

ESTUDO LIMNOLÓGICO DE UM TRECHO DO RIO MOJI-GUAÇU I. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

(Limnological researches in a stretch of the Moji-Guaçu River
I. Physical Characteristics)

Maria Helena MAIER *
Maria Amália BASILE-MARTINS *
Márcia Navarro CIPÓLLI *
Airton Luiz VIEIRA **
Ercius Gerbi De CHIARA ***

RESUMO

O Rio Moji-Guaçu foi estudado durante o período de outubro de 1973 a setembro de 1975. As pesquisas constituíram-se na determinação de características físicas de um trecho do rio, com o objetivo de ampliar os conhecimentos limnológicos relativos a águas correntes, para possíveis aplicações práticas.

As variáveis estudadas em cinco pontos foram: temperatura, turbidez, cor e transparência. Consideraram-se também os fatores climáticos e fluviométricos.

Os resultados mostraram que os valores das variáveis estudadas oscilam sazonalmente variando, de modo considerável, com os períodos de chuva e estiagem, principalmente, como consequência da precipitação e drenagem. Nota-se ainda que tais valores não sofrem variações sensíveis ao longo do trecho estudado.

Esta pesquisa faz parte de um estudo limnológico do Rio Moji-Guaçu, envolvendo também condições químicas e biológicas, assim como a ação de efluentes de usina açucareira sobre as características limnológicas.

ABSTRACT

The Moji-Guaçu River was studied from October 1973 to September 1975. The research was based on the investigation of some physical characteristics in a stretch of the river, to extend the limnological knowledge of streams and its possible practical uses.

The parameters studied in five stations were: temperature, color, turbidity, Secchi disc transparency.

Climatological and fluviometric factors were also considered.

To conclude, we can say that the values of the physical factors showed a considerable seasonal variation, mainly as a result of the rainfall and runoff.

This research is part of a limnological study of Moji-Guaçu River, which comprises both chemical and biological conditions as well the effects of sugar factories effluents on the limnological characteristics.

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio Moji-Guaçu encontra-se em uma região de grande desenvolvimento industrial e alta densidade populacional. Várias cidades

(*) Pesquisadores Científicos — Seção de Limnologia da Divisão de Pesca Interior do Instituto de Pesca.

(**) Técnico de Laboratório — Seção de Limnologia. Atualmente Farmacêutico da Seção de Biologia Aquática da Divisão de Pesca Interior do Instituto de Pesca.

(***) Técnico de Laboratório — Seção de Limnologia da Divisão de Pesca Interior do Instituto de Pesca. Atualmente Químico da PLASCAR Indústria de Plástico Reforçado — São Paulo — SP.

de aproximadamente 100.000 habitantes localizam-se nesta bacia e, portanto, o estudo ecológico do Rio Moji-Guaçu tem, além do teórico, considerável valor aplicado.

O Rio Moji-Guaçu nasce no Município de Cambuí (22°16'S e 46°42'W), Minas Gerais, a uma altitude de 1.650 m, desaguardo no Rio Pardo (22°47'S e 48°11'W), em São Paulo, a aproximadamente 490 m de altitude; sua extensão é de 473 km, dos quais 377,5 km são percorridos em terras de São Paulo. Sua bacia hidrográfica foi avaliada em 17.460 km² (SCHUBART, 1953).

De acordo com GODOY (1975), o Rio Moji-Guaçu despeja anualmente no Rio Pardo de 7.000 a 9.000 milhões de m³ de água.

De acordo com a classificação climática de THORNTWAITE (1943), o clima da região estudada é CB'w (sub-úmido mesotermal, de inverno seco). Essa classificação independe da vegetação, utilizando somente dados climáticos.

O trecho do rio, escolhido para este estudo (Figura 1), tem cerca de 7 km de extensão; destes, 3 km ficam a montante

da Cachoeira de Emas onde se localizam os pontos 6, 4 e 3 e 4 km ficam a jusante com os pontos 2 e 1.

A Cachoeira de Emas está situada a 21°58'S e 47°26'W, a uma altitude de 560 m e em trecho com largura entre 70 m e 90 m (SCHUBART, 1943).

Na Cachoeira de Emas foi construída, em 1922, uma barragem para produção de energia elétrica com cerca de 5 m de altura e dotada de escada para peixe. As águas do Rio Moji-Guaçu ficaram, então, parcialmente represadas acarretando diminuição da velocidade da água e aumento do nível do rio a montante da barragem. Tal situação perdurou até dezembro de 1975, quando as comportas foram, então, totalmente abertas devido ao encerramento das atividades da usina hidrelétrica.

No trecho estudado, os 4 km localizados a jusante da Cachoeira de Emas são caracterizados por águas turbulentas devido à existência de algumas corredeiras, enquanto que os 3 km a montante, durante todo o período de estudo (outubro de 1973 a setembro de 1975), apresentavam águas bem mais calmas como consequência do represamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo climático utilizaram-se medidas diárias da temperatura média, máxima e mínima do ar e da precipitação pluviométrica, fornecidas pela Seção de Meteorologia DPV — 4, do Ministério da Aeronáutica, Estação Pirassununga, localizada no Município de Pirassununga, próximo à localidade de Cachoeira de Emas.

Os valores da temperatura do ar, à sombra, também foram registrados, em cada ponto de estudo, quinzenalmente, utilizando-se um termômetro comum de escala de mercúrio.

A insolação total foi obtida através de dados diários, fornecidos pelo Centro

Tecnológico de Hidráulica do Departamento de Águas e Energia da Secretaria de Obras Públicas. As medidas provieram da Estação Limoeiro, CH — 77 HN, localizada no Município de Limoeiro, a uma altitude de 578 m e a 21°38'S e 47°02'W.

Para o estudo da radiação solar utilizaram-se dados diários, fornecidos pelo Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos, provenientes do Município de São Carlos, localizado a uma altitude de 829 m, cujas coordenadas geográficas são 22°02'S e 47°53'W.

A fluviometria, obtida através de medidas do nível do rio (registradas diariamente às 7 h e 17 h), da velocidade e da vazão (registros mensais), foi fornecida pelo Centro Tecnológico de Hidráulica do Departamento de Águas e Energia

Elétrica da Secretaria de Obras Públicas. Tais dados foram registrados no Posto Fluviométrico Fazenda Santa Catarina, 4C — 05, localizado na 7.^a Zona Hidrográfica e situado a 4.000 m a jusante da Cachoeira de Emas.

