

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO LIMNOLÓGICO DO LAGO PARANOÃ,
BRASÍLIA, DF, BRASIL

MATTOS, A.P.*; ALVES, V.R.E.*; CAVALCANTI, C.G.B.*; EVARISTO, S.M.S.* e COLARES, A.P.*

RESUMO

Situado na região do Planalto Central, em Brasília-DF, com uma área aproximada de 40 km², o Lago Paranoã foi formado artificialmente em 1959.

Com o objetivo de se caracterizar o comportamento deste ecossistema lacustre frente às variáveis físico-químicas e biológicas, procedeu-se a um estudo limnológico com dados referentes a um período de 6 anos (Jan/78 a Dez/83), amostrados em um perfil de 1 a 25 metros na região mais profunda do Lago Paranoã. Quanto ao comportamento térmico da coluna d'água, observou-se uma tendência à estabilidade nos períodos chuvosos (outubro a março), e isoterminia nos períodos de estiagem (abril a setembro). As concentrações da maioria dos parâmetros considerados respondem ao processo de estratificação térmica, através de um padrão definido de distribuição vertical. Logo, fatores como: oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio, pH, fitoplâncton, clorofila a e zooplâncton, apresentaram valores máximos em camadas superficiais, os quais decresciam em maiores profundidades. Com-

* Companhia de Água e Esgotos de Brasília

portamento inverso foi observado para as seguintes variáveis químicas: condutividade elétrica, alcalinidade, gás carbônico, ferro, amônia e nitrato. Durante a desestratificação, verificou-se uma homogeneização na concentração dos parâmetros em todas as profundidades. Através das variáveis analisadas, concluiu-se que o lago em questão pode ser classificado como monomítico quente, e encontra-se em um estado avançado de eutrofização, decorrente principalmente do aporte de nutrientes orgânicos.

ABSTRACT - CONTRIBUTION TO THE LIMNOLOGICAL STUDY OF PARANOÁ LAKE, BRASÍLIA, DF, BRAZIL

Lake Paranoá, located in the Central Plateau Region, near Brasília-DF, was artificially formed in 1959, and has a surface of approximately 40 km². The purpose of this study was to identify the lake ecosystem's behavior in relation to physicochemical and biological variables, using data collected from January 1978 through December 1983 on a vertical profile from 1 to 25 m in the deepest part of the lake. Water column temperatures showed a tendency towards stratification during the rainy season (October to March) and isothermy in the dry season (April to September). Most parameters studied showed a well defined vertical distribution, associated with the thermal stratification. Dissolved oxygen, chemical oxygen demand, pH, phytoplankton, chlorophyll a and zooplankton, were highest in surface layers and decreased with depth. The reverse trend was seen for conductivity, alkalinity, carbon dioxide, iron, ammonia and nitrate. In the dry season, however, each variable changed little with depth due to circulation of the water column. We concluded that Lake Paranoá is "warm monomitic", and is highly eutrophic, due mainly to high organic nutrient input.

INTRODUÇÃO

Construído artificialmente em 1959, com objetivo de melhoria do microclima, paisagismo, recreação e geração de energia, o Lago Paranoã, localiza-se a leste de Brasília, Distrito Federal, entre os paralelos $15^{\circ}48'S$ e $47^{\circ}47'W$, a uma altitude de 1000 metros (CAESB/CNEC, 1978). A sua área é de aproximadamente 40 km^2 , e possui um volume de acumulação da ordem de $560 \times 10^6 \text{ m}^3$. A profundidade máxima é de cerca de 38,0 m, e a média, de 14,3 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical chuvoso. A altura média anual de chuva no período estudado foi de 1657,8 mm, sendo que 87,1% da precipitação média anual ocorre nos meses de outubro a março, e a precipitação restante, no período de estiagem, ou seja, de abril a setembro. Quanto ao solo, de um modo geral, é constituído por formações recentes, constituídas por sedimentos argilosos e arenosos com várias superfícies de erosão (CAESB/CNEC, 1978).

Os cursos d'água que formam o sistema hidrográfico são o Rio Paranoã e seus afluentes principais: ao Norte, o Córrego do Bananal e o Ribeirão do Torto; ao Sul, o Ribeirão do Gama e o Riacho Fundo (Fig. 1).

Desde a época do seu enchimento este reservatório vem recebendo esgotos brutos e tratados, provenientes das duas Estações de Tratamento Norte e Sul, assim como adubos e detritos de toda natureza, que são continuamente carregados por seus tributários e pelas águas pluviais. O aporte contínuo de nutrientes a este ecossistema lacustre, vem provocando rápidas mudanças nas suas características físicas, químicas e biológicas, principalmente nas áreas que recebem efluentes, resultando em um avançado estado de eutrofização.

Dentre os aspectos críticos ligados à poluição do Lago Paranoã, pode-se citar a permanente biomassa elevada, de corrente das algas verdes-azuis *Anabaenopsis raciborskii*, as altas concentrações de nutrientes (principalmente fósforo e

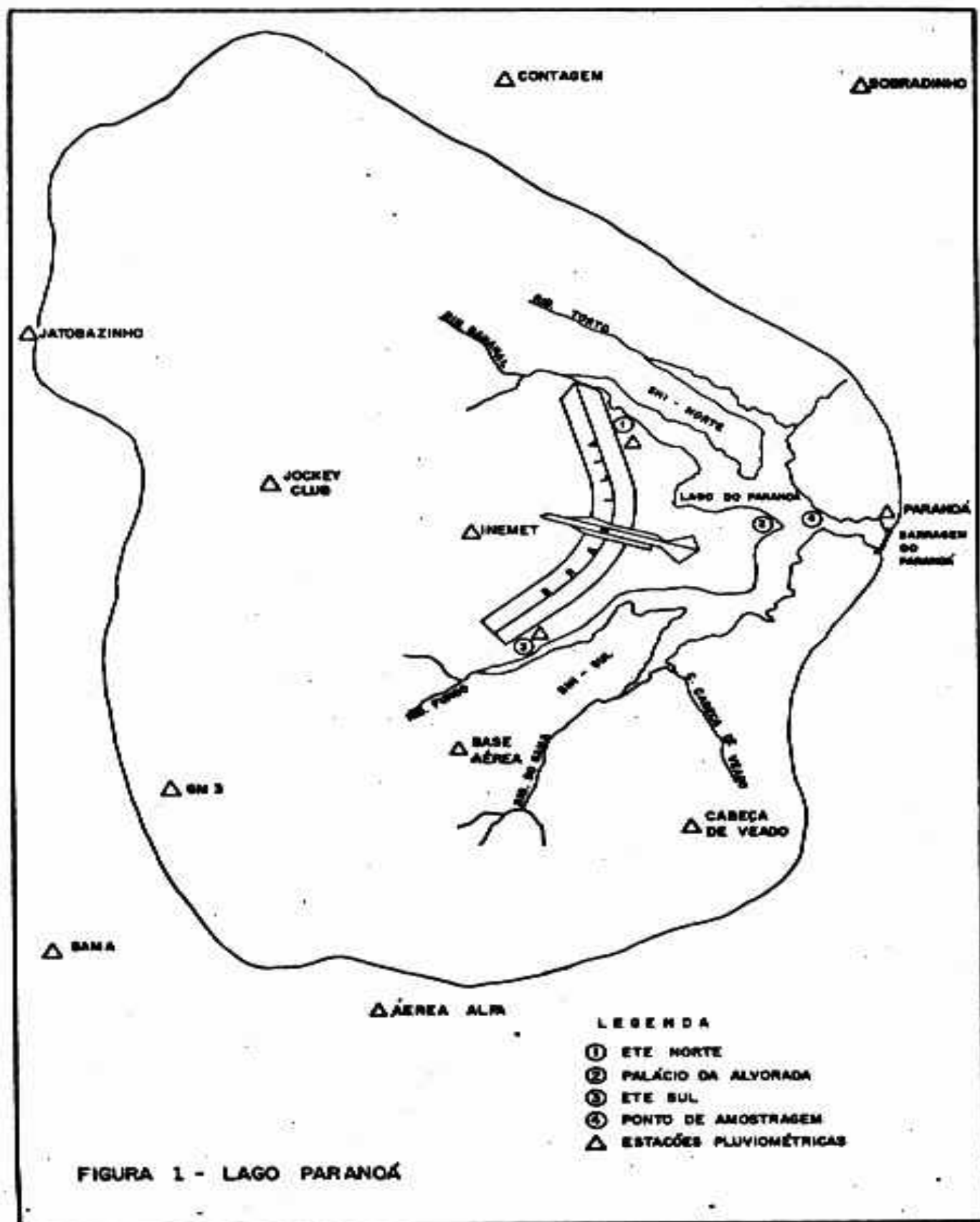


Figura 1 - Lago Paranoá

nitrogênio), a ocorrência de plantas aquáticas *Eichhornia crassipes*, e eventuais florações de *Microcystis aeruginosa*, as quais são controladas através da aplicação do algicida sulfato de cobre.

