

CDU 577.4: 556.53: 541.4 (813.4)

ESTUDO ECOLÓGICO DO RIO CAPIBARIBE-MIRIM. II. CONDIÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

PETRÔNIO ALVES COELHO
SÍLVIO JOSÉ DE MACÊDO
MARIA EUNICE DE FARIAS LIRA

Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco

DINALVA DE SOUZA GUEDES (1)

Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

Foram realizados dois anos de estudos sobre as condições físico-químicas da água do rio Capibaribe-Mirim e seus afluentes. A temperatura média diurna da água varia durante o ano, sendo mais elevada de novembro a março; os valores menores correspondem ao período maio-agosto. Há também variação durante o dia, as máximas ocorrendo as 14-15 h. O rio transporta normalmente pequena quantidade de sedimento, valores elevados ocorrendo, no entanto, durante a estação das chuvas. A salinidade da água é menor durante o período mais frio do ano, e varia ao longo dos rios. Há geralmente uma certa deficiência de oxigênio dissolvido na água. Os momentos de ausência total de oxigênio coincidiram com o despejo de resíduos e águas servidas pelas indústrias ribeirinhas. A água geralmente é levemente alcalina; há uma oscilação diurna do pH, normal,

(1) Bolsista do CNPq.

que é alterado nas ocasiões em que a deficiência de oxigênio está muito acentuada.

Certos valores podem ser considerados como indicadores de situação "normal" do rio:

- temperatura da água entre 22° e 32°C;
- oxigênio dissolvido entre 60% e 100% do teor de saturação;
- pH entre 7,0 e 8,0.

Valores superiores ou inferiores aos mencionados coincidem com a presença na água de resíduos industriais e com mortandades dos seres aquáticos.

INTRODUÇÃO

No presente estudo são analisadas as variações das condições físicas e químicas da água, levando em conta a periodicidade e a interrelação dos fenômenos hidrológicos e climáticos.

Embora sejam conhecidos numerosos estudos sobre biótopos aquáticos em várias regiões do mundo, não há trabalhos similares sobre os rios do litoral de Pernambuco. As características das águas dos estuários, no entanto, foram sujeitas a numerosas investigações. A turbidez e a quantidade de material em suspensão (OTTMANN & OTTMANN, 1959; OTTMANN, 1960), bem como a composição química da água (OTTMANN & OTTMANN, 1959a; OKUDA, CAVALCANTE & BORBA, 1960a,b; OTTMANN & OUTROS, 1967), foram os principais aspectos abordados. Com relação às águas doces, devem ser lembrados os trabalhos sobre ambientes lânticos de MAGALHÃES (1964) e de OKUDA, PEREIRA & TEIXEIRA (1963).

MATERIAL E MÉTODOS

O equipamento de campo empregado constou principalmente de "garrafas de Nansen" para obtenção de amostras de água, reagentes para a fixação do oxigênio dissolvido na água, potenciômetro portátil para a determinação do pH da água e termômetro graduados em escala centígrada para medição da tem

peratura da água e do ar. No momento das coletas de amostras de água eram realizadas as determinações de temperatura e de pH. Subsequentemente no laboratório procedia-se à determinação da salinidade (pelo método de Mohr-Knudsen, modificado), do oxigênio dissolvido na água (pelo método de Winkler) e do material em suspensão na água (por dessecação até peso constante do resíduo sólido de amostras de um litro de água). A Fig. 1 mostra as posições das localidades de coleta. Cada localidade, na medida do possível, foi visitada uma vez por mês entre março de 1971 e março de 1973.

Foram escolhidas para estudos aquelas condições físicas e químicas que pareceram indispensáveis para a interpretação das variações constatadas na biocenose que habita o rio.

TEMPERATURA

As temperaturas médias diurnas das localidades 1, 2 e 3 apresentaram evolução sazonal (Tabela I e II). Os valores médios extremos oscilaram entre 24,6° e 31,4°C na localidade 1, entre 25,3° e 31,8°C na localidade 2 e entre 24,4° e 31,0°C na localidade 3. Os valores médios mais baixos correspondem aos meses de maio-agosto e os mais elevados ocorreram no período novembro-março.

Nas demais localidades os valores são semelhantes, com apenas duas exceções: as localidades 6 e 7, a primeira junto à nascente do Capibaribe-Mirim e a outra imediatamente abaixo de uma Usina de Açúcar (ver Tabela IV).