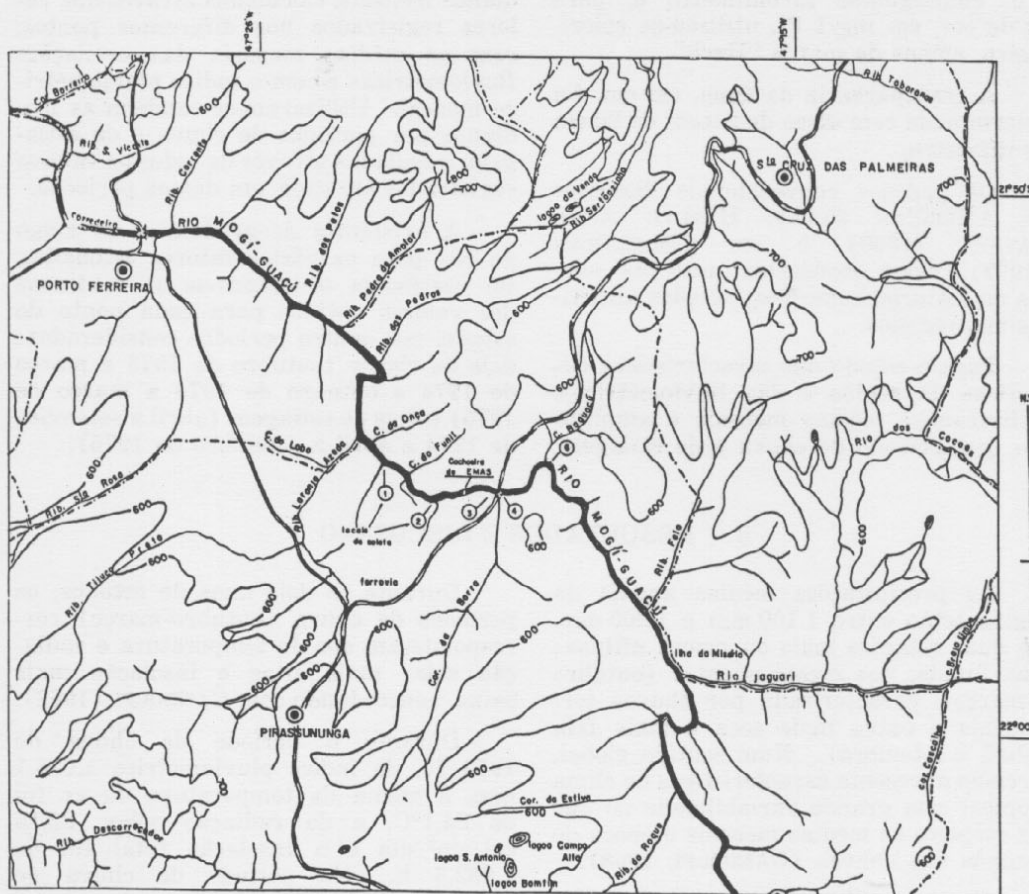


Fig. 1 — Rio Moji-Guaçu — Localização dos pontos de coleta 1, 2, 3, 4 e 6. Mapa hidrográfico compreendendo os Municípios de Sta. Cruz das Palmeiras, Pirassununga e Porto Ferreira. Escala: 1:176.000.

Para o estudo das variáveis físicas da água, realizaram-se determinações quinzenais de seus valores no período de outubro de 1973 a setembro de 1975, em três pontos a montante e dois a jusante da Cachoeira de Emas (Figura 1). As amostras de material, para análises em laboratório, foram coletadas de bordo de um barco, constituindo-se de água de superfície.

A temperatura foi registrada em cada local de estudo, utilizando-se termômetro comum de mercúrio, cujo bulbo era mergulhado diretamente na água.

Para as medidas de turbidez, em FTU, empregou-se turbidímetro e, para as de cor, em mg/l Pt, utilizou-se colorímetro, ambos da marca "Hach".

A transparência da água, em cm, foi determinada com disco de Secchi de 20 cm de diâmetro.

Os padrões convencionais descritos em AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1960) e em GOLTERMAN (1969), foram obedecidos tanto nas coletas de material como nos métodos analíticos empregados.

Para o estudo das características climáticas da região e das fluviométricas, utilizaram-se médias mensais e amplitudes, por período de chuva e de estiagem,

dos valores de temperatura do ar, insolação, radiação solar, nível, velocidade e vazão do rio e pluviometria total.

A partir dos dados registrados, foram calculadas medianas dos valores das características físicas da água; as medianas foram utilizadas por fornecerem, neste caso, medida bastante representativa da tendência central.

Para o estudo das variações sazonais das características físicas da água, acompanhou-se o modelo de divisão climática da região, ou seja, uma estação chuvosa (outubro-março) e uma de estiagem (abril-setembro). Compararam-se as medianas mensais, calculadas através dos valores registrados nos diferentes pontos, com as médias mensais das oscilações fluviométricas e com o índice pluviométrico mensal. Utilizaram-se também as medianas por períodos de chuva e de estiagem, calculadas através de todos os valores registrados em cada um desses períodos.

A existência de gradientes ao longo do rio, para os vários fatores estudados, foi verificada utilizando-se as medianas dos valores obtidos para cada ponto de estudo, nos quatro períodos considerados: dois de chuva (outubro de 1973 a março de 1974 e outubro de 1974 a março de 1975) e dois de estiagem (abril a setembro de 1974 e abril a setembro de 1975).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As precipitações médias anuais da região estão entre 1.100 mm e 1.200 mm. Há duas estações mais ou menos nítidas: uma úmida, nos meses quentes (outubro e março), caracterizada por chuvas torrenciais e outra mais seca e mais fria (abril a setembro). Num sentido global, a região apresenta características de clima tropical com grande variabilidade no que diz respeito às médias mensais e época de chegada das chuvas (GANDOLFI, 1968).

As temperaturas médias mais altas da região, segundo SCHUBART (1953), ocorrem nos meses de novembro a março; em fins de março, a temperatura começa a declinar e os valores mínimos são atingidos nos meses de junho e julho.

Durante os dois anos de estudos, os períodos de chuva (outubro-março) corresponderam aos de temperatura e radiação solar mais altas e insolação mais baixa, concordando com GANDOLFI (1968).

