991

- DIEGUES, A.C.S. et al. Avaliação Ecológico-Econômica dos Recursos e das Funções do Ecossistema Estuarino Lagunar de Iguape-Cananéia. Programa de Pesquisa e Conservação de Áreas Úmidas no Brasil, Relatório de Pesquisa. São Paulo, 1990.
- DIEGUES, A.C.S. The role of cultural diversity and communal participation in Wetland management in Brazil. In: Fiselier, J.L. Living off the Floods: strategies for the integration of consevation and sustainable resource utilization in floodplains. Leiden, Netherlands, WWF, 1990.
- DONOVAN, R. Z. Role of NGOs. In: Viana, V. et al.; Certificacion of Forest Products - Issues and Perpectives. Washington, D. C., Ed. Island Press, 1996, p. 93-111.
- DUGAN, P.J. (Edit.). Conservación de Humedales: Un análises de temas de actualidad y acciones necesarias. Gland, Switzerland: IUCN. 1992. 96 p.
- DUNCAN, M. J. Hydrological impacts of converting pasture and gorse to pine plantation, and forest harvesting, Nelson, New Zealand. *Journal of Hydrology* (N.Z.), v.34(1), p.15-41, 1995.
- EMMETT B. A., Hudson J.A., Coward P.A. e Reynolds B. The impact of a riparian wetland on streamwater quality in a recently afforested upland catchment. *Journal of Hidrology*, Elsevier, 162, p. 337-353. 1994.
- ELLIOT, C; DONOVAN, R. Z. Introduction. In: Viana, V. et al.; Certificacion of Forest Products - Issues and Perpectives. Washington, D. C., Ed. Island Press, 1996, p 1-11.

- ERVIN, J; ELLIOT, C. The Development of Standarts. In: Viana, V. et al.,; Certification of Forest Products - Issues and Perspectives. Washington, D. C., Ed. Island Press, 1996, p. 33-42.
- FAHEY, B. D. e WATSON, A. J. Hydrological impacts of converting tussock grassland to pine plantation, Otago, New Zealand. *Journal of Hidrology* (N.Z.), v.30(1), p.1-15, 1991.
- FAO ( ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACAION). Sustanainable development and managment of land and water resources. Background Document, Rome, 1991.
- FOREST STEWARDSHIP CONCIL. *Estatutos del FSC*. Oaxaca, ratificado 1994.
- FOREST STEWARDSHIP CONCIL. *Principios y Critérios para el Manejo de Bosques*. Documento No. 1.2, revisado 1996.
- FISELIER, J.L. Living off the Floods: strtegies for the integration of consevation and sustainable resource utilization in floodplains. Leiden, Netherlands, WWF, 1990.
- GHAZALI, B. H.; SIMULA, M. Certification Schemes for all Timber and Timber Products. Prepared for the International Timber Organization, Yokohama, 1994.
- GOSSELINK, J. G. & TURNER, R. E. The role of hidrology in freshwater wetland ecosystems. In: Good, R. E. : Whgham, D. F. and Simpson R. L. (eds). *Freshwater Wetlands: Ecological Processes and Managment Potential*, Academic Press, 1978. p. 63-78 New York. 1978.

- GRAAF, N.R. 1986. A silvicultural sistem for natural rain forest in Suriname. Series, Wagemingem,D. THE METHER-LANDS, Agricultural University
- GRAYSON, R. B. et al. Water quality in moutain ash forest - separating the impacts of roads from those of logging operations. *Journal of Hidrology*, v. 150, p. 459-480, 1993.
- HEATHWAITE, A. L. The effect of drainage on nutrient release from fen peat and its implication for water quality - a laboratoyry simulation. *Water, Air and Soil Pollution*, v.49, p. 159-173, 1990.
- HEM, J. D. Study and interpretation of the chemica characteristics of natural water. Washington, D. C. *Surv. Water Supply Pap.* 1473, 2nd ed., 1970, 366p.
- HILL, A. R. Nitrate removal in Stream Riparian Zones. *J. Environ. Qual.* 25, p.743-755, 1996.
- HORNBECK, J. W. et al. Long-term impacts of forest tretments on water yield: asummary for northeastern USA. *Journal of Hidrology*, v.150, p.323-344, 1993
- HOWARD G. W. (Edit.). Definition and Overview. In: S.A. Crafter, S.G. Njuna e G.W. Howard (Eds). *Wetlands of Kenya. Procedings of the KWWG Seminar on Wetlands on Kenya.* Gland, Switzerland: IUCN, 1992. viii. cap 1. p1-5
- IMAFLORA. Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola. Padrões para certificação de caixetal na Mata Atlântica. 1995. 5p.

IUCN. The Ramsar Convention as a vehicle for linking wetlands conservation and development. In: THIRD MEETING OF CONFERENCE OF THE CONTRACTING PARTIES. Regina / Canadá. Doc. C.3.13, 1987. Preparado pelo Escritório de Áreas Alagadas da Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 1987.

IUCN. Wetland Conservation and Sustainable Development: Towards Environmentally Sound Management and Sustainable Utilisation of the World's Wetland Resources. Gland: Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 1989. 89p.

JOHNSON, C. E. et al. Chemical Weathering in Small Catchemnts: Climatic and Anthropogenic Influences. In: ed. Moldan B. & Cerny J. Biogeochemistry of small catchments V51. John Wiley & Sons, 1994. Cap14, p323-337.

JUNK, W. J. Áreas inundáveis - Um desafio para Limnologia. *Acta Amazônica*, Manaus, 10(4). p. 775-795. 1980.

JUNK, W., ed. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System. Ecological Studies V126. Ney York, Springer, 1997.

KADLEC, R. H. Effect of flooding depht on summer water budgeds for small diked marshes. *Wetlands*. 13(1), p1-9. 1993.

KUNIYOSHI, Y. S. Aspectos morfo-anatômicos do caule, raiz e folha de Tabebuia cassinoides (lam) DC (Bignoniaceae) em diferentes fases sucessionais no litoral do Paraná. Curitiba, 1993. 101p. Tese (doutorado) - Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

LANLY, J.P.; SINGH, K.D. e JANZ, K. FAO's 1990 reassessment of tropical forest cover. *Nature and Resources*, v.27 (2), p.21-26, 1991.

- LIMA, W. de P. *Qualidade da água*. Apostila do curso de Hidrologia Florestal Aplicada. 1984.
- LIMA, W. de P. *Impacto Ambiental do Eucalipto*. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1993. 301p.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras*. São Paulo. Editora Plantarum, 1992. 355p
- MACEDO, D. S. *Estrutura e manejo de uma floresta de várzea do estuário amazônico*. Piracicaba, 1996. 117p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo.
- MACEDO, D. S.; ANDERSON, A.B. Early Ecological Changes Associated with Logging in an Amazon Floodplain. *Biotrópica*, V25(2), p.151-163, 1993.
- MALMER, A. Hydrological effects and nutrient losses of forest plantation establishment on tropical rainforest land in Sabah, Malaysia. *Journal of Hidrology*, Elsevier, 174, p.129-148. 1996.
- MALPAS; WATSON. *Techonoly and Wealth Creation*. London, British Association, 1991.
- MARQUESINI, M.P.S. Relatório do projeto "Manejo de populações Naturais de caixeta - *Tabebuia cassidinoides* (lam) D.C." - fase I - levantamento de caixetais. Piracicaba, NUPAUB/ESALQ/USP. 1994. 48p.
- MARQUESINI, M.P.S. Relatório do projeto "Manejo de populações Naturais de caixeta - *Tabebuia cassidinoides* (lam) D.C." . Piracicaba, NUPAUB/ESALQ/USP. 1995. 29p.



- MCCULLOCH J.S.G.; ROBINSON M. History of Hidrology. *Journal of Hidrology*, Elsevier, 150, p. 189-216. 1993.
- MISTCH, W.J. & GOSSELINK, J. G. Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York. 1986. 539p.
- MOLDAN, B. & CERNY, J. Small Catchemnt Research. In: ed. Moldan B. & Cerny J. Biogeochemistry of small catchments V51. John Wiley & Sons, 1994. Cap.16, p 361-382.
- MULDER, J. & CRESSER, M. S. Soil and Soil Solution Chemistry. In: ed. Moldan B. & Cerny J. Biogeochemistry of small catchments V51. John Wiley & Sons, 1994. Cap. 5, p.107-126.
- NATIONAL WETLANDS POLICY FORUM, WASHINGTON D.C., 1988. Final Report. The Conservation Fundation. 68p.
- OWEN, C. R. Water budged and flow patterns in an urban wetland. *Journal of Hidrology*, Elsevier, 169,p. 171-187. 1995.
- PETERS, N. E. Water quality in a forested Piedmont catchment, Georrkia, USA. *Journal of Hidrology*, Elsevier, 156,p. 73-90. 1994
- QUEIROZ, O. T. M. M. O (re)-arranjo de Iguape e Ilha Comprida sob o advento do turismo a da exploração dos recursos naturais, 1991. 160p. Estágio de Especialização, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- RATSEP, R. et al. Agricultural impacts in the Northen Temperate Zone. In: ed. Moldan B. & Cerny J. Biogeochemistry of small catchments V51: John Wiley & Sons, 1994. Cap.16, p 361-382.

- SALATI, E. Análise ambiental sintética e qualidade da água do Rio Corumbataí (SP) como subsídio para o planejamento regional da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí. 1996. 199p. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.
- SCHILLING, B. H. et al. Criteria for the evaluation of sustainable management of tropical forest. Oxford, Initiative Tropenwald, 1994.
- SMARTWOOD PROGRAM. SmartWood Generic Guidelines for Natural Forest Management: "Assessment Methodology" version. 1995.
- SMITH, P. J. T. Variation of water yield from catchments under introduced pasture grass and exotic forest, East Otago. *Journal of Hydrology (N.Z.)*, v.26(2), p.175-184, 1987.
- SOFFIATO, A.A.N. *Provárzeas e Ecologia*. B. FBCN, Rio de Janeiro, 17, 131-133. 1982
- STADTMÜLLER, T. Impacto Hidrológico del Manejo Forestal de Bosques Naturales Tropicales: medidas para mitigarlo. Una revisión bibliográfica. CATIE. Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, 1994. 62p.; ( Série Técnica. Informe Técnico/CATIE; no.240).
- STEDNICK J.D. Monitoring the effects of timber harvest on annual water yield. *Journal of Hydrology*, Elsevier, 176, p. 79-95. 1996.
- TARRANT, R. F. 1970. Man-caused fluctuations in quality of water from forested watersheds. In the joint FAO/USSR International Symposium on Forest Influences and Watershed Management (1970, Moscow, URRS). Proceedings. s.n.t. p. 209-218.

- TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA (TCA). Documento final. Seminário Regional para definir Critérios e Indicadores de Sustentabilidade da Floresta Amazônica. Lima-Peru. 1995.
- VIANA, V.M.; AZEVEDO, T.R. de; MARQUESINI, M. P. da Silva. Perspectivas para a certificação sócio-ambiental (selo-verde) e manejo da caixeta (*Tabebuia Cassinoides*). *Florestar Estatístico*, v.3, n.8, 1995, n.9, 1996.
- VIANA, V. et al, ed. Certification of Forest Products - Issues and Perspectives. Washington, D. C., Ed. Island Press, 1996.
- UPTON, C. & BASS, S. Forest Certification Handbook. Londres: St. Lucie Press, 1996.
- ZILLER, S.R. Análise fitossociológica de caixetais. Dissertação de Mestrado. Univ. Fed. Paraná, 1991. 101p
- WATERLOO, M. J. Water and Nutrient Dynamics of *Pinus caribea* Plantation Forest on Former Grassland Soils in Southwest Viti Levu, Fiji. Amsterdam, 1994. 415p. Tese (Doutorado) - Vrije Universiteit Amsterdam.
- WAYT-SMITH J. Problems and prospectys for natural manegement of tropical moist forest. In: MERGEN, F. and VINCENT, J.R. Natural manegement of tropical moist forest. YALE - UNIVERSITY PRESS, New Haven, Conecticut. 1987. Pages 5 - 22.
- WHITAKER, V. A. A Área alagada da represa do Lobo (Itirapina-S.P.). Os processos ecológicos associados ao potencial de desnitrificação dos Sedimentos. São Carlos. 1993. 137p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

WINOGRAD, M. Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de tierras. En colaboración con: proyecto IICA/GTZ, Organización de los Estados Americanos, Instituto de Recursos Mundiales. - San José, C.R.: IICA, 1995. 85p.

