

INFORME PRELIMINAR SOBRE OS ESTUDOS PARA A OBTENÇÃO DE UM ÍNDICE PARA A AVALIAÇÃO SIMPLIFICADA DO ESTADO TRÓFICO DE RESERVATÓRIOS DE REGIÕES QUENTES TROPICAIS - Outubro de 1990

Fis. Alcibiades P. de Toledo Jr., Setor de Águas Interiores, CETESB

Resumo

Este informe descreve a fase preliminar de um estudo que está sendo realizado na CETESB, destinado ao desenvolvimento de um índice de eutrofização para reservatórios de clima tropical.

Nesta fase é verificada a aplicabilidade do Índice de Carlson (1974), na determinação do nível trófico de 12 reservatórios do Brasil, situados no Estado de São Paulo. O Índice sofreu ligeira alteração na sua forma original, com base em dados coletados no Reservatório de Barra Bonita em 1978, 1979 e 1980. Uma das conclusões obtidas preliminarmente, é que o nível trófico dos reservatórios em estudo pode ser estimado de forma simplificada e com razoável grau de precisão utilizando-se apenas as medidas da profundidade do disco de Secchi.

Reservatórios em estudo

Os doze reservatórios em estudo são os seguintes: Americana, Atibaína, Barra Bonita, Billings, Cachoeira, Itupararanga, Jaguari, Guarapiranga, Paiva Castro, Paraibuna, Ponte Nova e Taiacupeba. Localizam-se no Estado de São Paulo, e foram todos construídos pela mão do homem, sendo utilizados na sua maioria para múltiplas finalidades, que incluem abastecimento público, lazer, pesca, geração de energia elétrica e regularização de cheias. Apresentam grau variável de comprometimento de suas águas, destacando-se nesse aspecto o Reservatório Billings, como um dos mais poluídos do mundo, recebendo grande parte da carga poluidora da metrópole de São Paulo, que é superior a 300 toneladas de matéria orgânica por dia em termos de DBO. Com exceção desse último, todos os demais reservatórios fazem parte do Projeto Regional de Desenvolvimento de Metodologias Simplificadas para a Avaliação da Eutrofização em Lagos Quentes Tropicais que se realiza no DEPIS, e cujas etapas e resultados são publicados periodicamente por essa entidade (Salas, 1988).

As principais características dos reservatórios estão sintetizadas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Características gerais dos reservatórios em estudo

reservatório	latitude	longitude	altitude (m)	volume (km <sup>3</sup> )	area (km <sup>2</sup> )	profundidade		a. drenag. (km <sup>2</sup> )
						media (m)	max. (m)	
Americana	22 44' S	48 26' W	586.0	98.5	12.7	7.8	20.0	2760.0
Atibainha	23 11' S	46 24' W	800.0	259.4	28.9	12.5	30.0	328.5
Barra Bonita	22 33' S	48 34' W	450.0	2148.0	250.0	8.6	20.0	32690.0
Billings	23 47' S	46 40' W	747.0	1200.0	120.0	10.0	35.0	120.0
Cachoeira	23 03' S	46 19' W	705.0	75.7	7.1	10.7	27.0	388.5
Guarapiranga	23 43' S	46 32' W	740.0	114.8	23.6	4.9	15.0	631.2
Itupararanga	23 27' S	47 24' W	710.0	162.4	20.9	7.0	20.0	930.0
Jaguari	22 56' S	46 27' W	710.0	587.3	35.0	16.0	50.0	1244.0
Paiva Castro	23 20' S	46 40' W	745.0	22.3	4.1	5.4	25.0	319.5
Paraibuna	23 25' S	45 36' W	670.0	4440.0	160.0	26.4	100.0	4160.0
Ponte Nova	23 35' S	45 48' W	775.0	170.2	20.5	8.3	26.0	309.6
Taiacupeba	23 40' S	46 10' W	720.0	19.3	8.8	2.2	12.0	213.4

### O Índice de Carlson

O Índice de Carlson (op. cit.) consiste basicamente numa transformação linear da profundidade Secchi, e das concentrações de fósforo total e clorofila-a medidas na superfície das águas de um lago ou reservatório.

Na sua forma original esse índice é calculado através das seguintes expressões:

$$IET(S) = 10 \left( 6 - \frac{\ln S}{\ln 2} \right)$$

$$IET(P) = 10 \left( 6 - \frac{\ln (65/P)}{\ln 2} \right)$$

$$IET(CL) = 10 \left( 6 - \frac{2.04 - 0.681 \ln CL}{\ln 2} \right)$$

onde: IET ( ) = índice do estado trófico

S = profundidade Secchi em m

P = concentração de fósforo total em mg/m<sup>3</sup>

CL = concentração de clorofila-a em mg/m<sup>3</sup>.

O valor do índice é em geral tomado como a média dos valores dos três índices IET(S), IET(P) e IET(CL).

