

Acta Limnol. Brasil.	Vol. III	363-389	1990
----------------------	----------	---------	------

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RIO GRAMAME, JOÃO PESSOA (PB), BRASIL: VARIÁVEIS AMBIENTAIS

WATANABE, T.*; LIMA, M.A.M.*; MACHADO, V.M.N.*; PAZ, R.J.*

RESUMO

Visando conhecer as condições ecológicas do Rio Gramame antes do mesmo ser represado, foram feitas determinações mensais de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, DBO_5 e nutrientes inorgânicos (NH_4^+ , NO_2^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , SiO_3^-), além da análise do zooplâncton. Os rotíferos contribuíram com 28,8 a 92,5% ao total de organismos, representados principalmente por *Platyas quadricornis*, *Lecane* sp, *Monostyla bulla* e *Brachionus* sp. Os copepodas foram o segundo grupo mais importante, contribuindo com 0,40 a 57,7%. No presente trabalho é discutida ainda a influência das variáveis físico-químicas analisadas, sobre a composição e distribuição da comunidade zooplanctônica.

ABSTRACT - LIMNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF RIO GRAMAME, JOÃO PESSOA (PERNAMBUCO, BRAZIL): ENVIRONMENTAL VARIABLES AND ZOOPLANKTON

In order to determine ecological conditions in Rio Gramame before damming, monthly determinations of

* UFPB - João Pessoa, PB

temperature, pH, dissolved oxygen, BOD, and inorganic nutrients (NH_4^+ , NO_2^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , and SiO_3^-), and an analysis of the zooplankton were carried out. Rotifers contributed 28.8 to 92.5% of total organisms, represented principally by *Platyas quadricornis*, *Lecane* sp, *Monostyla bulla* and *Brachionus* sp. The Copepoda were the second most important group, contributing 0.40 to 57.7% of the total. The influence of the physical and chemical parameters analyzed on the composition and distribution of the zooplankton community is discussed.

INTRODUÇÃO

As pesquisas limnológicas em regiões tropicais ainda são bastante escassas e em particular, no Nordeste do Brasil, muito pouco foi realizado nesse campo, principalmente se forem consideradas as pesquisas sistemáticas de longa duração. Igualmente são raras as informações básicas que possam fornecer elementos padrões para verificação dos efeitos de uma provável poluição que os cursos d'água estejam sofrendo, devido a problemas ligados ao crescimento demográfico, urbanização e desenvolvimento da região.

Pode-se citar para o Estado da Paraíba os trabalhos de WRIGHT (1934, 1936, 1937, 1938), que abordou aspectos físico-químicos das águas de quatro açudes paraibanos, MELO & CHACON (1976), sobre alguns aspectos físico-químicos e biológicos do açude Soledade, e NORDI & WATANABE (1978) sobre os Rotíferos do açude Epitácio Pessoa - Boqueirão.

Com relação à bacia do rio Gramame, exceto os trabalhos de CANNELLA & RODRIGUES (1978) sobre a biologia do peixe *Achirus achirus* e CAGEPA (1977) e SUDEMA (1983, 1986) sobre as condições sanitárias, inexistem outras informações ecológicas ou biológicas.

A bacia do Rio Gramame, considerada como reserva para abastecimento de água, foi escolhida para construção de reservatórios, com a finalidade de armazenar água para a grande João Pessoa. O represamento de um rio, como é sabido, altera o regime fluvial, impedindo a migração dos peixes reofílicos. A destruição de alagadiços e lagoas marginais, considerados criadores naturais de peixes, pode acarretar a diminuição do estoque de espécies de valor econômico e predominância de outras, ou até mesmo o desaparecimento de algumas delas (BEZERRA-SILVA, 1980).

O Rio Gramame possui dois grandes afluentes principais: o Rio Mamuaba e o Rio Mumbaba, ambos na sua margem esquerda. Duas barragens estão sendo construídas, uma sobre o Rio Gramame e outra sobre o Rio Mamuaba, com capacidade de cerca de 70 a 80 milhões de m³. O Rio Gramame nasce ao norte de Pedras de Fogo, município limite com o Estado de Pernambuco, banha algumas cidades e propriedades particulares e deságua no Oceano Atlântico, ao sul de Barreiras de Jacarapé. A maior parte de seu curso assenta-se sobre sedimentos do grupo Barreiras, de origem Terciária e aluviões, coberturas arenosas, colúvios aluviais e areia branca do Quaternário (SUDEMA, 1983).

O Rio Gramame atravessa ainda o Distrito Industrial de João Pessoa, recebendo os mais diversos dejetos. A poluição tem exercido efeitos marcantes sobre o rio, principalmente a jusante das indústrias de papel - CONPEL e da indústria têxtil - TOALHA SANTISTA, que lança seus dejetos diretamente em suas águas.

A reclamação de pescadores, com relação à diminuição do estoque de pescado é bastante freqüente. Este problema se agrava principalmente no período de estiagem, quando o volume do rio diminui consideravelmente e o efeito da poluição é mais intenso.

Os principais objetivos deste estudo foram:

- verificar a influência dos dejetos industriais sobre a qualidade da água e sobre a composição do

zooplâncton;

- estudar a variação sazonal das variáveis físico-químicas e biológicas, ao longo do rio, antes do represamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados 4 pontos de coleta ao longo do Rio Gramame e Mamuaba:

Estação I - localizada cerca de 5 Km a jusante dos despejos industriais, numa localidade conhecida como Fazenda Mituassú. Apesar de já estar bastante próximo do Oceano, as condições físico-químicas da água são típicas de água doce.

Estação II - localizada próximo aos emissários dos despejos das indústrias de papel (CONPEL) e textil (TOALHA SANTISTA), a rodovia BR 101 que liga João Pessoa e Recife.

Estação III - localizada cerca de 500 m a jusante do local onde está sendo construída a barragem sobre o Rio Gramame.

Estação IV - localizada cerca de 100 m a jusante do local onde está sendo construída a barragem sobre o Rio Mamuaba.

A localização mais exata das estações pode ser visualizada através da Fig. 1.

Nas quatro estações pré-fixadas foram feitas coletas mensais de água, para análises de:

a) Oxigênio dissolvido: determinado pelo método de Winkler (GOLTERMAN et alii, 1978).

b) DBO: determinado segundo o Standard Methods (1975). As amostras foram incubadas em uma estufa PRECISION, no escuro, a 20°C, durante 5 dias. As determinações de oxigênio dissolvido nas amostras foram feitas pelo método de Winkler, antes e após o período de incubação.

