

ECOLOGIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE: I CONTEÚDO IÔNICO E CLOROFILA *a*.

(Ecology of Ribeira de Iguaçu River: Ionic content and chlorophyll *a*.)

Mithine TAKINO (1)
Maria Helena MAIER (1)

RESUMO

Este trabalho é parte de um projeto mais amplo que, desde 1978, estuda a qualidade física e química da água do Rio Ribeira de Iguaçu, como subsídio ao conhecimento da autoecologia de *Anchoiella* (manjuba) e *Macrobrachium* (pitu) comumente encontrados nesse rio. A pesquisa foi desenvolvida através de determinações mensais da concentração de clorofila *a* e de íons dominantes (Na, K, Ca, Mg, HCO_3^- , SO_4^{2-} e Cl) em água de superfície. A amostragem foi realizada em 14 pontos distribuídos em 4 segmentos localizados ao longo de 160 km do rio. O trecho estudado abrangia desde o município de Registro ($24^{\circ}29'14''\text{S}$ e $47^{\circ}50'17''\text{W}$, altitude 10 m) até o Iguaçu ($24^{\circ}43'\text{S}$ e $47^{\circ}33'\text{W}$) onde o rio deságua no mar. As análises foram realizadas entre abril/81 e março/84. A salinidade (soma das medianas dos teores de íons dominantes), à exceção daquela registrada no trecho próximo da foz, apresentou valores baixos sendo o teor mediano 58 mg/l e as proporções $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$ e $\text{HCO}_3^- > \text{Cl} > \text{SO}_4^{2-}$ ou $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}$. Nas proximidades do mar, a mediana dos valores da salinidade foi 1140 mg/l enquanto a proporção catiônica foi alterada para $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$ e aniônica para $\text{Cl} > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^-$. As relações entre cátions monovalentes (M) e divalentes (D) bem como M/M e D/D, não apresentaram qualquer relação com o teor de clorofila *a*. Esta apresentou os maiores valores medianos no Rio Jacupiranga (6,55 $\mu\text{g/l}$) e no Rio Ribeira de Iguaçu próximo ao Valo Grande (6,22 $\mu\text{g/l}$) e os menores, nesse rio, próximo ao Município de Registro (1,58 e 2,89 $\mu\text{g/l}$).

ABSTRACT

This paper is part of a project, which, since 1978, investigates physical and chemical characteristics of Ribeira de Iguaçu River to complement the study of autoecology of *Anchoiella* (manjuba) and *Macrobrachium* (pitu) usually found there. The research was undertaken at monthly intervals, from April 1981 to March 1984 to determine the content of chlorophyll *a* and the major ions (Na, K, Ca, Mg, HCO_3^- , SO_4^{2-} and Cl) at surface waters. The samples were collected at 14 station sampling distributed in 4 river segments located along 160 km of the river. The studied stretch included the City of Registro ($24^{\circ}29'14''\text{S}$ and $47^{\circ}50'17''\text{W}$, 10 m of altitude) and extend to Iguaçu ($24^{\circ}43'\text{S}$ and $47^{\circ}33'\text{W}$) where the river reaches the sea. The salinity (the sum of the median values of dominant ions) showed low values - with the exception of the station near the estuary; the median values was 58 mg/l, with the following proportions: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$ and $\text{HCO}_3^- > \text{Cl} > \text{SO}_4^{2-}$. At the estuary the salinity median values was 1140 mg/l, with the following proportions: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$, and $\text{Cl} > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^-$. The relation of the cation monovalent (M) and divalent (D) as well M/M and D/D did not present any relation with chlorophyll *a* concentration. This showing the biggest median values at Jacupiranga River (6,55 $\mu\text{g/l}$) and Ribeira de Iguaçu River near Valo Grande (6,22 $\mu\text{g/l}$) and the lower near the Registro City (1,58 and 2,89 $\mu\text{g/l}$).

1. INTRODUÇÃO

Em 1978, um estudo limnológico considerando características físicas e químicas da água do Rio Ribeira de Iguaçu foi desenvolvido como parte de uma pesquisa mais ampla de autoecologia da manjuba e do pitu.

O Rio Ribeira nasce próximo à cidade de Cerro Azul, no Estado do Paraná, a 350 m de

altitude; tem extensão de 500 km e passa a chamar-se Rio Ribeira de Iguaçu após receber o Rio Juquiá. Apresenta uma extensa bacia hidrográfica (23.930 km^2) de forma trapezoidal (GANDOLFI, 1971). Possui vários afluentes, dos quais os mais representativos são o Rio Juquiá, à margem esquerda, e o Rio Jacupiran-

(1) Pesquisador Científico - Seção de Limnologia - Divisão de Pesca Interior - Instituto de Pesca, Bolsista CNPq.

ga, à direita. Deságua no mar, no município de Iguape, após divagar longamente na planície costeira.

Os trechos alto e médio da bacia do Ribeira localizam-se na sub-zona da Serra de Paranapiacaba que pertence à Serrania Costeira da província geomorfológica do mesmo nome. A região baixa se estende pela Zona das Baixadas Litorâneas, também pertencente à Província Costeira. Nessa região, o traçado de drenagem é sinuoso face às características geológicas e à declividade bastante baixa ocorrendo, freqüentemente, inundações em grandes áreas (GANDOLFI, 1971).

A maior área dessa bacia situa-se sobre rochas que compõem o Grupo São Roque. Rochas parametamórficas predominam praticamente em toda a bacia; possui também áreas recobertas por sedimentos cenozóicos, tanto de natureza marinha como fluvial (GANDOLFI, 1971).

O clima, segundo a descrição de NIMER (1977), apresenta, na região de Juquiá, 2 meses de seca (junho e julho); em Iguape, o clima é super úmido e está relacionado aos maiores índices pluviométricos do Brasil (1.500 a 4.000 mm aproximadamente). Enquanto de

setembro a março há um predomínio de temperaturas mais ou menos elevadas, atingindo o máximo em dezembro e janeiro, de maio a agosto, as temperaturas são sensivelmente mais baixas, atingindo o mínimo em junho e julho. Resumindo, o clima é tropical apresentando um período chuvoso-quente, de outubro e março, e outro menos chuvoso e mais frio, de abril a setembro.