#### Alterações introduzidas

Com base nos dados de qualidade de água obtidos em extensos levantamentos levados a efeito nos anos de 1976, 1979 e 1980 no Reservatório de Barra Bonita, foi possível através de análise de regressão (CETESB, 1983), modificar as expressões originais do índice de Carlson. Julgou-se necessário introduzir tais modificações, pelo fato de que a aplicação dos três índices em sua forma original, levava em alguns casos a resultados inconsistentes entre si, e em desacordo com as condições tróficas observadas nos reservatórios em que eram aplicados.

As expressões modificadas assim obtidas são as seguintes:

$$IET(S) = 10 \left( 6 - \frac{0.64 + \ln S}{\ln 2} \right)$$

$$IET(P) = 10 \left( 6 - \frac{\ln ( 80.32/P )}{\ln 2} \right)$$

$$IET(Chl) = 10 \left( 6 - \frac{2.04 - 0.695 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

Foi também obtida a partir dos dados de ortofosfato solúvel (PO4-P), a seguinte expressão alternativa para o fósforo:

$$IET(PO4) = 10 \left( 6 - \frac{\ln ( 21.67/P )}{\ln 2} \right)$$

Na Tabela 2 a seguir são apresentados os valores do IET numa escala de 0 a 100 e os correspondentes valores dos três parâmetros que compõem o índice.

Tabela 2 . Índice do estado trófico e seus parâmetros

IET	P-total (mg/m3)	clorofila (mg/m3)	secchi (m)
0	1.3	0.05	33.8
10	2.5	0.13	16.9
20	5.0	0.35	8.45
30	10.0	0.94	4.22
40	20.1	2.6	2.11
44	26.5	3.82	1.60
50	40.2	6.9	1.06
60	80.3	18.8	0.53
70	160.6	51.0	0.26
80	321.2	138.4	0.13
90	642.3	375.1	0.07
100	1284.4	1017.0	0.03

## Critérios para a classificação do estado trófico

Para a classificação do estado trófico foi adotado seguinte critério:

Classificação do estado trófico segundo o índice de Carlson Modificado

estado trófico	critério	secchi - S (m)	p-total - P ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	clorofila-a - CL ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
ultra-oligotrófico	IET < 24	S > 6.4	P < 6.6	CL < 0.5
oligotrófico	24 < IET < 44	6.4 > S > 3.6	6.6 < P < 26.5	0.5 < CL < 3.8
mesotrófico	44 < IET < 64	3.6 > S > 0.8	26.5 < P < 53.0	3.8 < CL < 10.3
eutrófico	64 < IET < 74	0.8 > S > 0.2	53.0 < P < 211.9	10.3 < CL < 76.1
hipereutrófico	IET > 74	0.2 > S	211.9 < P	76.1 < CL

Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados em forma gráfica os valores dos índices para cada parâmetro e os intervalos de cada nível trófico.

### Resultados obtidos

#### (1) Classificação do estado trófico

A classificação do estado trófico dos 12 reservatórios é apresentada na Tabela 3.

Na Figura 4 é apresentada essa classificação em forma gráfica a partir do índice médio (IET(CL,P,S)).

Na Figura 5 são apresentados os resultados obtidos a partir de cada índice em separado (IET(CL), IET(P) e IRT(S)).

Na Figura 6 é apresentada uma comparação entre o estado trófico determinado pelo índice médio dos três parâmetros (IET(CL,P,S)), e o índice da profundidade Secchi (IET(S)).

Tabela 3. Classificação do estado trófico dos reservatórios em estudo

Res. de Americana			Res. do Atibainha		
IETs médios		ET	IETs médios		ET
IET(CL)	59.3	E	IET(CL)	37.7	O
IET(P)	58.2	E	IET(P)	39.5	O
IET(S)	59.8	M	IET(S)	40.1	O
IET(CL,P,S)	56.0	E	IET(CL,P,S)	39.1	O
Res. de Barra Bonita			Res. Billings		
IETs médios		ET	IETs médios		ET
IET(CL)	43.3	O	IET(CL)	61.0	E
IET(P)	54.0	M	IET(P)	85.7	HE
IET(S)	52.4	M	IET(S)	66.2	E
IET(CL,P,S)	49.9	M	IET(CL,P,S)	71.0	E
Res. do Cachoeira			Res. do Guarapiranga		
IETs médios		ET	IETs médios		ET
IET(CL)	40.9	O	IET(CL)	39.8	O
IET(P)	41.2	O	IET(P)	48.9	M
IET(S)	40.2	O	IET(S)	52.5	M
IET(CL,P,S)	40.8	O	IET(CL,P,S)	47.0	M

ET = estado trófico

UO = ultra-oligotrófico

O = oligotrófico

M = mesotrófico

E = eutrófico

HE = hipereutrófico

Tabela 3 (cont.)