WOODMARK, SOIL ASSOCIATION. *Responsible Forestry Standards*. Bristol, The Soil Association Marketing Company, 1994.

WORBES, M. The Forest Ecosystem of the Floodplains. In: Junk, W., ed. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System. Ecological Studies V126. Ney York, Springer, 1997. Cap.11,p.223-265.

WWF. Wetlands Conservation and the Ramsar Convention - a WWF Position Paper. Gland / Suíca. WWF Internacional, 1987. 32p. ISBN 2-88085-004-5

## APÊNDICES

Pg.

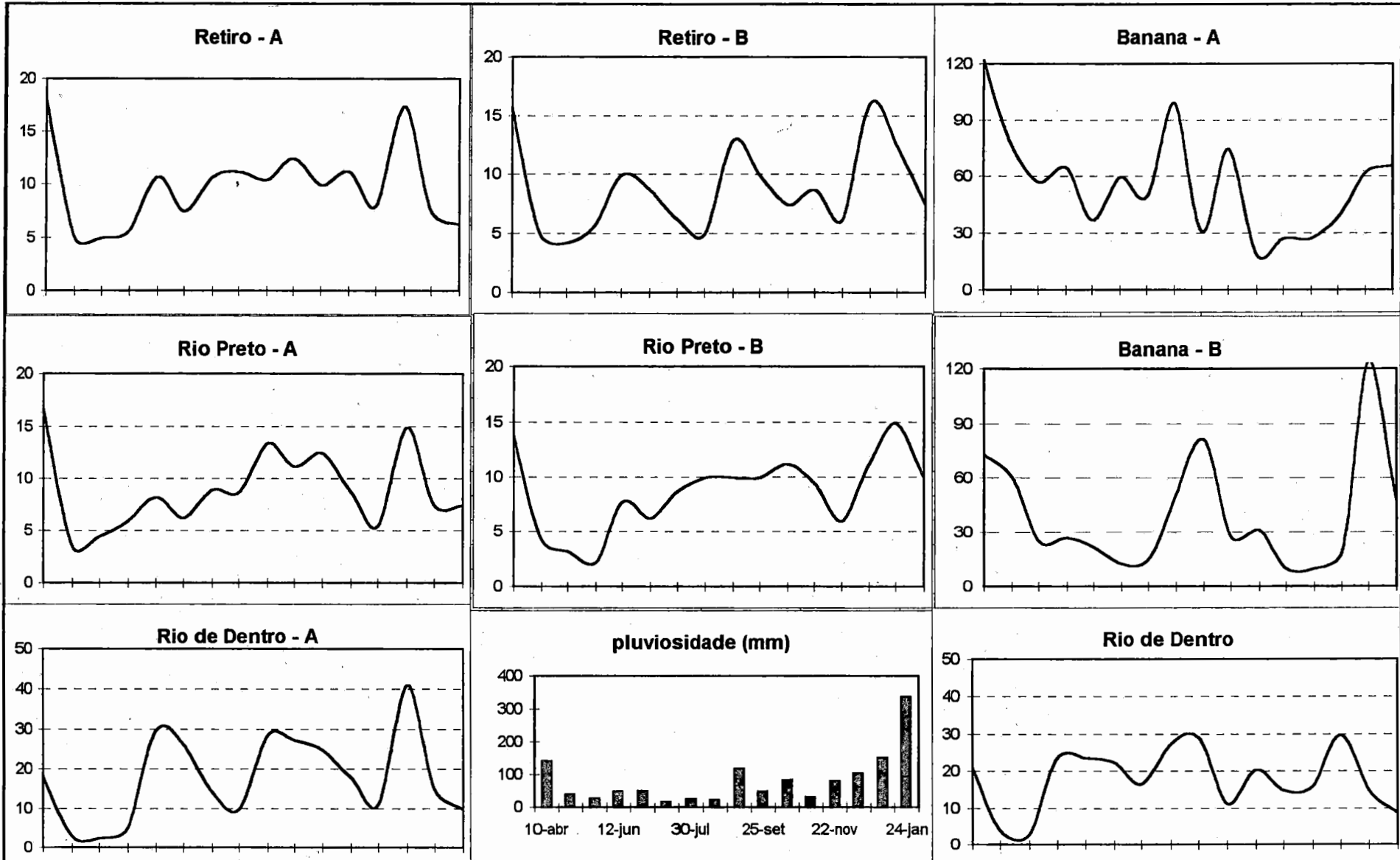
- 01 - Variação sazonal da acidez
- 02 - Variação sazonal da alcalinidade
- 03 - Variação sazonal do cálcio
- 04 - Variação sazonal do cloreto
- 05 - Variação sazonal do cobre
- 06 - Variação sazonal da condutividade elétrica
- 07 - Variação sazonal da cor
- 08 - Variação sazonal da dureza
- 09 - Variação sazonal do ferro
- 10 - Variação sazonal do fósforo
- 11 - Variação sazonal do gás carbônico
- 12 - Variação sazonal do magnésio
- 13 - Variação sazonal do manganês
- 14 - Variação sazonal do nitrogênio amoniacal
- 15 - Variação sazonal do nitrato
- 16 - Variação sazonal do pH
- 17 - Variação sazonal do potássio
- 18 - Variação sazonal de sedimentos
- 19 - Variação sazonal do sódio
- 20 - Variação sazonal do sulfato
- 21 - Variação sazonal da turbidez
- 22 - Variação sazonal do zinco

