

Impactos da colheita de madeira de caixeta (*Tabebuia cassinoides*) na qualidade da água

Impacts of a swamp atlantic rainforest management on water quality

Philippe Waldhoff
Virgilio Maurício Viana
Walter de Paula Lima

RESUMO: O objetivo da pesquisa foi avaliar os impactos da colheita de madeira de caixeta, *Tabebuia cassinoides* (LAM.) D.C., a uma intensidade média de 20 mst/mês, sobre 22 parâmetros físicos e químicos da qualidade da água. A coleta dos dados foi feita de abril de 1996 a janeiro de 1997. Foram comparados os padrões de qualidade da água à montante e à jusante das áreas de pesquisa, localizadas dentro dos caixetais. Não foram encontrados impactos significativos na qualidade da água para a maioria dos parâmetros. Os elementos que apresentaram diferenças significativas foram a condutividade elétrica e as concentrações de fósforo e de potássio. As diferenças não puderam ser associadas à colheita da madeira. Concluiu-se que a colheita de madeira de caixeta teve um pequeno impacto com relação aos parâmetros de qualidade da água estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Caixeta, Manejo florestal, Áreas úmidas, Qualidade da água, *Tabebuia cassinoides*

ABSTRACT: The hydrological impacts on 22 water quality parameters of a swamp Atlantic Rain Forest, dominated by caixeta (*Tabebuia cassinoides* (LAM.) D.C.) trees, were measured from April 1996 to January 1997. The research objective was to evaluate the impacts of forest management on hydrological parameters. Forest harvest rates did not exceed 20 mst/month. Upstream and downstream water quality parameters were compared. Impacts on water quality were not significant for most parameters. Parameters that had statistical differences included electrical conductivity, as well as phosphorus and potassium. These changes were attributed to the wetland's functions as a source and sink of nutrients. The conclusion was that the usual management practices of the studied swamp forest have very small impacts on water quality parameters.

KEYWORDS: Forest management, Wetlands, Water quality, *Tabebuia cassinoides*

INTRODUÇÃO

Existe uma preocupação crescente com a manutenção dos processos hidrológicos, os níveis de abastecimento e a qualidade da água. Estes fatores estão diretamente ligados ao uso múltiplo da água e influenciam o fornecimento

de energia, pesca, navegação, suprimento de água de qualidade para o consumo humano, agricultura, pecuária e indústrias (Dugan, 1992; Assemberg, 1993; Emmett et al., 1994; CIFOR, 1995; Duncan, 1995; Malmer, 1996).

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, havendo necessidade de critérios e indicadores que permitam esta análise (Winograd, 1995).

O Projeto de Manejo Sustentável e Integrado de Florestas de Caixeta no Vale do Ribeira, procura desenvolver tecnologias de manejo florestal com sólidas bases biológicas, silviculturais e econômicas.

Os caixetais são florestas de várzeas onde ocorre predominantemente a *Tabebuia cassinoides* (Lam.) D.C., família Bignoneaceae, conhecida comumente por caixeta, malacaxeta ou tamanqueira, cuja madeira é bastante utilizada na fabricação de tamancos, lápis de qualidade superior, violões, brinquedos etc. (Lorenzi, 1992).

No Brasil, os caixetais ocorrem de Pernambuco até o Paraná, em altitudes de 1 a

30 metros, entre as latitudes de 7° e 25° sul e longitudes 32° e 49° oeste.

No Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, 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-se no Vale do Ribeira por volta de 1937. Com o passar do tempo, sua disponibilidade para fins comerciais tornou-se escassa, em decorrência 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).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a sustentabilidade do manejo florestal de caixeta com relação à qualidade da água. A hipótese levantada foi de que o manejo florestal desta espécie não apresenta problemas significativos quanto à sua sustentabilidade, no que diz respeito à qualidade da água.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em dois caixetais em estágios de manejo florestal distintos: o primeiro, na Fazenda Cindumel, onde houve colheita de madeira durante o período de pesquisa; o segundo, na Fazenda Retiro, em fase de desbrota (tratamento silvicultural pós-corte). A Fazenda Cindumel localiza-se no bairro do Itimirim, Iguape, SP, na bacia do Rio Ribeira.

O caixetal em estudo abrangia mais de 100 ha, quase totalmente explorados e transformados em pastagens, restando cerca de 22 ha. O caixetal remanescente teve aproximadamente 1/3 da área explorada em 1984 e nos 2/3 restantes não houve intervenção aparente. Uma nova exploração no caixetal teve início em junho de 1996.