O monitoramento limnológico deste ecossistema vem sendo desenvolvido desde 1976 pelo Grupo de Estudos de Poluição (CAESB), com o intuito de se deflagrar os processos que interferem nos mecanismos de funcionamento ecológico do lago em estudo, visando contribuir no Programa de Recuperação do mesmo.

Este trabalho preliminar, foi executado objetivando-se a elucidação das relações existentes entre diversos parâmetros ambientais básicos, as quais servirão de suporte para um melhor esclarecimento das características limnológicas deste ecossistema lacustre.

MATERIAL E MÉTODOS

A estação de coleta localiza-se na região central do Lago Paranoá, em frente ao Palácio da Alvorada (Fig. 1), distando aproximadamente 500 metros das margens. Por este ponto situar-se na área mais profunda do lago, é executado mensalmente, no período matutino, um perfil com amostras retiradas a 1, 3, 5, 10, 15, 20 e 25 metros, para posterior análise no laboratório. Tem-se, ainda, que considerar o fato deste ponto não sofrer influência direta das Estações de Tratamento de Esgotos e dos tributários, por estar localizado afastado dos mesmos.

Os dados utilizados no presente trabalho pertencem a um período de seis anos (janeiro 1978 a dezembro 1983). Para os diversos parâmetros em estudo, agrupou-se os valores de todos os meses de janeiro (e dos outros meses, respectivamente), obtendo-se assim, para cada variável, um único valor mensal a cada profundidade.

Os diversos parâmetros foram obtidos através da metodologia citada a seguir: para temperaturas da água utilizou-

-se um termômetro acoplado à garrafa de Ruttner. O pH foi obtido através do pHmetro digital B-222 da Micronal, enquanto que a condutividade elétrica da água foi medida através do Konduktometer E-527 da Metrohm Herisau. Para a determinação do oxigênio dissolvido empregou-se o método de Winkler modificado por ALSTERBERG (1925). O dióxido de carbono foi obtido a partir do diagrama de SHOWING (in HILLS, 1964) que relaciona pH com alcalinidade total. Para a alcalinidade total usou-se o método proposto por GOLTERMAN et al, 1978. O fósforo total teve suas concentrações determinadas através do método de MURPHY e RILEY, modificado por STEPHENS (1963). Empregou-se para o nitrogênio amoniacal a nesslerização direta (APHA, 1980). O nitrato foi determinado pelo ácido fenoldissulfônico (APHA, 1960). Para a obtenção do teor de ferro, utilizou-se o método da ortofenantrolina (APHA, 1980). O método do permanganato de potássio foi utilizado para estimar as concentrações de matéria orgânica contida nas amostras (CETESB, 1978).

Para análise de clorofila a por unidade de volume da amostra, utilizou-se o método espectrofotométrico proposto por LORENZEN (1967). A técnica para a contagem de organismos fito e zooplânctônicos baseou-se no uso de câmaras de sedimentação associadas ao microscópio invertido proposta por UTERMÖHL (1958).

As médias mensais de pluviosidade foram cedidas pela Divisão de Estudos Básicos (CAESB). Para evidenciar as relações existentes entre os diversos parâmetros biológicos e físico-químicos, utilizou-se a matriz de Correlação de Pearson método estatístico contido no "Statistical Package for Social Science" - SPSS (NIE et al, 1975). Os dados foram processados no Centro de Computação da Universidade de Brasília.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região do Planalto Central, na qual localiza-se o

lago em questão, apresentou no decorrer do período analisado um regime climático em que pode-se destacar duas estações distintas: chuvosa, de outubro a março, com temperatura de ar mais elevada, e seca, de abril a setembro, com temperaturas menores (Fig. 2).

Estes fatores climatológicos influenciaram o comportamento de toda a coluna d'água, promovendo uma homogeneidade desta durante a seca e a formação de uma estratificação térmica no período chuvoso, na qual foram observadas, sem muita distinção, três camadas: epilímnio (0 a 5 metros), metalímnio (5 a 20 metros) e hipolímnio (20 a 25 metros). Como decorrência destes processos podemos enquadrar o lago no ponto de amostragem estudado, como monomítico quente, isto é, com uma circulação anual (Figs. de 3 a 8).

Apesar das variações térmicas (diferença entre o epilímnio e o hipolímnio) terem sido, de no máximo $4,1^{\circ}\text{C}$ em dezembro (Tab. 1), já foram suficientes para estabelecer uma diferença significativa na densidade da água. É importante salientar que estes padrões de estratificação térmica estabelecem os tipos de distribuição vertical de outros fatores físicos e químicos em um lago, com conseqüências biológicas relevantes.

Através da análise dos gráficos (Figs. de 3 a 8), verificou-se que no período de estabilidade as variáveis biológicas (fitoplâncton, zooplâncton e clorofila a), e parte das físico-químicas (temperatura d'água, oxigênio dissolvido, DQO e pH) apresentaram valores máximos no epilímnio, que decresceram com o aumento da profundidade, chegando a concentrações próximas de zero no hipolímnio (oxigênio dissolvido, fitoplâncton, zooplâncton e clorofila a). Os parâmetros químicos, condutividade, alcalinidade, CO_2 -livre, ferro, amônia e nitrato, apresentaram durante o mesmo período, uma distribuição vertical inversa, ou seja, valores máximos no hipolímnio os quais diminuíram nas camadas superiores. Quanto ao fósforo total durante este período (estratificação) demonstrou possuir no perfil considerado uma relação

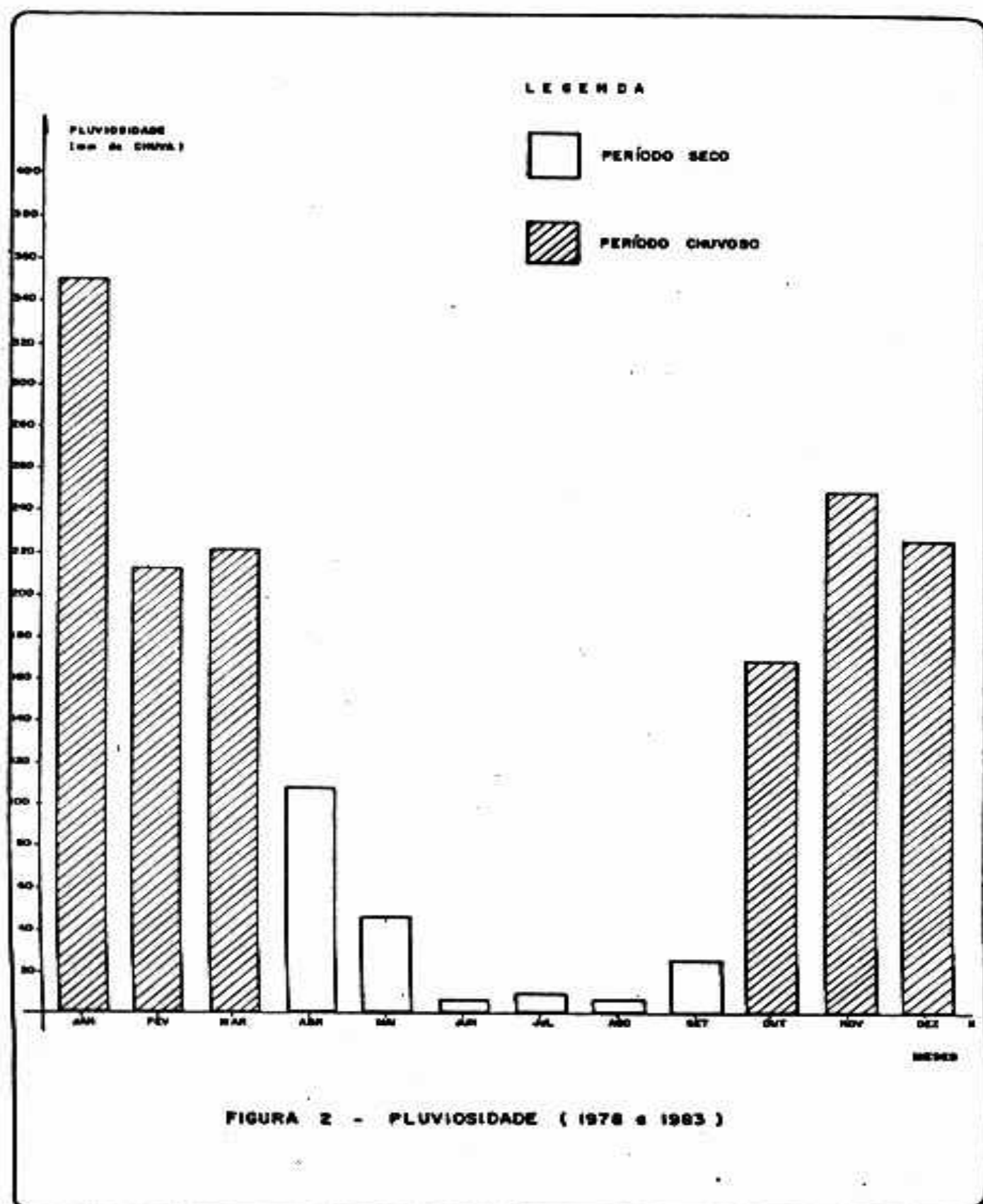


Figura 2 - Pluviosidade (1978 a 1983)