88.  
92  
12  

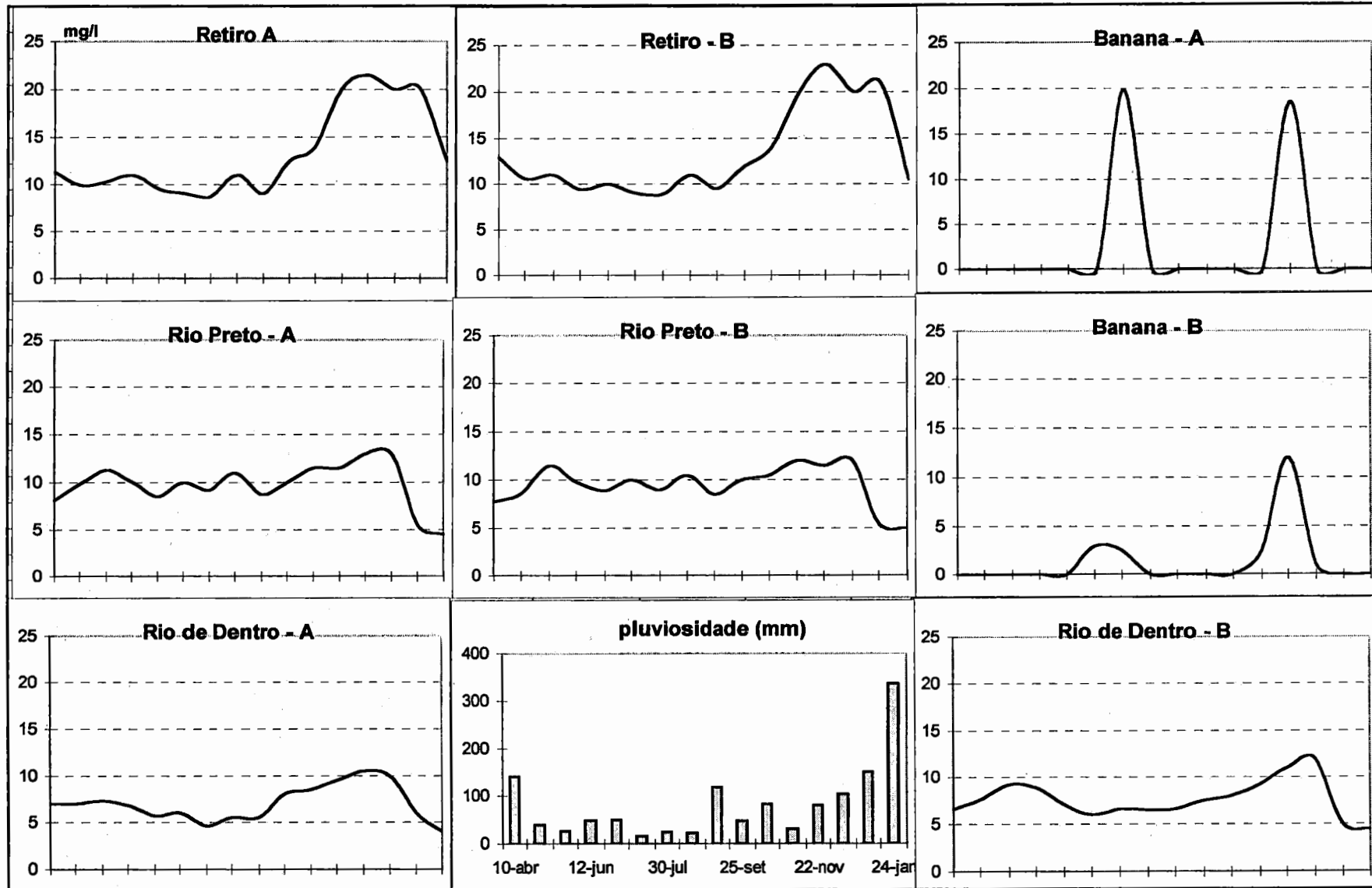
---

122

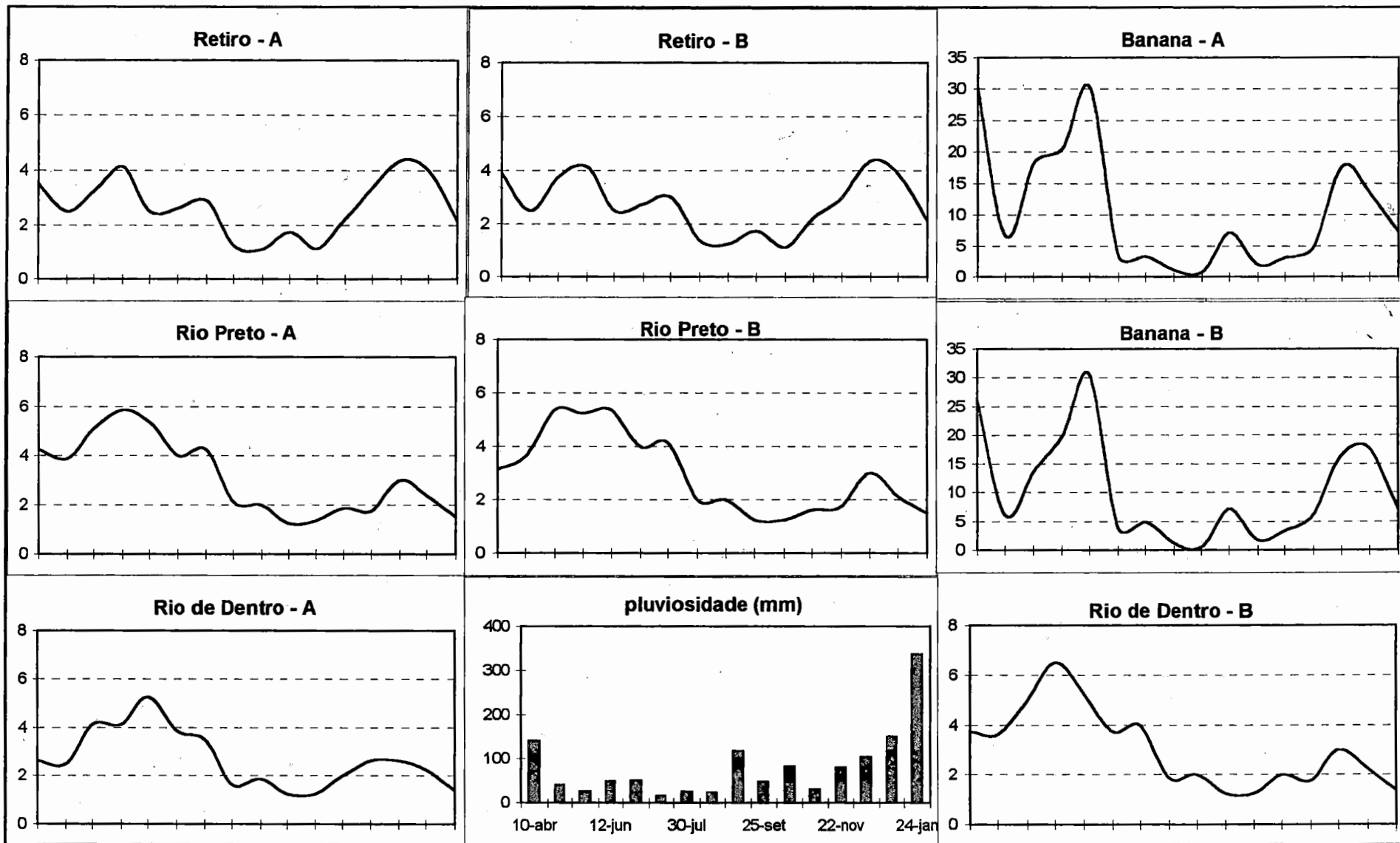
Acidez ( mg/l )



Varição sazonal da Alcalinidade ( mg/l )

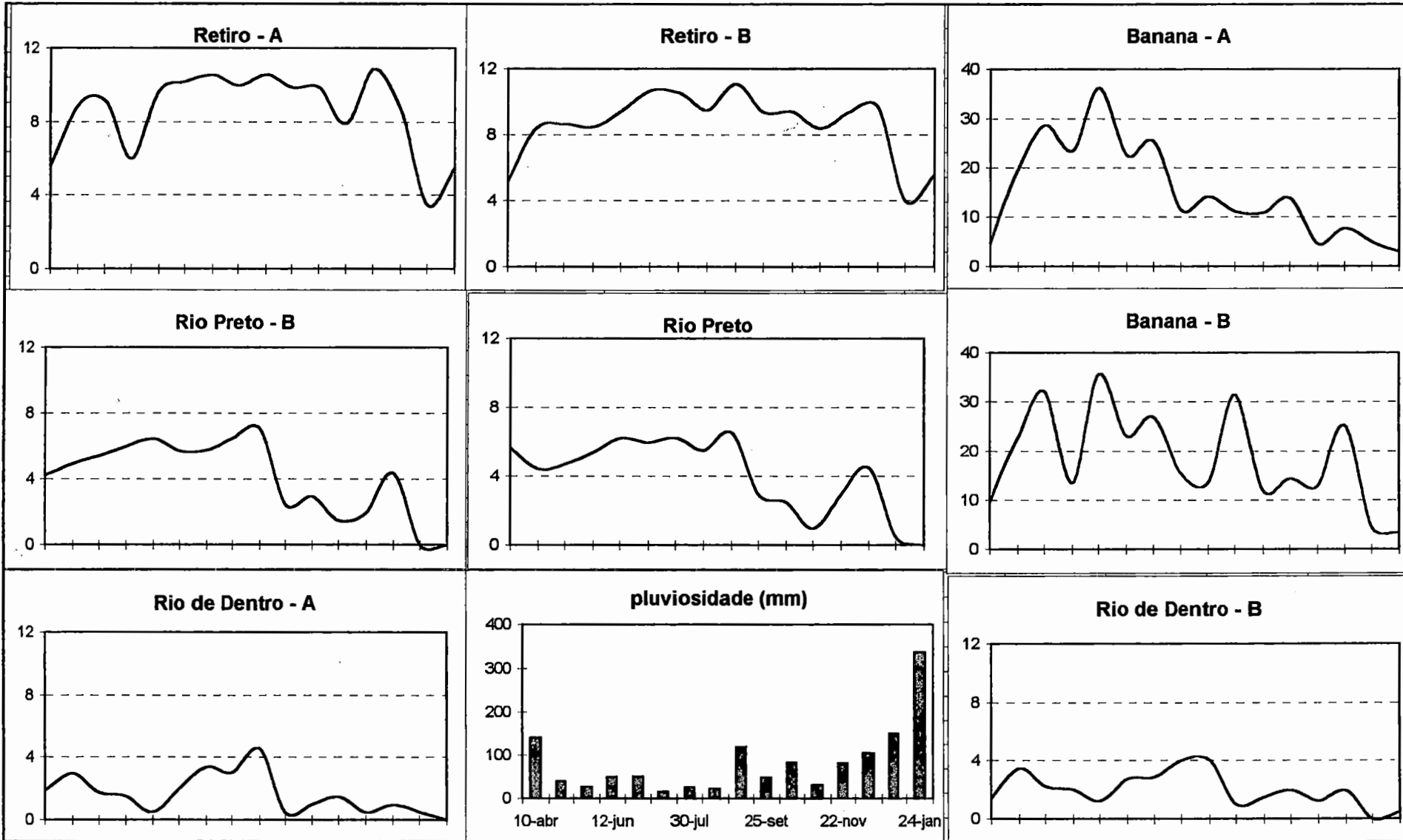


Cálcio mg/l

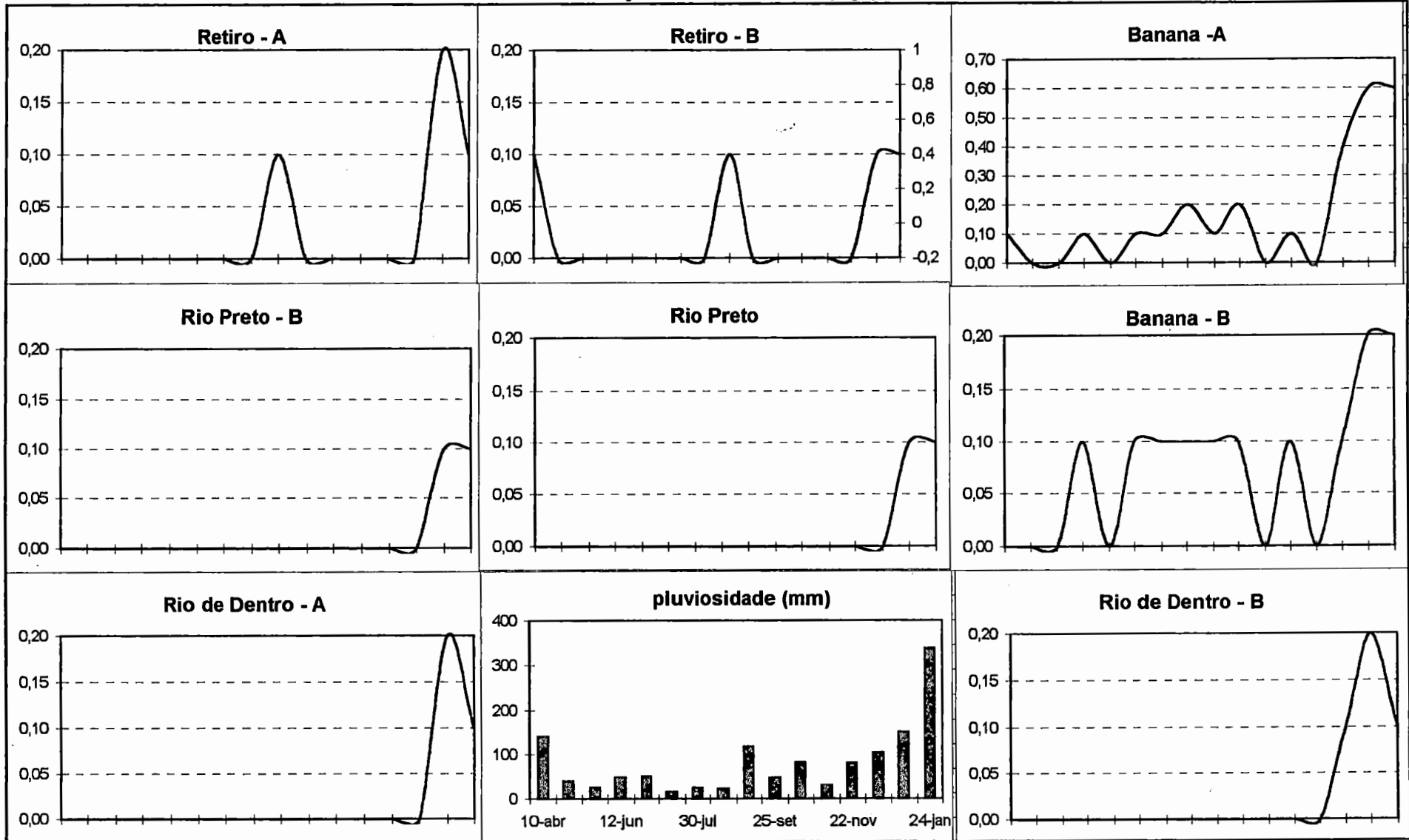




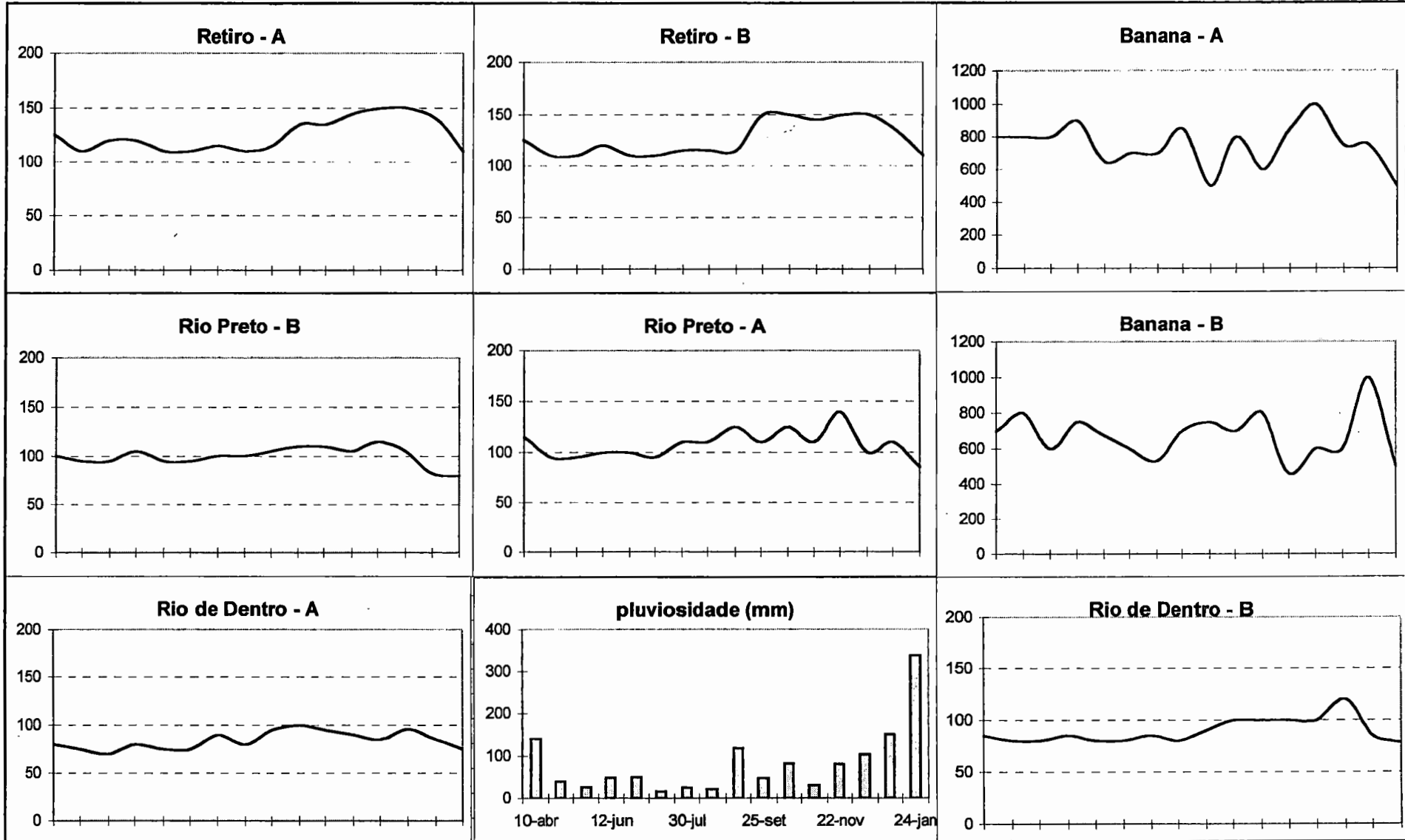
Varição Sazonal do Cloreto (mg/l)