Res. do Itupararanga			Res. do Jaguarí		
IETs médios		ET	IETs médios		ET
IET(CL)	35.4	O	IET(CL)	41.2	O
IET(P)	41.4	O	IET(P)	44.5	M
IET(S)	44.3	M	IET(S)	39.8	O
IET(CL,P,S)	40.3	O	IET(CL,P,S)	41.8	O
Res. de Paiva Castro			Res. do Paraíba		
IETs médios		ET	IETs médios		ET
IET(CL)	39.2	O	IET(CL)	19.2	UO
IET(P)	43.8	O	IET(P)	35.9	O
IET(S)	50.7	M	IET(S)	34.7	O
IET(CL,P,S)	44.6	M	IET(CL,P,S)	30.0	O
Res. de Ponte Nova			Res. do Taiacupeba		
IETs médios		ET	IETs médios		ET
IET(CL)	37.1	O	IET(CL)	43.7	O
IET(P)	40.3	O	IET(P)	44.1	M
IET(S)	39.1	O	IET(S)	47.9	M
IET(CL,P,S)	38.8	O	IET(CL,P,S)	45.2	M

ET = estado trófico

UO = ultra-oligotrófico

O = oligotrófico

M = mesotrófico

E = eutrófico

HE = hipereutrófico

O exame da tabela e dos gráficos mostra que existe uma razoável concordância entre os resultados obtidos com cada índice em separado, levando em geral à uma mesma classificação trófica.

No caso particular da profundidade Secchi, nota-se que a classificação obtida somente com o seu índice, IET(S), coincide praticamente em todos os reservatórios, com a classificação obtida com o índice completo, IET(CL,P,S), que engloba os três parâmetros (Figura 6).

Evidentemente, observam-se em alguns casos discrepâncias nos resultados, que podem ser atribuídas à ação das diferentes variáveis que intervêm no processo da eutrofização e que obviamente não são consideradas no índice.

As classificações obtidas com a aplicação do índice na sua forma modificada, podem ser consideradas coerentes com o nível de eutrofização que se observa nos reservatórios em estudo.

Deve-se mencionar ainda que a classificação obtida difere em alguns reservatórios, daquela indicada no relatório do CEPIS (Salas, 1988). Este fato se deve principalmente à inclusão, em certos casos, de dados de períodos diferentes daqueles utilizados nesse relatório.

## (2) Evolução do nível trófico

O Índice de Carlson pode também ser utilizado de forma conveniente para a estimativa da evolução temporal do nível trófico dos reservatórios.

Nas Figuras 7 a 18 é apresentada essa evolução para os doze reservatórios, com a utilização do índice médio das três variáveis: clorofila, fósforo total e profundidade Secchi. O exame das figuras permite avaliar como evoluíram ao longo do tempo as condições tróficas dos reservatórios, possibilitando visualizar em alguns casos certos comportamentos sazonais ou cíclicos. Infelizmente o conjunto de dados não é suficientemente longo e completo para caracterizar possíveis padrões e tendências.



Nas Figuras 19 a 30 são apresentadas as evoluções temporais a partir dos índices de cada parâmetro em separado. Tais figuras mostram que existe em muitos casos relativa semelhança na evolução temporal estimada pelos três índices, em cada reservatório, em particular entre os índices do fósforo e da profundidade Secchi. O índice da clorofila é o que em geral exhibe variações de maior amplitude.

A similaridade de comportamento entre os índices pode ser considerada de importância sobre dois aspectos. Em primeiro lugar por validar o índice como um todo, e em segundo lugar por permitir com razoável grau de certeza a utilização de apenas um desses índices, quando não se dispõe de informações sobre os demais.

Evidentemente, das três variáveis que compõem o índice, a de mais fácil e prática obtenção é a profundidade Secchi, pois o disco de Secchi pode ser considerado o dispositivo de menor custo e de mais rápida construção de que se dispõe em limnologia e oceanografia, além do que a sua utilização é também extremamente simples e rápida, não envolvendo qualquer tipo de análise laboratorial.

### (3) Correlação entre os índices

Os três índices foram construídos a partir de correlações entre as três variáveis que o compõem, e consequentemente estão correlacionados entre si.

Nas Figuras 31 e 32 são plotados os valores médios do índice relativo à profundidade Secchi em ordenada, contra os valores médios dos demais índices em abcissa. As retas correspondem a valores 1:1.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise de variância das correlações, mostrando que são significativas as correlações obtidas. Nota-se que ocorrem coeficientes de correlação relativamente altos nos dois casos.

Tabela 4. Análise de variância das correlações obtidas  
regressão de IET(S) contra IET(P)

-----  
análise de variância

fonte	soma de quadrados	Df	quadrado médio	razão F
modelo	654.66	1	654.66	40.16
erro	163.03	10	16.3	
total (corr.)	817.7	11		

coeficiente de correlação = 0.89  
erro padrão da estimativa = 4.03

regressão de IET(S) contra IET(CL)

-----  
análise de variância

fonte	soma de quadrados	Df	quadrado médio	razão F
modelo	488.5	1	488.51	14.84
erro	329.19	10	32.92	
total (corr.)	817.7	11		

coeficiente de correlação = 0.77  
erro padrão da estimativa = 5.73

(4) Utilização da profundidade Secchi na avaliação do estado trófico.