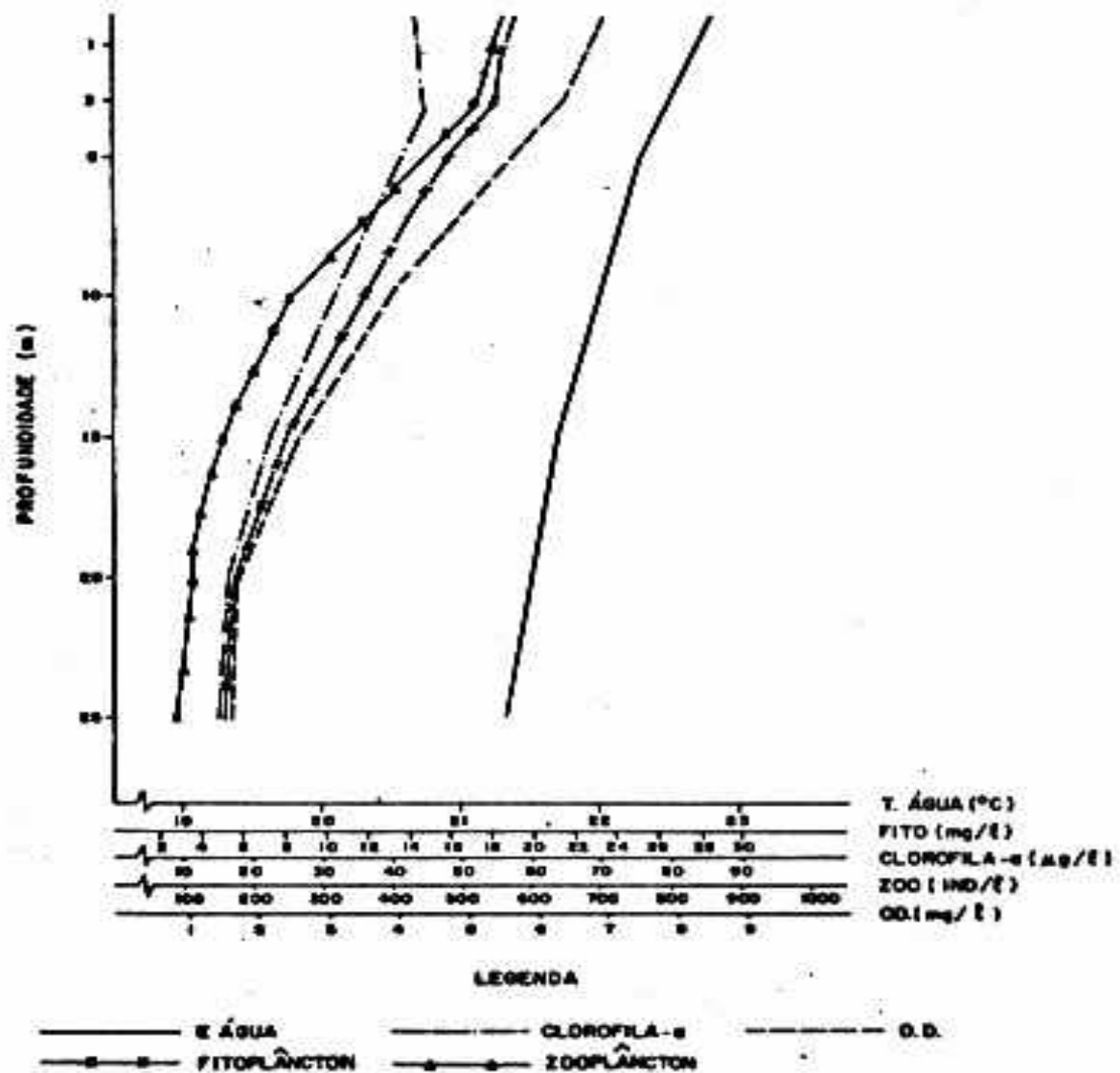


Figura 3 - Representação gráfica de desestratificação física, química e biológica (estação seca) Abril a Setembro.

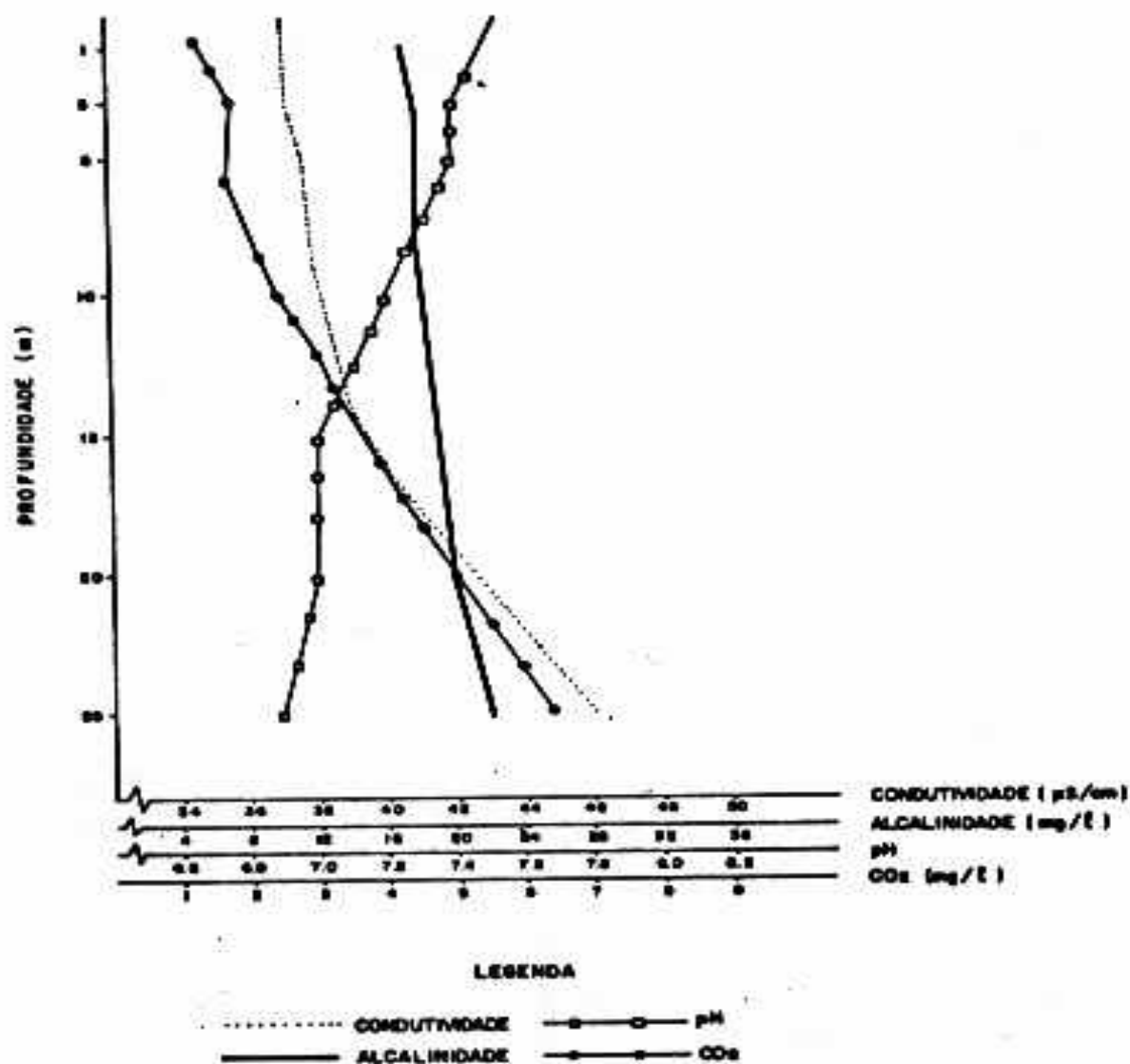


Figura 4 - Representação gráfica de desestratificação física, química e biológica (estação seca) Abril a Setembro.