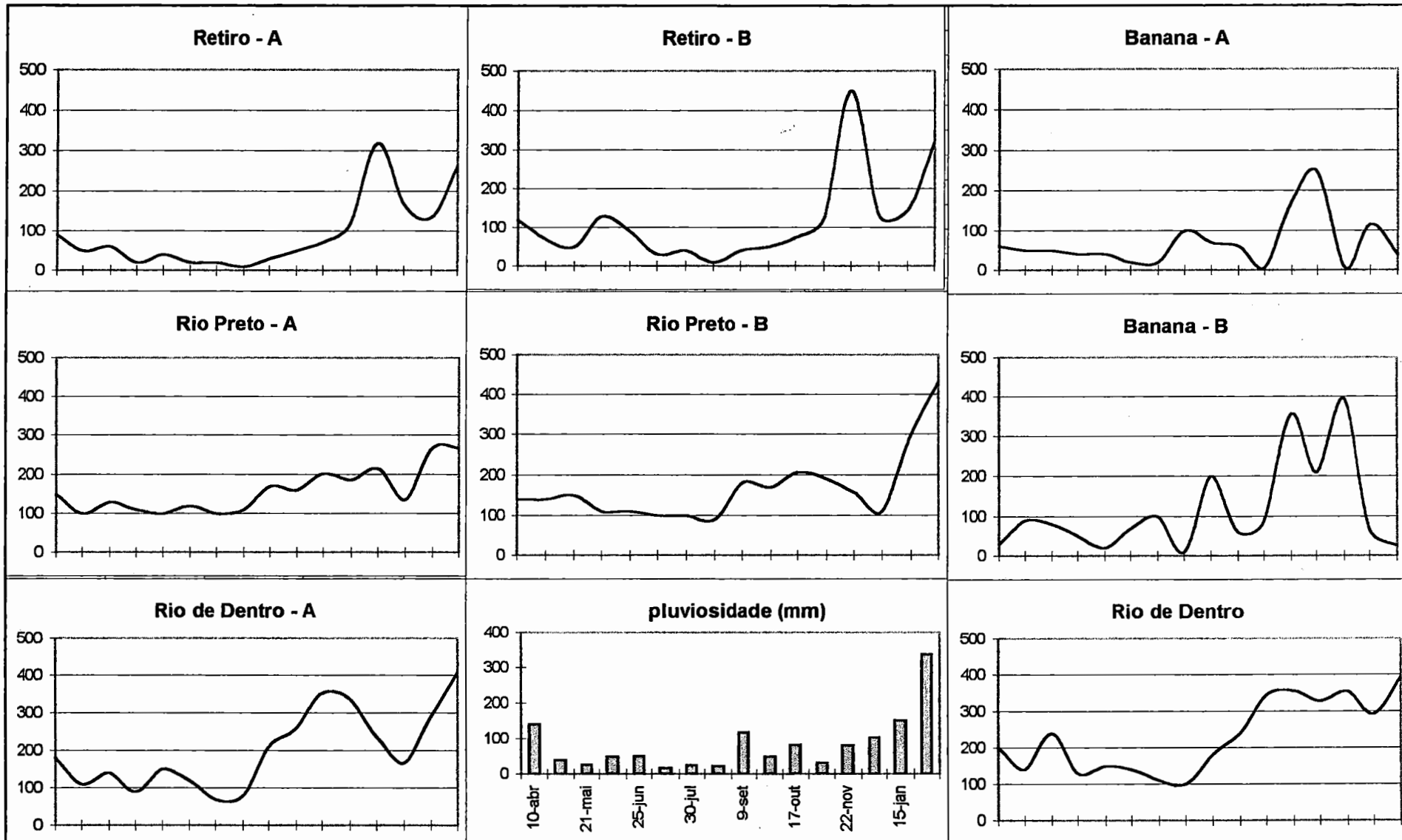
Varição Sazonal do Cobre (mg/l)



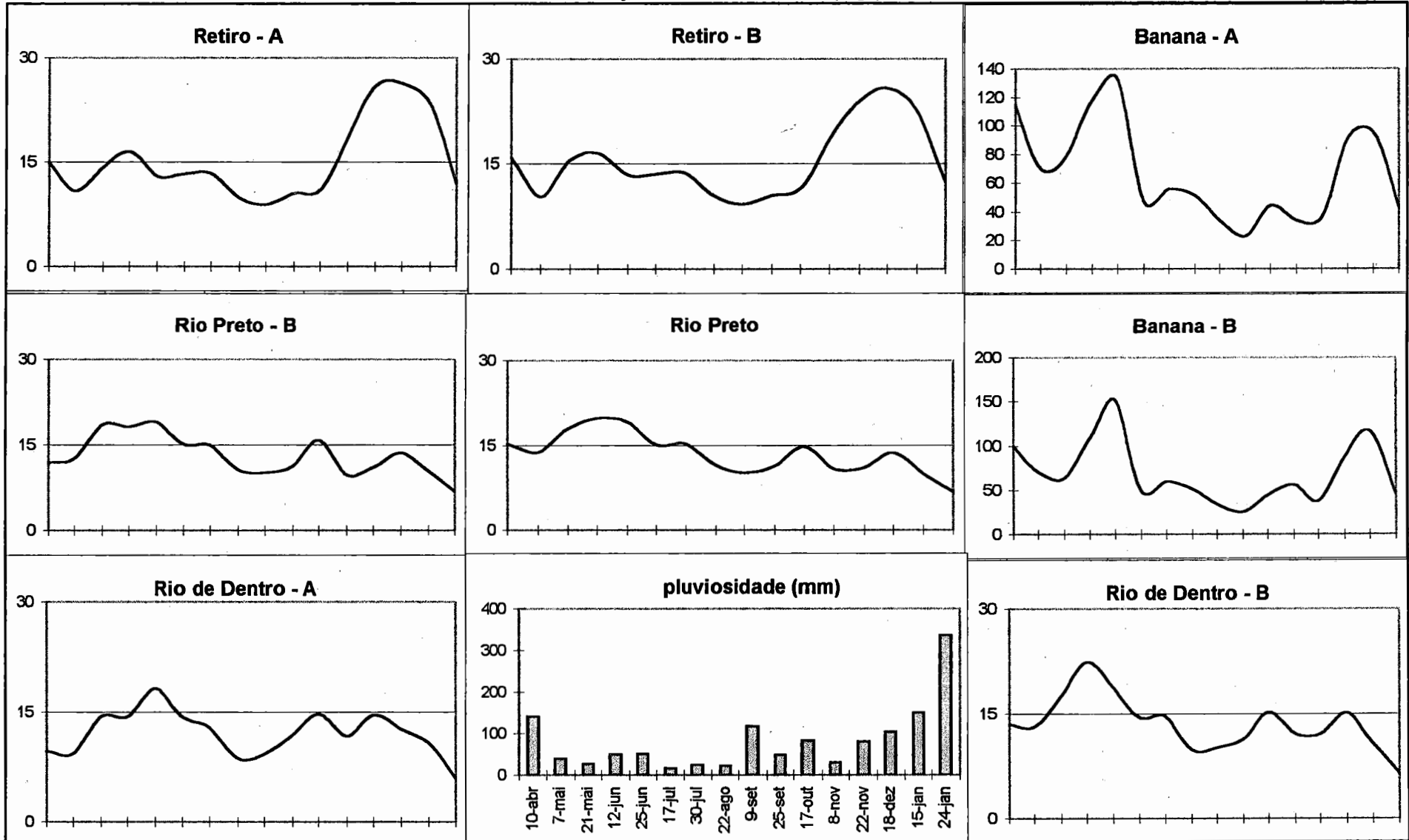
Variação Sazonal da Condutividade (umho/cm)