Dentre as relações existentes entre fatores abióticos e bióticos algumas foram pesquisadas como parte da caracterização do ambiente visando o cultivo de organismos antes naturalmente abundantes. Assim, foram efetuados estudos na área de captura de manjuba (GLAMAS; VERMULM; TAKINO, 1985) e alguns parâmetros abióticos já foram parcialmente discutidos (TAKINO & TREVISAN, 1979; TAKINO; MAIER; TREVISAN, 1980 a, b; TAKINO; MAIER; TREVISAN, 1981 a, b; TAKINO; MAIER; NETTO, 1982; TAKINO; MAIER; CORRÊA-NETO, 1983 e 1984; TAKINO & SANTOS (1984) e TAKINO & MAIER (1984).

Como parte desse estudo, esta pesquisa foi desenvolvida visando o conhecimento das proporções existentes entre os componentes iônicos dominantes presentes nesse ambiente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da qualidade física e química da água do Rio Ribeira de Iguape foi iniciado em 1978 e sua parte prática teve 6 anos de duração. Nesse estudo os 160 km finais do rio foram subdivididos em segmentos de tal modo que cada um deles pudesse ser amostrado em um único dia. A parte do estudo referente ao conteúdo de íons dominantes foi iniciada em 1981. Os primeiro e terceiro segmentos foram estudados de abril/81 a março/82. O segundo segmento não foi estudado quanto a essa característica. Os estudos efetuados no quarto e quinto segmentos tiveram início na mesma data porém sua duração foi maior (término em março/84).

Como este trabalho é parte de um estudo mais global, a numeração dos pontos de coleta seguiu aquela estabelecida na pesquisa mais geral. Cada segmento foi subdividido em pon-

tos de coleta locados de acordo com a presença e facilidade de captura de *Macrobrachium* e *Anchoviella*. Assim, para o estudo global foram fixados 25 pontos de amostragens dos quais 14 serviram ao estudo dos íons dominantes (FIGURA 1).

O primeiro segmento situa-se no trecho distal da foz e tem 30 km de comprimento. Inicia-se na foz do Rio Juquiá e finda nas proximidades da zona urbana do município de Registro. Para o presente estudo as amostras foram coletadas apenas nos pontos 3, 4 e 5.

O segundo segmento e subsequente, tem 25 km e atinge a entrada do Rio Vermelho. Como já foi dito, neste segmento não foram feitas amostragens para análise de íons dominantes.

O terceiro segmento, é o mais longo (60 km) e estende-se até próximo a foz do Rio

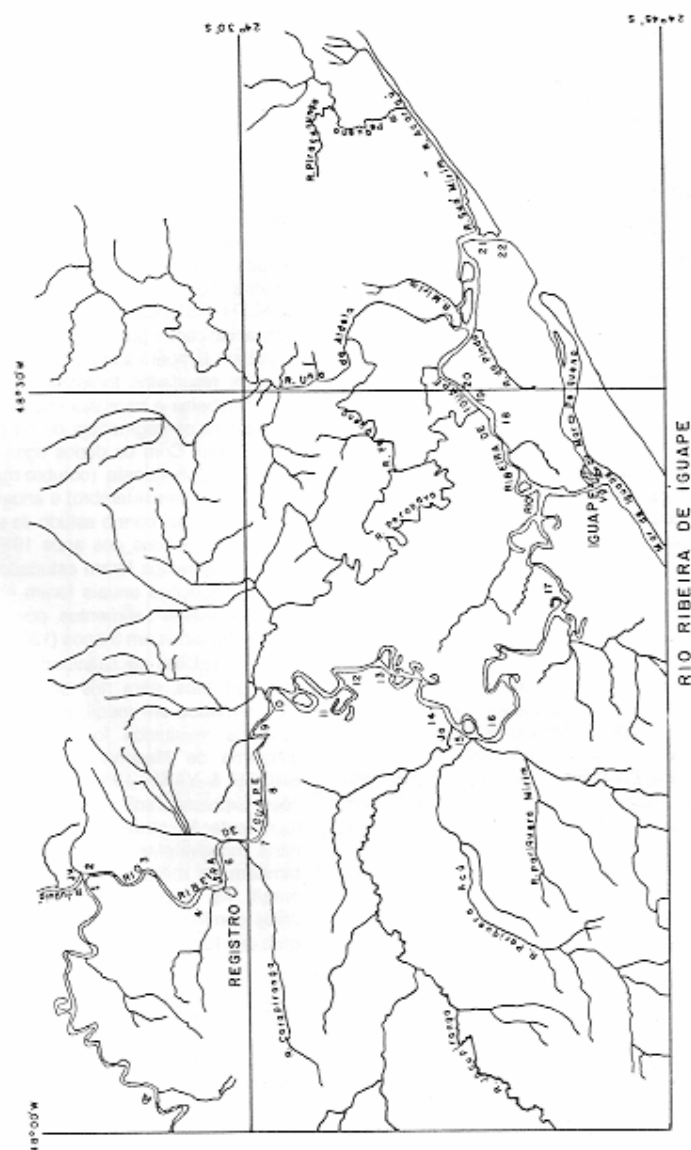


FIGURA 1 – Mapa da região estudada e localização dos pontos de coleta.

Peropava. Amostrou-se os pontos 14 a 18 além de JA e VG, respectivamente, Rio Jacupiranga próximo ao seu desaguamento no Rio Ribeira de Iguape e Valo Grande, próximo a barragem.

O quarto segmento é o mais curto (5 km) e finda na foz do Rio Estião da Aldeia. Nesse segmento é que foram locados os pontos 19 e 20. Finalmente, no quinto segmento que, após 40 km, finda nas proximidades da foz do próprio Rio Ribeira de Iguape, foram locados os pontos 21 e 22.

Os dois últimos segmentos encontram-se no trecho do rio que sofre ação da maré pois ocorre variação diária do nível relacionada com a variação do mar. Durante os 2 primeiros anos as amostragens foram efetuadas entre 7 e 8:00 horas, portanto, durante a maré alta e no último ano, na maré baixa (entre 10 e 12:00 horas).