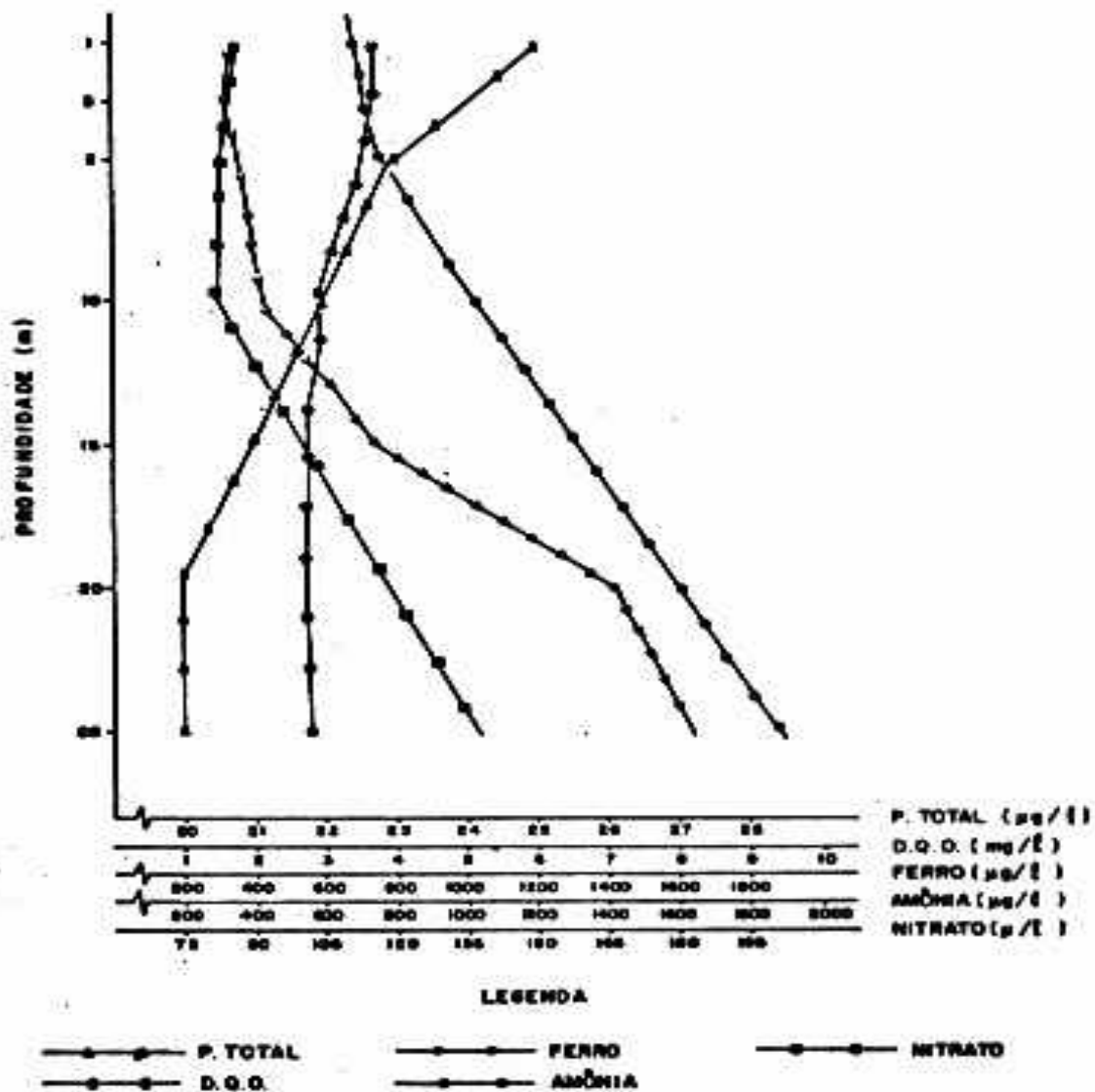


Figura 5 - Representação gráfica de desestratificação física, química e biológica (estação seca) Abril a Setembro.

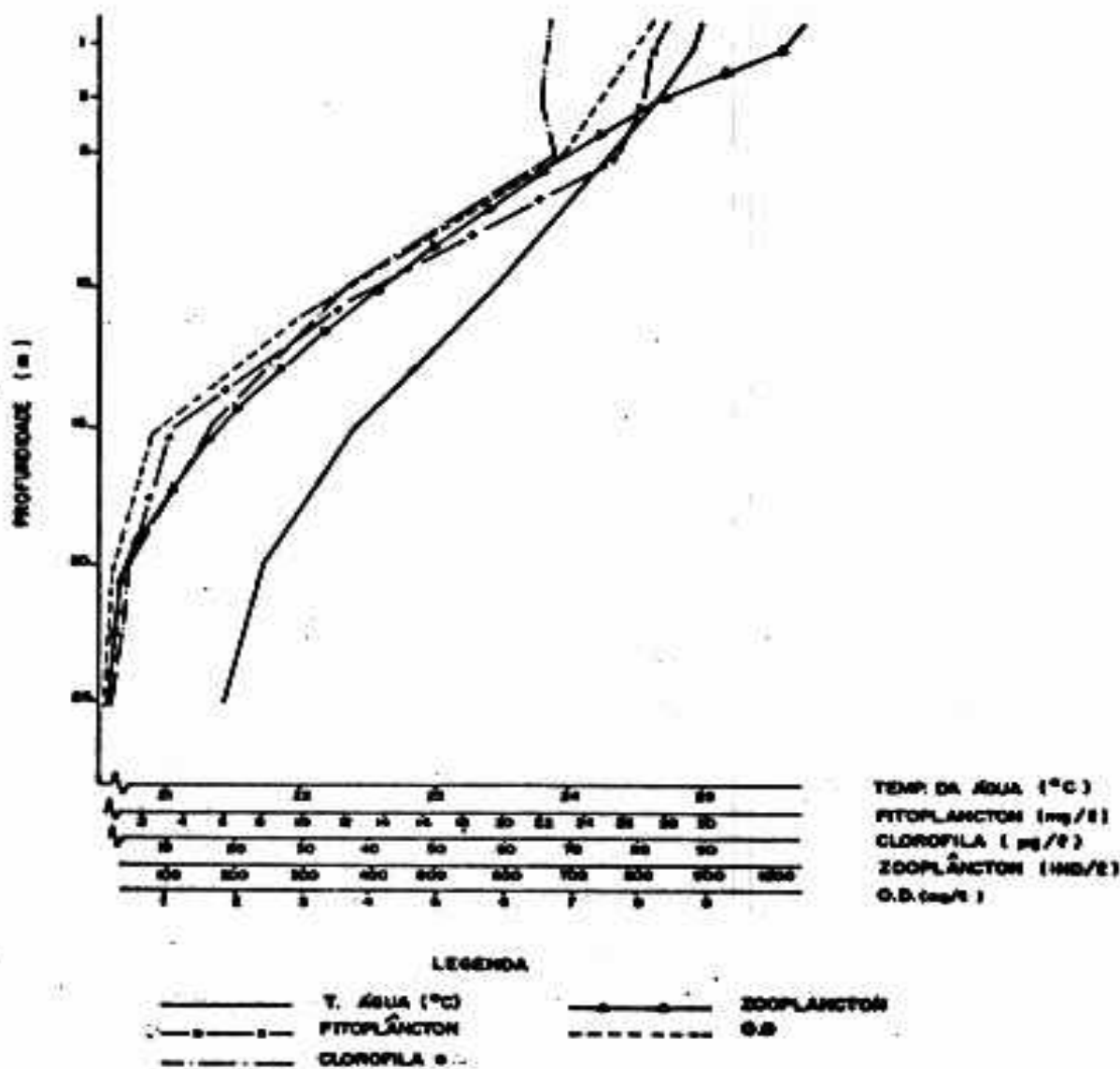


Figura 6 - Representação gráfica de desestratificação física, química e biológica (estação chuvosa) Outubro a Março.