Os resultados obtidos nos itens anteriores, permitem concluir preliminarmente que o índice relativo à profundidade Secchi (IET(S)), poderia ser utilizado com relativa segurança para uma estimativa simplificada do estado trófico e da sua evolução, nos reservatórios em estudo.

Esta avaliação simplificada seria altamente vantajosa pelas razões já expostas nos itens anteriores, relativas ao disco de Secchi.

Evidentemente, um programa de acompanhamento da evolução do processo da eutrofização em reservatórios em que se utilizasse o índice relativo à profundidade Secchi, como aqui é proposto, deveria contar também com periódicos levantamentos dos demais parâmetros, para aferição dos resultados.

### Sugestões

Sugere-se aos demais pesquisadores a verificação da utilidade dos índices aqui propostos, aplicando-os aos seus reservatórios, objetivando melhor avaliar as potencialidades desses índices.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Carlson, R. E. 1974 " A Trophic Index for Lakes " Contribution No. 141. Lim. Res. Center, Univ. of Minnesota, Minneapolis.

CETESB 1983 " A Aplicação de Modelos Simplificados para a Avaliação do Processo de Eutrofização em Lagos e Reservatórios Tropicais " 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, Sta. Catarina 20 a 25 de novembro de 1983.

Salas, H. J. e P. Martino 1988 Memoria del IV Encuentro del Proyecto Regional " Desarrollo de Metodologias Simplificadas para la Evaluacion de Eutrofication en Lagos Calidos Tropicales, San Juan de Puerto Rico 7-11 Diciembre de 1987