Durante o período de chuva de 1973/74, de índice pluviométrico 1.085,1 mm, a média da temperatura do ar foi de 24,1°C, a da radiação solar, 22,15 cal/cm²/dia e a insolação total foi de 1.032,3 h. No período de chuva de 1974/75, de índice pluviométrico 840,1 mm, a média da temperatura do ar foi igual à do período anterior, a da radiação solar, 209,91 cal/cm²/dia e a insolação total foi de 1.201,3 h (Tabelas 1, 2 e 3 e Figuras 2 e 3).

TABELA 1
 Rio Moji-Guaçu — Dados mensais climáticos e pluviométricos (nível) do período de outubro de 1973 a setembro de 1975

DATA	Radiação Solar (cal/cm ² /dia)			Insolação (h)			Pluviometria (mm)			Temperatura do Ar (°C)			Nível (cm)		
	Média	Máxima	Mínima	Total	Máxima	Mínima	Total	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
out./73	193,22	301,95	40,90	187,9	11,2	0	120,0	34,0	0	22,8	33,0	12,3	70,2	89,0	60,0
nov./73	206,19	335,02	53,41	198,3	11,7	0	113,8	44,8	0	23,0	32,5	12,5	96,0	122,0	60,0
dez./73	216,13	302,51	72,95	113,0	11,6	0	272,0	34,4	0	24,2	31,1	17,1	175,2	245,0	80,0
jan./74	260,77	325,72	84,42	158,1	11,3	0	215,1	56,6	0	24,5	32,2	17,5	228,5	330,0	150,0
fev./74	262,84	302,26	222,66	237,3	11,3	0	105,9	33,6	0	25,8	34,5	16,0	160,0	213,0	140,0
mar./74	193,15	261,68	37,44	137,7	10,5	0	257,8	56,5	0	24,0	33,1	15,9	184,0	290,0	120,0
abr./74	179,52	273,95	65,33	173,4	10,0	0	16,4	4,0	0	22,2	30,8	12,2	137,0	188,0	120,0
maio/74	184,59	219,71	52,48	229,7	9,2	0	4,1	3,6	0	17,8	30,0	5,6	108,8	122,0	90,0
jun./74	132,07	199,97	48,28	171,7	8,8	0	114,9	41,0	0	17,8	29,5	4,8	106,7	170,0	90,0
jul./74	165,77	189,68	119,33	254,8	8,9	5,2	0	0	0	18,0	29,0	5,7	93,3	130,0	82,0
ago./74	188,40	225,27	119,07	210,2	9,0	0,4	10,6	7,9	0	19,7	33,7	5,5	76,2	89,0	70,0
set./74	192,89	215,64	107,87	215,5	9,5	0	33,8	17,8	0	22,6	34,0	6,0	66,1	72,0	60,0
out./74	188,38	275,30	67,75	187,0	10,2	0	118,1	29,2	0	22,3	36,6	10,0	71,6	110,0	60,0
nov./74	218,34	281,34	110,49	239,4	11,3	0	163,0	40,6	0	23,8	35,0	12,0	73,4	120,0	60,0
dez./74	—	202,40	103,46	110,8	11,3	0	238,2	47,6	0	23,2	33,0	15,2	42,0	235,0	80,0
jan./75	236,64	324,66	69,14	138,8	11,0	0,2	175,0	27,8	0	24,4	33,7	15,2	148,7	236,0	120,0
fev./75	198,09	305,48	35,70	252,6	11,3	0	124,1	16,0	0	25,0	33,8	17,2	182,1	234,0	124,0
mar./75	207,61	267,41	79,92	227,7	10,5	1,0	21,7	11,0	0	25,8	34,8	16,0	142,6	233,0	120,0
abr./75	194,44	240,30	123,06	208,4	9,2	0,6	64,7	24,4	0	21,6	30,6	11,2	109,4	150,0	98,0
maio/75	154,25	204,11	62,08	218,6	8,9	0	13,1	11,3	0	18,8	29,8	5,0	93,3	110,0	80,0
jun./75	140,53	167,29	58,36	203,8	8,8	0	tr.	tr.	0	18,0	29,5	2,6	77,8	88,0	70,0
jul./75	146,27	185,20	38,48	214,5	9,0	0,5	23,7	20,6	0	14,3	30,0	0,2	73,6	90,0	70,0
ago./75	166,69	198,60	119,77	254,8	9,2	4,2	0	0	0	22,3	34,0	9,5	60,7	72,0	52,0
set./75	174,11	231,0	24,90	207,1	9,5	0	54,2	30,6	0	21,0	35,0	8,6	48,1	66,0	42,0

TABELA 2

Rio Moji-Guaçu — Dados climáticos e fluviométricos — valores totais e médios por período de chuva e de estiagem

PERÍODO	Temperatura Ar Média Mensal (°C)	Pluviometria Total Mensal (mm)	Insolação Total Mensal (h)	Radiação Solar Média Mensal (cal/cm ² /dia)	Nível Média Mensal (cm)	Velocidade (m/s)	Vazão Líquida (m ³ /s)
out./73-mar./74	24,1	1085,1	1032,3	222,15	152,4	0,976	217,40
abr./74-set./74	19,7	118,1	1262,3	173,87	98,1	0,633	98,14
out./74-mar./75	24,1	840,1	1201,3	209,91	126,8	0,824	174,47
abr./75-set./75	19,3	155,7	1334,1	162,72	77,2	0,466	65,13

TABELA 3

Rio Moji-Guaçu — Dados climáticos e fluviométricos — valores mínimos e máximos por período de chuva e de estiagem

PERÍODO	Temperatura Ar Média Mensal (°C)	Pluviometria Total Mensal (mm)	Insolação Total Mensal (h)	Radiação Solar Média Mensal (cal/cm ² /dia)	Nível Média Mensal (cm)	Velocidade (m/s)	Vazão Líquida (m ³ /s)
out./73-mar./74	22,8-25,8	105,9-272,5	113,0-237,3	37,44-335,02	96,0-228,5	0,533-1,336	77,09-343,00
abr./74-set./74	17,8-22,6	0 - 114,9	171,7-254,9	48,28-273,95	76,2-108,8	0,495-0,728	70,03-117,24
out./74-mar./75	22,3-25,8	21,7-238,2	108,0-252,6	35,70-324,66	71,6-182,1	0,406-1,257	52,80-302,00
abr./75-set./75	14,3-22,3	0 - 64,7	208,4-254,8	38,48-240,30	60,0-234,0	0,308-0,631	38,03- 93,58