As amostragens foram realizadas mensalmente e se constituíram de água de superfície, coletada distante de ambas as margens do rio. Nos pontos 3 a 5, utilizou-se um barco e as amostras foram coletadas diretamente nos frascos de armazenamento. Nos demais pontos utilizou-se, como coletor, um balde que era lançado da margem do rio.

As amostras, depois de filtradas em filtro Millipore AP-20, com auxílio de bomba de vácuo, foram fixadas com ácido nítrico em proporção de 1:1000. O filtrado assim preservado foi enviado ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) onde foi analisado por técnicas de espectrofotometria de plasma, de chama, turbidimetria de injeção em fluxo e colorimetria em injeção de fluxo, com a utilização de espectrofotômetro de absorção atômica.

Foram estabelecidos os seguintes limites mínimos de detecção em mg/l: 0,01 para os íons Mg, Mn e Si; 0,02 para Be e Cr; 0,05 para

Ag, Ba, Cd, Cu, Zn e Ni; 0,10 para Na, Cl, Fe, Pb e As; 0,20 para Al e 1,00 para Ca e SO₄.

A partir dos resultados de alcalinidade, pH, condutividade elétrica e temperatura, obtidos na primeira parte desta pesquisa, calculou-se o teor de HCO₃ utilizando-se as equações propostas por MACKERETH et alii (1978).

Os filtros contendo os resíduos das amostras foram preservados em "freezer" para posterior determinação de clorofila *a*. Esta foi determinada pelo método colorimétrico, extração em acetona 90%, segundo AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA, 1975), mas sem acidificação prévia. Portanto os resultados englobam também a clorofila degradada.

Os resultados foram demonstrados através de tabelas e para sua interpretação, consideraram-se os segmentos do rio e a climatologia regional. Com os dados agrupados por período chuvoso quente (outubro-março), de estiagem fria (abril-setembro) e anual, calcularam-se as medianas para o estudo da sazonalidade. Os valores obtidos nos anos 1981/82 para todos os segmentos foram estudados em conjunto. As flutuações anuais foram estudadas nos quarto e quinto segmentos, pois seus estudos foram efetuados em 3 anos (1981-1984).

Os valores de salinidade foram medidos em mg/l mas, para fins de discussão, foram transformados em meq/l. A representação gráfica dos resultados foi efetuada através do diagrama de Maucha (1932, modificado por BROCH & YAKE, 1969) que utiliza concentrações expressas em meq/l. Utilizou-se ainda a representação através das relações entre cátions monovalentes (M) e divalentes (D) que também se utiliza de unidades expressas em meq/l. As proporções entre os cátions e os ânions dominantes foram obtidas pela porcentagem dos teores expressos em meq/l.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Rio Ribeira de Iguape, no segmento 5, apresentou salinidade mediana de 1 140 mg/l o que identificou plenamente a presença de água salobra como consequência da maré alta, o que pode ser constatado pelo horário da coleta e pelo nível do rio. Assim, quando as amostras foram efetuadas sob essas condições, a maioria dos íons analisados apresentou valores

várias vezes superiores aos observados nesse mesmo segmento, quando as coletas foram realizadas em períodos de maré baixa. A concentração de cloreto de sódio, acima de 1 meq/l, além dos valores relativamente elevados dos íons SO₄, Mg, Na e K, são também fortes indicadores da entrada de água do mar para o rio (TABELA 1).

TABELA 1
Rio Ribeira de Iguape. Ions dominantes. Valores médios (mg/l) sazonais (período quente úmido de 1982/83 = Q; frio-seco de 1983 = F) e anuais (A) calculados através dos dados registrados em 1982/83 em cada ponto de estudo: 3, 4 e 5 no 1º segmento do trecho estudado; 14 a 18 no 3º segmento; 19 e 20 no 4º; 21 e 22 no 5º; no Vale Grande (VG) e no Rio Jacupiranga (JA).

	1º Segmento					3º Segmento					4º Segmento					5º Segmento					Outros	
	3	4	5	T		14	15	16	17	18	T	19	20	T		21	22	T			VG	JA
Na	F	0,147	0,146	0,145	0,146	0,160	0,173	0,157	0,150	0,168	0,169	0,218	0,214	0,216		23,390	24,556	24,756			0,250	0,226
	Q	0,135	0,146	0,134	0,096	0,167	0,253	0,169	0,153	0,214	0,167	0,274	0,198	0,209		5,377	39,816	9,994			0,143	0,161
	A	0,139	0,146	0,137	0,144	0,167	0,192	0,165	0,150	0,172	0,167	0,346	0,203	0,216		6,925	24,556	15,133			0,162	0,214
K	F	0,039	0,035	0,033	0,035	0,043	0,051	0,044	0,051	0,044	0,044	0,051	0,044	0,051		0,684	0,908	0,796			0,054	0,048
	Q	0,040	0,042	0,042	0,042	0,040	0,035	0,039	0,038	0,041	0,037	0,040	0,038	0,038		0,082	1,045	0,113			0,041	0,043
	A	0,040	0,040	0,040	0,040	0,043	0,035	0,044	0,042	0,042	0,042	0,047	0,040	0,044		0,113	0,908	0,126			0,042	0,044
Cl	F	0,397	0,406	0,398	0,402	0,352	0,399	0,346	0,352	0,344	0,360	0,339	0,372	0,381		1,300	1,268	1,284			0,341	0,423
	Q	0,390	0,428	0,357	0,378	0,339	0,361	0,364	0,329	0,342	0,353	0,332	0,325	0,332		0,451	1,714	0,890			0,326	0,368
	A	0,390	0,392	0,375	0,390	0,363	0,397	0,353	0,352	0,344	0,360	0,335	0,344	0,340		0,948	1,268	1,108			0,345	0,372
Mg	F	0,245	0,257	0,252	0,254	0,228	0,250	0,220	0,220	0,226	0,229	0,258	0,229	0,243		5,617	5,474	5,545			0,259	0,254
	Q	0,244	0,229	0,222	0,223	0,200	0,248	0,224	0,194	0,215	0,201	0,225	0,204	0,215		2,427	8,578	3,345			0,190	0,196
	A	0,244	0,243	0,222	0,229	0,212	0,249	0,220	0,201	0,226	0,220	0,237	0,215	0,221		3,795	5,474	4,634			0,225	0,234
Cl	F	0,087	0,090	0,083	0,087	0,101	0,124	0,092	0,101	0,114	0,107	0,188	0,147	0,157		26,200	29,286	28,743			0,235	0,152
	Q	0,082	0,082	0,082	0,082	0,097	0,154	0,126	0,094	0,167	0,106	0,348	0,131	0,160		5,725	12,662	6,699			0,097	0,120
	A	0,082	0,081	0,082	0,082	0,100	0,126	0,111	0,094	0,121	0,106	0,332	0,141	0,157		7,597	19,521	11,162			0,106	0,141
SO ₄	F	0,039	0,039	0,039	0,039	0,088	0,104	0,103	0,103	0,136	0,104	0,132	0,083	0,083		3,716	12,882	7,269			0,083	0,289
	Q	0,068	0,062	0,062	0,062	0,073	0,083	0,088	0,088	0,130	0,083	0,094	0,073	0,083		0,468	11,914	4,409			0,068	0,117
	A	0,062	0,052	0,062	0,062	0,073	0,104	0,088	0,078	0,136	0,083	0,113	0,083	0,083		2,092	12,398	5,824			0,078	0,161
HCO ₃	F	0,610	0,666	0,644	0,650	0,520	0,540	0,505	0,489	0,489	0,581	0,640	0,580	0,580		0,650	0,640	0,580			0,493	0,531
	Q	0,581	0,581	0,545	0,561	0,610	0,612	0,583	0,573	0,611	0,414	0,510	0,520	0,539		0,480	0,620	0,559			0,602	0,567
	A	0,581	0,611	0,561	0,581	0,560	0,580	0,540	0,560	0,540	0,535	0,559	0,560	0,559		0,510	0,630	0,580			0,520	0,560