# Índice de Carlson Modificado

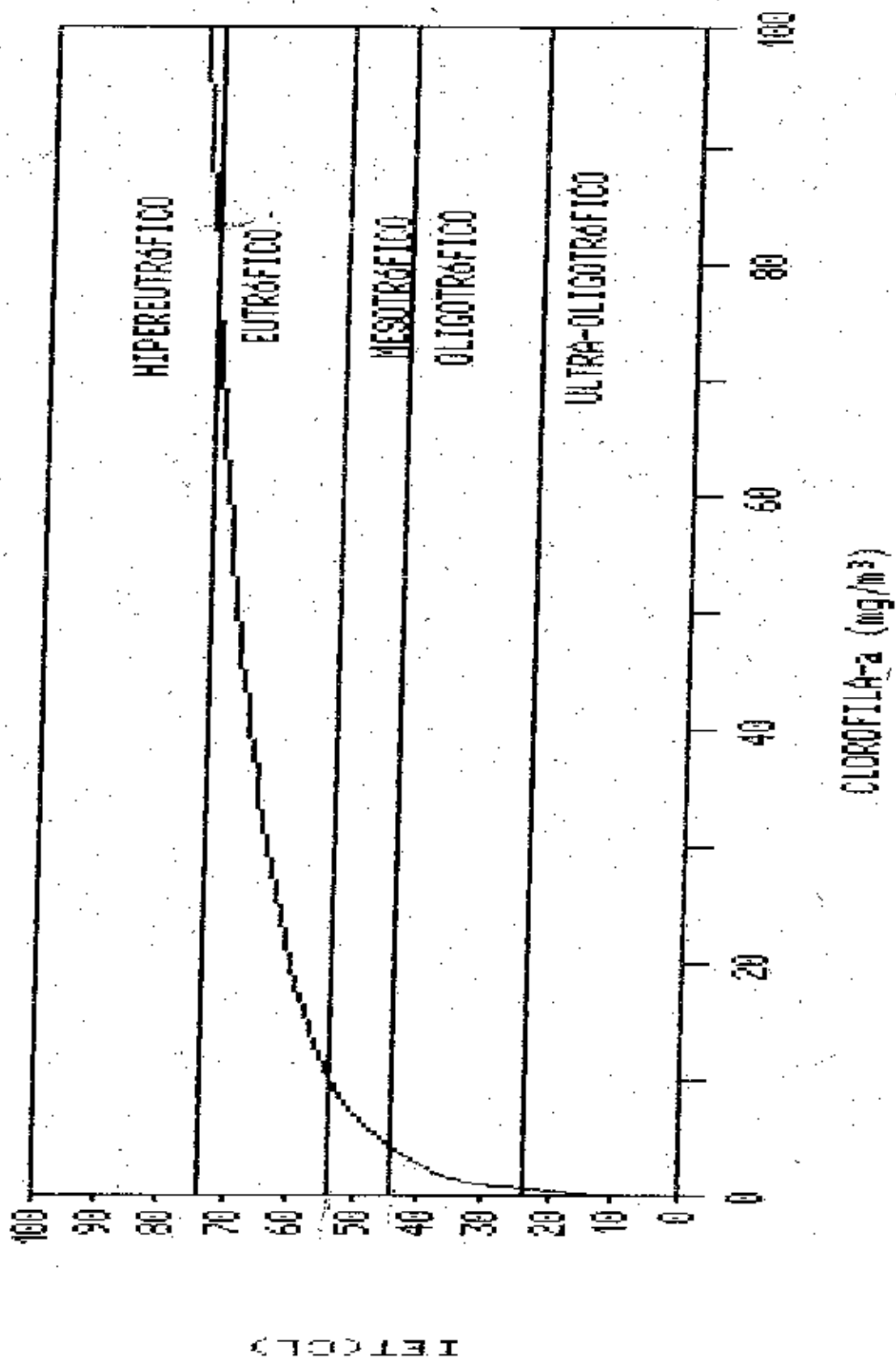


Figura 1. Índice do estado trófico para a clorofila-a

# Índice de Carlson Modificado

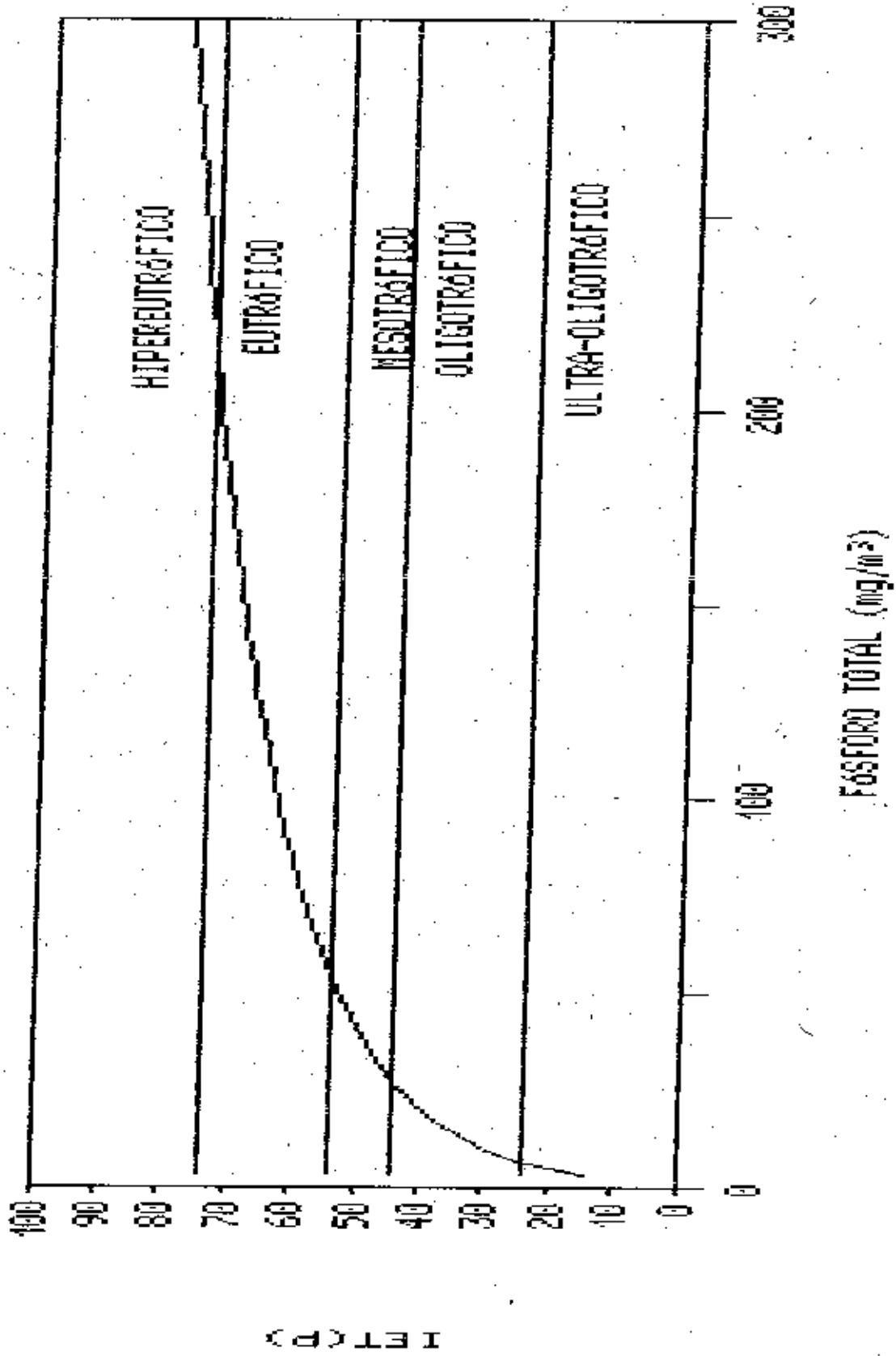