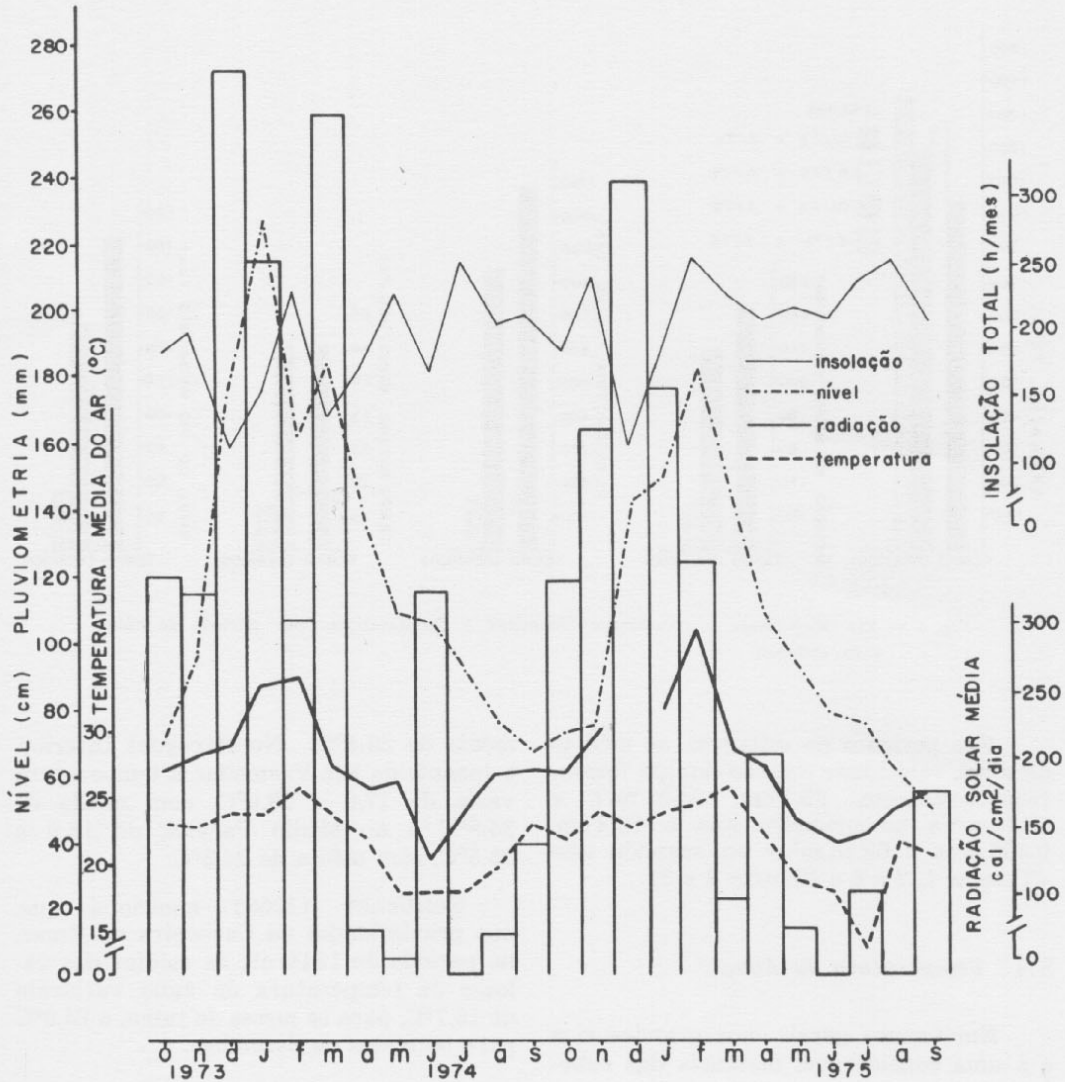


Fig. 2 — Rio Moji-Guaçu — Climatologia e fluviometria (nível) — Variações mensais no período de outubro de 1973 a setembro de 1975

Durante os períodos de estiagem de índices pluviométricos 118,1 mm (1974) e 155,7 mm (1975), as médias da temperatura do ar, da radiação solar e a insolação total foram, respectivamente, 19,7°C, 173,87 cal/cm²/dia e 1262,3 h no primeiro ano e 19,3°C, 162,72 cal/cm²/dia e 1334,1 h no segundo ano (Tabelas 1, 2 e 3 e Figuras 2 e 3).

O nível, a velocidade e a vazão líquida do rio, acompanharam as variações pluviométricas. Nos períodos de chuva, as médias de nível, velocidade e vazão líquida foram, respectivamente, 152,4 cm, 0,976 m/s e 217,40 m³/s em 1974 e 126,8 cm, 0,824 m/s e 174,47 m³/s em 1975 (Tabelas 1, 2 e 3 e Figuras 2 e 3).

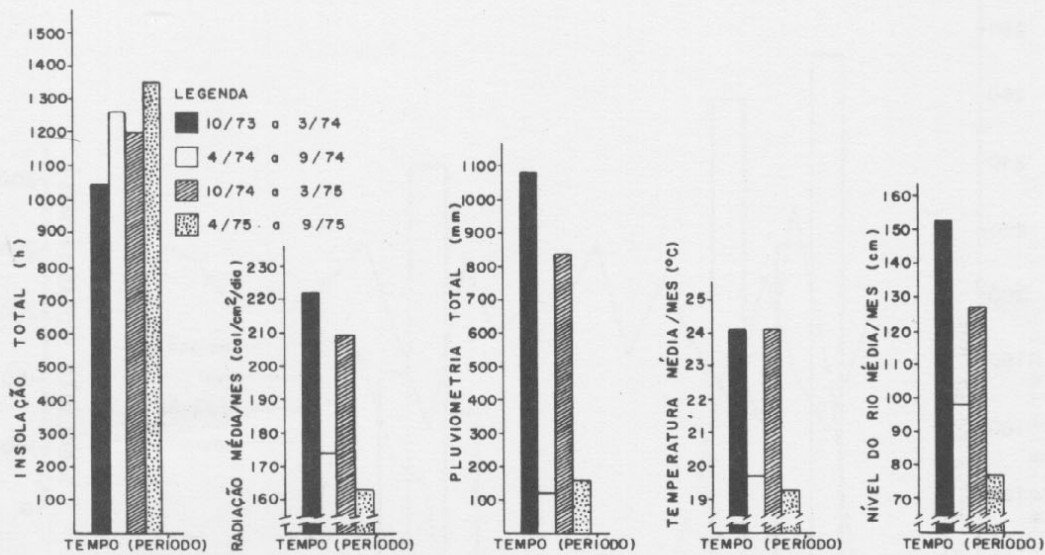


Fig. 3 — Rio Moji-Guaçu — Variações climáticas e fluviométricas por período de chuva e de estiagem

Nos períodos de estiagem, as médias de nível, velocidade e vazão líquida foram, respectivamente, 98,1 cm, 0,633 m/s e 98,14 m³/s no primeiro ano e 72,2 cm, 0,466 m/s e 65,13 m³/s no segundo ano (Tabelas 1, 2 e 3 e Figuras 2 e 3).