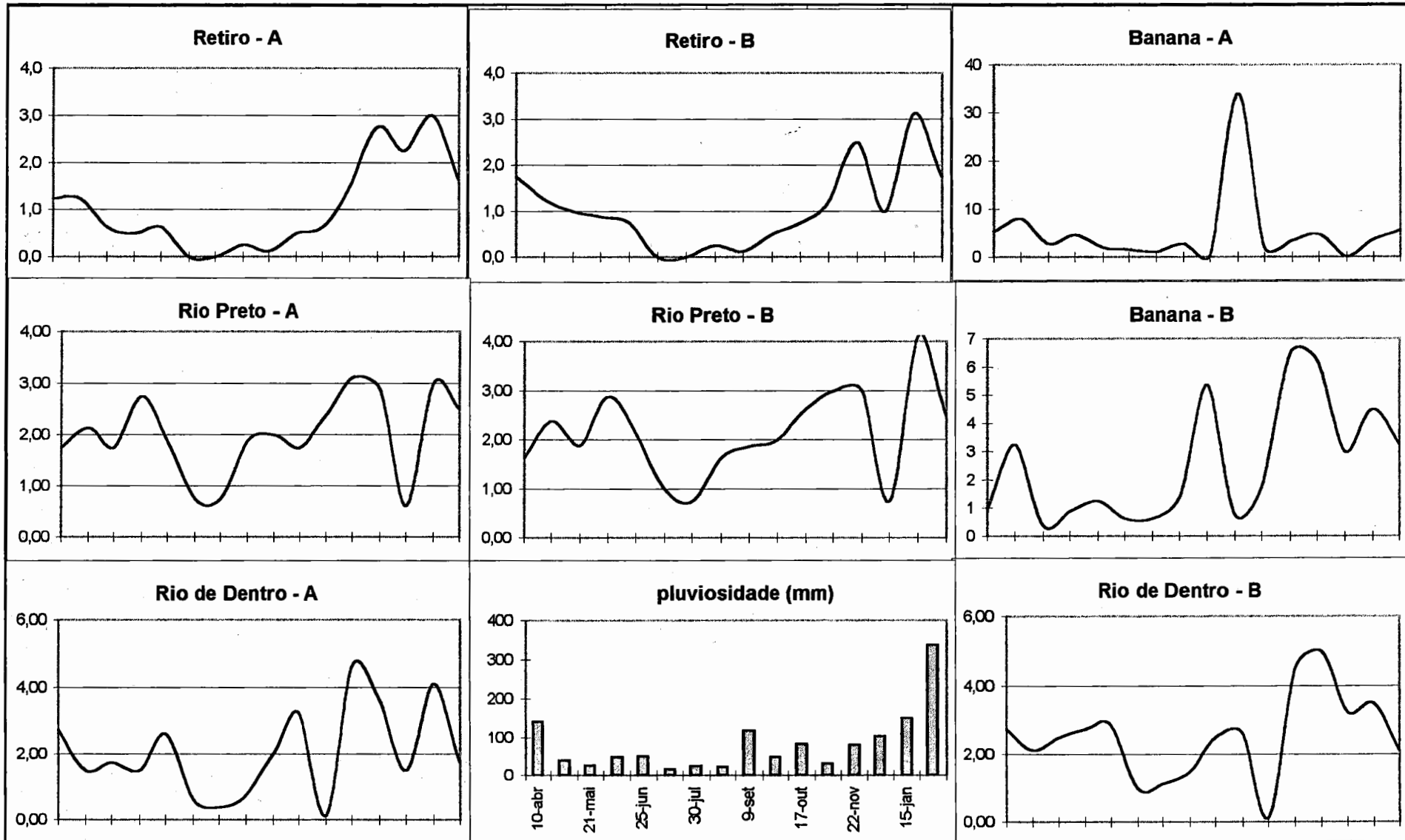
### Variação Sazonal da Cor



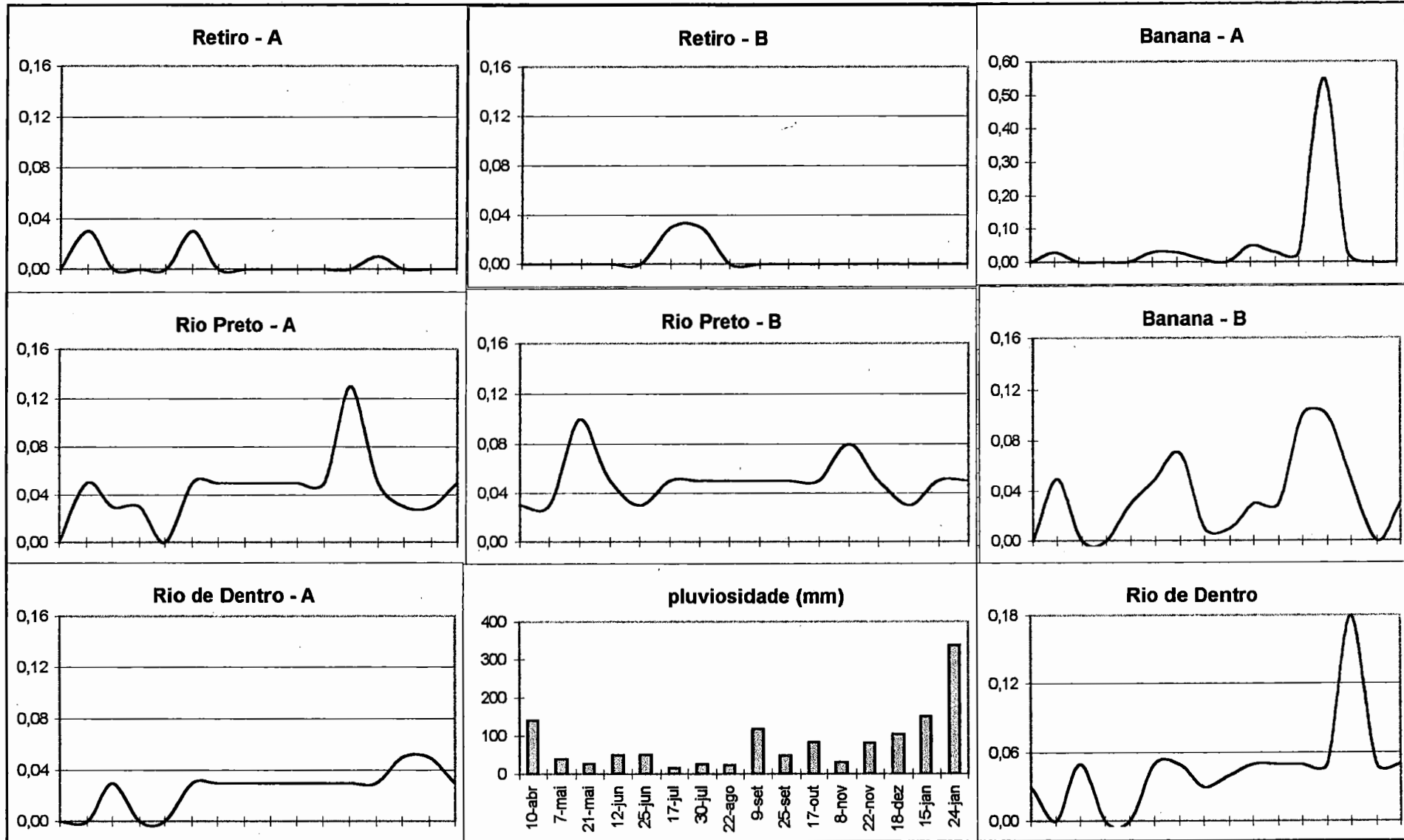
Varição Sazonal da Dureza (mg/l)



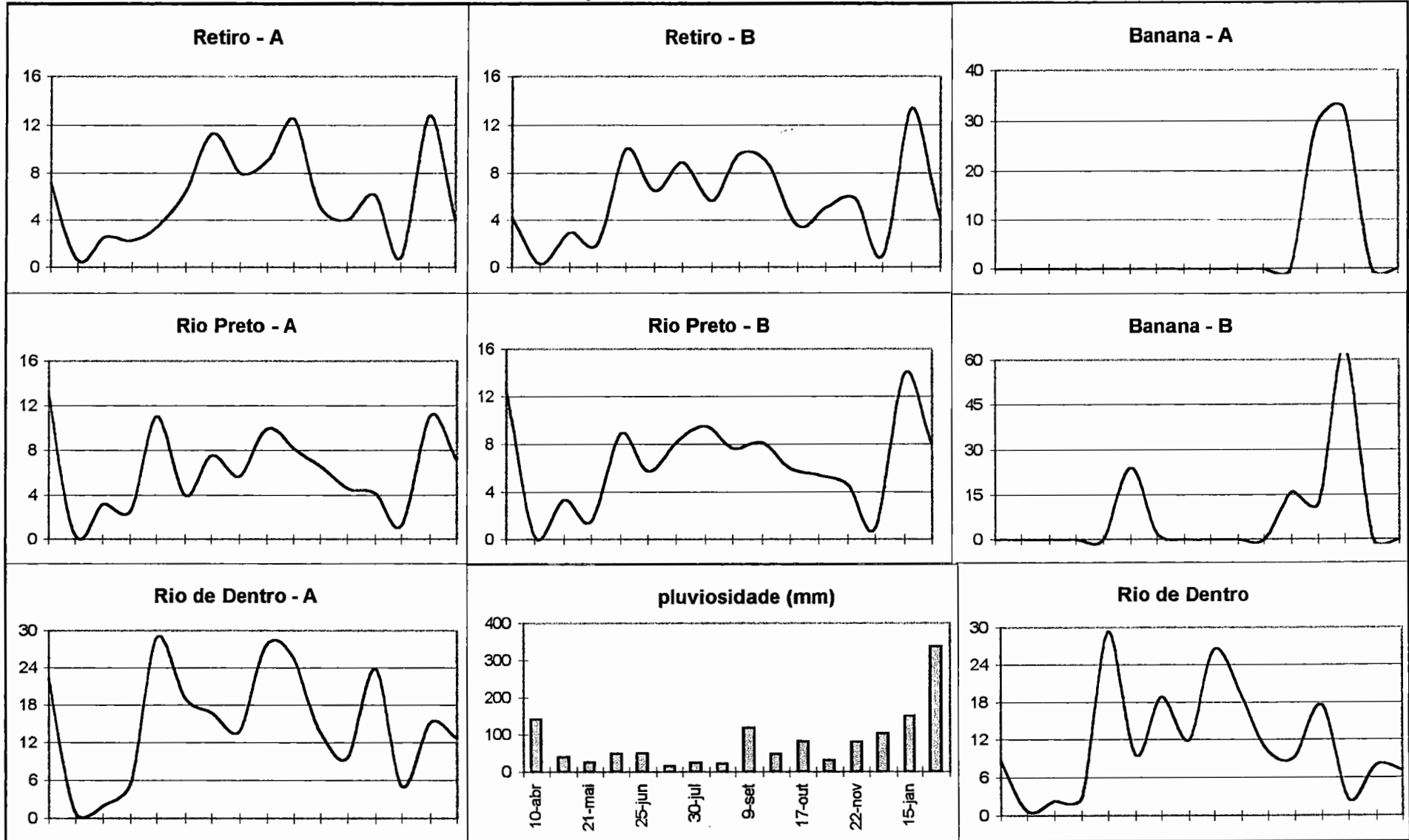
Varição Sazonal do Ferro (mg/l)



Variação Sazonal do Fósforo (mg/l)

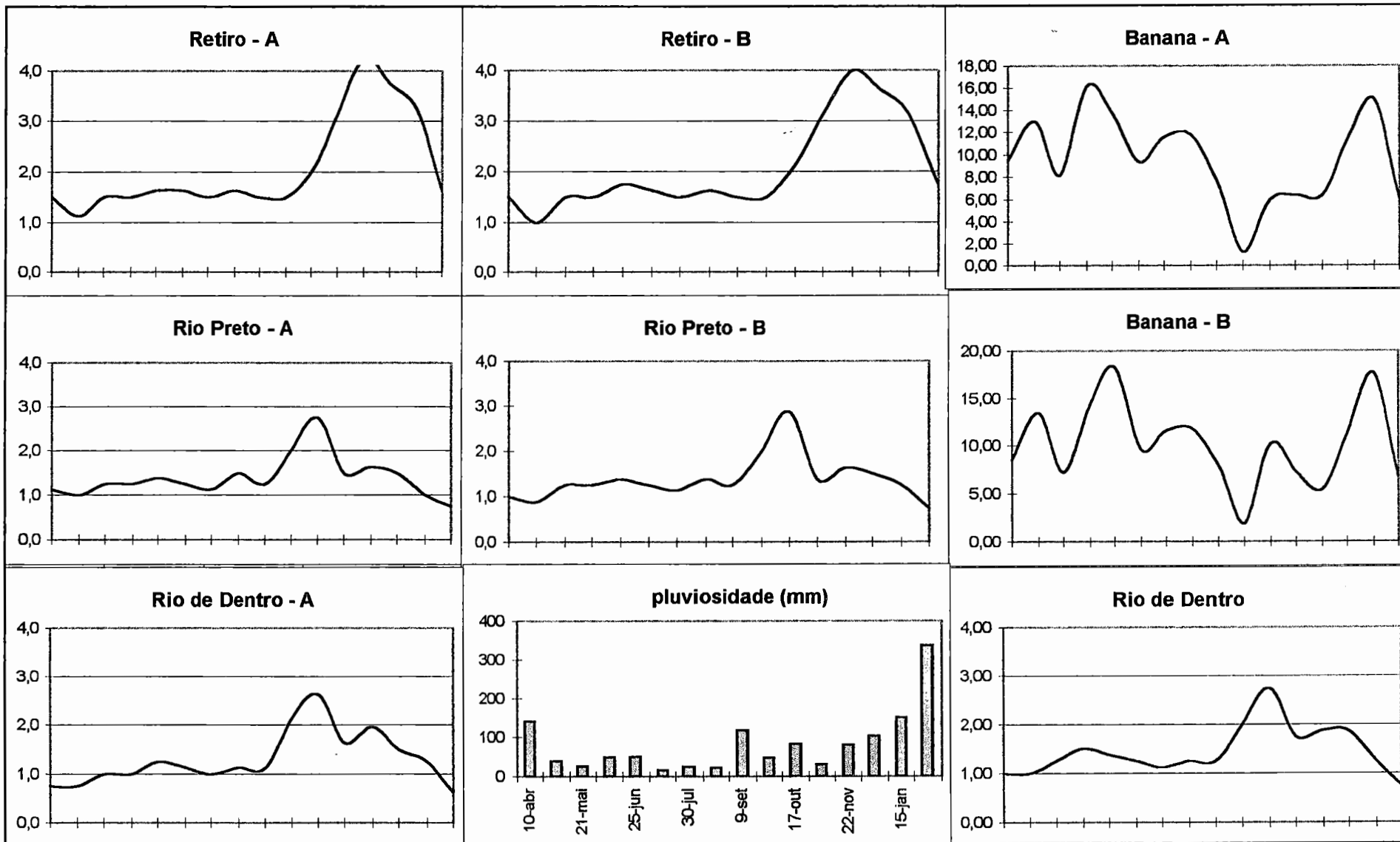


Varição Sazonal do Gás Carbônico (mg/l)