Na localidade 6, em virtude da altitude mais elevada e do relevo montanhoso, a temperatura da água foi constantemente mais baixa, e oscilou entre 22,0° e 27,0°C. Esta localidade, como se verá posteriormente, apresenta várias peculiaridades.

Na localidade 7, ao contrário, a temperatura oscilou entre 23,3° e 38,0°C. Trata-se do rio Cruangi, cujas águas são aquecidas pela água dos condensadores de uma Usina de Açúcar.

A variação diurna da temperatura da água foi acompanhada apenas nas localidades 1, 2 e 3. De um modo geral (Fig. 2), os valores máximos ocorreram às 14h ou 15h, e a queda da temperatura durante a tarde é mais lenta que sua ascensão durante a manhã. É de 2-4°C a amplitude térmica diária nos diversos períodos do ano na localidade 3; nas localidades 1 e 2, ao contrário, há uma variação diurna de 4-6°C durante o período estival e de apenas 1,5-3°C durante o período invernal. Assim, o inverno é caracterizado por temperatura mais baixas e mais uniformes.

MATERIAL TRANSPORTADO PELO RIO

A água do rio transporta uma certa quantidade de material oriundo da erosão dos solos de sua bacia hidrográfica. Uma parte é conduzida em solução química, constituindo a salinidade, uma outra como partícula sólidas em suspensão e uma terceira rola ao longo do leito (esta última modalidade de transporte não foi levada em conta na presente pesquisa).

Material em suspensão

Devido às variações da quantidade e qualidade dos sedimentos transportados em suspensão, ora a água se aparenta cristalina e incolor, ora turva e barrenta. A cidade de Goiana, que devia sua importância até a segunda metade do século XIX à situação do porto, perdeu-a não só devido à construção de estradas de ferro (como assinala Bruno, 1967), como também ao assoreamento do estuário do rio Goiana pelos sedimentos transportados pelos rios Capibaribe-Mirim e Tracunhaem.

A maior parte do material transportado em suspensão possui diâmetro entre 20 e 60 micra. Sua constituição mineral compreende principalmente grãos de quartzo, mica e argila. Há igualmente uma fração orgânica, incluindo fibras vegetais e pequenos organismos vivos.

A quantidade de material em suspensão na água das localidades 1, 2 e 3, apresenta nítida evolução sazonal menos nítida que a da temperatura, Tabela III. Há, no entanto uma correlação direta entre a vazão (expressa em $\text{g}/\text{m}^3/\text{seg.}$ Fig. 2). Isto mostra que destruição dos solos é realizada principalmente nos momentos de pluviometria elevada.

Material em solução

A salinidade da água das localidades 1, 2 e 3, apresenta variação sazonal. Os valores extremos oscilaram entre $0,105^{\circ}/\text{oo}$ e $0,332^{\circ}/\text{oo}$, sendo mais frequentes valores próximos de $0,200^{\circ}/\text{oo}$. Os valores mais baixos correspondem ao período invernal e os mais elevados ao verão, sendo possível reconhecer, igualmente, uma correlação inversa, não muito forte, entre a vazão do rio e a salinidade. Não foi encontrada variação diurna da salinidade (Tabela IV).

Os valores encontrados nas demais localidades de coletas foram geralmente mais baixos, exceto na localidade 4, onde podem ser superior a $0,500^{\circ}/\text{oo}$. Isto provavelmente se deve à uma solubilidade maior de certos elementos que existiriam nos solos daquela área. Fora desta exceção, a salinidade tende a aumentar ao longo do rio, as águas da localidade 6 possuindo salinidade muito baixa, entre $0,052^{\circ}/\text{oo}$ e $0,165^{\circ}/\text{oo}$.

De um modo geral, em todas as localidades houve variação sazonal da salinidade semelhante à observada nas localidades 1-3.