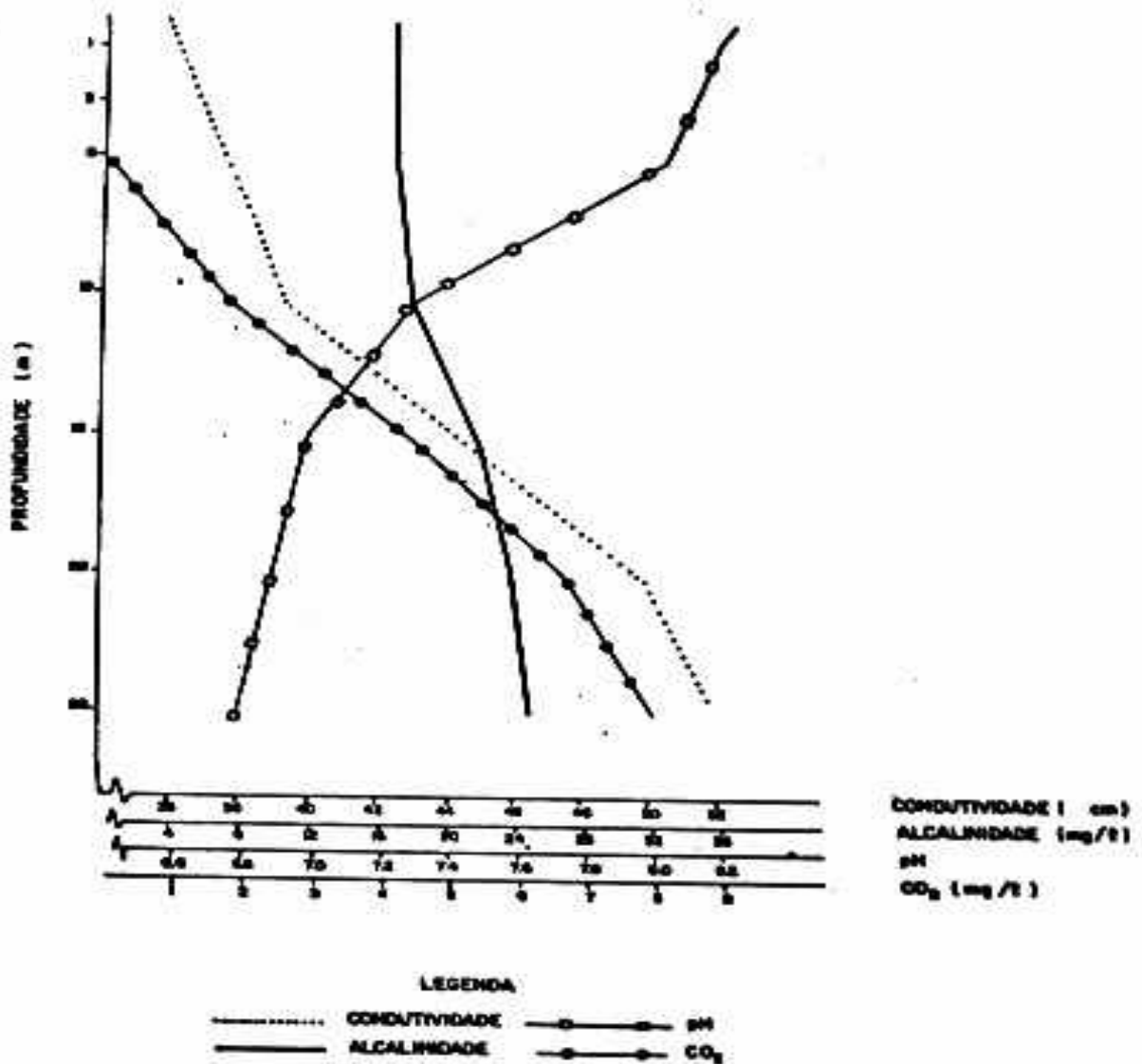


Figura 7 - Representação gráfica de desestratificação física, química e biológica (estação chuvosa) Outubro a Março.

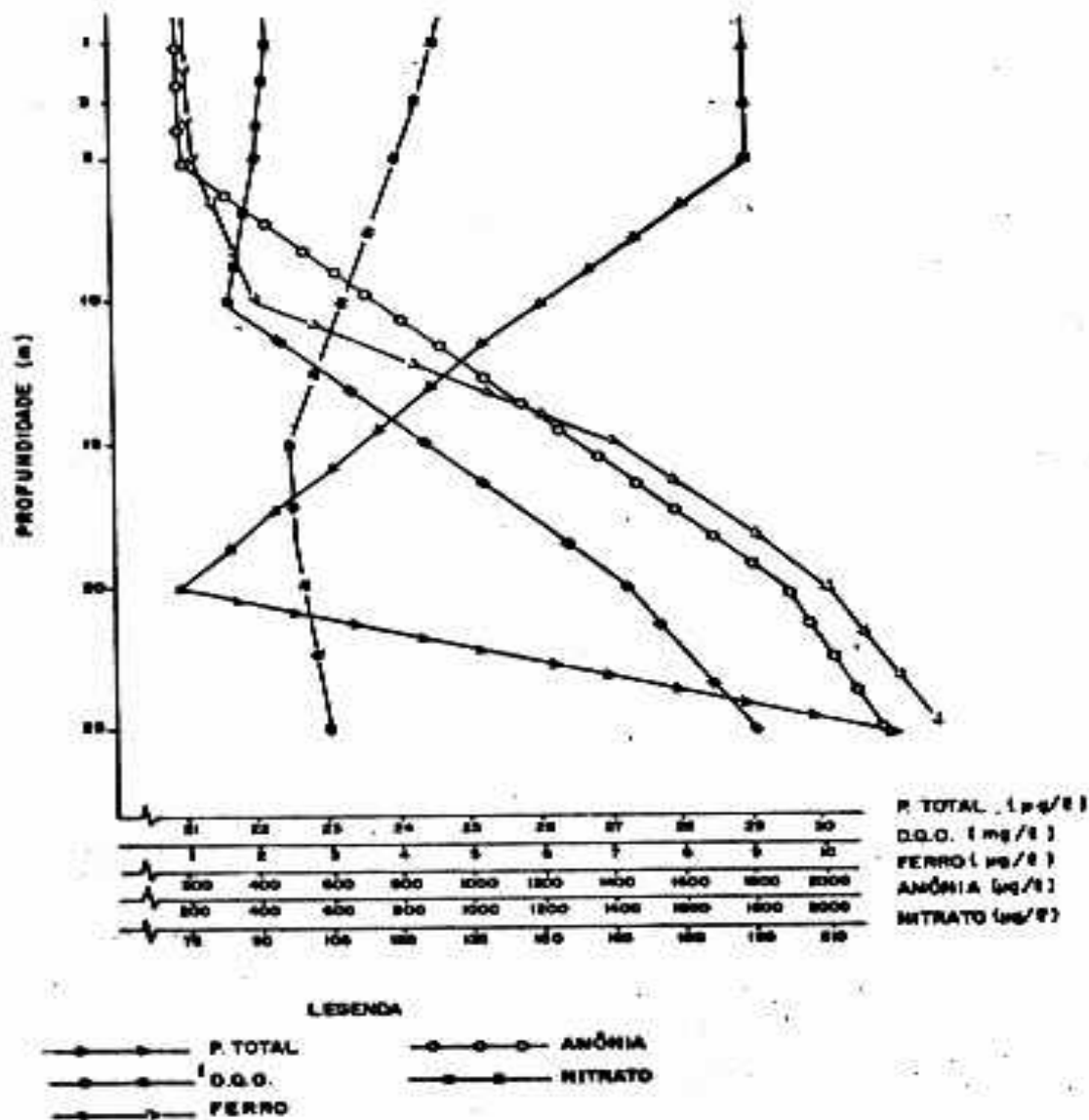


Figura 8 - Representação gráfica de desestratificação física, química e biológica (estação chuvosa) Outubro a Março.

Tabela 1 - Temperatura da água - Média de 1978 a 1983.