Neste caixetal foram monitorados dois rios: o rio Preto e o rio de Dentro. O rio Preto, que é

de maior porte, tangencia a área de estudo. Seu leito, de aproximadamente 2 metros de largura, é constantemente tomado por gramíneas. Para facilitar o acesso ao caixetal e a retirada da madeira pelo rio, as suas margens foram roçadas.

O rio de Dentro é tributário do rio Preto e passa por dentro do caixetal que está sendo explorado. Sua dimensão varia de acordo com o nível de água no caixetal. Na época seca, tem aproximadamente 1 metro de largura e 30 cm de profundidade; na cheia, forma uma lâmina contínua com a água do caixetal, chegando a mais de 1 metro de profundidade.

A Fazenda Retiro situa-se às margens da Rodovia SP 222, no bairro do Retiro, Município de Iguape, SP. O caixetal desta fazenda abrange uma área de aproximadamente 15 hectares,

que sofreu a primeira colheita de madeira em 1969. A segunda colheita de madeira ocorreu durante os meses de maio a outubro de 1994, quando foram colhidos aproximadamente 380 metros esteres de caixeta. No momento o caixetal pode ser considerado como intensamente perturbado.

Na Fazenda Retiro foi monitorado o Rio do Retiro, que passa pelo caixetal. Este rio, durante a seca, apresenta um leito bem definido com

aproximadamente 1,5 metros de largura e 0,5 metros de profundidade. Na época das chuvas forma uma lâmina contínua com a água do caixetal. À montante da área de pesquisa o rio passa por caixetais pouco perturbados.

Em cada um dos caixetais, foi definido como “área de pesquisa”, o local onde estão sendo realizadas as atividades de manejo florestal, desenvolvidas pelo Projeto Caixeta, e que não abrangem o caixetal inteiro.

MÉTODOS

Em cada rio, foram determinados 2 pontos de coleta, um à montante e outro à jusante das áreas de pesquisa. A amostragem teve início em abril de 1996 e término em janeiro de 1997. O intervalo entre amostragens foi de aproximadamente 15 dias. No total, foram realizadas 16 amostragens, nos seis pontos de coleta, somando 96 amostras analisadas.

Os impactos da colheita da madeira de caixeta sobre as características limnológicas do sistema foram medidos através de parâmetros físicos e químicos da qualidade da água, analisados, de acordo com os procedimentos da Apha (1975). Analisaram-se: alcalinidade, acidez, cálcio (Ca), cloro (Cl), cobre (Cu), condutividade elétrica, cor, dureza, ferro (Fe), fósforo (P), gás carbônico (CO₂), magnésio (Mg), manganês (Mn), nitrato (N-NO₃⁻), nitrogênio amoniacal (N-NH₄⁺), pH, potássio (K), sedimentos, sódio (Na), sulfatos, turbidez e zinco (Zn).

Para os resultados das análises físicas e químicas fez-se comparação da qualidade da água na entrada e saída da área de pesquisa. Efetuaram-se comparações para cada parâmetro estudado, utilizando-se os valores das médias encontrados nas amostragens. As médias foram comparadas através da análise de variância (teste F), comparando-se a média dos valores à montante e à jusante, para cada um dos rios. Em cada ponto foram retiradas 16 amostras, consideradas como repetições.

As características físicas e químicas da água foram confrontadas com os dados de pluviosidade da região e os de colheita da madeira. 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 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).

Considerou-se 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.

Práticas de manejo florestal

O manejo florestal realizado no caixetal da Fazenda Cindumel, corresponde ao manejo tradicional da região. Foram cortadas árvores com o DAP superior a 12 cm, e mantidas no mínimo

20 árvores/ha, com a finalidade de servirem de porta sementes.

A colheita consistiu em serrar as árvores, cortar em toras e retirar manualmente, através de trilhos, do caixetal até o leito do rio. Neste, as toras de 2 metros de comprimento foram acopladas umas às outras através de ganchos e puxadas manualmente rio acima, por aproximadamente 800 metros, até chegarem ao porto. A partir deste ponto, o transporte da madeira foi feito via terrestre com tratores e caminhões. Não foram utilizadas máquinas para operações

florestais dentro do caixetal, exceto a motosserra para derrubada das árvores.