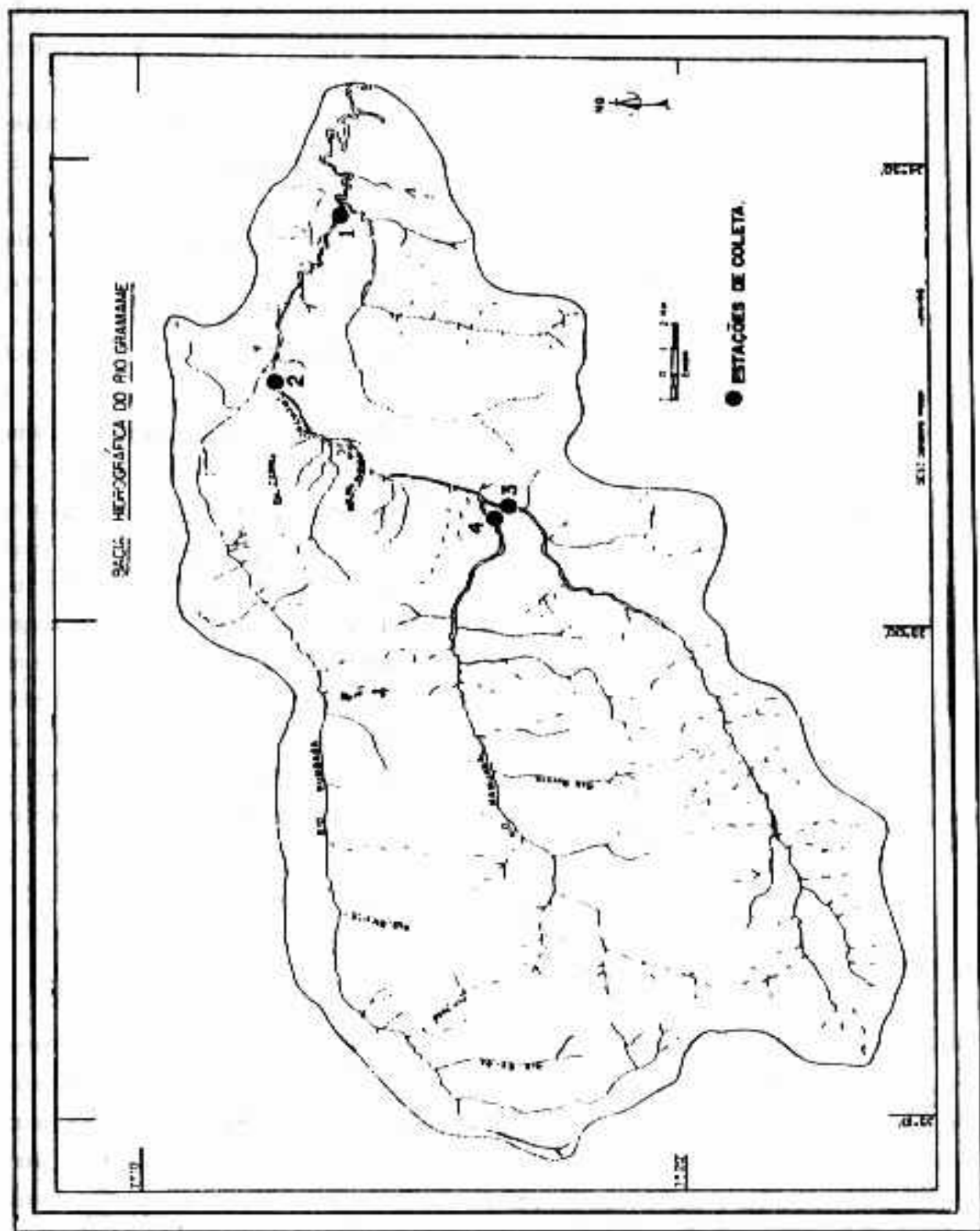


Figura 1 - Localização das estações de coleta na Bacia do Rio Gramame.

c) Nutrientes inorgânicos: as análises de amônia, nitrito, ortofosfato e silicato, foram feitas pelo método colorimétrico, utilizando-se um espectrofotômetro Micronal mod. B382, seguindo as técnicas descritas em MACKERETH et alii (1978).

As concentrações de sulfato foram determinadas pelo método turbidimétrico, descrito em GOLTERMAN et alii (1978).

As medidas de pH e temperatura foram feitas diretamente no local das coletas, utilizando-se, respectivamente, um medidor de pH portátil Digimed mod. DMPH/P, com resolução até 0,01 e um termômetro de mercúrio comum, com até 0,5°C de resolução.

d) Zooplâncton: as amostras de zooplâncton foram coletadas somente nas estações I, III e IV, dado à dificuldade de acesso ao ponto II. Em cada uma das estações foram filtrados 100 litros de água, através de uma rede de plâncton de 50 µm de abertura de malha. O material assim concentrado foi preservado em formol a 10%. Para identificação e contagem dos organismos, utilizou-se um microscópio binocular Olympus CBA, com até 1.000 vezes de aumento, equipado com câmara clara e aparelho fotográfico, e um estereomicroscópio Zeiss, com até 40 vezes de aumento. Os resultados foram expressos em número de indivíduos por m³.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Rio Gramame, apesar de se constituir num ambiente lótico, apresentou uma comunidade zooplanctônica, bastante diversificada, representada principalmente por Rotíferos, Copepoda e Cladocera. Estiveram também presentes, porém com densidade menores e ocorrências esporádicas os seguintes grupos: larvas de insetos, ninfas de Odonata, Ostracoda, Colêmbola, Nematoda, larva de

Decapoda, Coleoptero, Tricoptera, Ciliophora, entre outros (Tab. 1, 2 e 3).

De uma maneira geral, as maiores densidades foram observadas na estação I (0 a 4760 indiv/m³), localizada cerca de 5 km a jusante dos despejos das indústrias de papel e têxtil.

Durante praticamente todos os meses analisados, houve predominância de Rotíferos, cuja contribuição variou entre 43,52 a 92,55%, na estação I, entre 28,85 a 87,18% na estação III e entre 51,85 a 88,99% na estação IV.

Dentre os Rotíferos foram identificados um total de 4 espécies e 5 gêneros, dos quais *Platyas quadricornis*, *Monostyla bulla*, *Lecane* e *Brachionus*, foram as que apareceram com maior freqüência e maior densidade. Os gêneros *Lepadella*, *Cephalodella*, *Fillinia*, *Trichotria* e *Trichocerca*, apareceram esporadicamente e com densidades mais baixas.

Vale ressaltar ainda, que estiveram presentes em grande abundância, várias espécies de Rotíferos sem lórica, que devido ao problema de contração da musculatura após a fixação das amostras em formol, não puderam ser identificadas. Estes organismos, em janeiro de 1988 atingiram 83,93% do total de organismos identificados na amostra da estação I. Dado à sensibilidade deste grupo a quaisquer alterações nas condições ambientais, necessita-se de técnicas mais aperfeiçoadas para seu manuseio e visualização das estruturas internas.

Quanto à variação sazonal da densidade, os Rotíferos apresentaram um padrão bastante semelhante nas três estações analisadas. Observou-se um aumento no número destes organismos, de março a maio de 1987, seguido de um período de baixa densidade entre junho e setembro, e novamente um aumento a partir de setembro, até janeiro de 1988 (Fig. 2).

Apesar da semelhança no padrão de variação sazonal, a estação I foi caracterizada por um aumento no

Tabela 1 - Distribuição do Zooplâncton (nº ind/m³) na estação I do Rio Gramame nos meses de março/87 a janeiro/88.