	1 m	3 m	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m
JANEIRO	24,6	24,6	24,5	25,2	23,6	22,7	21,9
FEVEREIRO	24,8	24,9	24,6	23,8	23,6	22,6	21,9
MARÇO	25,4	25,4	25,0	23,9	22,6	22,0	21,8
ABRIL	24,3	24,1	24,0	23,6	23,2	22,5	22,2
MAIO	24,0	23,8	23,4	23,3	23,1	23,0	22,6
JUNHO	21,9	21,9	21,8	21,7	21,7	21,6	21,6
JULHO	21,8	21,7	21,4	21,3	21,1	21,1	21,0
AGOSTO	21,6	21,3	21,1	20,4	20,2	20,1	20,0
SETEMBRO	22,6	22,5	22,1	21,4	20,8	20,5	20,5
OUTUBRO	23,9	23,7	23,6	22,7	21,9	21,2	21,1
NOVEMBRO	24,5	24,2	24,2	22,6	21,1	20,7	20,6
DEZEMBRO	24,5	24,8	24,3	23,1	22,0	21,2	21,1

inversa com a profundidade, exceto a aproximadamente 25 m onde este mostrou concentrações elevadas (Tab. 2). Na estação seca, quando se estabeleceu a circulação da coluna d'água processou-se uma homogeneização vertical, sendo esta mais intensa nos meses de junho e julho (Figs. 9 a 11), havendo uma tendência à aproximação das concentrações de cada parâmetro nas diversas profundidades (Tab. 2).

Tabela 2 - Média dos valores encontrados para o epilânio (0 a 5 m) e hipolânio (20 a 25 m), durante o período chuvoso (outubro a março) e seco (apenas os meses de junho e julho).

PARÂMETROS	PROFUNDIDADE	PERÍODO CHUVOSO		PERÍODO DE ESTIAGEM	
		0 a 5 m	20 a 25 m	0 a 5 m	20 a 25 m
Fitoplâncton (mg/ℓ)		26,8	0,9	15,0	9,3
Clorofila <u>a</u> (µg/ℓ)		65	3	30,6	28,0
Zooplâncton (Ind/ℓ)		837	19	324	157
T. Água (°C)		24,6	21,6	21,8	21,3
Oxig. Dissolvido (mg/ℓ)		7,4	0,1	5,4	2,7
DQO (mg/ℓ)		4,4	3,0	3,2	2,8
pH		8,1	6,9	7,1	6,8
P-Total (µg/ℓ)		29	26	20	19
Condutividade (µS/cm)		37	51	37	38
Alcalinidade (mg/ℓ)		17	25	18	18
CO ₂ -livre (mg/ℓ)		1	7,5	2,8	6,1
Ferro		242	2088	380	365
Amônia (µg/ℓ)		202	2032	1020	1530
Nitrato (µg/ℓ)		93	182	73	82

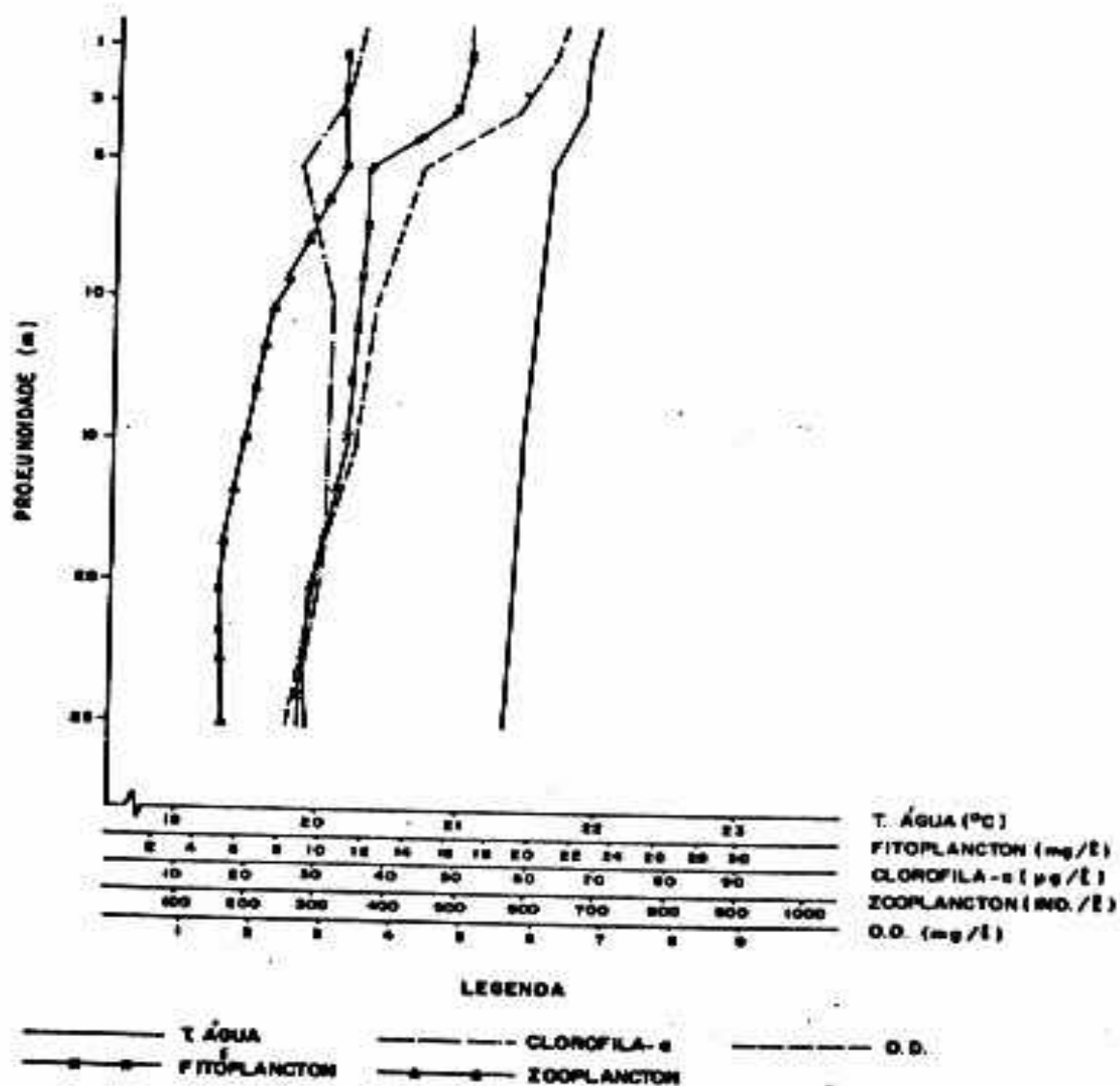


Figura 9 - Representação gráfica de desestratificação física, química e biológica, durante os meses de Junho e Julho.