Os trilhos, construídos dentro do caixetal, não exigem normalmente, para sua locação, drenagem ou aterro de áreas. Portanto, espera-se um mínimo de impactos nas características hidrológicas do caixetal, decorrentes da confecção dos trilhos.

A intensidade de exploração, entre junho de 1996 a janeiro de 1997, pode ser considerada baixa. Nesse período foram extraídos 157 metros esterres de madeira (Tabela 1).

Tabela 1. Volume de madeira de caixeta explorada no período de abril de 1996 a janeiro de 1997

(Volume of timber harvested during the study period).

Nº 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 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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na comparação das médias à montante e à jusante das áreas de pesquisa, não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% de significância. Ao nível de 10%, encontraram-se valores significativos para a condutividade elétrica, no rio Preto, e para os elementos fósforo e potássio no rio de Dentro (Tabela 2).

As variações encontradas não puderam ser atribuídas à colheita da madeira. Ao se comparar os valores na entrada das áreas de pesquisa (montante), com os valores na saída (jusante), observa-se que as diferenças já existiam antes do início da retirada da madeira e permaneceram relativamente constantes durante a operação (Figura 1). Portanto, estas diferenças devem estar associadas à pluviosidade ou funções do ecossistema.

A condutividade elétrica diminuiu significativamente de valor no Rio Preto (Figura 1a) entre o ponto de coleta à montante e à jusante da área de pesquisa. Esta diminuição pode estar associada à capacidade em retenção de íons pela área alagada, o que estaria de acordo com a hipótese das áreas alagadas poderem funcionar como retentoras de sedimentos, nutrientes e poluentes (IUCN, 1987). Neste caso, a retenção estaria mais ligada a nutrientes que são acumulados no substrato ou armazenados na vegetação.

A concentração de fósforo foi em geral muito baixa, com a média máxima 0.05 mg/l. Houve um aumento significativo na concentração deste elemento entre o ponto à montante para o ponto à jusante da área de pesquisa, no Rio de

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 áreas de pesquisa.

(Average values, percent difference between upstream and downstream values, and respective F values of the analysed elements)

Característica	Rio do Retiro			Rio Preto			Rio de Dentro		
	montante	jusante	Diferença Teste - F percentual	montante	jusante	Diferença Teste - F percentual	montante	jusante	Diferença Teste - F percentual
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 ¹	125,00	126,25	1,00 0,05 n.s.	107,81	99,81	-7,42 3,62*	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 3,52*
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 3,55*
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%; ¹ condutividade expressa em umho/cm