Excetuando-se a região da foz (segmento 5) o Rio Ribeira de Iguape apresentou salinidade mediana de 58 mg/l, no que foi acompanhado de perto pelo Rio Jacupiranga e pelo Vale Grande.

Os valores observados nesses três últimos ambientes, podem ser considerados relativamente elevados se comparados a outros ambientes do Estado de São Paulo. TAKINO & MAIER (1982) e MAIER & TAKINO (1985), ao estudarem 17 represas localizadas sobre rochas graníticas do Sudeste desse Estado, encontraram salinidade superior a 50 mg/l, apenas em ambientes muito eutróficos, sujeitos a grande afluxo de efluentes domésticos e industriais (Pedreira, Riacho Grande e Rio das Pedras, todas do Complexo Billings). MAIER (1983), ao estudar um pequeno rio que corre sobre rochas basálticas e areníticas da região Central desse Estado, também encontrou salinidade inferior a 50 mg/l pois registrou o valor mediano de 36,15 mg/l.

Para HUTCHINSON (1957) salinidade inferior a 50 mg/l é característica de ambientes formados sobre rochas ígneas e para WETZEL (1981), a salinidade de ambientes da América do Sul e Austrália é baixa apresentando valores de 69 e 59 mg/l, respectivamente. Segundo CLARKE (1924), o teor médio de sais dissolvidos em água de rios é de 100 a 200 mg/l porém em regiões tropicais esse valor é mais baixo porque os rios drenam solos lixiviados.

A bacia do Rio Ribeira de Iguape é formada sobre rochas graníticas e segundo Melcher et alii, 1965, *apud* GANDOLFI, 1971, na região de Jacupiranga (segmento 3), ocorre carbonatito associado a jazidas de apatita. A proporção catiônica que apresentou, 45 Ca, 28 Mg, 22 Na, 5 K% para um total de 0,802 meq/l, é, provavelmente, uma consequência dessas características geológicas regionais (TABELA 2).

A mesma ordem de dominância foi observada por MAIER (1983), concordando com a média mundial apresentada por Gorham (1957 *apud* GLASBY & MAIN, 1977). Entretanto não coincide com a ordem considerada comum no Hemisfério Norte (HUTCHINSON, 1957; DUS-SART, 1966; COLE, 1979 e WETZEL, 1981), pois apresenta inversão na ordem de dominância de Na e Mg. Segundo o mesmo Wetzels, a proporção apresentada por Conway em 1942,

para ambientes de rochas ígneas é de 48,3 Ca; 30,6 Na; 14,2 Mg e 6,9 K%.

No Rio Ribeira de Iguape o íon dominante foi o HCO_3 que, em porcentagem, apresentou-se 5 vezes mais elevado que o cloreto (76 HCO_3 , 14 Cl, 1 SO_4 %, para um total de 0,724 meq/l). O total aniônico registrado foi inferior ao catiônico, porém essa diferença não foi tão acentuada quanto a observada em rio de salinidade inferior como observou MAIER (1983).

WETZEL (1981) cita que segundo Conway (1942), águas provenientes de rochas ígneas apresentam proporções de 73,3 CO_3 ; 14,1 SO_4 ; 12,6 Cl% e que segundo Ohle (1955), águas moles podem apresentar outra ordem aniônica: Cl > SO_4 > CO_3 .

A região da foz do Rio Ribeira de Iguape, segmento 5, apresentou as proporções 72 Na; 22 Mg; 5 Ca; 1 K% para o total catiônico de 21,00 meq/l e 64 Cl; 33 SO_4 ; 3 HCO_3 % para 17,57 meq/l (TABELA 2).

Segundo GOLTERMAN (1975), o conteúdo iônico de um rio está sujeito a variações sazonais, podendo ser mais elevado no período chuvoso por aumento de material alóctone fornecido principalmente pela lixiviação ou no período de estiagem pela contribuição das águas subterrâneas.