Figura 2. Índice do estado trófico para o fósforo total

# Índice de Carlson Modificado

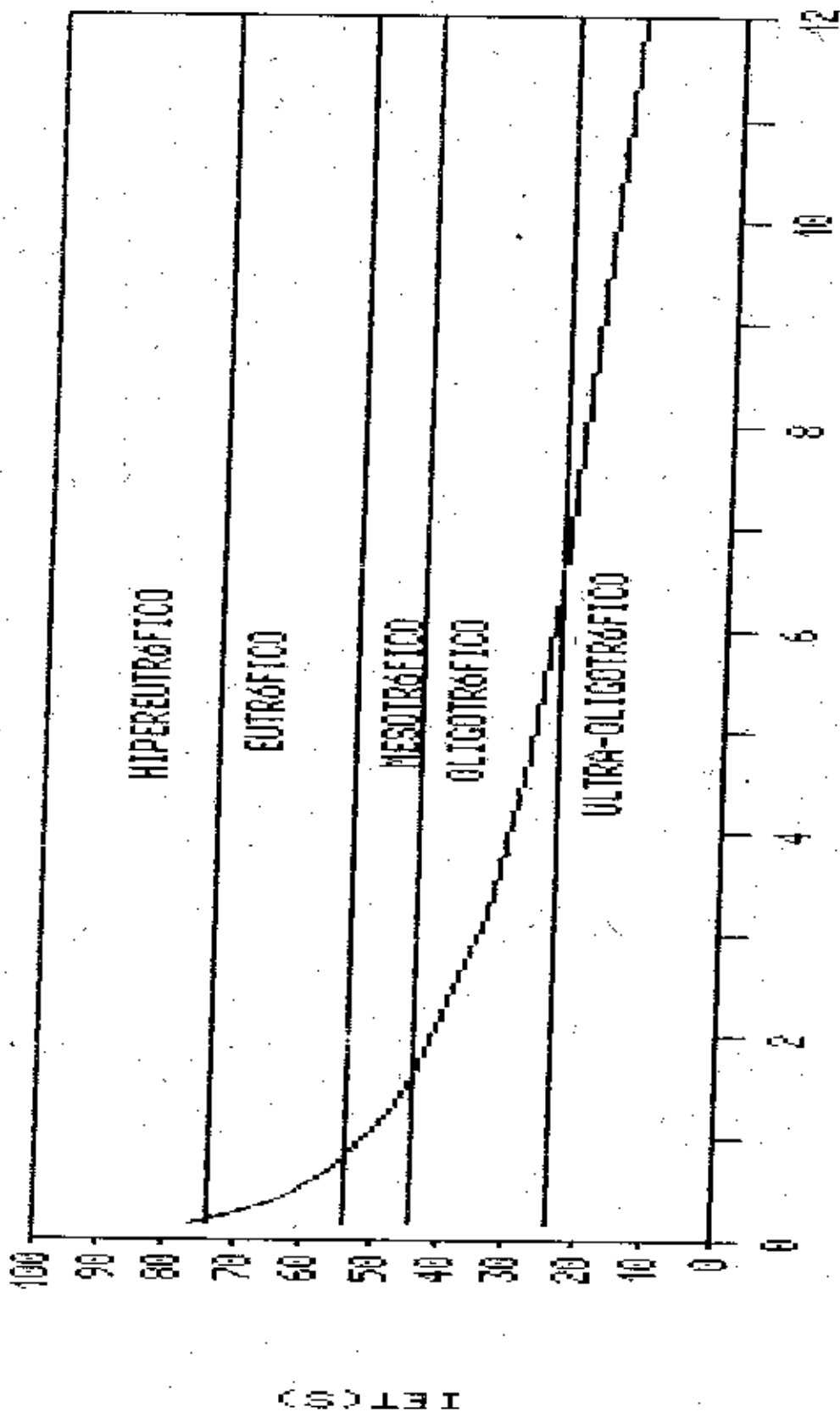


Figura 3. Índice do estado trófico para a profundidade Secchi.