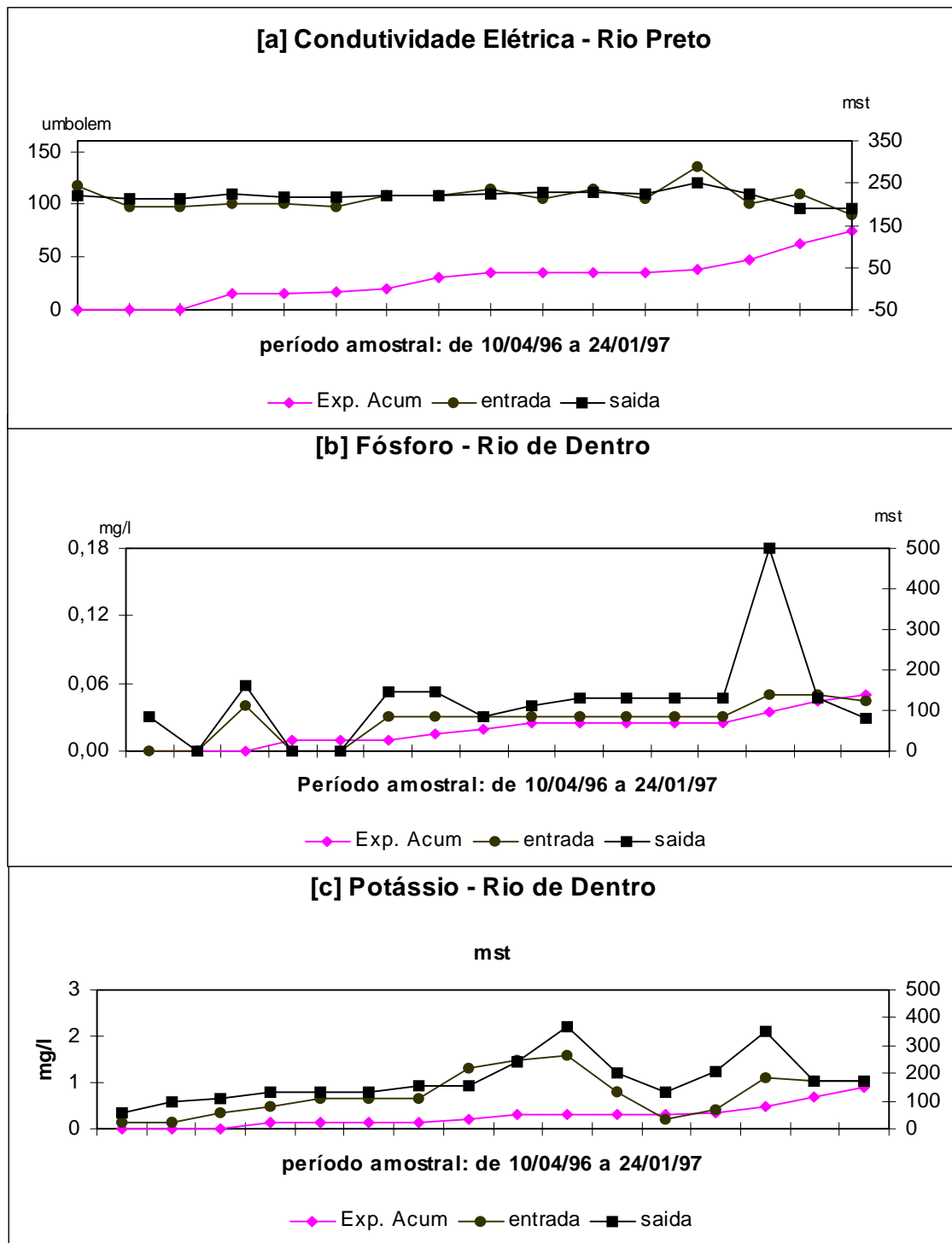


Figura 1. Valores de condutividade elétrica (a), fósforo (b) e potássio (c), na entrada e saída das áreas de pesquisa, correlacionados com a retirada da madeira.

(Values of electrical conductivity (a), phosphorus (b) and potassium (c) on upstream and downstream of study area related to the volume of timber harvested).

Dentro (Figura 1b). Este aumento não pode ser associado à colheita de madeira, pois a diferença já havia sido detectada antes do início do corte. O aumento do fósforo no ponto de coleta à jusante da área de pesquisa, que se encontra numa posição central dentro do caixetal, pode estar indicando uma liberação deste elemento para o meio. Outros estudos indicam uma retenção de até 42% do fósforo dissolvido (Emmet et al., 1994). As variações na concentração do fósforo não mostraram uma tendência de sazonalidade.

Não se encontrou, à luz de outros estudos dos impactos da exploração florestal na qualidade da água ou sobre a dinâmica das planícies de inundações, explicações para o aumento significativo da concentração do potássio (Figura 1c). Como padrão de sazonalidade, o potássio diminui de concentração com o aumento da pluviosidade.

A acidez, cobre, gás carbônico, manganês, nitrogênio amoniacal, nitrato, pH, sedimentos, sulfato e zinco, apresentaram mudanças em sua concentração que não seguiram um padrão de sazonalidade. As variações foram aleatórias e acentuadas durante o período como no caso da acidez (Figura 2a), do gás carbônico e do nitrato, ou muito pequenas e constantes como no caso do pH (Figura 2b). O manganês e o zinco apareceram em concentrações baixas, próximo a zero, durante a maior parte do tempo, e depois, apresentaram um aumento de suas concentrações aparentemente ligadas ao aumento da pluviosidade. Este fenômeno ficou particularmente bem evidenciado com o cobre (Figura 2c).

Há uma tendência de aumento da condutividade com o aumento da pluviosidade, porém no caso de um período extremamente chuvoso (janeiro de 1997), esta relação apresentou-se inversa (Figura 2d), provavelmente pela diluição dos íons na água.

A quantidade de sedimentos tende a aumentar com a exploração florestal (Grayson et al., 1993; Malmer, 1996), fato que não ficou evidenciado neste estudo. A concentração de sedimentos (Figura 2e) não apresentou características de sazonalidade.