Oxigênio dissolvido

Entre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes. Em condições normais, a água está "saturada" de oxigênio, o teor de saturação depende de uma série de fatores. Assim, o teor de oxigênio nas localidades 1-3 deveria variar entre 5,1 e 5,9 g/l , na localidade 6 entre 5,6 e 6,2

ml/l e na localidade 7 entre 4,0 e 6,0 ml/l. Várias causas, no entanto, podem diminuir a concentração deste gás na água. Realmente a quantidade de oxigênio dissolvido na água quase sempre foi inferior as do teor de saturação; o deficit de oxigênio, quando igual ou superior a 40%, esteve associado à presença de resíduos de industrialização da cana-de-açúcar (que são facilmente reconhecidos pelo odor característico), e foi constatado nas localidades 1, 2, 3, 7 e 9. Em virtude da forte aeração decorrente das quedas d'água e corredeiras existentes na localidade 3, o deficit de oxigênio é sempre menor que o encontrado nas localidades 1 e 2, (Tabela V). Geralmente é possível encontrar um ciclo diurno do oxigênio dissolvido, segundo curvas mais ou menos paralelas às da temperatura da água (Fig. 3). De vez em quando, no entanto, uma ou mais fábricas à montante derrama, durante algumas horas, resíduos industriais em solução aquosa; nestas ocasiões o teor de oxigênio se torna nulo, resultando curvas diurnas como as da Fig. 4. Apesar das variações da temperatura, observa-se então uma ausência de oxigênio na água, com efeitos mortíferos sobre a fauna e a flora.

pH

Nas localidades 1, 2 e 3 o pH médio diurno da água variou entre 6,0 e 8,3, porém, apenas em poucas ocasiões foram encontrados valores abaixo de 7,0 ou seja, a água geralmente se apresenta fracamente alcalina (Tabela VI).

Há um ciclo diurno do pH, paralelo aos da temperatura e do oxigênio, os valores observados do pH são semelhantes durante o ano. Este ciclo diurno é interrompido nos momentos de deficiência excessivamente grande de oxigênio dissolvido; nestas ocasiões, o pH oscila irregularmente ao longo do dia (Fig. 3 e 4).

Nas ocasiões em que foi observado pH abaixo de 7,0, o rio apresentava sempre uma grande quantidade

de material em suspensão e uma salinidade baixa. Desta forma, é possível que haja um ciclo anual do pH, ligado às variações no material transportado pelo rio, que seria mascarado por várias influências, tais como as atividades dos organismos (responsáveis pelo ciclo diurno) e pelo despejo no rio de resíduos das indústrias.

EXISTÊNCIA DE POLUIÇÃO

A análise das condições físico-químicas da água apresentada nos parágrafos anteriores mostra que, em certas localidades, e em certos momentos, a situação se apresenta alterada. Por outro lado, ainda não estão determinados com precisão os limites compatíveis com o desenvolvimento normal dos seres aquáticos no Nordeste do Brasil. A título preliminar, apenas como base para estudos futuros, e correndo talvez o risco de uma simplificação excessiva, seria possível indicar certos valores como índices da situação "normal", isto é, não poluída. Estes valores seriam:

- Temperatura da água entre 22° e 32°C;
- Oxigênio dissolvido entre 60 e 100% do teor de saturação;
- pH entre 7,0 e 8,0.

Valores superiores ou inferiores aos indicados acima seriam índices de condições "anormais", quase sempre efeito de poluição. Estas condições anormais certamente interferem com as possibilidades de utilização da água pelas indústrias.

Além da poluição industrial, existe uma de origem "doméstica", oriunda dos esgotos das residências rurais e urbanas, o que pode ter alguma importância numa área onde a densidade média da população é da ordem de 120 hab./Km², principalmente do ponto de vista da saúde pública.

Segundo ANDRADE (1966), o Rio Capibaribe-Mirim em valores absolutos, seria o terceiro entre os mais poluídos de Pernambuco.

COMENTÁRIOS

O presente estudo revela a grande influência sobre o biótopo das condições reinantes na área de drenagem de um curso d'água. A temperatura e o pH da água, o teor de oxigênio dissolvido, a quantidade de material transportado pelo rio, dependem de uma série de fatores: insolação, chuvas, natureza dos solos, atividades dos organismos aquáticos, poluição da água, e vários outros. Considerando desta forma, o estudo ecológico de um rio é inseparável do de sua bacia (partes I e II deste trabalho).

A natureza documentativa e a inexistência de estudos comparáveis, limitam as possibilidades de discussão dos resultados. Parece ter ficado claro, no entanto, que há um ritmo sazonal, geralmente bastante nítido, em função dos fatores climáticos. Mas existem igualmente os efeitos da atividade humana: modificação da vegetação, construção de estradas e cidades, lançamento ao rio de águas residuais de indústrias, que perturbaram um equilíbrio bastante delicado. Em consequência, são previstas flutuações exageradas na biocenose, o que será considerado na parte III.