Ind/m	Mar.	Mai.	Jun.	Ago.	Set.	Nov.	Jan.
ROTIFERA							
Platyas quadricornis	100	950	-	280	-	-	-
Lecane	60	400	50	110	-	20	90
" (Monostyla ulla)	200	280	-	80	-	210	40
" " sp	-	-	120	-	-	-	-
Brachionus sp	50	50	10	10	-	-	10
Lepadella sp	20	-	120	-	-	-	-
Cephalodella sp	-	40	-	-	-	190	150
Filinia sp	130	40	10	-	-	-	-
Trichotria tetractis	-	-	-	-	-	20	-
Trichocerca cylind.	-	-	-	-	-	20	-
Rotifera (s/lórica)	380	2.200	230	390	-	1.660	3.500
COPÉPODA							
Cyclopoida (ñ ident)	110	-	-	-	-	-	-
Mesocyclops	-	-	-	10	-	-	70
Paracyclops sp	90	100	90	20	-	10	50
Nauplios	-	360	220	10	-	-	190
Harpacticoida (ñ ident)	140	30	50	-	-	-	-
Diaptomus sp	130	-	30	10	-	-	-
Cladocera							
Moina sp	30	10	-	-	-	-	-
Alona sp	-	120	40	-	-	-	70
Hyocryptus sp	10	-	-	-	-	-	-
Grimaldina sp	10	-	-	10	-	-	-
Outros							
Ostracoda	180	20	-	-	-	-	-
Larva inseto	50	-	-	-	-	-	-
Colêmbola	50	20	-	-	-	-	-
Larva Decapoda	-	20	-	-	-	-	-
Ninfa de Odonata	-	80	-	10	-	-	-
Nematoda	-	40	30	-	-	90	-
Ciliophora	-	-	-	-	-	280	-
Total	1.930	4.760	1.000	940	0,0	2.500	4.170

Tabela 2 - Distribuição do Zooplâncton (nº ind/m³) na estação III do Rio Gramame nos meses de março/87 a janeiro/88.

Ind/m	Mar.	Mai.	Jun.	Ago.	Set.	Nov.	Jan.
ROTIFERA							
Platyas quadricornis	20	20	-	60	-	10	10
Lecane sp	-	40	40	-	-	20	10
Lecane (Monostyla) bulla	30	90	-	20	-	60	40
" (Monostyla) sp	-	-	110	-	-	60	-
Brachionus sp	-	-	-	20	-	110	-
Lepadella sp	-	20	-	-	-	-	-
Cephalodella sp	-	20	10	40	-	30	-
Trichotria tetractis	-	30	-	-	-	10	-
Trichocerca cylindrica	-	-	-	-	-	-	-
Rotifera (s/lórica)	100	1.100	300	200	-	150	870
COPEPODA							
Mesocyclops sp	-	-	-	10	10	-	20
Paracyclops sp	100	40	10	-	40	120	-
Harpacticoida (n̄ iden)	80	30	-	-	-	20	-
Parastenocaris sp	-	-	-	-	-	-	90
Atheyella sp	-	-	-	-	10	-	-
Calanoida (n̄ ident)	20	-	-	-	-	-	-
Diaptomus sp	100	-	20	10	-	-	-
Náuplio	-	100	70	10	-	450	100
Copepodito	-	-	-	-	-	-	20
CLADOCERA							
Moina sp	60	-	-	-	-	-	-
Alona sp	10	30	10	-	-	10	40
Pleuroxus sp	-	-	-	-	-	-	10
OUTROS							
Ninfa de Odonata	-	90	30	20	50	50	140
Colêmbola	-	40	20	-	-	-	-
Nematoda	-	-	-	-	10	60	30
Coleoptero	-	-	-	-	-	-	220
Ostracoda	-	20	20	-	-	40	-
Tricoptera	-	-	-	-	20	-	-
Total	520	1.670	640	390	140	1.200	1.600

Tabela 3 - Distribuição do Zooplâncton (nº ind/m³) na estação IV do Rio Mamuaba nos meses de março/87 a janeiro/88.

Ind/m	Mar.	Mai.	Jun.	Ago.	Set.	Nov.	Jan.
ROTIFERA							
Platyas quadricornis	80	50	10	40	-	10	10
Lecane sp	90	100	-	10	-	10	90
" (Monostyla) bulla	160	150	-	100	-	70	40
" (Monostyla) sp	-	-	10	-	-	-	80
Brachionus sp	100	100	-	-	-	90	650
Lepadella sp	-	70	-	60	-	-	-
Cephalodella sp	-	120	20	-	-	50	60
Filinia sp	-	30	-	-	-	-	30
Trichotria tetractis	-	40	-	20	-	30	-
Trichocerca cylindrica	-	-	-	-	-	-	10
Rotifera (s/lôrica)	200	500	100	20	-	710	420
COPEPODA							
Paracyclops sp	-	90	-	-	20	-	30
Mesocyclops sp	-	-	-	-	10	-	90
Harpacticoida (n̄ ident)	40	20	-	-	-	-	-
Bryocamptus sp	-	-	-	-	-	-	20
Elaphoidella sp	-	-	-	-	-	-	20
Calonoïda (n̄ ident)	80	-	-	-	-	-	-
Diaptomus sp	40	-	10	-	-	-	-
Náuplio	-	660	60	50	-	20	400
Copepodito	-	-	-	-	-	10	150
CLADOCERA							
Moina sp	-	30	-	-	-	-	20
Alona sp	-	40	-	-	-	-	130
Ilyocryptus sp	-	20	-	-	-	-	-
OUTROS							
Ostracoda	40	-	10	-	-	-	-
Larva de insetos	20	20	-	-	-	10	-
Colembola	-	-	30	-	-	-	-
Ninfa de Odonata	-	30	20	-	-	-	-
Nematoda	-	-	-	-	-	70	-
Total	850	2.070	270	300	30	1.090	2.250