A alcalinidade, a cor, o ferro e a turbidez, tiveram o aumento de suas concentrações com o aumento da pluviosidade. Para a cor (Figura 2f), este aumento foi também evidenciado no caso de pluviosidade muito alta, como no período de janeiro de 1997, mês em que a pluviosidade passou de 300 mm. A alcalinidade, a turbidez e o ferro, apesar de aumentarem de concentração durante o período chuvoso, tiveram uma reação oposta durante o mês de janeiro, apresentando uma maior diluição.

Os elementos cálcio, cloreto, magnésio, potássio e sódio, diminuíram de concentração com o aumento da pluviosidade. Este padrão apresenta variações de acordo com o rio estudado. As variações do cálcio foram mais evidentes no Rio de Dentro (Figura 2h). Para o magnésio, os padrões se repetiram nos três rios coletados. Em outro trabalho, o magnésio, mostrou-se sensível à exploração florestal, tendo aumento de até seis vezes em sua concentração (Malmer, 1996). A dureza apresenta uma sazonalidade ligada a seus principais determinantes (Ca e Mg).

CONCLUSÕES

No rio que corta o caixetal da Fazenda Retiro não foram detectadas mudanças nos parâmetros da qualidade da água analisados. Neste caixetal, explorado em 1994, se ocorreram impactos na qualidade da água decorrentes do manejo da caixeta, foram pouco significativos e de caráter temporário.

Na Fazenda Cindumel, o manejo florestal da caixeta, com intensidade média de 20 mts/mês, não apresentou significativamente impacto negativo nas características da qualidade da água analisadas. A intensidade de exploração conduzida durante o período de estudo, pode ser um dos fatores importantes na manutenção da qualidade da água.