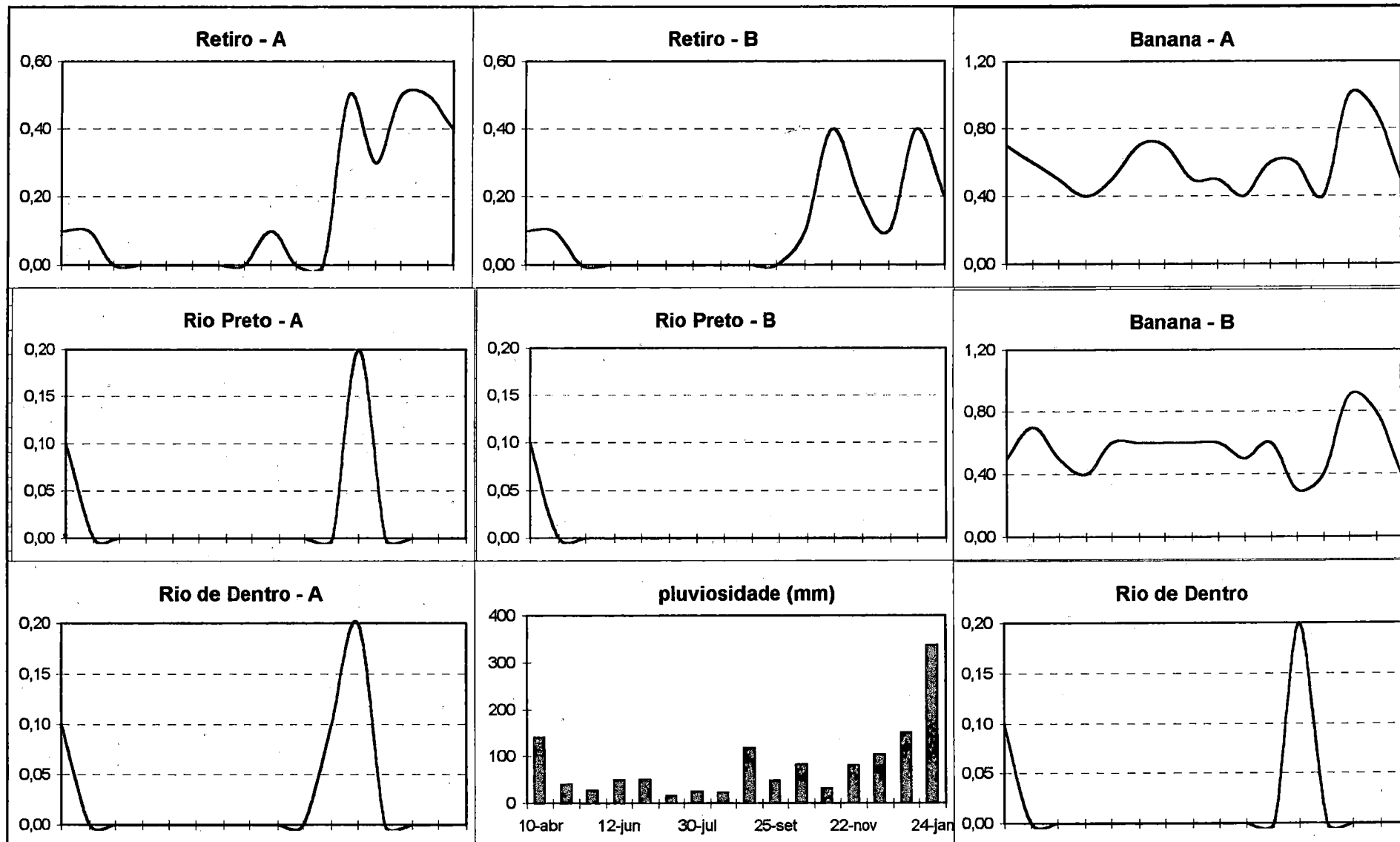




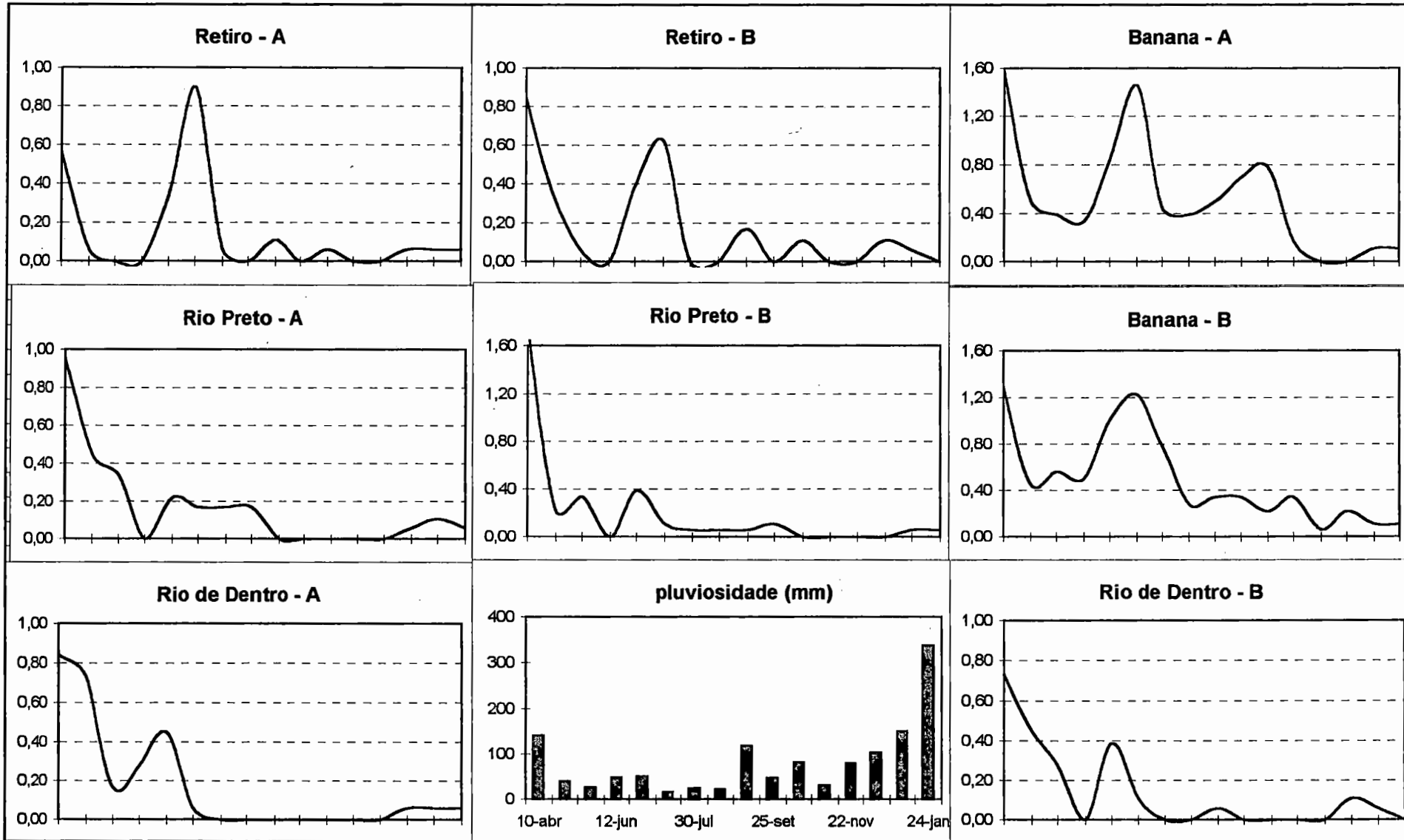
Varição sazonal do Magnésio ( mg /l)



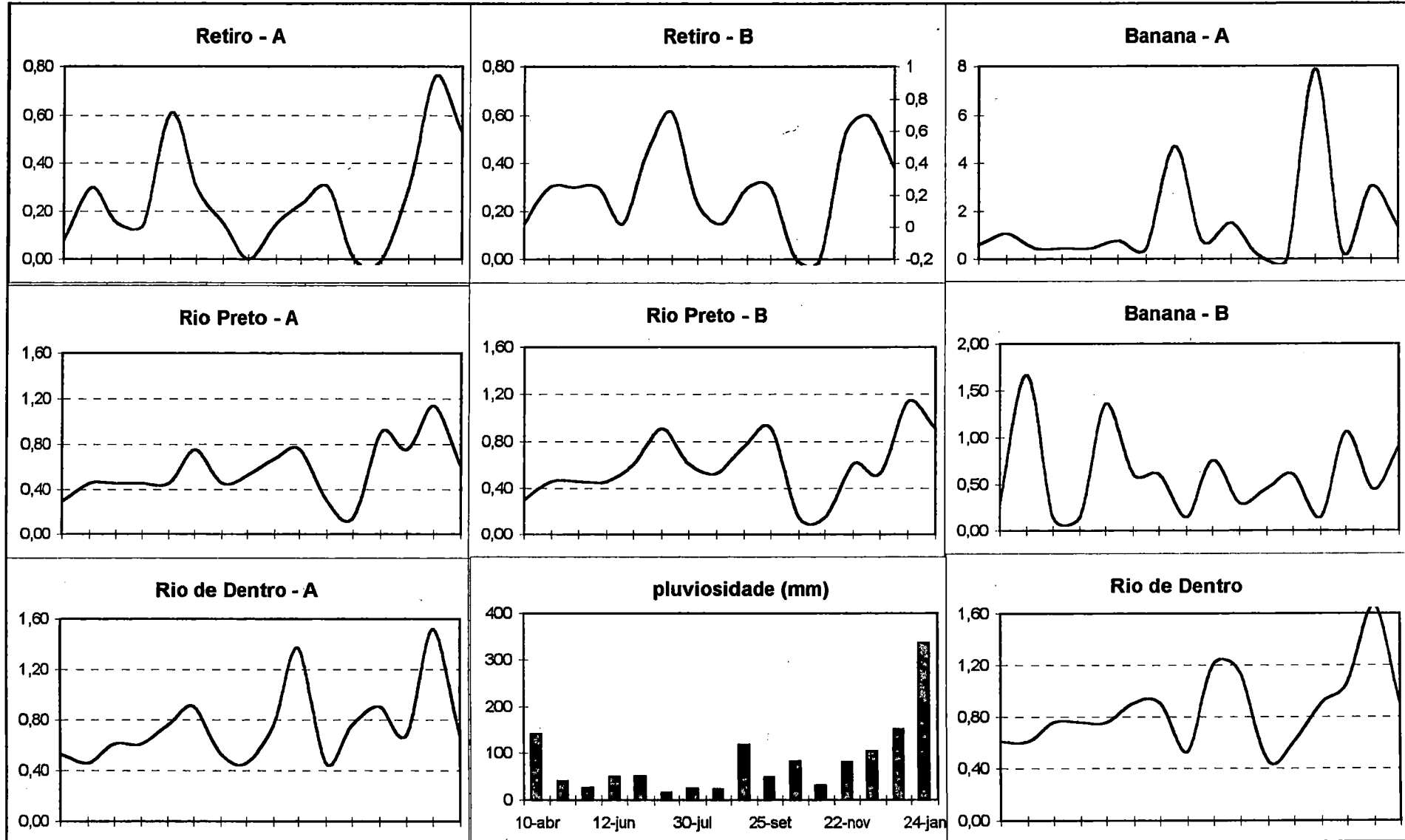
Varição Sazonal do Manganês ( mg/l )