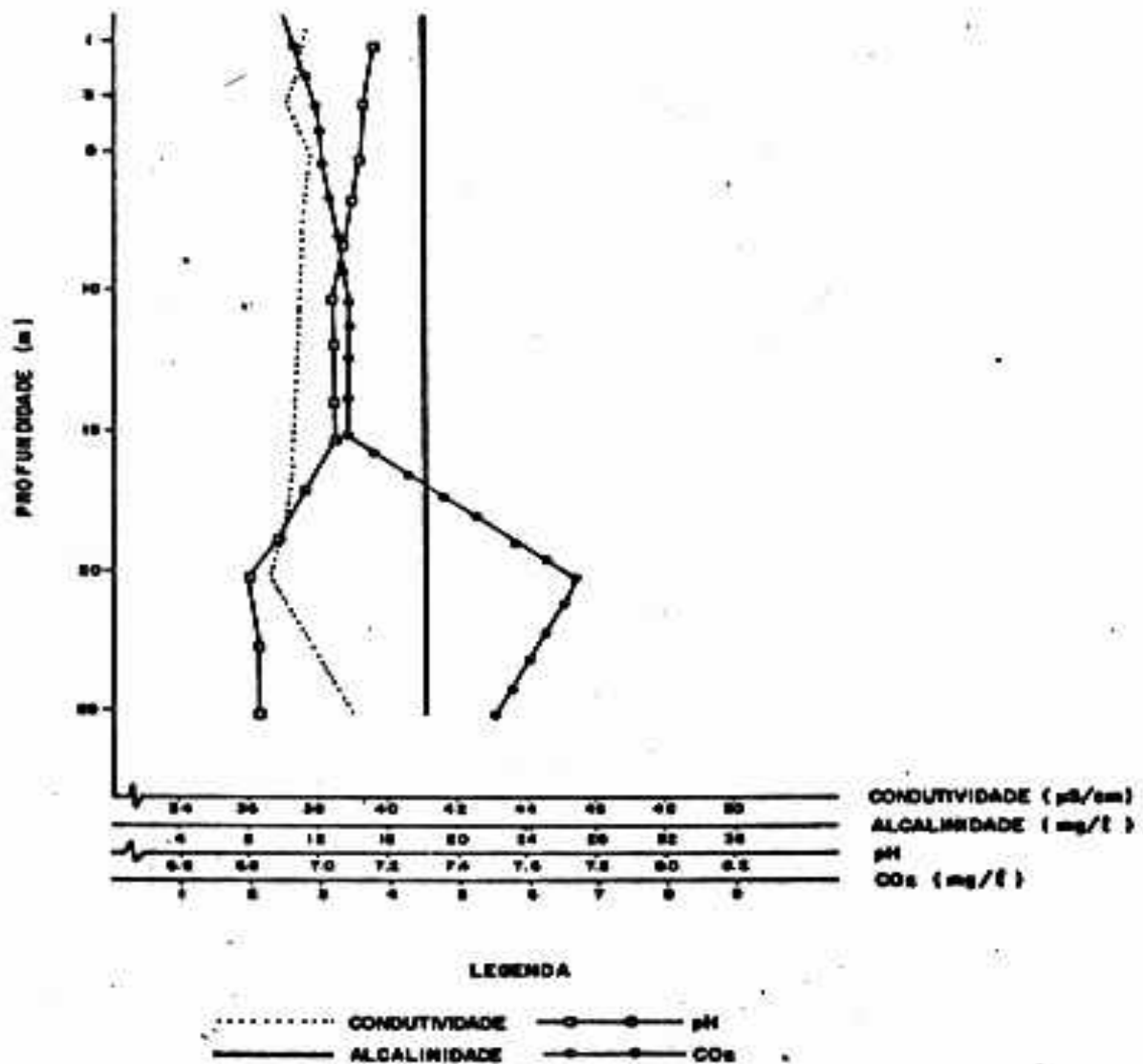


Figura 10 - Representação gráfica de desestratificação física, química e biológica, durante os meses de Junho e Julho.

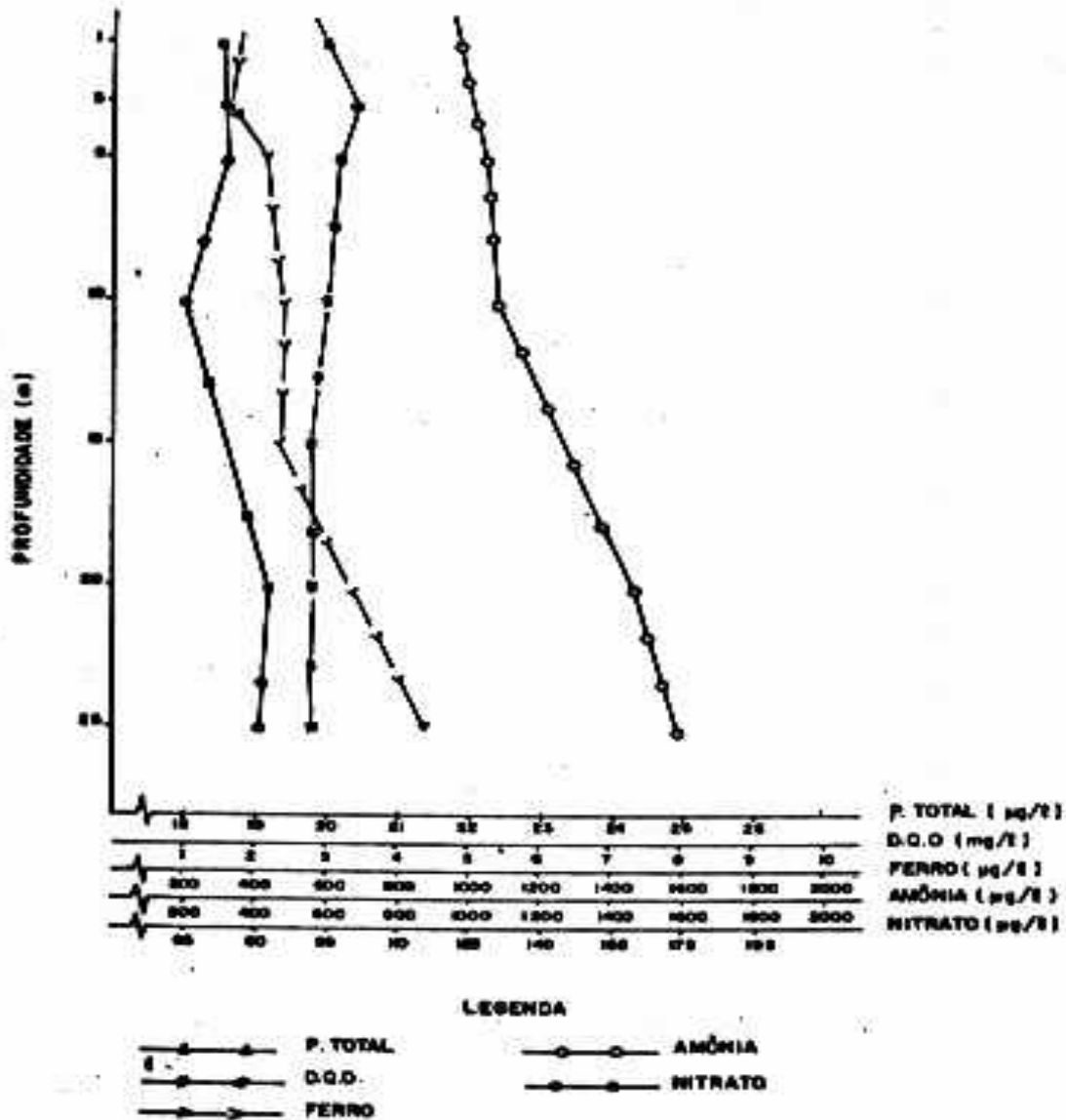


Figura 11 - Representação gráfica de desestratificação física, química e biológica, durante os meses de Junho e Julho.

Os resultados obtidos demonstraram que o lago Paranoã possui características de um ecossistema lacustre em estado avançado de eutrofização. Assim, os organismos fitoplanctônicos dominantes na estação de coleta pertencem quase que exclusivamente a uma única espécie de alga azul filamentosa *Anabaenopsis raciborskii* (GRONBERG, 1977). Aliada a esta monocultura, temos ainda a elevada produtividade primária como demonstra o valor obtido para clorofila a em termos de média da coluna d'água ($33,8 \mu\text{g}/\ell$). Outros fatores de igual importância como os nutrientes amônia e nitrato também demonstraram, no decorrer do estudo, altas concentrações, $1123 \mu\text{g}/\ell$ e $115 \mu\text{g}/\ell$, respectivamente. Com relação a variável fósforo total obteve-se um valor médio para a coluna d'água de $24,6 \mu\text{g}/\ell$. Segundo a tabela proposta por VOLLENWEIDER (1983), para caracterizar as várias categorias tróficas, o lago em estudo se enquadraria como eutrófico em relação a sua produtividade, porém, no que diz respeito ao fósforo, este ecossistema aquático poderia ser classificado como mesotrófico tendendo a eutrófico. Este fato vem a fortalecer os resultados obtidos por LINDMARK (1977), que demonstrou, através de bioensaio, que este nutriente seria o principal fator limitante ao crescimento algal no Lago Paranoã. Quanto a condutividade elétrica da água foram encontrados baixos valores (média da coluna d'água $41 \mu\text{S}/\text{cm}$) se comparados a outros lagos tropicais (TUNDISI, 1981), que provavelmente podem ser explicados pela pobreza em nutrientes dos solos da região.

Para evidenciar as relações entre os parâmetros biológicos, físico-químicos e climatológicos, empregou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson. Neste tratamento estatístico, considerou-se apenas as correlações significantes ao nível de $p < 0,05$. A discussão que se segue restringiu-se às correlações $> 0,5$, onde a significância foi sempre igual a $0,001$. Os resultados obtidos encontram-se na Tab. 3, em forma de 1/2 matriz. Como pode ser constatado, é grande o número de interações significativas, induzindo-nos a con

Tabela 3 - Valores de coeficiente de correlação de Pearson entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos estudados.