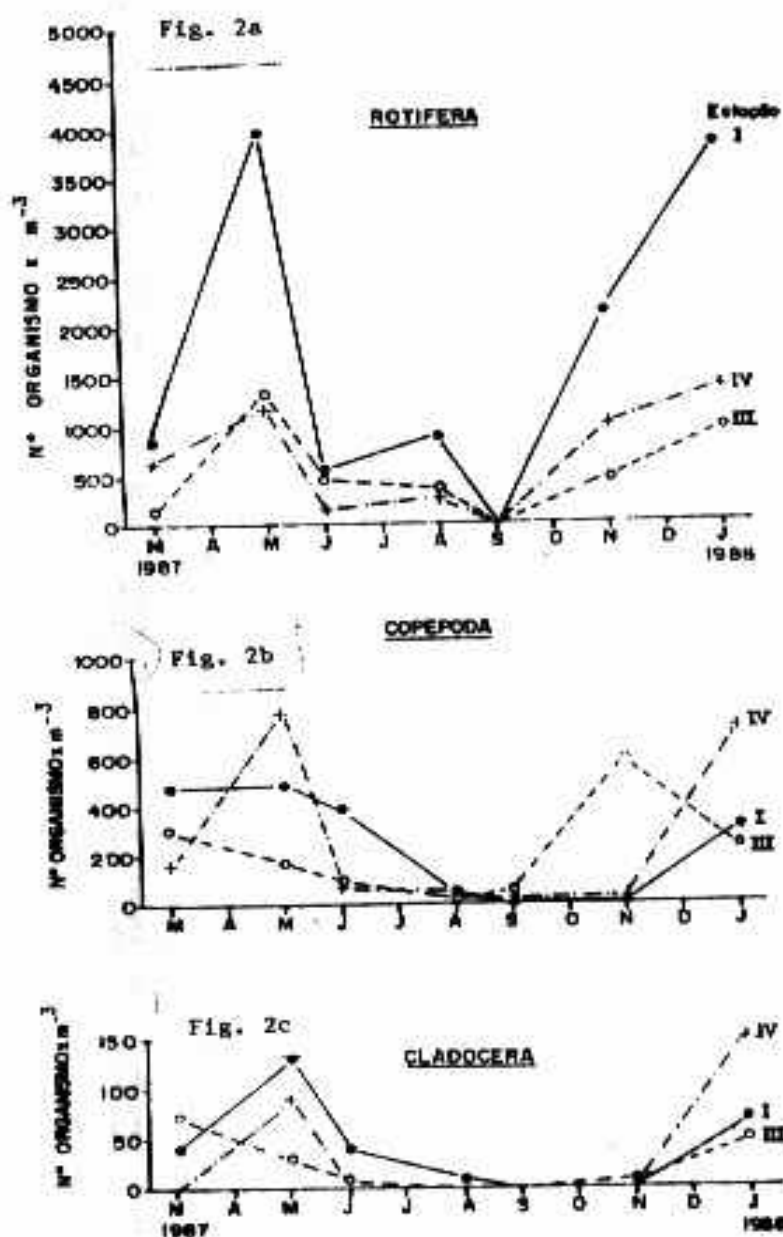


Figura 2 - Variação mensal de Rotíferos (a), Copepoda (b) e Cladocera (c), durante o período de março de 1987 a janeiro de 1988, nos rios Gramame (estação I e III) e Mamuba (estação IV).

número de organismos, quando comparada com as estações III e IV. Isto certamente se deve à modificação das condições físico-químicas do meio, provocadas pelos despejos industriais, lançados a montante da estação I e que favoreceram o desenvolvimento dos Rotíferos.

O segundo grupo mais abundante foi Copepoda, representado por Cyclopoida, Calanoida e Harpacticoida, cuja contribuição variou entre 0,4 a 39,0% na estação I, entre 7,69 a 57,69% na estação III e entre 2,75 a 100% na estação IV.

Entre os Cyclopoidas estiveram presentes os gêneros *Paracyclops* e *Mesocyclops*, nas três estações analisada.

Harpacticoida esteve representado por *Parastenocaris* sp e *Atheyella* sp, na estação III e por *Bryocamptus* sp e *Elaphoidella* sp, na estação IV. Todos estes organismos ocorreram esporadicamente e em pequenas densidades.

Diaptomus sp foi o único gênero de Calanoida identificado até o momento. Este gênero também ocorreu esporadicamente e em pequenas concentrações. A densidade máxima observada para *Diaptomus* sp foi de 130 indivíduos por m³, na estação I, em março de 1987.

Com relação à variação sazonal, os Copepoda apresentaram um padrão de distribuição do tipo bimodal, semelhante àquele apresentado pelos Rotíferos. As densidades mais elevadas foram observadas entre março e maio e entre novembro e janeiro (Fig. 2).

Entre os Cladocera, foram identificadas 5 gêneros, dos quais *Moina* e *Alona* foram os mais importantes e ocorreram nas três estações; *Ilyocryptus* ocorreu nas estações I e IV, *Pleuroxus*, somente na estação III e *Grimaldina* só foi observado na estação I. Assim como a maioria dos organismos zooplanctônicos, os Cladocera ocorreram esporadicamente e em baixas concentrações (máx. 130 ind/m³) (Tab. 1, 2 e 3).

Na Fig. 2 estão ainda representadas as variações mensais dos Cladocera nas três estações, durante o período analisado. Os meses de março, abril e maio de 1987 e janeiro de 1988, apresentaram densidades mais elevadas, enquanto que o período compreendido entre junho e novembro de 1987, apresentou densidades mais baixas. O mesmo padrão de variação sazonal foi observado nas três estações de coleta.

As variáveis ambientais que mais afetaram a composição e distribuição do zooplâncton, ao longo do Rio Gramame foram: oxigênio dissolvido, matéria orgânica dissolvida ou particulada e amônia.

A amplitude de variação da temperatura foi relativamente pequena durante o período analisado e sem variações mensais acentuadas. Uma ligeira diminuição foi observada, de fevereiro (28,0 a 29,0°C) a setembro (24,5 a 25,0°C), cuja amplitude máxima de variação foi de 4,5°C. As modificações em geral, não ocorreram bruscamente, e o aumento ou a diminuição da temperatura se fez gradativamente, com uma diferença de 1,0 a 2,0°C, entre dois meses consecutivos (Fig. 3 e 4).

A temperatura da água foi bastante homogênea ao longo do rio, e a maior diferença observada entre duas estações consecutivas, foi de 2,0°C (estação I com 27,0°C e estação II com 25,0°C), observada em outubro de 1987.

A temperatura, no Rio Gramame, pode entretanto ter sido um fator crítico, na medida em que os valores normalmente são elevados (24,5 a 29,0°C). Este fato pode afetar tanto a tolerância das espécies a certas substâncias tóxicas, como a quantidade de oxigênio dissolvido na água. É sabido que a solubilidade dos gases está diretamente relacionada com a temperatura da água.

De acordo com TEVLIN & BURGIS (1979), a saturação do oxigênio a 4,0°C pode chegar a 13,2 mg/l, enquanto que a 30,0°C, pode diminuir para 7,7 mg/l.