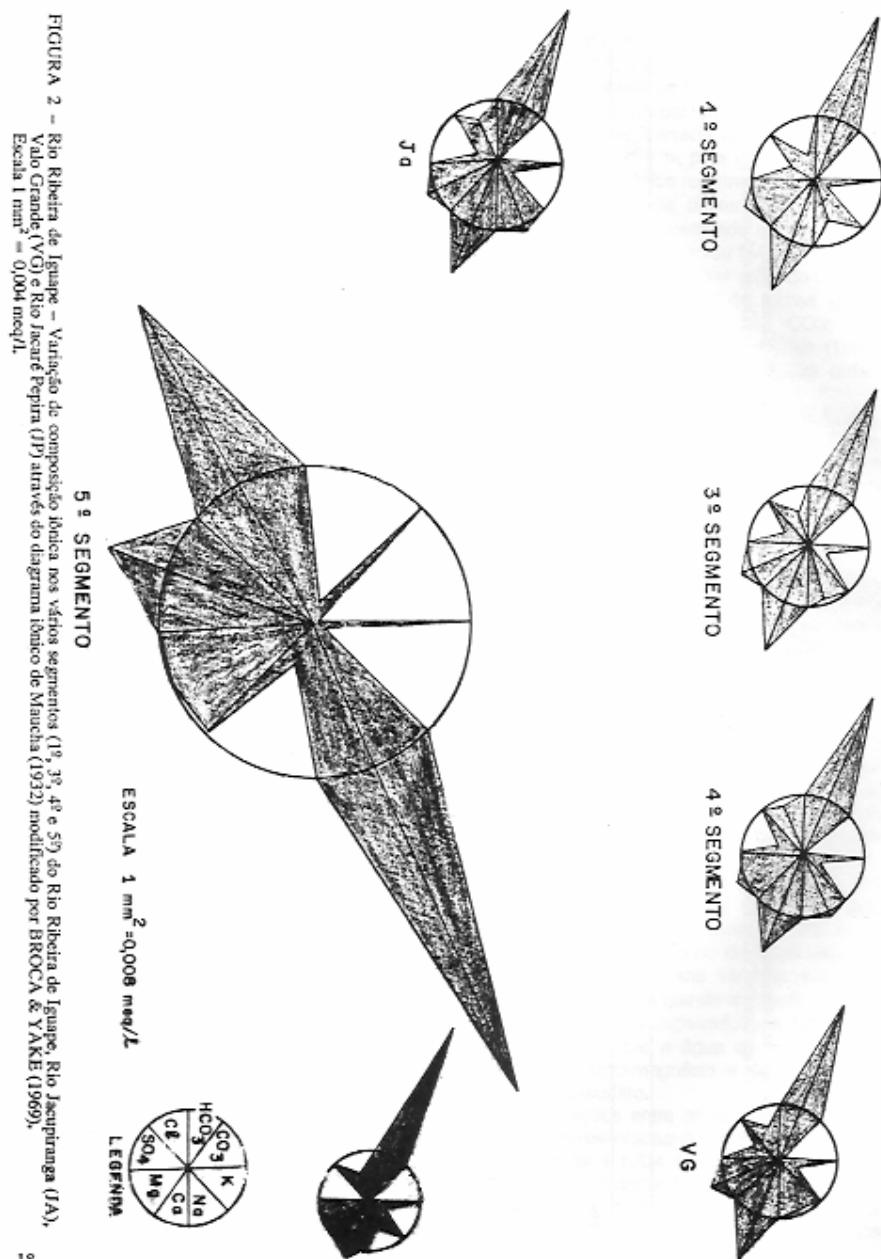
Neste estudo, não foram efetuadas determinações na água da chuva nem na subterrânea, portanto essa contribuição não foi quantificada. O rio apresentou as maiores concentrações de íons dominantes, principalmente no período de estiagem-frio. Algumas vezes observou-se comportamento inverso; provavelmente devido a condições locais (TABELA 1).

O diagrama de Maucha (FIGURA 2), evidenciou claramente os tipos iônicos de cada segmento e a variação de conteúdo total e parcial que ocorre ao longo do rio. Mais uma vez ficou evidente a pequena variação entre um segmento e outro e a grande discrepância entre esses valores e os registrados na foz do rio. Podemos dizer que a água do rio é do tipo bicarbonato-cálcio-magnésio e próximo a foz, sódio-cloreto-sulfato.

As relações entre os cátions mono e divalentes representadas por M/D apresentaram valores de Na + K/Ca + Mg = 0,36 e de Na + K/Mg = 0,95, mostrando-se mais semelhantes aos valores mundiais (0,3 e 1,0), calculados por LIVINGSTONE (1963) que aqueles calculados

TABELA 2
 Rio Ribeira de Iguape: íons dominantes. Valores médios (mg/l) calculados através dos dados registrados em 1981/82, nos segmentos (Seg) do trecho estudado
 e no Vale Grande (VG) e Rio Jacupiranga (JA); salinidade (Σ), relações entre cátions divalentes e monovalentes e clorofila *a* (Cl *a*)
 e comparação com o Rio Jacaré Pepira (JP).

	1º Segmento	3º Segmento	4º Segmento	5º Segmento	VG	JA	JP
Na	0,144	0,167	0,216	15,133	0,162	0,214	0,044
K	0,040	0,042	0,044	0,126	0,042	0,044	0,029
Ca	0,390	0,360	0,340	1,108	0,345	0,384	0,125
Mg	0,229	0,220	0,221	4,634	0,225	0,229	0,099
Cl	0,062	0,106	0,157	11,162	0,106	0,141	0,065
SO ₄	0,082	0,083	0,083	5,824	0,078	0,062	0,0
HCO ₃	0,581	0,535	0,559	0,580	0,520	0,560	0,461
Σ	1,528	1,513	1,620	38,567	1,478	1,634	0,833
Na + K/Ca + Mg	0,29	0,36	0,46	2,66	0,36	0,42	0,68
Na + K/Mg	0,80	0,95	1,18	3,29	0,91	1,13	0,72
Ca/Mg	1,70	1,64	1,54	0,24	1,53	1,68	1,25
K/Na	0,28	0,25	0,20	0,01	0,26	0,21	0,66
Cl <i>a</i> (µg/l)	2,89	1,58	6,22	4,64	4,16	6,55	...



por MAIER (1983) para o Rio Jacaré Pepira, que corre na região central do Estado de São Paulo (0,68 e 0,72). Os valores das relações D/D e M/M ($Ca/Mg = 1,60$ e $K/Na = 0,24$) também não foram semelhantes aos registrados por Maier (1,25 e 0,66) porém os dois rios apresentaram dominância de Mg sobre Na. O Rio Jacupiranga e o Valo Grande apresentaram relações entre cátions semelhantes as registradas no quarto segmento do Rio Ribeira de Iguape.