SUMMARY

Two years of study have been completed on the physicochemical conditions of the waters of the Capibaribe-Mirim River and its affluents. The average daily temperature of the water varies during the year, being warmest between November and March; it is coolest during the May to August period. There is also a variation during each day, the peak being reached about 2 to 3 p.m. The river normally transports little sediment, but a large quantity occurs during the rainy season. The salinity of the water is least during the coldest time of the year, and varies along each river. There are usually different levels of oxygen dissolved in the water. When oxygen is totally absent, the location coincides with

the site of industrial waste deposits. The water is usually lightly alkaline. There is daily oscillation of the normal pH factor which is altered on occasion when there is accentuated oxygen deficiency.

Certain values can be considered indicators of "normal" river conditions:

- water temperatura between 22^o-32^oC
- dissolved oxygen from 60% - 100% saturation
- pH between 7,0 and 8,0

Varying values of the above coincide with the presence of industrial wastes or deaths of water beings.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar sua gratidão a várias pessoas e Instituições que participaram na presente pesquisa; a Indústria "Papelão Ondulado do Nordeste, S/A", Conselho Nacional de Pesquisas; a direção do Laboratório de Ciências do Mar, nas pessoas de Soloncy J.C. de Moura e Paulo da Nóbrega Coutinho pelo apoio dado na realização desta pesquisa, ao desenhista Paulino Machado de Lira e ao geólogo L.G. Gomes Lira que participou deste trabalho durante alguns meses, e a todas as pessoas que colaboraram nesta realização.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, M.C. A poluição dos cursos d'água da região da Mata de Pernambuco pelos despejos de resíduos e águas servidas pelas indústrias. *B. Inst. Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais*, Recife, 15:16-112, 1966.
- BRUNO, E.S. *História do Brasil-geral e regional*. 2. Nordeste. São Paulo, Cultrix, 1967. 255 p.
- MAGALHÃES, J.F. Observações sobre a periodicidade sazonal de ecossistema lântico. *B. Museu Nacional*. Rio de Janeiro, 249: 1-53, 1964.

- OKUDA, T. et alii. Estudo da Barra da Jangada. Parte II - Variação do pH, Oxigênio dissolvido e consumo de permanganato. *Trab. Inst. Biol. Mar. Oceanogr.*, Recife, 2 (1): 193-205, 1960.
- . Parte III - Variação de Nitrogênio e Fosfato durante o ano. *Trab. Inst. Biol. Mar. Oceanogr.* Recife, 3-4: 33-39, 1963.
- OTTMANN, F. A propos des crues du Capibaribe. *Trab. Inst. Biol. Mar. Oceanogr.*, Recife, 2 (1): 261-266, 1960.
- & OTTMANN, J.M. La marée de salinité dans le Capibaribe. *Trab. Inst. Biol. Mar. Oceanogr.* Recife, 1 (1): 39-49.
- et alii. Estudos da Barra de Jangada. Parte V - Efeitos da poluição sobre a ecologia do estuário. *Trab. Inst. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco*, Recife, 7/8: 7-16, 1967

TABELA I - Variação da temperatura da água do Rio Capibaribe-Mirim nas localidades I, II e III, entre março de 1971 e março de 1973.

ANO	1971			1972			1973		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
JAN	-	-	-	30,50	30,00	30,00	29,70	31,80	30,90
FEV	-	-	-	29,60	30,20	28,10	29,40	31,40	30,10
MAR	-	27,70	28,40	30,90	30,70	28,20	31,40	31,65	30,95
ABR	27,70	30,10	26,60	27,80	29,70	29,10	-	-	-
MAI	24,60	26,40	25,50	28,50	28,00	27,10	-	-	-
JUN	26,80	28,80	26,30	25,40	25,70	27,20	-	-	-
JUL	26,60	25,30	24,40	25,35	27,20	25,90	-	-	-
AGO	25,60	26,20	26,20	27,30	28,70	27,10	-	-	-
SET	26,00	27,50	27,50	26,70	28,20	26,90	-	-	-
OUT	27,60	28,70	27,80	28,40	29,80	28,60	-	-	-
NOV	26,90	30,10	29,70	31,30	29,63	29,37	-	-	-
DEZ	29,00	30,40	28,80	30,60	31,19	30,10	-	-	-

TABELA II - Variação da temperatura da água na bacia do Rio Capibaribe-Mirim (esta -
ção IV - XIII) entre janeiro de 1972 e março de 1973.