OSEID & SMITH (1975) mostraram também que a

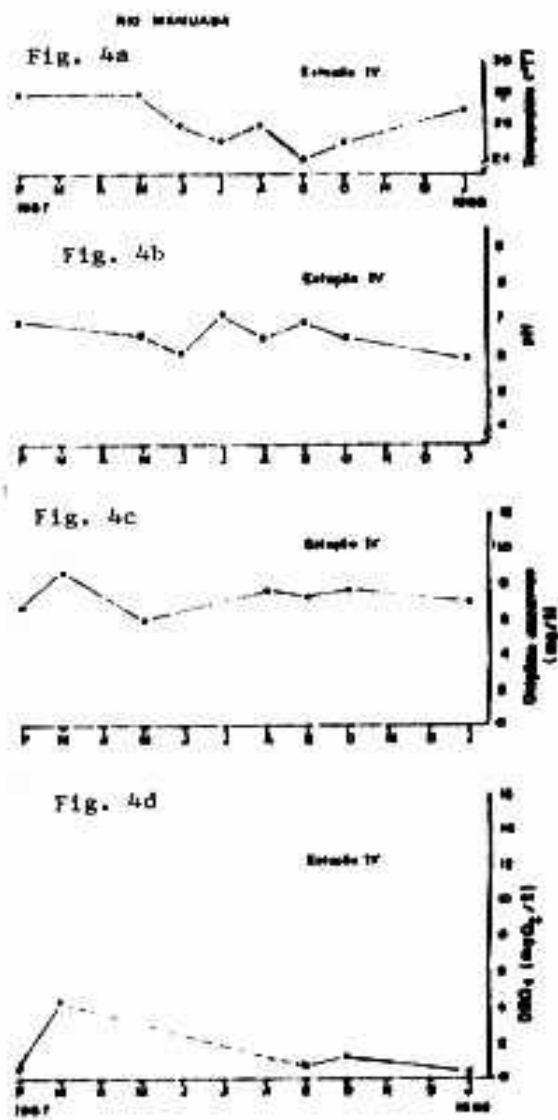
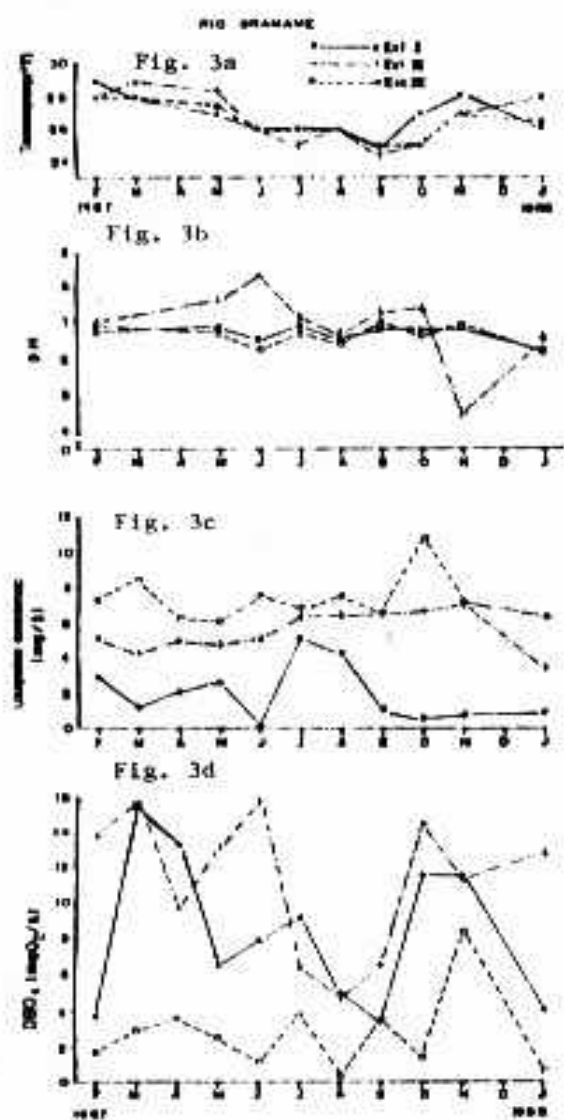


Figura 3 - Variação mensal de (3a) temperatura, (3b) pH, (3c) oxigênio dissolvido e (d) BOD₅, nas estações I, II e III (Rio Gramame), entre fevereiro de 1987 e janeiro de 1988.

Figura 4 - Variação mensal de (4a) temperatura, (4b) pH, (4c) oxigênio dissolvido e (4d) BOD₅, na estação IV (Rio Mamuba), entre fevereiro de 1987 e janeiro de 1988.

combinação de temperaturas elevadas e baixas concentrações de oxigênio dissolvido, aumenta a toxidez de H_2S , para *Gammarus*, *Ephemera* e *Hexagenia*.

Experimentos feitos por SHCHERBAN (1977) mostraram que a toxidez de sulfatos de cobre, zinco, cádmio, níquel e manganês, para *Daphnia magna* aumenta com o aumento da temperatura. Entre 25 e 30°C, a toxidez de sulfato de cádmio aumentou 4 vezes e a de cobre e zinco aumentou 2 vezes, quando comparada com os resultados obtidos a 10 e 15°C.

Com relação aos valores de pH, tanto o Rio Gramame quanto o Rio Mamuaba, apresentaram-se com características ligeiramente ácidas, cujos valores médios oscilaram entre 6,58 e 6,92 (Tab. 4).

Na estação II, excetuando-se o mês de novembro, onde foi obtido um valor extremamente baixo (pH = 4,5), os valores foram ligeiramente superiores àqueles apresentados pelas estações I, III e IV. Estes resultados são atribuídos à influência dos dejetos da indústria de papel, que utiliza soda cáustica (NaOH) no tratamento da celulose, e cujo efluente liberado possui pH com valores próximos de 9,0. Esse efluente normalmente é misturado com outros efluentes ácidos, antes de ser lançado no rio. As flutuações nos valores de pH podem ser atribuídas à falta de homogeneização desses efluentes (Fig. 3 e 4).

A influência dos dejetos industriais foi evidenciada também através das medidas de oxigênio dissolvido na água (Fig. 3 e 4). Na estação I houve uma diminuição substancial desse gás, chegando a condições próximas da anoxia (0,14 mg/l em junho de 1987). O valor máximo encontrado para esta estação foi de 5,26 mg/l. A estação II, localizada nas proximidades do ponto de despejo dos efluentes industriais, mostrou já uma diminuição nas concentrações de oxigênio, quando comparada com a estação III, localizada a montante. Na estação II os valores oscilaram entre 3,44 e 7,06 mg/l, enquanto que na estação

Tabela 4 - Valores mínimos, máximos, médios e grau de liberdade (G.L.) para as variáveis físico-químicas medidas ao longo do Rio Gramame (Estação I, II e III) e Rio Mamuaba (Estação IV), entre fevereiro de 1987 e janeiro de 1988.

	ESTACÃO I			ESTACÃO II			ESTACÃO III			ESTACÃO IV						
	MIN	MAX	MÉDIA	GL	MIN	MAX	MÉDIA	GL	MIN	MAX	MÉDIA	GL				
Temperatura (t)	25,0	29,0	26,8	09	24,5	29,0	26,7	09	25,0	28,0	26,5	09	24,0	28,0	26,1	07
pH	6,28	6,94	6,71	08	4,5	8,35	6,92	08	6,26	7,03	6,68	08	5,94	7,13	6,58	07
Oxig. Dissolvido (mg/l)	0,14	5,26	2,02	10	3,44	7,04	5,52	10	6,10	10,83	7,37	10	6,00	8,67	7,31	06
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	3,40	15,56	8,38	10	4,70	15,80	11,30	10	0,36	8,37	2,78	10	0,38	4,44	1,50	04
Amônia (µg/l)	3,28	755,00	192,00	10	3,28	300,00	78,88	10	7,60	554,00	222,22	10	10,40	550,00	189,43	09
Nitrito (µg/l)	1,87	8,22	4,04	10	0,28	16,73	5,46	10	1,58	17,30	4,45	10	0,57	21,2	4,36	09
Silicato (mg/l)	8,98	16,73	12,35	10	8,23	13,55	10,51	10	8,37	17,23	11,93	10	7,63	12,82	10,89	09
Sulfato (mg/l)	1,80	7,37	5,40	04	1,40	9,36	5,00	04	2,53	5,60	4,39	04	2,90	8,30	5,76	02
Ortofosfato (µg/l)	3,70	25,00	12,81	10	3,73	46,4	14,80	09	9,06	61,30	19,08	10	4,26	65,01	17,24	09

III, os resultados ficaram compreendidos entre 6,10 e 10,83 mg/l (Tab. 4).

A redução na concentração de oxigênio ao longo do Rio Gramame, certamente foi o fator mais importante que influenciou a distribuição do zooplâncton. A ausência de Harpacticoida tais como *Parastenocaris*, *Atheyella*, *Bryocamptus* e *Elaphoidella*, na estação I, pode estar associada à sensibilidade destes organismos ao baixo teor de oxigênio. Ao contrário, o aumento da concentração de Rotíferos na porção inferior do rio (estação I), conferem a estes organismos, alta resistência às condições de baixo teor de oxigênio.