Segundo alguns autores, as relações entre cátions podem influir sobre a concentração de clorofila. Os valores M/D e M/M e D/D observados nos diferentes segmentos do rio, bem como no Rio Jacupiranga e Valo Grande, quando comparados aos respectivos teores de clorofila não evidenciaram relações que pudessem identificar qualquer tipo de influência. Entretanto o Rio Jacupiranga e o quarto segmento do Rio Ribeira de Iguape, apresentaram valores muito próximos, tanto nas relações entre mono e divalentes como nos teores de clorofila que, aliás, foram os mais elevados.

As observações realizadas ao longo de três anos de estudos nos segmentos quarto e quinto (TABELAS 3, 4 e 5), evidenciaram um comportamento nos dois primeiros anos diferente do terceiro ano. Este fato, provavelmente, está relacionado com a entrada de água do mar devido a maré alta nos primeiros anos e a ausência de água salobra no último ano. O íon Na geralmente apresentou teores mais elevados no período de estiagem-frio, durante os dois primeiros anos de estudos, o que não foi tão evidente no terceiro ano. O íon Ca apresentou valores mais elevados, geralmente no período de estiagem-fria nos primeiros anos e no chuvoso-quente no último. Ambos os íons sofreram elevação ao longo do rio e diminuição ao longo do tempo, principalmente no último ano de estudo.

O íon Mg, apresentou valores mais elevados no período chuvoso-quente nos três anos de estudos no trecho final do rio (Pontos 21 e 22) e apenas no último ano nos Pontos 19 e 20 (quarto segmento) (TABELAS 3 a 6).

Os dois últimos segmentos do rio apresentaram teores dos cátions dominantes Na e K (TABELAS 3 a 6), próximos aos da composição média mundial apresentada (Gibbs, 1972, *apud* VISSER, 1974) e os de Ca e Mg, aos da África apresentados por Visser. Os teores aniônicos, Cl e SO_4 , entretanto, diferiram dos citados pelos dois autores.

Os ânions dominantes apresentaram, na maioria das vezes, teores mais elevados no período frio e, como os cátions, sofreram elevação ao longo do rio e diminuição ao longo do tempo (TABELA 3).

A clorofila apresentou valores mais elevados no período quente 83/84, alcançando uma mediana de $15,53 \mu g/l$ (Ponto 21). No primeiro ano de estudo (81/82), os valores mais baixos foram registrados no Ponto 22 e no segundo ano, no Ponto 20, chegando a $0,6 \mu g/l$ no período quente. As variações registradas entre os períodos sazonais foram maiores que aquelas observadas entre os pontos de estudo (TABELA 3).

Os íons Fe e Si, foram os únicos que apresentaram diminuição ao longo do rio e que durante os primeiros anos da pesquisa não mostraram, no quinto segmento, valores muito diferentes daqueles encontrados no quarto segmento.

Os íons Ba, Cr, B, Zn, Mn e Al foram sempre encontrados em pequenas quantidades (TABELA 4), sendo muitas vezes impossível detectá-los pela técnica adotada, como sempre ocorreu para Ag, Cd, Cu, Pb, Ni e As.

TABELA 3
Rio Ribeira de Iguape. Valores médios calculados para períodos frios (F), quente (Q) e anual (A), de abril de 1981 a março de 1984, em mg/L.

	1981/82			1982/83			1983/84						
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	
Na	F	0,218	0,214	24,956	24,556	0,201	0,180	4,870	19,314	0,210	0,154	0,165	0,301
	Q	0,379	0,198	5,377	39,859	0,152	0,167	0,307	1,354	0,144	0,217	0,304	0,307
	A	0,346	0,203	6,925	24,556	0,191	0,177	2,610	14,464	0,152	0,147	0,190	0,301
K	F	0,051	0,044	0,684	0,908	0,037	0,031	0,068	0,058	0,040	0,036	0,035	0,039
	Q	0,040	0,038	0,082	1,045	0,048	0,040	0,243	0,049	0,035	0,036	0,038	0,046
	A	0,047	0,040	0,113	0,908	0,037	0,038	0,069	0,051	0,038	0,036	0,035	0,041
Ca	F	0,389	0,372	1,300	1,268	0,359	0,352	0,421	1,047	0,259	0,289	0,282	0,267
	Q	0,332	0,325	0,451	1,714	0,307	0,299	0,592	3,414	0,335	0,329	0,325	0,337
	A	0,335	0,344	0,948	1,268	0,329	0,320	0,421	1,047	0,298	0,321	0,316	0,321
Mg	F	0,258	0,229	5,617	5,474	0,219	0,237	0,521	4,331	0,191	0,188	0,180	0,200
	Q	0,225	0,204	2,427	8,578	0,202	0,192	2,142	21,115	0,227	0,222	0,227	0,268
	A	0,237	0,215	3,795	5,474	0,188	0,222	0,525	4,332	0,206	0,211	0,196	0,248
Cl	F	0,188	0,147	28,200	29,286	0,151	0,110	2,684	4,700	0,134	0,221	0,099	0,254
	Q	0,348	0,131	5,725	12,662	0,129	0,134	11,072	47,439	0,077	0,081	0,164	0,292
	A	0,332	0,141	7,597	19,521	0,152	0,110	2,684	4,701	0,086	0,080	0,128	0,268
SO ₄	F	0,132	0,083	3,716	12,882	0,000	0,000	0,636	0,460	0,014	0,030	0,045	0,035
	Q	0,094	0,073	0,468	11,914	0,000	1,666	0,824	0,573	0,000	0,000	0,000	0,000
	A	0,113	0,083	2,092	12,398	0,000	0,000	0,636	0,460	0,000	0,000	0,034	0,026
HCO ₃	F	0,640	0,580	0,650	0,640	0,540	0,630	0,570	0,680	0,480	0,520	0,520	0,520
	Q	0,510	0,520	0,480	0,639	0,597	0,597	0,569	0,796	0,539	0,540	0,540	0,570
	A	0,559	0,560	0,570	0,630	0,620	0,620	0,570	0,720	0,520	0,520	0,520	0,540

TABELA 4
Rio Ribeira de Iguape. Valores médios calculados para períodos frios (F), quente (Q) e anual (A) de abril de 1981 a março de 1984, em mg/L.