\*\*\* RESERVATÓRIOS \*\*\*

Estado Tráfico

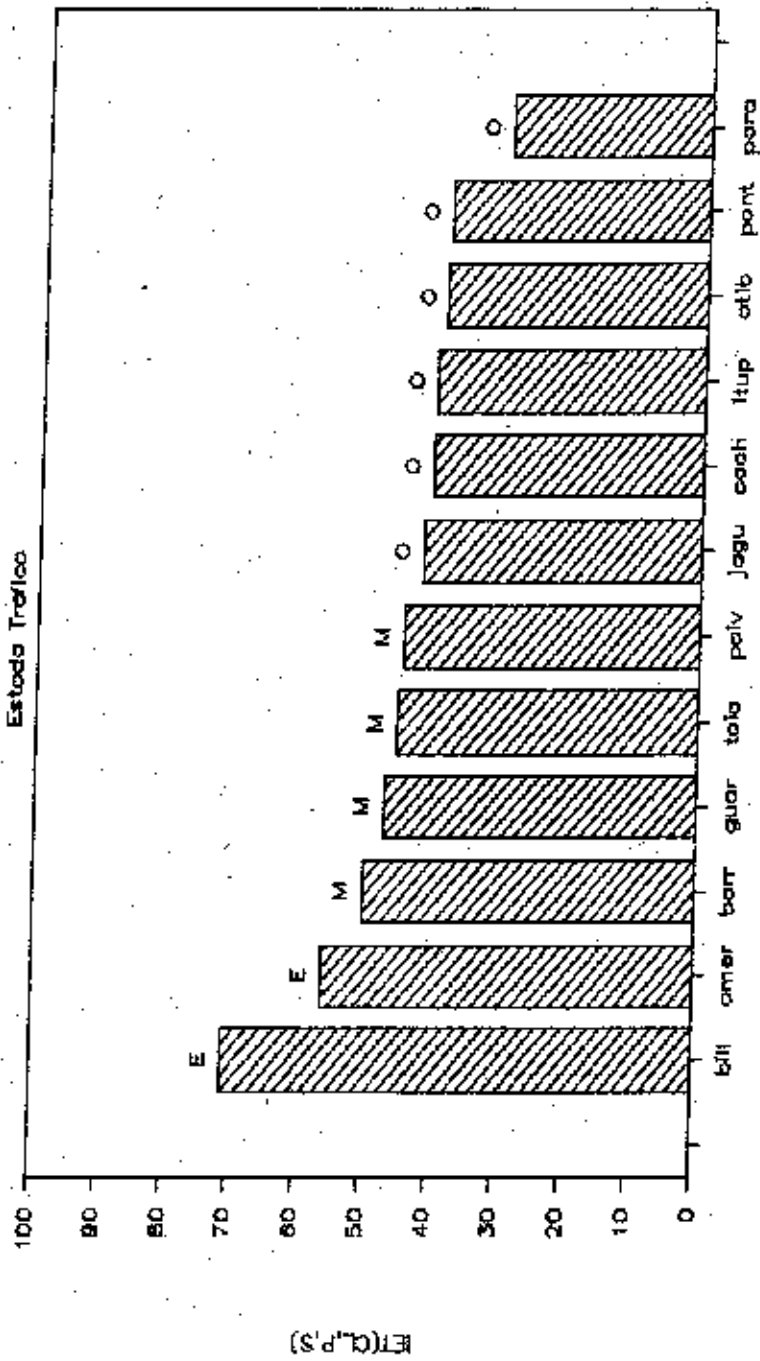


Figura 4. Classificação do estado tráfico dos 12 reservatórios através do índice completo, IET(CL,P,S)