3.1 Temperatura da Água

Em termos gerais, nos grandes rios e a uma considerável distância das cabeceiras, a temperatura média da água corresponde aproximadamente à temperatura média do ar em um ponto considerado (HYNES, 1970).

Materiais em suspensão podem influir na elevação da temperatura da água dos rios, pois absorvem freqüentemente grande quantidade de calor (REID & WOOD, 1976).

BONETTO (1976) cita que a temperatura da água do Alto Paraná varia de 18 a 31°C, com média de 25°C e que a do Paraguai Inferior, de 17,6 a 20,5°C, com

média de 25,4°C. No Paraguai Inferior, a jusante do Rio Vermelho, a temperatura varia de 17,5 a 29,6°C, com média de 24,9°C e no Médio Paraná, de 18,0 a 35,5°C, com média de 24,3°C.

SCHUBART (1953) menciona que, nas proximidades de Cachoeira de Emas, no período de 1944/49, as médias dos valores da temperatura da água variaram de 16,7°C, para os meses de julho, a 24,9°C para os meses de dezembro.

Em GODOY (1975) encontra-se que as temperaturas da água do Rio Moji-Guaçu, próximo à Cachoeira de Emas, registradas no período de 1943/71, mostraram a seguinte distribuição: média das temperaturas mínimas, 15,84°C (junho de 1944); mínima, 12,00°C (julho de 1943); média das máximas, 26,75°C (fevereiro de 1946); máxima, 31,40°C (janeiro de 1971).

Observou-se, neste estudo, que a temperatura da água variou sazonalmente

acompanhando a do ar. A análise dos dados obtidos permite verificar que as medianas mensais da temperatura da água foram sempre ligeiramente inferiores às medianas mensais da temperatura do ar (Tabelas 4, 5 e 6 e Figuras 2 e 4).

TABELA 4

Rio Moji-Guaçu — medianas mensais calculadas para as variáveis físicas estudadas

Data	Temperatura do Ar (°C)	Temperatura da Água (°C)	Turbidez (FTU)	Cor (mg/l Pt)	Transparência (cm)
outubro/73	29,4	25,2	6,6	115,0	57,5
novembro/73	25,8	24,2	40,0	295,0	23,5
dezembro/73	24,9	25,0	50,0	545,0	30,0
janeiro/74	28,5	25,0	81,0	650,0	10,0
fevereiro/74	31,0	27,0	37,5	310,0	20,0
março/74	27,7	25,2	53,7	435,0	15,0
abril/74	27,0	24,5	26,2	200,0	30,0
maio/74	24,2	22,0	17,5	165,0	35,0
junho/74	19,7	18,0	12,1	132,5	55,0
julho/74	24,0	18,0	17,0	140,0	55,0
agosto/74	26,2	20,0	15,0	107,5	70,0
setembro/74	28,0	23,5	18,7	150,0	55,0
outubro/74	25,5	23,7	21,0	230,0	35,0
novembro/74	31,7	26,0	30,2	307,5	29,0
dezembro/74	26,0	25,0	70,0	925,0	10,0
janeiro/75	31,0	26,7	42,2	555,0	20,0
fevereiro/75	32,0	25,5	69,0	750,0	15,0
março/75	29,2	26,4	36,0	500,0	15,0
abril/75	28,0	23,0	17,5	157,5	30,0
maio/75	20,0	20,0	13,0	125,0	50,0
junho/75	20,0	17,0	4,1	75,0	57,5
julho/75	26,0	18,5	6,2	70,0	65,0
agosto/75	28,0	21,0	12,0	100,0	55,0
setembro/75	30,2	23,0	8,5	122,5	50,0

TABELA 5

Rio Moji-Guaçu — Dados de temperatura do ar (°C) — amplitudes e medianas calculadas por período de chuva e de estiagem.

Período	Amplitudes e Medianas	Pontos de Estudo				
		6	4	3	2	1
out./73	Mínimo	24,5	23,5	23,5	24,5	24,5
a	Máximo	33,0	32,5	34,0	31,5	31,5
mar./74	Mediana	27,3	28,0	28,0	27,5	28,5
abr./74	Mínimo	17,5	17,5	17,0	17,0	17,0
a	Máximo	32,0	31,0	30,5	31,0	30,5
set./74	Mediana	25,0	24,0	26,0	26,0	25,0
out./74	Mínimo	23,0	21,5	22,0	22,5	22,0
a	Máximo	34,5	32,5	32,5	34,0	32,0
mar./75	Mediana	29,8	29,5	29,0	30,0	29,0
abr./75	Mínimo	19,0	17,5	19,0	18,5	19,0
a	Máximo	33,5	33,5	32,0	33,0	33,5
set./75	Mediana	25,0	25,0	26,0	26,0	28,0

TABELA 6

Rio Moji-Guaçu — Dados de temperatura da água (°C) — amplitudes e medianas calculadas por período de chuva e de estiagem.

Período	Amplitudes e Medianas	Pontos de Estudo				
		6	4	3	2	1
out./73	Mínimo	23,5	23,0	23,0	23,0	23,5
a	Máximo	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
mar./74	Mediana	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
abr./74	Mínimo	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
a	Máximo	25,5	25,0	25,0	26,0	25,0
set./74	Mediana	21,0	20,0	19,0	21,0	20,0
out./74	Mínimo	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
a	Máximo	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
mar./75	Mediana	25,5	25,5	26,0	26,0	26,0
abr./75	Mínimo	16,0	17,0	17,0	17,0	17,0
a	Máximo	23,0	24,0	23,0	23,0	23,5
set./75	Mediana	21,0	21,0	20,0	20,0	21,0