		1981/82			1982/83			1983/84		
		19	20	21	22	19	20	21	22	22
Mn	F	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03	0,07	0,01	0,03
	Q	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,01	0,14	0,01	0,01
	A	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
Al	F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,19	0,24	0,18	0,19
	Q	0,10	0,11	0,21	0,07	0,22	0,20	0,25	0,14	0,13
	A	0,00	0,00	0,20	0,00	0,23	0,18	0,24	0,15	0,17
Fe	F	0,32	0,32	0,23	0,16	0,66	0,61	0,80	0,62	1,08
	Q	0,43	0,41	0,35	0,32	0,86	0,78	1,20	0,54	0,51
	A	0,40	0,41	0,33	0,23	0,75	0,71	1,05	0,62	0,54
Si	F	6,71	6,69	5,64	5,42	7,01	6,81	6,76	5,83	6,13
	Q	7,00	7,02	6,80	6,20	5,83	6,57	6,36	...	...
	A	6,97	6,95	6,02	5,70	6,62	6,66	6,73	...	...
Ba	F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,04	0,04
	Q	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
	A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Cr	F	0,03	0,03	0,45	0,43	0,02	0,02	0,06	0,00	0,00
	Q	0,02	0,01	0,07	0,31	0,02	0,04	0,22	0,00	0,00
	A	0,02	0,02	0,34	0,43	0,02	0,03	0,06	0,00	0,00
B	F	0,00	0,00	0,24	1,05	0,02	0,00	0,03	0,18	0,00
	Q	0,00	0,00	0,01	0,36	0,00	0,00	0,07	0,02	0,02
	A	0,00	0,00	0,02	0,67	0,01	0,00	0,03	0,10	0,02
Zn	F	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07	0,05
	Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,03	0,03
	A	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03

TABELA 5
 Rio Ribeira de Iguape. Teor de clorofila *a* e relações entre cátions mono e divalentes calculadas através de medianas expressas em mg/L, registradas nos períodos chuvoso-quente (Q), de estiagem fria (F) e anual (A).

	1981/82			1982/83			1983/84						
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	
Clorofila µg/l	F	4,93	5,68	7,38	3,80	9,70	7,72	8,13	8,10	2,67	2,56	2,51	2,24
	Q	4,97	5,97	4,15	3,96	2,14	0,60	1,69	2,51	13,17	9,19	15,53	13,30
	A	4,97	5,97	5,28	3,96	8,67	5,14	6,76	7,26	3,18	2,98	6,91	6,23
Na + K	F	0,42	0,43	3,71	3,78	0,41	0,36	5,24	3,60	0,56	0,40	0,43	0,73
	Q	0,75	0,45	1,90	3,96	0,39	0,42	0,20	0,02	0,32	0,33	0,46	0,58
	A	0,69	0,41	1,48	3,78	0,44	0,40	2,83	2,70	0,38	0,34	0,44	0,60
Ca + Mg	F	1,51	1,62	0,23	0,23	1,63	1,48	0,81	0,24	1,36	1,54	1,57	1,33
	Q	1,48	1,59	0,19	0,20	1,52	1,56	0,28	0,16	1,47	1,48	1,43	1,26
	A	1,41	1,60	0,25	0,23	1,75	1,44	0,80	0,24	1,45	1,52	1,61	1,29
Mg	F	1,04	1,13	4,56	4,65	1,09	0,89	9,48	4,47	1,31	1,01	1,11	1,70
	Q	1,86	1,16	2,25	4,75	0,99	1,08	0,25	0,02	0,79	0,81	1,12	1,31
	A	1,67	1,13	1,85	4,65	1,21	0,97	5,10	3,35	0,92	4,71	1,15	1,38
Na + K	F	0,23	0,21	0,03	0,04	0,24	0,17	0,01	0,003	0,19	0,23	0,21	0,13
	Q	0,11	0,19	0,02	0,03	0,32	0,24	0,79	0,14	0,24	0,25	0,18	0,15
	A	0,14	0,20	0,02	0,04	0,19	0,21	0,03	0,004	0,25	0,24	0,18	0,14
K	F	0,23	0,21	0,03	0,04	0,24	0,17	0,01	0,003	0,19	0,23	0,21	0,13
	Q	0,11	0,19	0,02	0,03	0,32	0,24	0,79	0,14	0,24	0,25	0,18	0,15
	A	0,14	0,20	0,02	0,04	0,19	0,21	0,03	0,004	0,25	0,24	0,18	0,14
Na	F	0,23	0,21	0,03	0,04	0,24	0,17	0,01	0,003	0,19	0,23	0,21	0,13
	Q	0,11	0,19	0,02	0,03	0,32	0,24	0,79	0,14	0,24	0,25	0,18	0,15
	A	0,14	0,20	0,02	0,04	0,19	0,21	0,03	0,004	0,25	0,24	0,18	0,14

TAKINO, M. & MAIER, M. H. 1987 Ecologia do Rio Ribeira de Iguape: I Conteúdo iônico e clorofila *a*. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 14(único):11-24, dez.

TABELA 6

Rio Ribeira de Iguape. Valores medianos calculados através de dados registrados em três anos (1981/84).
Íons expressos em meq/l, clorofila *a* em µg/l.