ANO	1972									1973		
	MES	I	II	IV	V	VII	VIII	IX	XI	I	II	III
LOCALIDADES												
IV	23,5	28,5	27,0	25,5	26,5	24,9	30,0	31,08	30,8	28,6	31,5	
V	-	29,0	27,0	24,5	26,2	23,3	-	27,30	29,7	28,0	-	
VI	-	25,0	22,8	22,0	22,0	22,8	-	27,0	24,9	-	-	
VII	35,5	31,0	27,8	25,0	24,5	23,3	36,5	38,02	38,9	34,3	35,8	
VIII	29,3	26,5	25,8	25,2	25,0	24,0	27,2	27,0	28,8	26,9	30,0	
IX	-	27,8	24,8	-	24,0	24,3	28,0	28,8	30,4	28,8	30,5	
X	-	-	-	-	-	24,0	26,0	33,1	28,2	-	-	
XI	-	27,0	25,9	-	25,5	25,5	24,5	29,2	28,5	28,0	-	
XII	-	-	-	-	-	-	-	-	28,5	-	-	
XIII	-	31,0	-	-	27,0	-	24,0	-	-	-	-	

TABELA III - Material em suspensão (g/l)

ANO	1971			1972			1973		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
JAN	-	-	-	0,052	0,043	0,100	0,054	0,100	0,020
FEV	-	0,020	0,030	0,020	0,020	0,090	0,077	0,030	0,033
MAR	0,020	0,020	0,020	0,030	0,030	0,030	0,040	0,075	0,030
ABR	0,080	0,330	0,051	0,064	0,051	0,145	-	-	-
MAI	0,486	0,367	0,273	0,204	0,095	0,052	-	-	-
JUN	0,208	0,063	0,202	0,272	0,202	0,020	-	-	-
JUL	0,206	0,147	0,038	0,102	0,061	0,020	-	-	-
AGO	0,208	0,032	0,032	0,034	0,033	0,020	-	-	-
SET	0,291	0,032	0,062	0,077	0,042	0,020	-	-	-
OUT	0,030	0,020	0,022	0,040	0,020	0,020	-	-	-
NOV	0,025	0,020	0,022	0,043	0,035	0,050	-	-	-
DEZ	0,044	0,033	0,020	0,036	0,020	0,020	-	-	-

TABELA IV - Variação da salinidade da água do Rio Capibaribe-Mirim nas localidades I, II e III, entre março de 1971 e março de 1973.

ANO	1971			1972			1973		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
JAN	-	-	-	0,248	0,189	0,223	0,238	0,263	0,228
FEV	-	-	-	0,250	0,239	0,214	0,259	0,250	0,212
MAR	-	0,209	0,175	0,274	0,280	0,332	0,241	0,215	0,242
ABR	0,210	0,266	0,252	0,235	0,272	0,325	-	-	-
MAI	0,105	0,183	0,165	0,165	0,238	0,263	-	-	-
JUN	0,184	0,249	0,245	0,191	0,095	0,289	-	-	-
JUL	0,153	0,185	0,171	0,171	0,215	0,245	-	-	-
AGO	0,148	0,207	0,221	0,206	0,255	0,258	-	-	-
SET	0,188	0,233	0,217	0,203	0,224	0,226	-	-	-
OUT	0,194	0,231	0,207	0,209	0,213	0,213	-	-	-
NOV	0,210	0,263	0,250	0,210	0,240	0,210	-	-	-
DEZ	0,217	0,260	0,210	0,260	0,227	0,237	-	-	-

TABELA V - Variação do oxigênio dissolvido na água do Rio Capibaribe-Mirim nas localidades I, II e III entre março de 1971 e março de 1973.