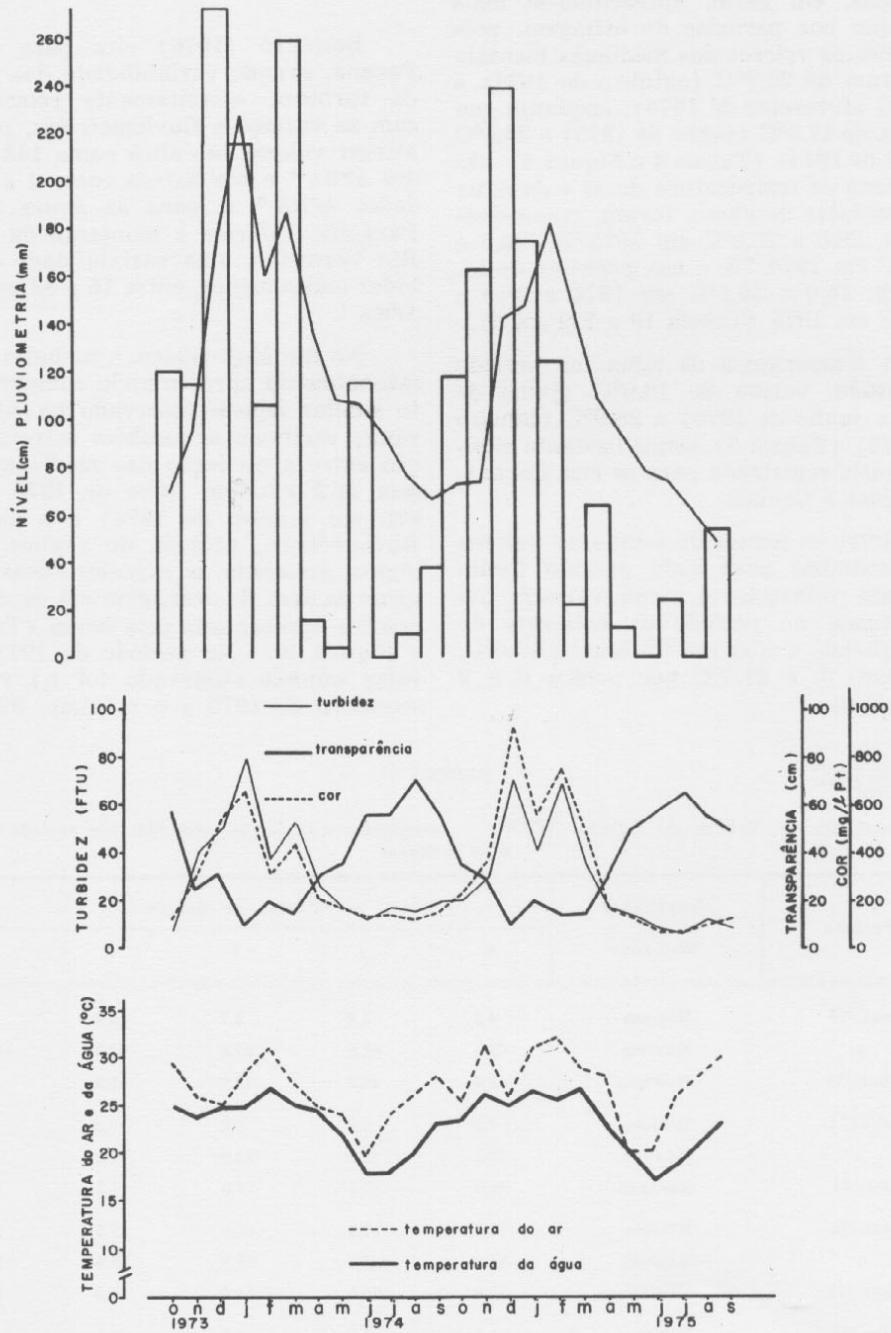


FIG. 4 — Rio Moji-Guaçu — Variação, ao longo dos anos, das medianas mensais da temperatura (°C), turbidez (FTU), cor (mg/l Pt) e transparência (cm) da água, temperatura do ar (°C), pluviosimetria mensal total (mm) e média do nível do rio (cm).

Nos períodos de chuva, a temperatura da água, em geral, apresentou-se mais alta que nos períodos de estiagem, pois naqueles os valores das medianas mensais variaram de 23,7°C (outubro de 1974) a 27,0°C (fevereiro de 1974), enquanto que nestes, de 17,0°C (junho de 1975) a 24,5°C (abril de 1974) (Tabela 4 e Figura 4). As medianas de temperatura do ar e da água nos períodos de chuva foram, respectivamente, 28,0 e 25,0°C em 1973/74, 29,5 e 26,0°C em 1974/75, e nos períodos de estiagem, 25,0 e 20,2°C em 1974 e 26,0 e 21,0°C em 1975 (Tabela 10 e Figura 5).

A temperatura da água, no período de estudo, variou de 16,0°C (julho de 1974 a junho de 1975) a 28,0°C (janeiro de 1975) (Tabela 6), sendo bastante similar àquela registrada para os rios Paraná, Paraguai e Grande.

Entre os pontos de estudo, os valores das medianas para cada período foram bastante próximos; a maior variação foi encontrada no período de estiagem de 1974 quando a mediana foi igual a 19,0°C, no ponto 3, e 21,0°C nos pontos 6 e 2 (Tabela 6).

3.2 Turbidez

BONETTO (1976) cita para o Alto Paraná, grande variabilidade dos valores da turbidez, estreitamente relacionados com as variações fluviométricas, podendo atingir valores tão altos como 143 unidades APHA* e tão baixos como 4 e 5 unidades APHA* e, para as águas do Rio Paraguai Inferior a montante da foz do Rio Vermelho, uma variabilidade de turbidez muito menor, entre 15 e 84 unidades APHA*.

No Rio Moji-Guaçu, a turbidez variou sazonalmente apresentando comportamento similar àquele observado no Alto Paraná; verificou-se também estreita relação entre a oscilação das medianas mensais (6,2 FTU em julho de 1975 a 81,0 FTU em janeiro de 1974) e a oscilação fluviométrica, própria do regime hidrológico, associada às características geológicas da área de drenagem e à capacidade erosiva apresentada pela bacia (Tabela 4 e Figura 4). No período de 1973/75, o valor mínimo observado foi 1,1 FTU em setembro de 1975 e o máximo, 92,5 FTU

TABELA 7

Rio Moji-Guaçu — Valores de turbidez (FTU) — amplitudes e medianas calculadas por período de chuva e de estiagem