	19	20	21	22
Na	0,197	0,168	0,739	1,927
K	0,040	0,037	0,050	0,051
Ca	0,329	0,336	0,352	0,392
Mg	0,213	0,215	0,289	0,438
Cl	0,136	0,101	0,739	1,136
SO ₄	0,000	0,030	0,084	0,108
HCO ₃	0,559	0,560	0,560	0,620
Clorofila	5,30	4,81	5,74	5,53
Na + K	0,44	0,37	1,23	2,32
Ca + Mg				
Na + K	0,72	0,61	3,97	4,92
Ca				
Na	4,93	4,54	14,78	37,78
K				
Ca	1,54	1,56	1,22	0,89
Mg				
Na + K	1,12	0,95	2,73	4,52
Mg				
K	0,20	0,22	0,07	0,01
Na				

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION 1976 Standard methods for the examination of water and wastewater, 14 ed, New York, 1193 p.
- BROCH, E. S. & YAKE, W. 1969 A modification of Maucha's ionic diagram to include ionic concentrations. *Limnol. Oceanogr.*, 14(6):933-35.
- COLE, G. A. 1979 The major ions in island waters. In: ———. Test book of limnology. 2 ed. The C. V. Mosby Company Missouri. p. 300-36.
- DUSSART, B. 1966 La chemie des eaux naturelles. In: ———. *Limnologie*. Paris, Gauthier - Villars, p. 57-119.
- GANDOLFI, N. 1971 *Investigações sedimentológicas, morfométricas e físico-químicas nas bacias do Moji Guaçu, do Rio Ribeira de Iguape e do Peixe*. São Carlos. 108 p. (Tese de Livre Docência, Escola de Engenharia de São Carlos).
- GIAMAS, M. T. D.; VERMULM JR.; TAKINO, M. 1985 Composição química da *Anchoiella lepidostole*, Fowler, 1911), OSTEICHTHYES, ENGRAULIDAE. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 12(2):109-22.
- GLASBY, G. P. & MAIN, W. de L. 1977 Some analysis of major water constituents, lake Wai-karemoana, New Zealand. *NZOL Records*, 3:41-48.
- GOLTERMAN, H. C. 1975 Chemistry. In: Whitton, B. A. *River Ecology*. London. Blackwell Scientific Publications. p. 39-80.
- HUTCHINSON, G. E. 1957 The thermal properties of lakes. In: *A treatise on limnology: Geography, physics and chemistry*. New York, John Wiley & Sons, Inc. v. 1, cap. 7, p. 426-540.
- LIVINGSTONE, D. A. 1963 Data geochemistry - chemical composition of rivers and lakes. *Prof. Pap. V. S. Geol. Surv.*, (440-G):1-63.
- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. 1978 *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Kendal, Titus Wilson & Son Ltd. 120 p. (Freshwater Biological Association Scientific Publication, 36).
- MAIER, M. H. 1983 *Geoeologia, hidrografia, hidroquímica, clima e processos autrópicos da bacia do Rio Jacaré Pepira* (SP), 212 p. (Tese de doutoramento, Departamento de Ciências Biológicas de UFSCar-SP).
- MAIER, M. H. & TAKINO, M. 1985 Limnologia de reservatórios do Sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. V - Tipificação através de fatores abióticos e clorofila *a*. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 12(1):103-22.
- NIMER, E. 1977 Clima In: IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Geografia do Brasil: Região Sudeste*, Rio de Janeiro. Diretoria de Divulgação: v. 3, pt. 2. p. 51-89.
- TAKINO, M. & MAIER, M. H. 1986 Limnologia de reservatórios: Proporções entre os principais fons e sua relação com a biomassa do fitoplâncton (Clorofila *a*) em 17 reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ALGAS: ENERGIA DO AMANHÃ, 1, anais... São Paulo, SP. USP/IO. p. 163-82.
- TAKINO, M. & MAIER, M. H. 1984 Ecologia do Rio Ribeira de Iguape, III Conteúdo iônico e clorofila *a*. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 4, São Carlos - SP, 1984. *Resumos...* São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, p. 71.
- TAKINO, M.; MAIER, M. H.; CORRÊA NETTO, W. 1982 Estudo ecológico do Rio Ribeira de Iguape. V - Características físicas e químicas. *Ciência e Cultura*, 34(7):555 (Suplemento).
- TAKINO, M.; MAIER, M. H.; CORRÊA NETTO, W. 1983 Estudo ecológico do Rio Ribeira de Iguape. VI - Características físicas e químicas - período quente. *Ciência e Cultura*, 35(7):536 (Suplemento).
- 1984 Estudo ecológico do Rio Ribeira de Iguape, VII - Região de Iguape, SP. *Ciência e Cultura*, 36(7):620 (Suplemento).
- TAKINO, M. & SANTOS, L. E. 1984 Estudo limnológico de um trecho do Rio Ribeira de Iguape; características físicas da água. *Ciência e Cultura*, 36(7):637 (Suplemento).
- TAKINO, M. & TREVISAN, R. J. 1979 Estudo ecológico do Rio Ribeira de Iguape (São Paulo). I - Características físicas. *Ciência e Cultura*, 31(7):697 (Suplemento).
- TAKINO, M.; MAIER, M. H.; TREVISAN, R. J. 1980a Estudo ecológico do Rio Ribeira de Iguape. I - Hidrologia. *Ciência e Cultura*, 32(7):494. (Suplemento).
- 1980b Estudo ecológico do Rio Ribeira de Iguape. II - Sólidos dissolvidos. *Ciência e Cultura*, 32(7):494. (Suplemento).
- 1981a Estudo ecológico do Rio Ribeira de Iguape. III - Características físicas e condutividade elétrica. *Ciência e Cultura*, 33(7):487. (Suplemento).
- 1981b Estudo ecológico do Rio Ribeira de Iguape. IV - Características químicas. *Ciência e Cultura*, 33(7):487. (Suplemento).
- VISSER, S. A. 1974 *Composition of waters of lakes and rivers in east and west Africa Tropical. Hydrobiology and fisheries*, 3(1):43-60.
- WEITZEL, R. G. 1981 Salinidade de las aguas continentales. In: ———. *Limnology*. Ediciones Omega S. A. Barcelona: 130-50.