A taxa de consumo de oxigênio pelos organismos aquáticos que utilizam matéria orgânica dissolvida ou particulada, pode ser uma medida aproximativa do índice de poluição orgânica. Esta medida conhecida como demanda bioquímica de oxigênio (DBO), reflete freqüentemente a concentração de matéria orgânica presente na água (GOLTERMAN et alii, 1978).

A variação mensal do consumo de oxigênio (DBO₅), ao longo do Rio Gramame, mostrou oscilações acentuadas durante o período medido, associado com um gradiente horizontal bastante definido (Fig. 3).

De acordo com estes resultados, a estação II foi a que apresentou os valores mais elevados (4,70 a 15,80 mgO₂/l), seguido da estação I e III. A estação III apresentou as menores variações e os menores valores. Com exceção do mês de novembro onde foi obtido 8,37 mg/l de DBO, nesta estação, os resultados não ultrapassaram 3,80 mg/l.

O Rio Mamuaba (estação IV) é caracterizado por valores baixos de DBO e valores elevados de oxigênio dissolvido. Apesar do pequeno número de medidas de DBO feitas nesta estação, os resultados obtidos indicam a presença de menor concentração de matéria orgânica do que no Rio Gramame (Fig. 4).

Outro fator que interfere sobre a composição físico-química da água e sobre a comunidade zooplanctônica é, sem dúvida, a lixiviação de terrenos agrícolas existentes ao longo de todo o Rio Gramame e Mamuaba, e também o efluente da usina de álcool GIASA, localizada na porção superior do rio. Segundo o relatório técnico da SUDEMA de 1983, a GIASA lança seus líquidos residuais a 10 metros da margem direita do Rio Gramame e entra em confluência com as águas do rio. O despejo apresenta cor de aspecto turvo e pH ligeiramente ácido.

A utilização, não só de fertilizantes, mas também de herbicidas, inseticidas ou outros praguicidas quaisquer, nas culturas existentes nas proximidades da bacia do Rio Gramame, pode também ter afetado a composição dos organismos zooplanctônicos e a concentração de nutrientes dissolvidos na água.

O aumento nas concentrações de ortofosfato, nitrito e amônia (Fig. 5), sobretudo na porção superior do rio (Estação III), deve estar relacionada também com este aspecto. As destilarias de álcool ou aguardente produzem, como principal resíduo, a vinhaça, que é considerada um fertilizante orgânico com alto teor de potássio.

A predominância de Rotíferos em todas as estações de coleta e em praticamente todos os meses analisados, pode também ser consequência da ação diferenciada dessas substâncias. Segundo TAMAS (1975) a aplicação do inseticida Trichlorofon causou uma supressão temporária das populações de crustáceos e aumentou a população de Rotíferos, que foi utilizado para a alimentação de larvas de carpa. ELLIS et alii (1976) verificaram também que o tratamento com Simazine no manejo de vegetação aquática, alterou a comunidade zooplanctônica dominada por Rotífero, para uma comunidade com predominância de crustáceos. Entretanto, um ano após, a dominância de Rotíferos foi reestabelecida.

Outro aspecto curioso observado durante este estudo foi a ausência quase total de organismos

zooplanctônicos nas amostras do mês de setembro. Segundo NASAR (1980), períodos com baixas densidades zooplanctônicas são comuns nos ambientes lacustres da Índia. Muitas das espécies desaparecem por certos períodos, para reaparecer mais tarde, sugerindo que durante um ciclo anual, pode ocorrer total ausência de zooplâncton ativo.

No Rio Gramame, no entanto, este desaparecimento temporário dos organismos parece mais ligados à toxidez do meio, do que ao ciclo de desenvolvimento das diferentes espécies. O aumento nas concentrações de amônia, por exemplo, pode ter sido responsável por este comportamento.

As medidas das concentrações de amônia nos rios Gramame e Mamuaba apresentaram um padrão de variação do tipo bimodal, com dois períodos de altas concentrações. O primeiro máximo ocorreu em abril e o segundo entre setembro e outubro, para todas as estações analisadas. O período compreendido entre maio e agosto de 1987, foi caracterizado por baixas concentrações de amônia (Fig. 5 e 6).

De acordo com informações obtidas através de cortadores de cana, normalmente a adubação dos terrenos para o plantio da cana-de-açúcar inicia-se entre fevereiro e abril e o corte após as queimadas do canavial, inicia-se a partir de agosto de cada ano, sendo setembro e outubro, a época de maior intensidade de funcionamento das usinas de álcool e açúcar.

Os efluentes das indústrias de papel e têxtil contribuem menos para o enriquecimento nutricional do Rio Gramame, do que a usina de álcool e os agroecossistemas, principalmente com relação a ortofosfato e nitrito. Medidas mensais das concentrações de ortofosfato dissolvido na água, mostraram um padrão de variação bastante semelhante entre as quatro estações analisadas, com um pico de máximo em abril, seguido de um período de concentrações mais baixas, e sem variações acentuadas entre os meses de maio de 1987 e janeiro de 1988 (Fig. 5 e 6). Os maiores valores ocorreram na porção superior dos rios Gramame (61,30 µg/l)