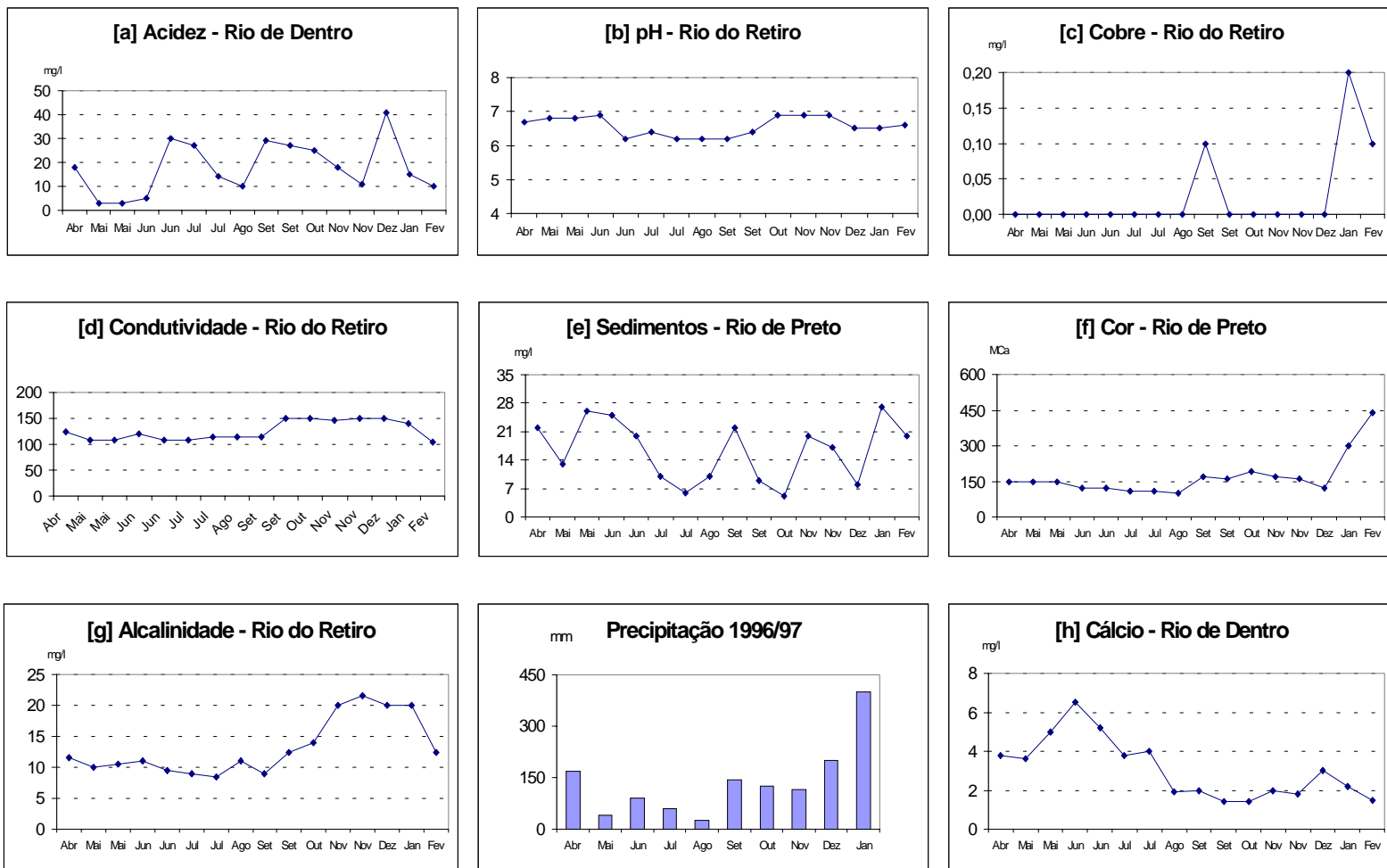


Figura 2. Variações sazonais da acidez (a), pH (b), cobre (c), condutividade elétrica (d), sedimentos (e), cor (f), alcalinidade (g) e cálcio (h), em função da pluviosidade.

(Seasonal variations of acidity (a), pH (b), copper (c), electrical conductivity (d), sediments (e), color (f), alkalinity (g) and calcium (h), related to rainfall).

Apesar de a qualidade da água no caixetal apresentar variações, estas não podem ser diretamente atribuídas ao manejo florestal, mas sim, à resposta do ecossistema às interações com

outros fatores bióticos e abióticos, sendo a pluviosidade um dos fatores que influencia diretamente as características da qualidade da água.

AUTORES

PHILIPPE WALDHOFF é Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pelo CRHEA-USP. E-mail: tintim@imaflorea.org

VIRGILIO MAURÍCIO VIANA é Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ / USP – Caixa Postal 9 – Piracicaba, SP – 13400-970 – E-mail: vimviana@carpa.ciagri.usp.br

WALTER DE PAULA LIMA é Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ / USP – Caixa Postal 9 – Piracicaba, SP – 13400-970 – E-mail: wplima@carpa.ciagri.usp.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA - American Public Health Association. **Standards methods for the examination of water and waste water**. 13.ed. Washington, 1975. 1193p.
- ASSEMBERG, P. **Effects of cyclone disturbance and subsequent log extraction on water yield and quality in the Oleolega catchment**. Amsterdam, 1993. Tese (Mestrado) - Faculty of Earth Sciences. Vrije Universiteit.
- CIFOR - CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH. **Testing criteria and indicators for the sustainable management of forests**. Jakarta, 1995. 219p.
- DIEGUES, A.C.S. et al. **A caixeta no Vale do Ribeira, SP: estudo sócio-econômico da população vinculada à extração e desdobro da caixeta**. São Paulo, 1991.
- DUGAN, P.J., ed. **Conservación de humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias**. Gland: IUCN, 1992. 96p.
- DUNCAN, M.J. Hydrological impacts of converting pasture and gorse to pine plantation, and forest harvesting, Nelson, New Zealand. **Journal of hydrology**, v.34, n.1, p.15-41, 1995.
- EMMETT, B.A.; HUDSON, J.A.; COWARD, P.A.; REYNOLDS, B. The impact of a riparian wetland on streamwater quality in a recently afforested upland catchment. **Journal of hydrology**, v.162, p.337-353, 1994.
- GRAYSON, R. B. et al. Water quality in mountain ash forest, separating the impacts of roads from those of logging operations. **Journal of hydrology**, v.150, p. 459-480, 1993.
- IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. The Ramsar Convention as a vehicle for linking wetlands conservation and development. In: Meeting of Conference of the contracting parties, 3, Regina, Canadá, 1987. **Documento preparado pelo Escritório de Áreas Alagadas da IUCN**. Gland, 1987. (Document C.3.13)
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 368p.
- MALMER, A. Hydrological effects and nutrient losses of forest plantation establishment on tropical rainforest land in Sabah, Malaysia. **Journal of hydrology**, v.174, p.129-148, 1996.
- WINOGRAD, M. **Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de tierras**. San José: OEA/IICA/GTZ, 1995. 85p.
- ZILLER, S.R. **Análise fitossociológica de caixetais**. Curitiba, 1992. 101p. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Paraná