ANO	1971			1972			1973		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
JAN	-	-	-	4,53	6,11	5,15	3,37	3,44	3,76
FEV	-	-	-	-	4,65	4,92	0,47	2,85	5,20
MAR	-	3,26	5,13	3,26	2,53	4,08	3,50	3,60	3,76
ABR	3,59	3,50	2,93	3,65	2,41	1,80	-	-	-
MAI	3,44	3,15	5,53	2,70	2,80	4,21	-	-	-
JUN	4,42	5,02	5,12	3,44	1,58	4,35	-	-	-
JUL	4,74	4,62	5,22	4,61	4,51	5,40	-	-	-
AGO	4,72	5,62	3,57	4,78	5,18	5,89	-	-	-
SET	4,67	4,39	3,70	4,62	4,35	4,64	-	-	-
OUT	4,46	2,06	2,22	4,81	4,74	5,36	-	-	-
NOV	4,42	3,96	4,47	3,11	1,79	5,66	-	-	-
DEZ	5,01	3,31	4,95	0,00	4,70	5,12	-	-	-

TABELA VI - Variação do pH da água do Rio Capibaribe-Mirim nas localidades I, II e III, entre março de 1971 e março de 1973.

ANO	1971			1972			1973		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
JAN	-	-	-	7,95	7,82	8,31	7,25	7,50	7,67
FEV	-	-	-	7,65	-	8,25	7,49	7,68	8,60
MAR	-	7,27	7,55	7,98	7,95	7,85	7,45	8,15	8,20
ABR	7,48	7,15	7,28	7,79	7,88	7,80	-	-	-
MAI	6,45	6,03	7,45	7,20	7,31	7,79	-	-	-
JUN	7,11	7,57	7,64	7,47	6,82	7,87	-	-	-
JUL	7,26	7,42	7,62	7,60	7,90	8,00	-	-	-
AGO	7,15	7,62	7,64	7,80	7,80	8,00	-	-	-
SET	7,31	7,39	7,55	7,70	7,90	7,54	-	-	-
OUT	7,51	7,35	7,22	7,40	7,80	8,30	-	-	-
NOV	-	-	-	7,51	7,65	8,15	-	-	-
DEZ	7,77	7,65	8,46	7,24	7,96	7,44	-	-	-

Fig. 1 - Área estudada e estações de coleta.