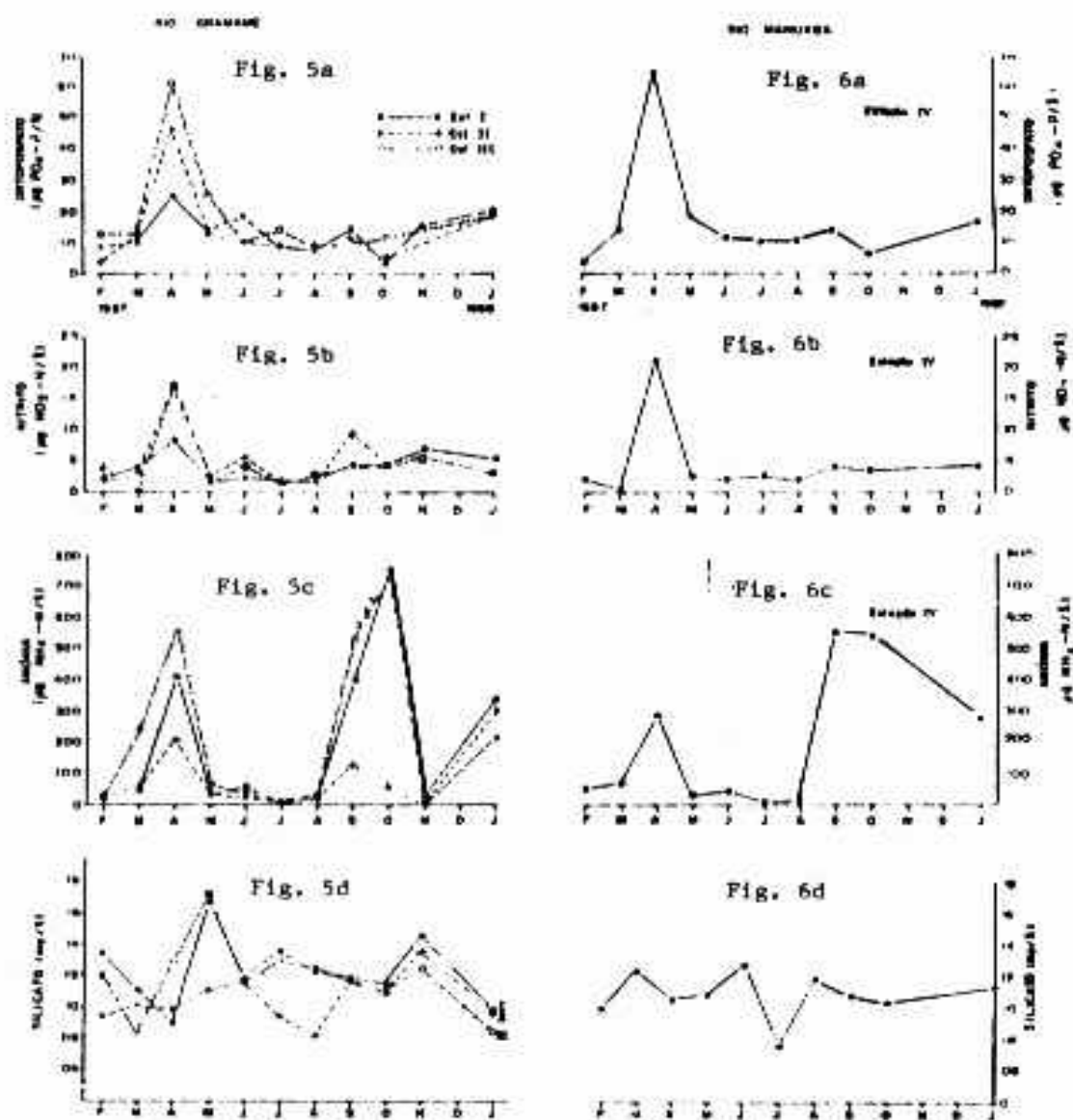


Figura 5 - Variação mensal das concentrações de (A) ortofosfato, (B) nitrito, (C) amônia e (D) silicato, nas estações I, II e III, ao longo do Rio Graname (fev/87 a jan/88).

Figura 6 - Variação mensal das concentrações de (A) ortofosfato, (B) nitrito, (C) amônia e (D) silicato, na estação IV, no Rio Mamuaba (fev/87 a jan/88).

e Mamuaba (65,00 $\mu\text{g/l}$), o que provavelmente está associado com a aplicação de fertilizantes nas culturas agrícolas existentes nessas regiões.

De maneira geral, não foram observados gradientes horizontais acentuados nas concentrações de ortofosfato na água. Com exceção do mês de abril, onde foi constatada uma variação de 36,30 $\mu\text{g PO}_4^{3-}/\text{l}$, entre as estações I e III, nos demais meses, esta diferença sempre foi inferior a 12,00 $\mu\text{g/l}$.

Resultados semelhantes foram observados com relação à distribuição de nitrito (Fig. 5) ao longo do Rio Gramame. Apesar de receber dejetos das indústrias de papel e têxtil, a estação II não apresentou concentrações mais elevadas do que a estação III, localizadas a montante. O padrão de variação mensal também foi bastante semelhante àquele observado para ortofosfato, com valores mais elevados em abril, seguido de um período de valores mais baixos nos meses subsequentes.

Para nitrito, os resultados ficaram compreendidos entre 0,28 $\mu\text{gNO}_2^-/\text{l}$ (estação II, em março/87) e 21,20 $\mu\text{gNO}_2^-/\text{l}$ (estação IV em abril/87).

Nas Fig. 5 e 6 estão representados os valores de sílica reativa solúvel, em função dos meses analisados. Apesar de não ter sido observado um padrão de variação sazonal definido, para as estações I e III, o período compreendido entre fevereiro e maio, pode ser caracterizado pela presença de maiores variações nas concentrações de sílica, seguido de um período com valores mais estáveis (junho a outubro de 1987). Durante o primeiro período, a amplitude máxima de variação foi de 7,75 mg/l na estação I e 8,86 mg/l na estação III, enquanto que para o período seguinte foi de 3,69 mg/l na estação I e 1,76 mg/l na estação III. Em novembro houve um aumento nas concentrações de sílica em todas as estações, seguido de uma queda brusca em janeiro de 1988. Para as estações II e IV, o padrão de variação sazonal também não foi definido, entretanto, a

amplitude de variação anual foi ligeiramente menor do que nas estações I e III (5,32 mg/l na estação II e 5,19 mg/l na estação IV). De maneira geral as concentrações nestas duas estações foram inferiores àquelas das estações I e III. Com relação ao limite de variação, segundo LIVINGSTONE (1963), a média dos teores de sílica observada para os rios da América do Sul é de 11,9 mg/l. No Rio Gramame os valores médios para cada estação ficaram entre 10,51 e 12,35 mg/l (Tab. 4), bem próximos àqueles obtidos por LIVINGSTONE (op. cit.). SIOLI (1975), no entanto, obteve valores bem inferiores para a Bacia do Rio Amazonas, tanto nas águas brancas do médio Amazonas (3,6 a 4,5 mg/l), quanto nas águas pretas do alto Rio Negro (1,2 mg/l). MAIER (1977), obteve para o Rio Mogi-Guaçu, SP, valores entre 2,2 e 14,8 mg/l.

Na Tab. 5 estão representados os valores médios de oxigênio dissolvido, DBO, temperatura da água, turbidez, cor, sólidos totais e pH, para as quatro estações de coleta, obtidos através do relatório técnico da CAGEPA (1977) e da SUDEMA (1983 e 1986) e também através deste estudo, para efeito comparativo.

Uma análise mais detalhada desta tabela nos permite evidenciar os seguintes aspectos:

- a concentração de oxigênio dissolvido na água, diminui da estação III para a estação I, ou seja, da montante para a foz do Rio Gramame.

- as concentrações de oxigênio dissolvido nas estações I e II, sofreram uma diminuição substancial de 1976 para 1987.

- a demanda bioquímica de oxigênio - DBO, apresentou sempre os valores mais elevados na estação II, seguido das estações I e III.

- a demanda bioquímica de oxigênio nas estações I e II aumentou substancialmente de 1976 para 1987, enquanto que nas estações III e IV, ela permaneceu relativamente constante e com valores mais baixos.

Tabela 5 - Valores médios de oxigênio dissolvido, DBO_5 , temperatura, sólidos totais, turbidez, cor e pH, obtidos pela CAGEPA*, SUDEMA** e durante este estudo, para os Rios Gramame (Estação I, II e III) e Mamuaba (Estação IV).