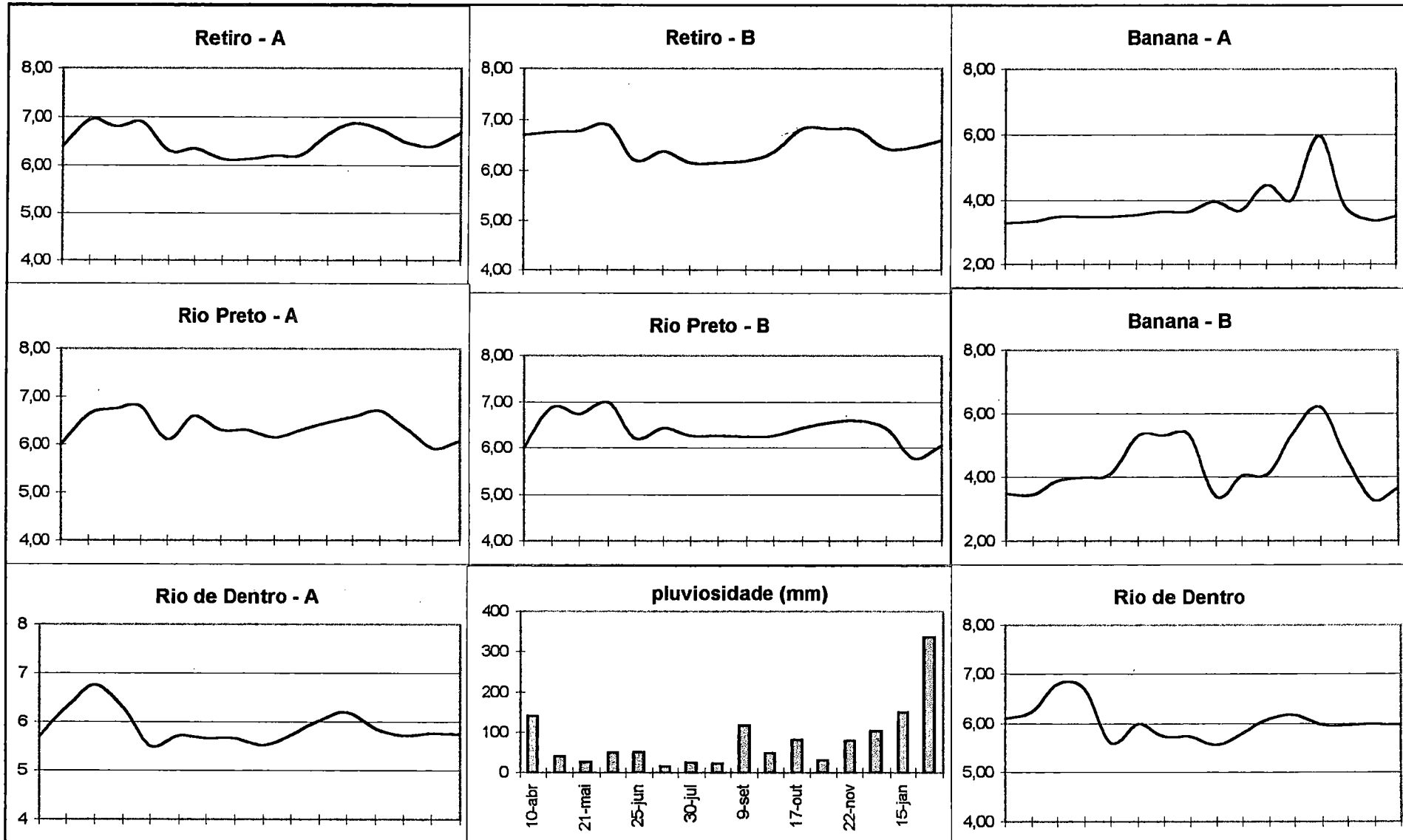
Varição sazonal do N. Amoniacal ( mg/l )



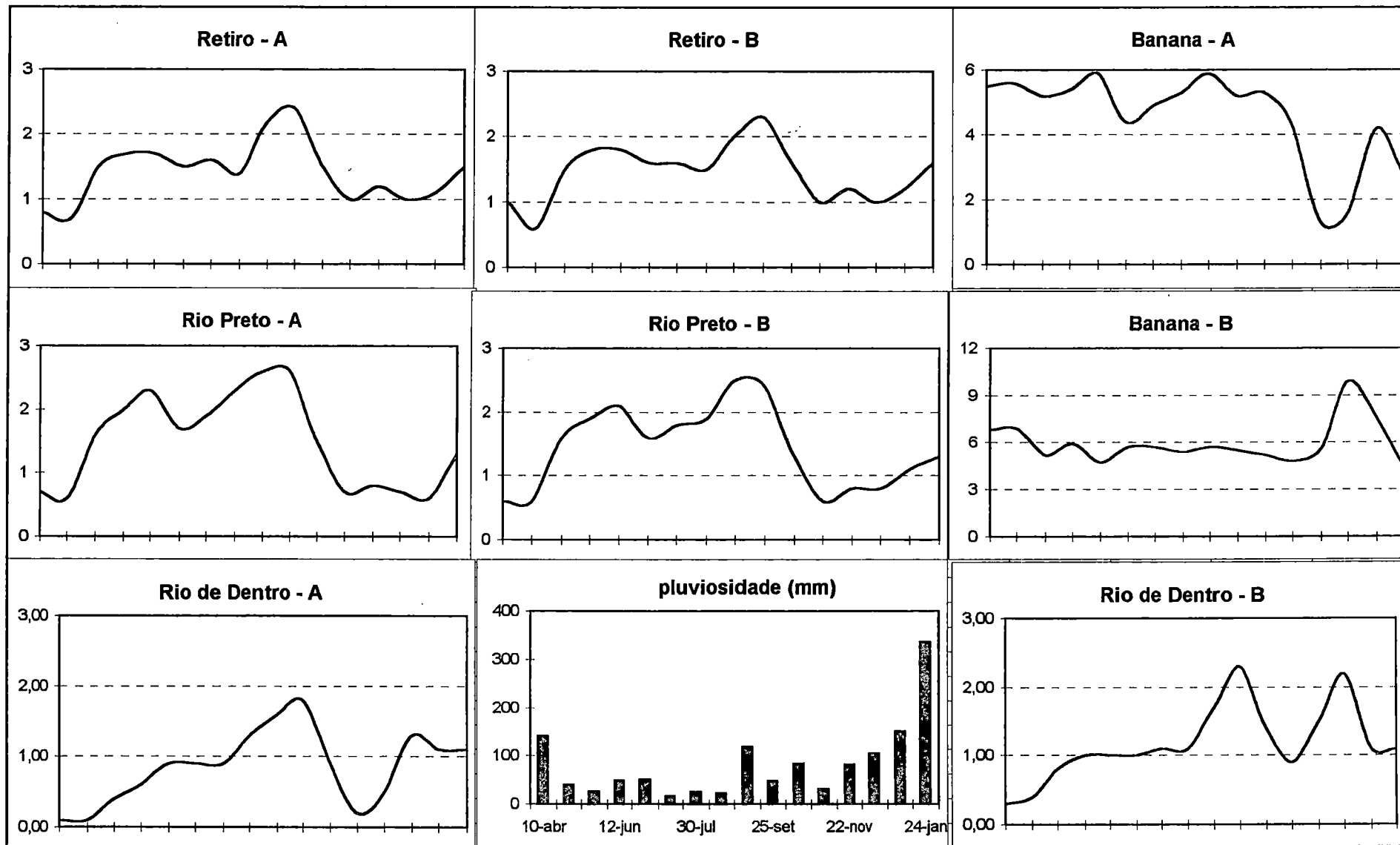
Varição Sazonal do Nitrato (mg/l)