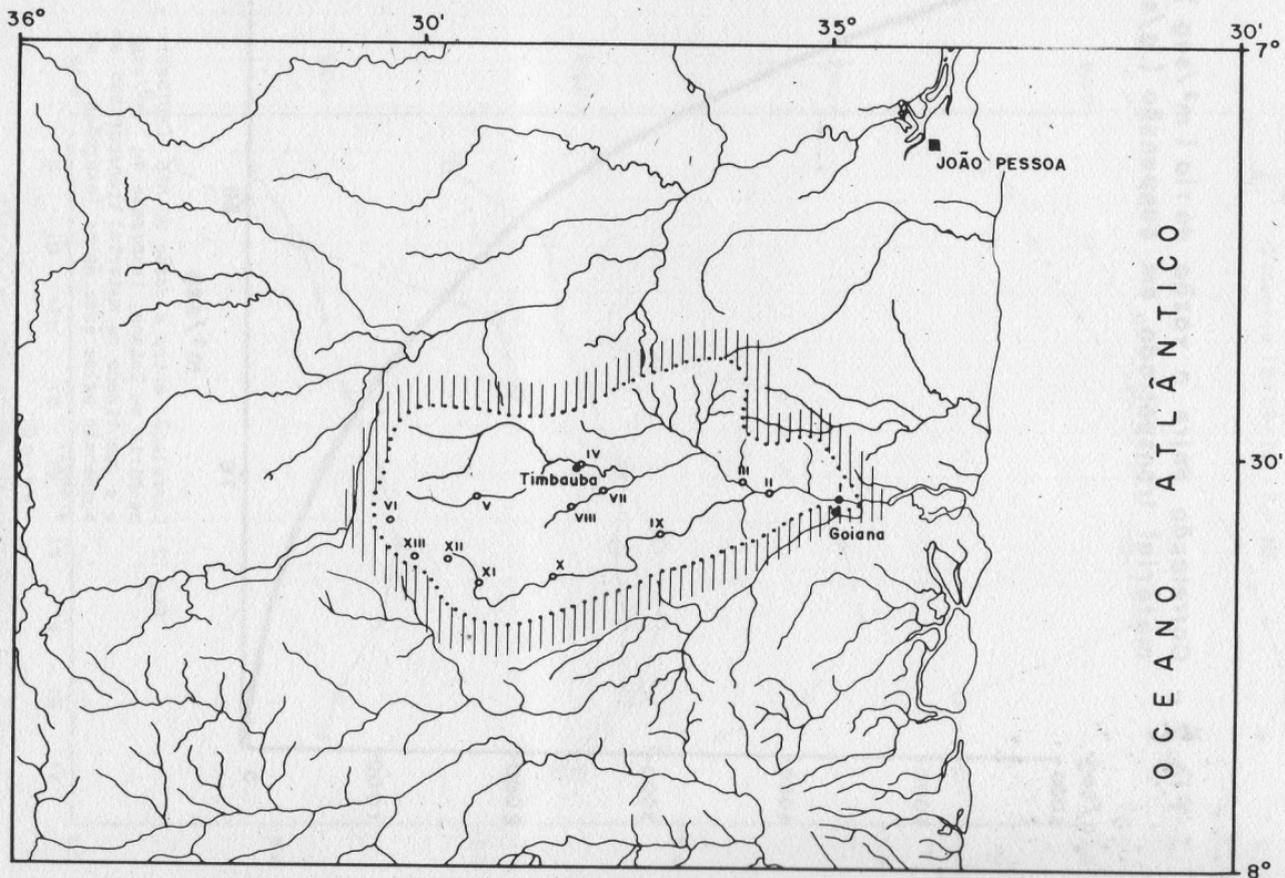


Fig. 1 - Mapa da área estudada mostrando as localidades de coletas.

Fig. 2 - Correlação entre a vazão do rio ($m^3/seg.$) e o material transportado em suspensão ($g/seg.$)

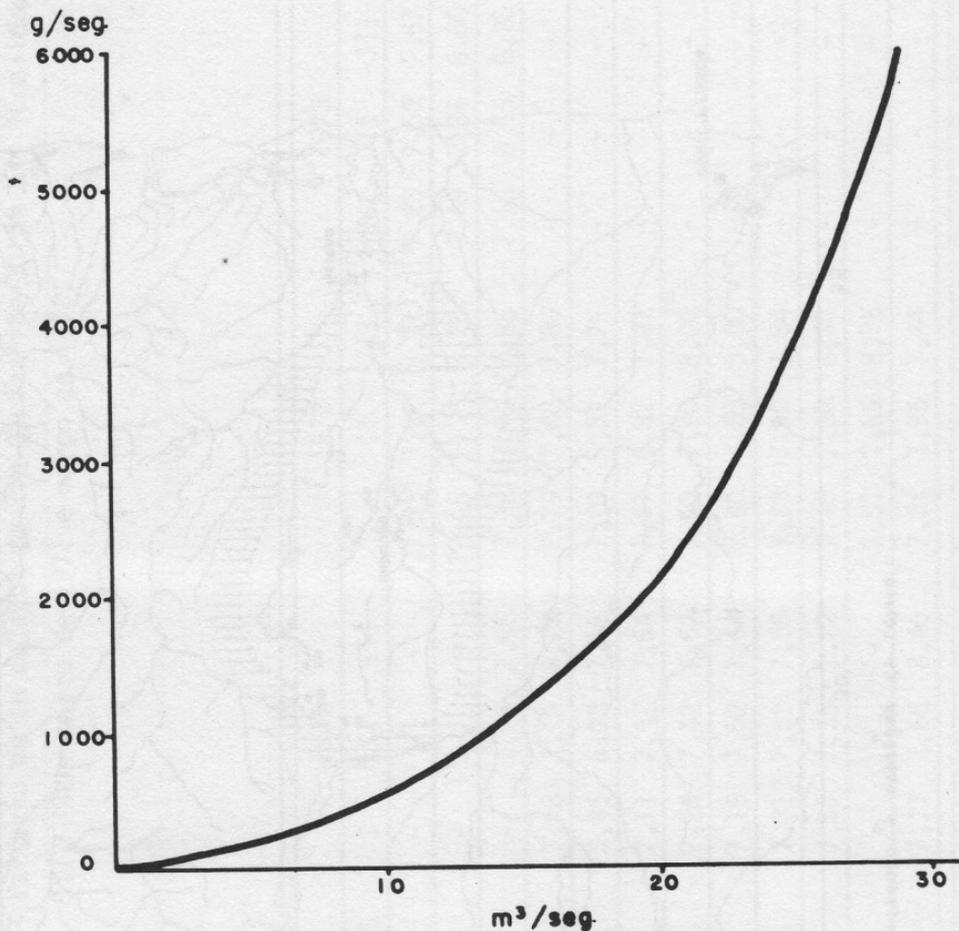


Fig. 2 - Correlação entre a vazão do Rio Capibaribe-Mirim em Goiana, (expressa em m^3/seg) e a quantidade de material transportado em suspensão pelas suas águas (expressa em g/seg).