Variáveis	Estações	Unidade	Estações				Época de Coleta Fonte
			I	II	III	IV	
Oxig. Dissolvido		mg/l	7,82	8,07	8,20	8,22	
DBO_5		mgO_2/l	2,40	2,55	2,26	2,38	Nov. 76 a Jan. 77
Temperatura		$^{\circ}\text{C}$	25,8	26,10	25,80	26,00	CAGEPA
pH		-	6,43	6,63	6,63	6,43	
Oxig. Dissolvido		mg/l	4,34	6,03	6,54	6,60	
DBO_5		mgO_2/l	2,47	3,73	1,87	0,87	
Temperatura		$^{\circ}\text{C}$	26,70	27,70	27,14	25,67	Ago-Nov/82
Turbidez		FTU	22,50	27,75	15,28	23,42	SUDEMA
Cor		mgPt/l	70,00	70,00	67,86	75,83	
pH		-	6,20	6,31	6,11	5,58	
Oxig. Dissolvido		mg/l	3,50	5,73	5,42	6,78	
DBO_5		mgO_2/l	7,65	16,70	1,26	0,85	
Temperatura		$^{\circ}\text{C}$	27,40	26,70	26,30	26,40	Dez. 87 a Jan. 88
Turbidez		FTU	134,5	228,0	37,4	-	SUDEMA
Cor		mgPt/l	217,2	347,0	114,0	76,9	
pH		-	6,8	6,8	6,7	6,6	
Sol. totais		mg/l	237,3	317,5	107,0	80,5	
Oxig. Dissolvido		mg/l	2,02	5,52	7,37	7,31	
DBO_5		mgO_2/l	8,38	11,30	2,78	1,50	Fev. 87 a Jan. 88
Temperatura		$^{\circ}\text{C}$	26,8	26,7	26,5	26,1	este estudo
pH		-	6,71	6,92	6,68	6,58	

* CAGEPA: Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

** SUDEMA: Superintendência de Administração do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Paraíba

- a temperatura da água permaneceu relativamente constante ao longo do rio e também durante os diferentes períodos analisados.

- os valores de pH mostram uma característica ligeiramente ácida e com tendências a aumentar com o passar dos anos.

- a turbidez e a cor da água apresentaram um grande aumento de 1982 para 1985/1986 e os valores mais elevados foram registrados na estação II.

Pode-se portanto concluir que o Rio Gramame está sofrendo um rápido processo de degradação ambiental, e a concentração de oxigênio dissolvido na água diminuiu em 74% nos últimos 10 anos. O processo de eutrofização da Bacia do Rio Gramame se deve, principalmente à lixiviação dos solos agrícolas marginais e também aos efluentes das indústrias de álcool, papel e têxtil. Os dejetos das indústrias de papel e têxtil, influenciam, principalmente na concentração de oxigênio na água, DBO_5 , amônia, sólidos totais, turbidez, cor, e na composição da comunidade zooplanctônica. O Rio Gramame não apresenta gradientes horizontais acentuados de temperatura e a variação anual é também mínima, da ordem de $4,5^{\circ}C$. O pH da água é ligeiramente baixo, sem fortes oscilações mensais, exceto na estação II, onde recebe efluentes da indústria de papel. Finalmente, pôde-se observar que a comunidade zooplanctônica do Rio Gramame é dominada por Rotíferos (*Platyas quadricornis*, *Lecane* sp, *Monostyla bulla*, *Brachionus* sp, *Cephalodella* sp, *Fillinia* sp, entre outros), Copepoda (*Mesocyclops* sp, *Paracyclops* sp, *Diaptomus* sp, entre outros) e Cladocera (*Moina* sp, *Alona* sp, *Ilyocryptus* sp, entre outros).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA-SILVA, J.W. Recursos pesqueiros de águas interiores do Brasil, especialmente do Nordeste. Fortaleza, MINTER/DNOCS, 1980. 58 p.
- CANNELLA, G. & RODRIGUES, M.M. Contribuição ictiológica sobre a fauna continental. I. Estudo sobre *Achirus achirus* (Linné, 1758). (Pisces, Soleidae). R. Nord. Biol., 1 (1): 89-95, 1978.
- CAGEPA. Avaliação da qualidade sanitária das águas dos Rios Gramame, Mumbaba e Mamuaba. Paraíba, 1977. 30 p. (Relatório técnico).
- ELLIS, J.; HIGGINS, E.; PRUSS, S.; NORTON, J. Management of aquatic vegetation with Simazine. Proc. Northeast Weed. Sci. Soc., 30: 86-91, 1976.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.M. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. 2. ed. Oxford. Blackwell, 1978. 213 p. (IBP Handbook, 8).
- LIVINGSTONE, D.A. Data of geochemistry-chemical composition of rivers and lakes. Prof. Papp. U.S. Geol. Surv., 440-G: 1-63, 1963.
- MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. Water analysis some revised methods for limnologists. s.i, 1978. (Freshwater Biological Association. Scientific Publ., 36).
- MAIER, M.H. Estudo da variação sazonal das condições físicas e químicas ao longo de um trecho do Rio Mogi-Guaçu-Cachoeira de Emas, Estado de São Paulo. São Paulo, USP, 1977. 102 p. (Dissertação).
- MELO, H.A.R. & CHACON, J.O. Exame biológico-pesqueiro do

açude público "Soledade" (Soledade, PB), Brasil. B. Téc. DNOCS. Fortaleza, 34(1): 3-26, 1976.

NASAR, S.A.K. Limnology in India - What Should We Do Next? In: WORKSHOP FOR THE PROMOTION OF LIMNOLOGY IN DEVELOPING COUNTRIES, 1, Kyoto, 1980. p. 95-102. Proceedings...

NORDI, N. & WATANABE, T. Nota preliminar sobre os Rotíferos Zooplâncton no açude Epitácio Pessoa-Boqueirão, PB. R. Nord. Biol., 1(1): 31-9, 1978.

OSEID, D.M. & SMITH, L.L. Long-term effects of hydrogen sulphide on *Hexagenia limbata* (Ephemeroptera). Environ. Entomol., 4: 15-8, 1975.

SHCHERBAN, N.P. Feeding, assimilation and respiration rates of *Daphnia magna* under their relation to production estimates. J. Anim. Ecol., 37: 369-85, 1977.

SIOLI, H. Tropical river: the Amazon. In: WHITTON, B.A., ed. River ecology. Oxford, Blackweel, 1975. 725 p.

STANDARD methods for the examination of water and wastewater. 16. ed. Washington, 1985. 1268 p.

SUDEMA. Proteção dos recursos hídricos do Distrito Industrial de João Pessoa. Paraíba, Secretaria das Minas, Energia e Meio Ambiente/Fundação de Defesa do Meio Ambiente, 1983. (Relatório técnico).

_____. Estudo da qualidade das águas dos mananciais que abastecem João Pessoa. Paraíba, Secretaria das Minas, Energia e Meio Ambiente, 1986. (Relatório técnico).

TAMAS, G. Directed formation of Rotifer zooplankton in fry ponds. Hidrobiologia, 11: 70-2, 1975.

TEVLIN, M.P. & BURGIS, M.I. Zooplankton ecology and pollution studies. In: RAVERA, O., ed. Biological aspects of freshwater pollution. Oxford, Pergamon Press, 1979. p. 19-38.

WRIGHT, S. Alguns dados da física e da química das águas dos açudes nordestinos. B. I FOCS, Fortaleza, 1(4): 164-69, 1934.

_____. Thermal conditions in some water of northeast Brazil. Ann. Acad. Bras. Sci., 8(3): 163-67, 1936.

_____. Chemical condition in some waters of northeast Brazil. Ann. Acad. Bras. Sci., 9(4): 227-306, 1937.

_____. Da física e da química das águas do nordeste do Brasil. IV. Condições químicas. B. do I FOCS, Rio de Janeiro, 10(1): 37-54, 1938.

ENDEREÇO DOS AUTORES

WATANABE, T.; LIMA, M.A.M.; MACHADO, V.M.N. e PAZ, R.J.
Universidade Federal da Paraíba - CCEN
Departamento de Sistemática e Ecologia
58000 João Pessoa - PB