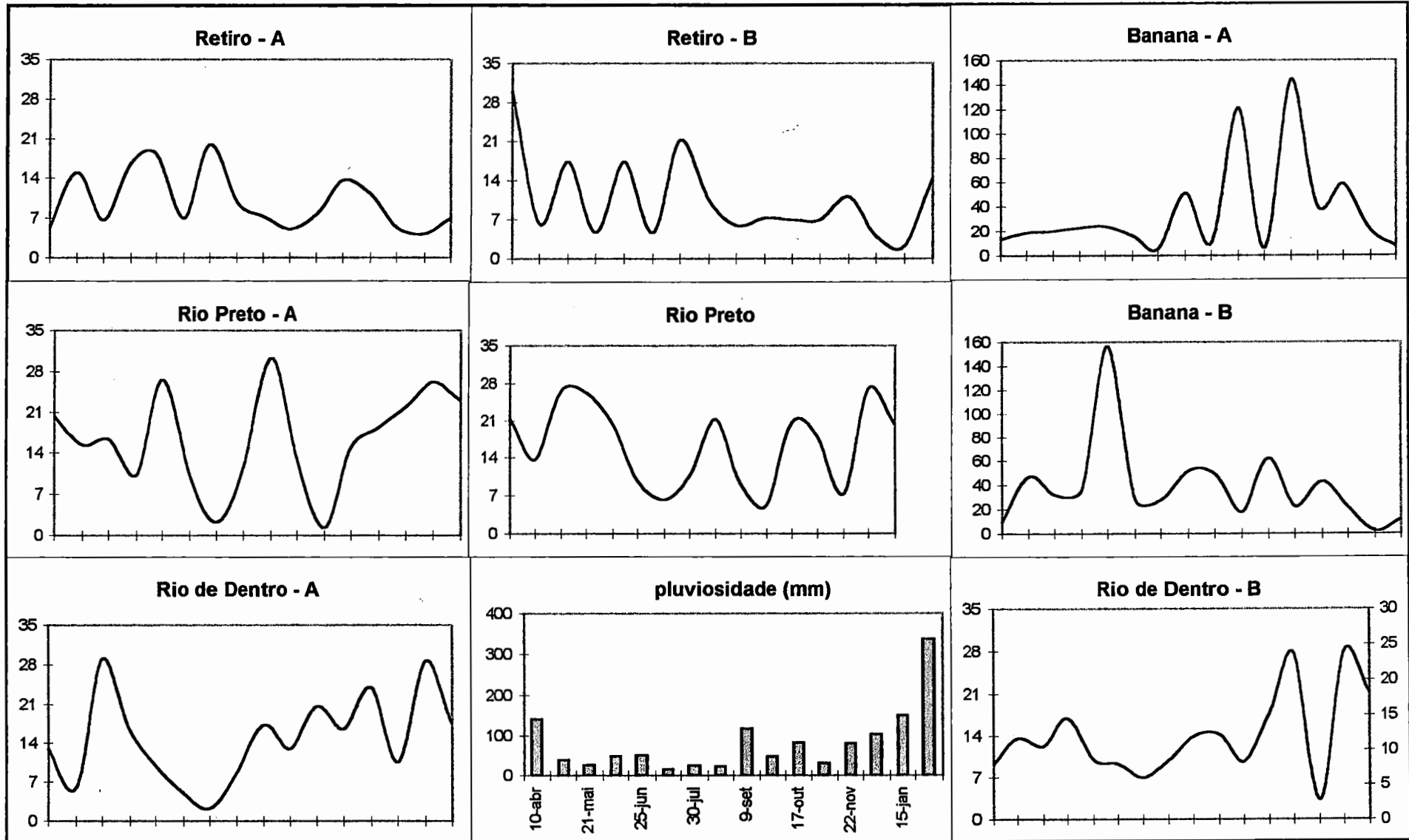
### Variação Sazonal do pH



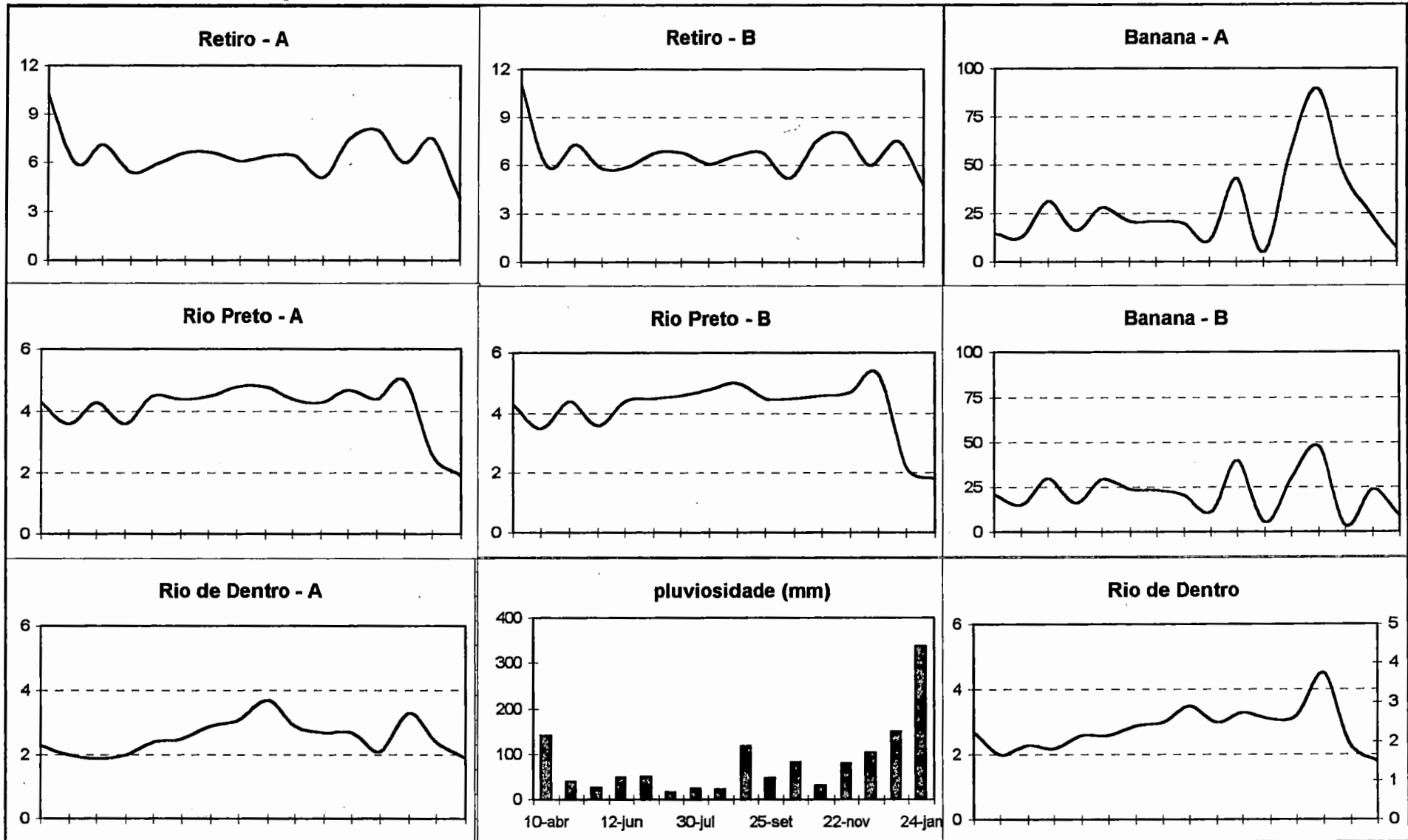
Varição Sazonal do Potássio (mg/l)



Variação Sazonal dos Sedimentos (mg/l)

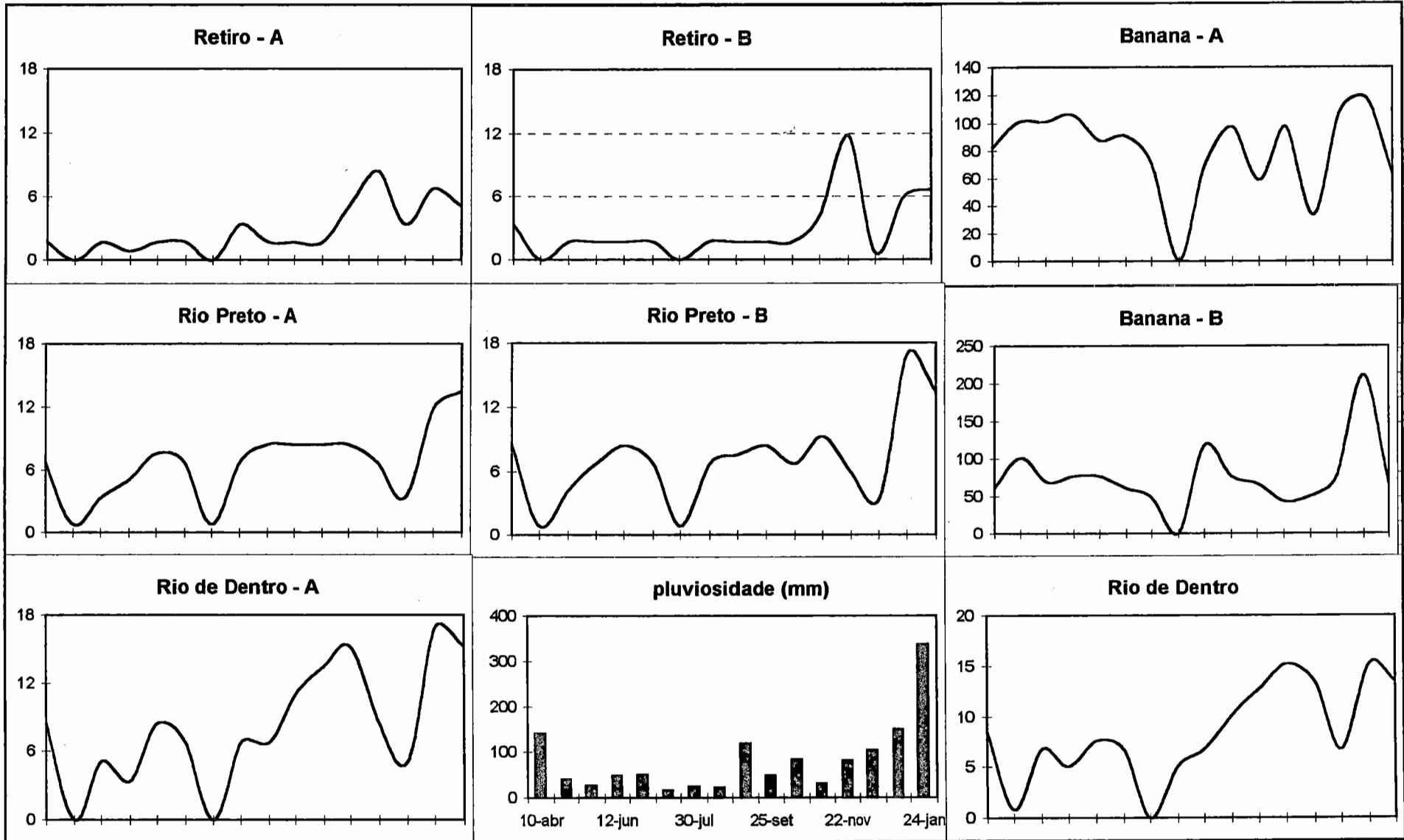


Varição Sazonal do Sódio (mg/l)

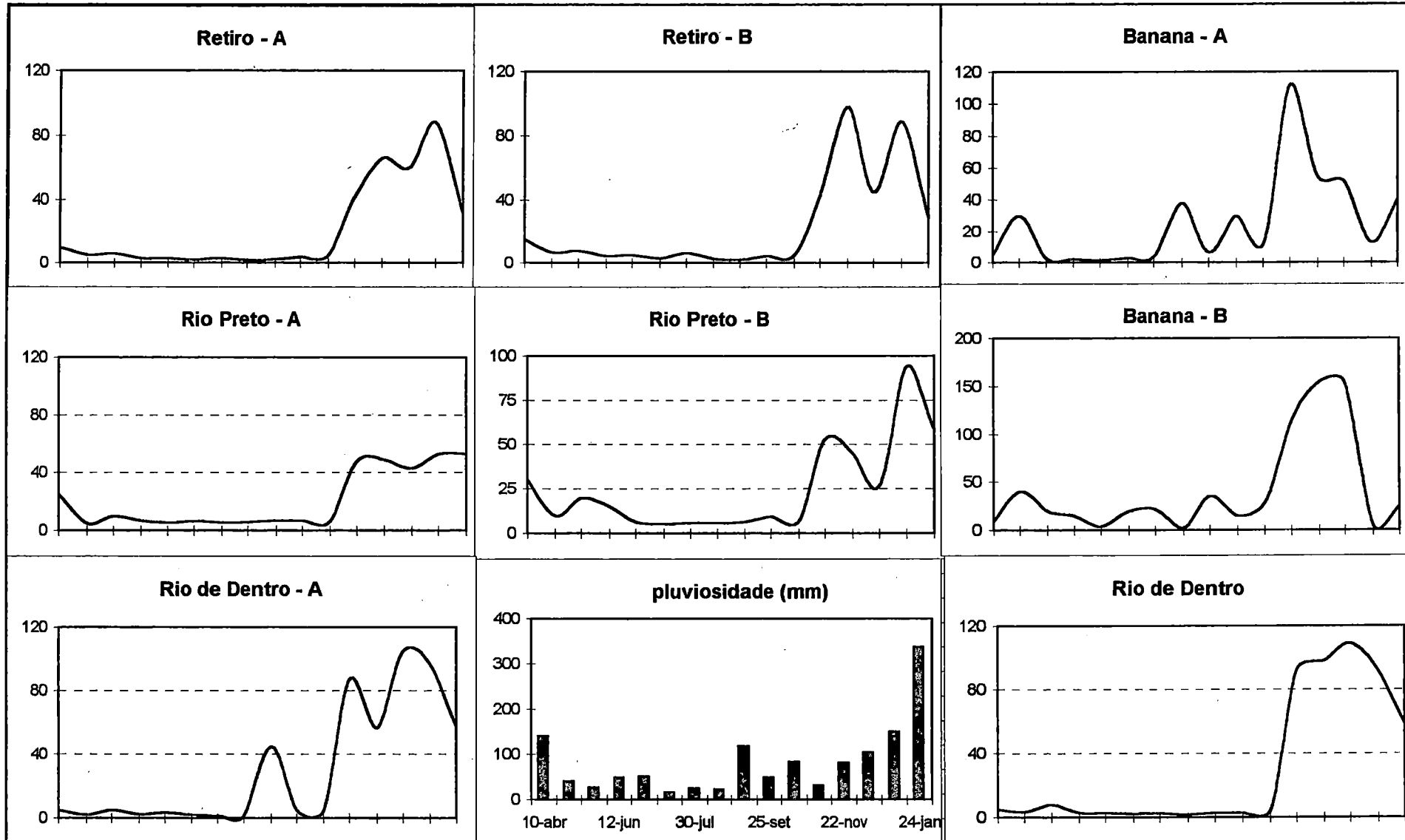




Variação Sazonal do Sulfato (mg/l)



Varição Sazonal da Turbidez (FTU)



Varição Sazonal do Zinco (mg/l)