Fig. 3- Variação diurna das condições da água na localidade 3

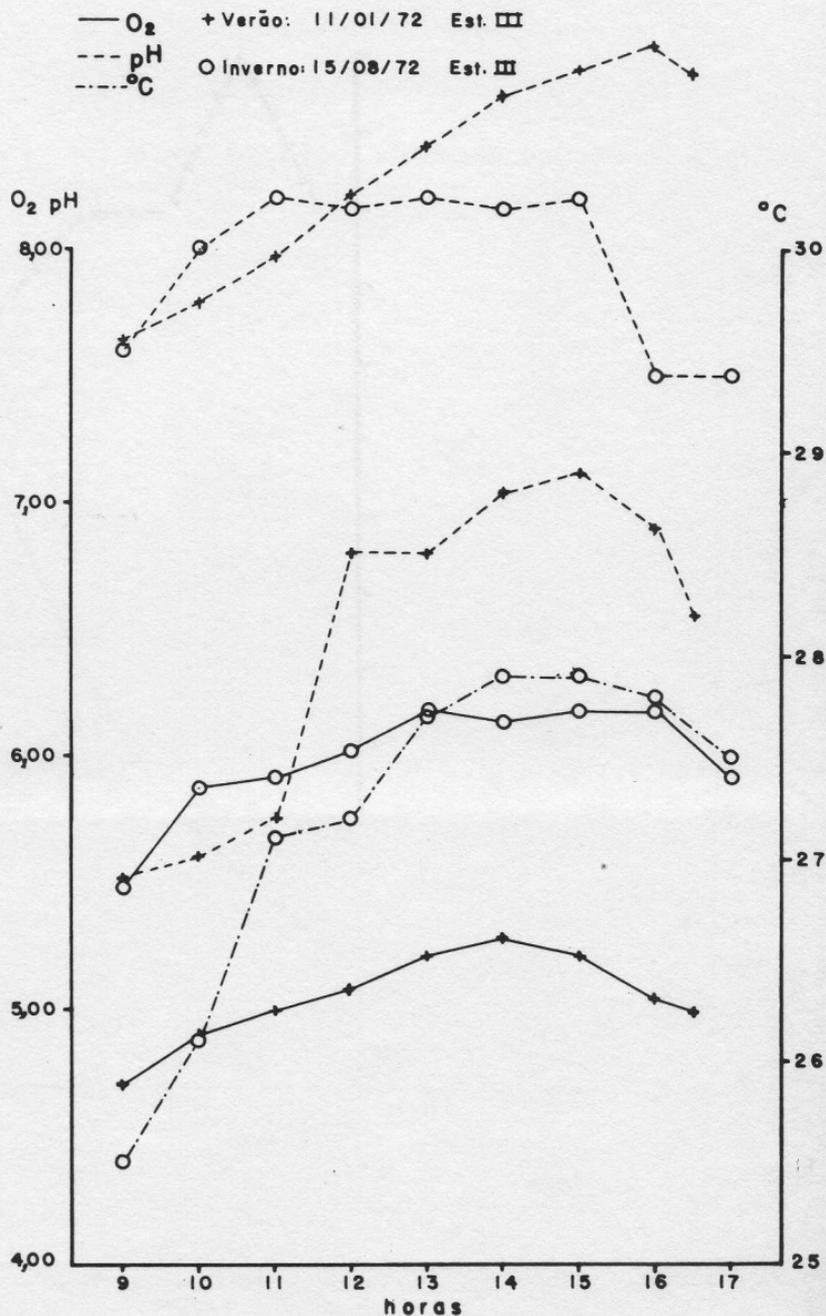


Fig. 3- Variação diurna das condições da água do Rio Capibaribe-Mirim na localidade 3, mostrando as variações verão/inverno do Oxigênio dissolvido, do pH e da temperatura.