Período	Amplitudes e Medianas	Pontos de Estudo				
		6	4	3	2	1
out./73	Mínimo	4,6	4,2	3,7	4,7	4,3
a	Máximo	92,5	92,5	87,5	92,5	92,5
mar./74	Mediana	44,9	42,5	43,8	42,5	42,5
abr./74	Mínimo	9,2	9,2	8,2	9,2	9,0
a	Máximo	37,5	40,0	36,0	42,0	40,0
set./74	Mediana	20,0	17,5	17,5	17,5	17,0
out./74	Mínimo	17,5	17,5	16,0	17,5	21,0
a	Máximo	82,0	82,0	78,0	82,5	83,0
mar./75	Mediana	35,0	36,0	34,0	36,0	37,0
abr./75	Mínimo	1,1	5,8	5,5	5,5	5,5
a	Máximo	20,0	20,0	20,0	21,0	21,0
set./75	Mediana	9,5	11,0	11,0	11,0	10,0

(*) unidades APHA = (mg/l SiO₂)

em dezembro de 1973 e janeiro de 1974 (Tabela 7). Nos períodos de chuva, as medianas apresentaram valores de 42,5 FTU em 1973/74 e 36,0 FTU em 1974/75, e nos de estiagem, 17,5 FTU em 1974 e 11,0 FTU em 1975 (Tabela 10 e Figura 5).

De um modo geral, ao longo do trecho considerado, os valores da turbidez, para cada período de estudo, foram similares, pois as maiores variações entre as medianas foram observadas no período de estiagem de 1974, quando seus valores oscilaram entre 17,0 FTU (ponto 1) e 20,0 FTU (ponto 6) e no período de cheia de 1974/75 quando a oscilação foi de 34,0 FTU (ponto 3) a 37,0 FTU (ponto 1) (Tabela 7).

3.3 Cor

BONETTO (1976) cita que no Alto Paraná, no período de 1967/69, tanto a altura hidrométrica como os incrementos absolutos e relativos do nível influíram positivamente nas variações de cor da água, enquanto que no Rio Paraguai Inferior (a montante da foz do Rio Vermelho)

a cor só se relacionou com a altura hidrométrica. Menciona ainda que no Rio Paraguai, a jusante da foz do Rio Vermelho, a cor apresentou comportamento semelhante ao da turbidez e flutuou entre 140 e 2.525 unidades APHA* com média de 911 unidades, estando esses valores, também, relacionados com o regime hidrológico do Rio Vermelho, pois elevam-se com as cheias e reduzem-se com a estiagem.

Quanto ao Rio Moji-Guaçu, observa-se que a cor da água variou sazonalmente e que, do mesmo modo que no Rio Paraguai, mantém estreita relação com as variações fluviométricas; assim, nos períodos de chuvas torrenciais (dezembro a janeiro), os valores da cor foram bastante elevados, como por exemplo, 1.050 mg/l Pt, registrado em 19-12-73 e 1.200 mg/l Pt, em 28-12-74.

A mediana mensal máxima observada nos meses de chuva (925 mg/l Pt em dezembro de 1974) foi aproximadamente cinco vezes superior à maior observada nos meses de estiagem (200 mg/l Pt em abril de 1974) (Tabela 4 e Figura 4). A

TABELA 8

Rio Moji-Guaçu — Valores de cor (mg/l Pt) — amplitudes e medianas calculadas por período de chuva e de estiagem.

Período	Amplitudes e Medianas	Pontos de Estudo				
		6	4	3	2	1
out./73	Mínimo	100	70	70	100	90
a	Máximo	950	950	1050	1000	1000
mar./74	Mediana	350	320	345	359	330
abr./74	Mínimo	100	110	105	100	90
a	Máximo	320	325	290	315	320
set./74	Mediana	160	150	135	160	150
out./74	Mínimo	210	210	230	240	230
a	Máximo	1100	1100	1000	1100	1200
mar./75	Mediana	490	500	430	500	500
abr./75	Mínimo	65	55	60	65	76
a	Máximo	210	350	150	190	170
set./75	Mediana	100	100	80	120	80

(*) unidades APHA = (mg/l Pt)

mediana no período de chuva de 1973/74 foi de 345 mg/l Pt e no de 1974/75, 490 mg/l Pt, enquanto que nos períodos de estiagem seus valores foram 150 mg/l Pt em 1974 e 100 mg/l Pt em 1975 (Tabela 10 e Figura 5).

Durante todo o período, os valores da cor oscilaram entre 55 mg/l Pt (julho de 1975) e 1.200 mg/l Pt (dezembro de 1974) (Tabela 8); entretanto, entre os pontos de estudo, os valores das medianas, para cada período, foram bastante próximos; a maior variação foi encontrada no período de chea de 1974/75, quando o menor valor da mediana foi 430 mg/l Pt no ponto 3, e o maior, 490 mg/l Pt no ponto 6 (Tabela 8).

3.4 *Transparência*

GODOY (1975) menciona para o Rio Moji-Guaçu, valores de transparência oscilando entre 5 cm e 10 cm no período de janeiro a março e de 80 cm a 100 cm no de julho a agosto.

Neste estudo, observou-se que a transparência da água variou sazonalmente sendo inversamente proporcional às alterações fluviométricas atingindo, nos períodos de cheia, valores inferiores aos dos períodos de estiagem. A mediana mensal mais baixa foi observada em janeiro de 1974 e dezembro de 1974, tendo sido igual a 10,0 cm e a mais alta, 70,0 cm em agosto de 1974 (Tabela 4 e Figura 4). Estes valores, bem como os extremos observados, 80,0 cm em outubro de 1973 e 7,0 cm em janeiro de 1974 (Tabela 9), são próximos aos citados por GODOY (1975).

Em ambos os períodos de chuva, as medianas relativas à transparência da água, 17,0 cm, foram muito inferiores às dos períodos de estiagem: 50,0 cm em 1974 e 55,0 cm em 1975 (Tabela 10 e Figura 5).

Ao longo do trecho considerado, não houve variações sensíveis da transparência da água, pois, entre os pontos de estudo, os valores das medianas oscilaram entre 15,0 cm e 20,0 cm nos períodos de chuva e entre 50,0 cm e 55,0 cm nos de estiagem (Tabela 9).

TABELA 9

Rio Moji-Guaçu — Valores de transparência ao disco de Secchi (cm) — amplitudes e medianas calculadas por período de chuva e de estiagem.