PROF	FIT	TAG	OD	COND	pH	Fe	CO ₂	TAR	FREC	PTOT	AMON	NIT	ALC	DQO	ZOO
PROF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FIT	-0.8513	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TAG	-0.6105	0.6909	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OD	-0.8712	0.9389	0.5053	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COND	0.7155	-0.7513	-0.4860	-0.7139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	-0.7615	0.8705	0.6220	0.8468	-0.5163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe	0.7734	-0.7980	-0.3462	-0.8554	0.8346	-0.6570	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO ₂	0.8177	-0.8092	-0.4731	-0.8314	0.7207	-0.8390	0.8106	-	-	-	-	-	-	-	-
TAR	-0.0000	-0.0141	0.1821	-0.0106	0.3119	0.3747	0.1275	-0.1865	-	-	-	-	-	-	-
FREC	0.0000	0.1304	0.5130	-0.0680	0.1302	0.2350	0.2160	-0.0014	0.4557	-	-	-	-	-	-
PTOT	-0.2082	0.2728	0.3863	0.2470	0.0927	0.4282	-0.0380	-0.1652	0.5390	0.4069	-	-	-	-	-
AMON	0.8877	-0.9219	-0.6964	-0.8989	0.8267	-0.8247	0.8685	0.8458	-0.0942	-0.1107	-0.2558	-	-	-	-
NIT	0.5605	-0.5391	-0.1619	-0.5434	0.8068	-0.3780	0.7487	0.6905	0.1825	0.3098	0.1684	0.6270	-	-	-
ALC	0.7190	-0.7399	-0.3735	-0.7595	0.9204	-0.5661	0.8942	0.7897	0.2066	0.2447	0.1186	0.8140	0.8036	-	-
DQO	-0.6685	0.7231	0.6522	0.7184	-0.3174	0.7940	-0.4585	-0.5638	0.2845	0.1777	0.6521	-0.6658	-0.1197	-0.3443	-
ZOO	-0.6923	0.7057	0.5131	0.7309	-0.3709	0.7677	-0.5690	-0.6548	0.2692	0.1154	0.4114	-0.7200	-0.3659	-0.4581	0.8140

cluír que existe, neste ponto de amostragem do Lago Paranoá, uma íntima relação entre grande parte dos fatores que aí coexistem.

Logo, quando ocorreu alta biomassa houve um aumento do oxigênio dissolvido ($r^2 = 0,9389$) e um decréscimo na concentração do gás carbônico livre ($r^2 = -0,8092$). Este por sua vez, interferiu no pH da água, tornando-o alcalino quando em baixas concentrações, relação esta que foi confirmada pelo coeficiente obtido ($r^2 = -0,8390$). Ainda com relação ao fitoplâncton verificou-se uma relação inversa altamente significativa com a amônia ($r^2 = -0,9219$) decaindo quando comparada com o nitrato ($r^2 = -0,5391$), devido, a capacidade desta espécie de fixar, em parte, nitrogênio livre (LUND, 1960).

Embora o fósforo no perfil considerado não ter mostrado correlação muito significativa ($r^2 = 0,2728$) com o fitoplâncton pode-se aventar a hipótese de que este resultado foi desvirtuado devido ao acréscimo deste nutriente a 25 m de profundidade em consequência da ação do sedimento.

O zooplâncton, por sua vez, apresentou correlação positiva com o fito ($r^2 = 0,7057$), resultado que está relacionado com a não predação desta espécie (*Anabaenopsis raciborskii*) pela maioria dos gêneros de consumidores primários aí estabelecidos (COELHO, 1983), devido à sua impatabilidade, forma, textura gelatinosa e possivelmente a certas propriedades químicas (HUTCHINSON, 1973).

A alcalinidade e a condutividade mostraram estar intimamente correlacionadas ($r^2 = 0,9204$), sendo que a condutividade demonstrou uma relação inversa com o oxigênio dissolvido ($r^2 = -0,7139$) explicada pelo acúmulo de íons em altas profundidades decorrentes de condições redutoras aí presentes.

A atuação do oxigênio dissolvido nas reações de nitrificação foi comprovada através da correlação significativa com a amônia ($r^2 = -0,8989$). O mesmo não ocorreu na relação com o nitrato ($r^2 = -0,5434$) o que talvez possa ser jus

tificado pela alta concentração de amônia no meio e estabilidade dos nitratos.

Observou-se que há uma relação positiva entre o oxigênio dissolvido e a demanda química de oxigênio ($r^2 = 0,7184$) o que pode ser explicada pela supersaturação de oxigênio nas camadas superficiais em consequência da alta taxa fotossintética. Logo, além de ocorrer difusão do oxigênio para o ar atmosférico, parte deste gás estaria sendo utilizado para decompor uma fração de matéria orgânica ali existente. Altas correlações positivas foram também observadas entre DQO e as variáveis biológicas (zoo: $r^2 = 0,8140$ e fito: $r^2 = 0,7231$), o que provavelmente é explicado, pela alta taxa de produção de matéria orgânica por estes organismos, através da excreção do zooplâncton (SAIJO et al, 1982) e pela mortandade dos indivíduos.

Finalizando, vale ressaltar que o comportamento anteriormente descrito para este ponto de amostragem, não deve ser extrapolado para o restante do Lago Paranoá, visto que, o mesmo apresenta profundidade muito variável, e as principais entradas de nutrientes (estações de esgotos) ocorrem em braços praticamente isolados o que lhes conferem características de águas hipereutrofizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALSTERBERG, G. Methods for the determination of elementary oxygen dissolved in water in the presence of nitrite. Biochem. Z., 159: 36, 1925.
- CAESB/CNEC. Hidrologia do Distrito Federal. Brasília, DF, 1978. vol. 1/3. (Relatório final)
- CETESB. Normatização técnica: saneamento ambiental. NT. 07. In: Análises físico-químicas de águas. São Paulo, CETESB. 1978.

- CRONBERG, G. The Lago Paranoa restoration project phytoplankton ecology and taxonomy. Brasília, DF, CAESB, 1977. (Final Report)
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD; M.A.M. Methods for physical e chemical analysis of fresh waters. 2 ed. Oxford, IBP, 1978. 213p. (Handbook, 8)
- HILLS, M.S. Associales Consulting Engineers, New York City 1964.
- HUTCHINSON, E.G. Eutrophication the scientific background of a contemporary practical problem. Amer. Sci., 61: 269-78, 1973.
- LINDMARK, G. The Lago Paranoa restoration project bioassays field and laboratory experiments and phytoplankton productivity. Brasília, CAESB, 1977. (Final report)
- LORENZEN, C.J. Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotometric equations. Limnol. Oceanogr., 12: 343-6, 1967.
- LUND, J.W.G. The ecology of freshwater phytoplankton. Biol. R., Cambridge Phil. Soc., 40: 231-93, 1965.
- NIE, N.H.; HULL, C.H.; JENKINGS, J.G.; STEINBRENNER, K.; BENT, D.H. Statistical package for the social sciences. 2 ed. New York, Mc Graw Hill, 1975.
- COELHO, R.M.P. Efeitos do zooplâncton na composição qualitativa do fitoplâncton no Lago Paranoã. Brasília, UNB, 1983. 163p. Tese Mestrado
- SAIJO, Y.; MITAMURA, O.; TAKAHASHI, M. Nitrogen metabolism in freshwater lakes. In: JAPAN-BRAZIL SYMPOSIUM ON

- SCIENCE AND TECHNOLOGY, 3, Tokyo, 1982. Proceedings...
Tokyo, 1982. p. 253-6.
- STANDART methods for the examinations of water and waste-
water. 11 ed. Washington, APHA-AWWA-WPCF, 1960.
- STANDART methods for the examinations of water and waste-
water. 15 ed. Washington, APHA-AWWA-WPCF, 1980.
- STEPHENS, K. Determination of low phosphate concentrations
in lake and marine waters. Limnol. Oceanogr., 8: 361-2,
1963.
- TUNDISI, J.G. Typology of reservoirs in Southern Brazil.
Verh. Inter. Ver. Theor. Angew. Limnol., 21: 1031-9,
1981.
- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen phyto-
plankton methodik. Mitt. int. Ver. Limnol., 9: 1-38,
1958.
- VOLLENWEIDER, R.A. Eutrophication: lecture notes distributed
to participants of the 2nd technical meeting regional
project on eutrophication in tropical lakes. Canada Center
for Inland Waters. Ontario, Canada, 1983.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos aos técnicos do Laboratório da Divisão de Estudos Especiais, GEP (CAESB), pelo auxílio prestado nas análises físico-químicas.

ENDEREÇO DOS AUTORES

**MATTOS, A.P.; ALVES, V.R.E.; CAVALCANTI, C.G.B.; EVARISTO,
S.M.S. e COLARES, A.P.**

Companhia de Água e Esgotos de Brasília - CAESB

(Grupo de Estudos de Poluição, Divisão de Estudos Especiais)

70000 Brasília - DF