Período	Amplitudes e Medianas	Pontos de Estudo				
		6	4	3	2	1
out./73	Mínimo	10	7	7	10	10
a	Máximo	75	80	80	65	65
mar./74	Mediana	15	17	20	15	20
abr./74	Mínimo	27	26	30	27	27
a	Máximo	70	70	75	70	70
set./74	Mediana	50	50	55	50	50
out./74	Mínimo	10	10	10	10	10
a	Máximo	40	50	50	40	40
mar./75	Mediana	15	17	17	17	20
abr./75	Mínimo	25	30	30	20	30
a	Máximo	75	75	75	75	75
set./75	Mediana	55	50	55	55	55

TABELA 10

Rio Moji-Guaçu — Amplitudes e medianas calculadas através dos dados registrados em cada período de chuva e de estiagem

PERÍODO	Temperatura do Ar (°C)		Temperatura da Água (°C)		Turbidez (FTU)		Cor (mg/l Pt)		Transparência (cm)	
	Mediana	Amplitude	Mediana	Amplitude	Mediana	Amplitude	Mediana	Amplitude	Mediana	Amplitude
out./73-mar./74	28,0	25,5-34,0	25,0	23,0-27,0	42,5	3,7-92,5	345	70-1050	17	7-80
abr./74-set./74	25,0	17,0-32,0	20,2	16,0-26,0	17,5	8,2-42,0	150	90-325	50	26-75
out./74-mar./75	29,5	21,5-34,5	25,0	22,0-28,0	36,0	16,0-83,0	490	210-1200	17	10-50
abr./75-set./75	26,0	17,5-33,5	21,0	16,0-24,0	11,0	1,1-21,0	100	55-350	55	20-75

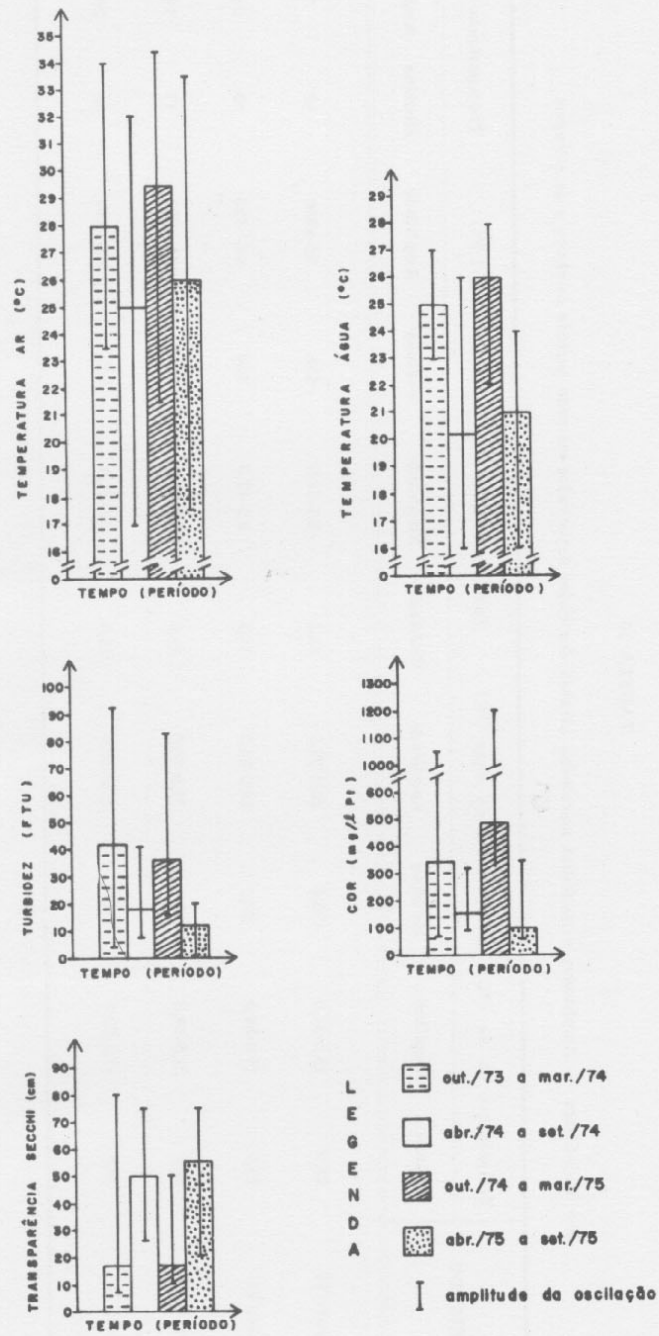


Fig. 5 — Rio Moji-Guaçu — Comparação das amplitudes dos valores registrados e das medianas obtidas durante cada período de chuva e de estiagem, para cada variável física estudada.

4. CONCLUSÕES

A temperatura da água varia sazonalmente acompanhando a do ar e não sofre consideráveis variações ao longo do trecho estudado.

A turbidez, a cor e a transparência sofrem sensíveis alterações sazonais. As

variações das duas primeiras são diretamente proporcionais às variações fluviométricas, enquanto que as da transparência são inversamente proporcionais. Os valores dessas características não sofrem consideráveis variações ao longo do trecho estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1960 *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 11. ed. New York. 626p.
- BONETTO, A. A. 1976 *Calidad de las aguas del Rio Paraná: Introducción a su estudio ecológico*. Buenos Aires, Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vias Navegables. 202p.
- GANDOLFI, N. 1968 *Bacia do Moji-Guaçu: morfologia da drenagem, sedimentologia e investigações físico-químicas*. São Carlos. (Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia).
- GODOY, M. P. de 1975 O Rio Mogi Guassu. In: ———. *Peixes do Brasil*; subordem Characoidaei, Bacia do Rio Mogi Guassu. Piracicaba, Franciscana, v. 1, cap. 1, p. 1-30.
- GOLTERMAN, H. L. 1969 *Methods for chemical analysis of fresh waters*. London, I.B.P. 172p.
- HYNES, H. B. N. 1970 *The ecology of running waters*. Liverpool, Liverpool University. 555p.
- REID, G. K. & WOOD, R. D. 1976 Environmental variables of natural waters. In: ———. *Ecology of inland waters and estuaries*. 2. ed. New York, Van Nostrand. part. 3, p. 129-257.
- SCHUBART, O. 1943 A pesca na Cachoeira de Emas do Rio Moji-Guaçu durante a piracema de 1942-43. *B. Industr. anim.*, São Paulo, 6(4): 93-116.
- . 1953 Über einen subtropischen Fluss Brasiliens, den Moji-Guassu insbesondere seine physikalischen Bedingungen wie Wasserstand, Temperatur und Sichttiefe. *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgart, 48(3):350-430.
- THORNTWAITE, C. W. 1943 Classification of climates geographical. *Review, New York*, 33:233-255.