\*\*\* RESERVATÓRIOS \*\*\*

Estado Tráfico

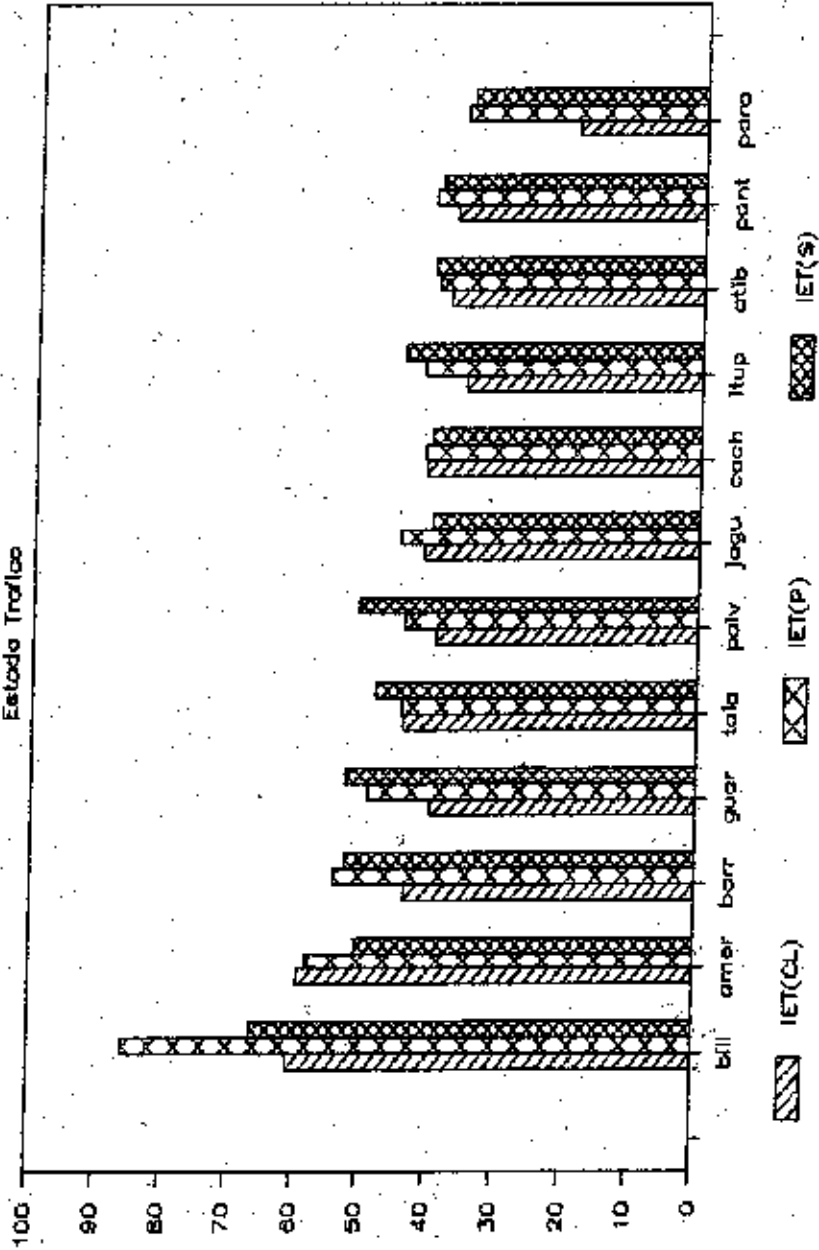


Figura 5. Comparação entre os estados tráficos determinados pelos tres índices, IET(CL), IET(P) e IET(S)

# \*\*\* RESERVATÓRIOS \*\*\*

Estado Tráfico

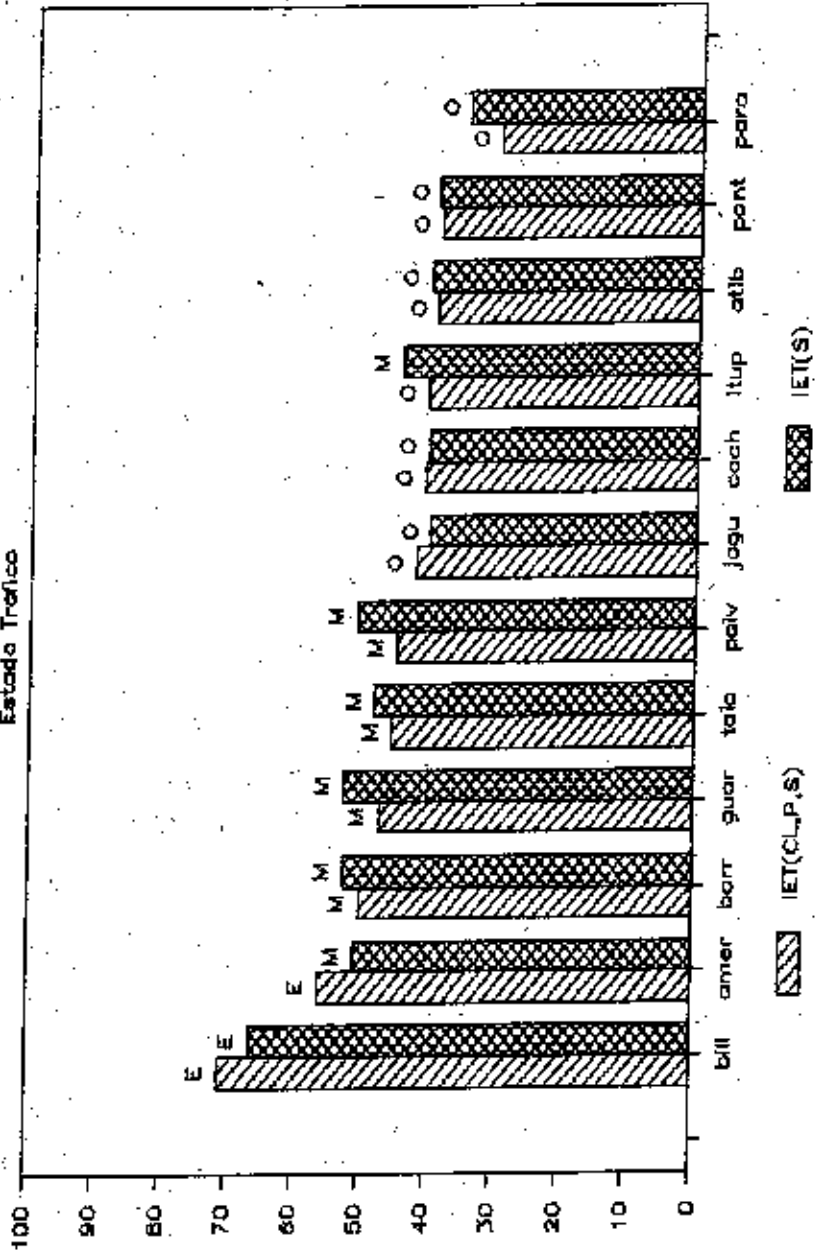


Figura 6. Comparação entre os estados tráficos determinados pelo índice completo, IET(CL,P,S) e o índice da profundidade Secchi, IET(S)

\*\*\* RESERVATÓRIO DE AMERICANA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

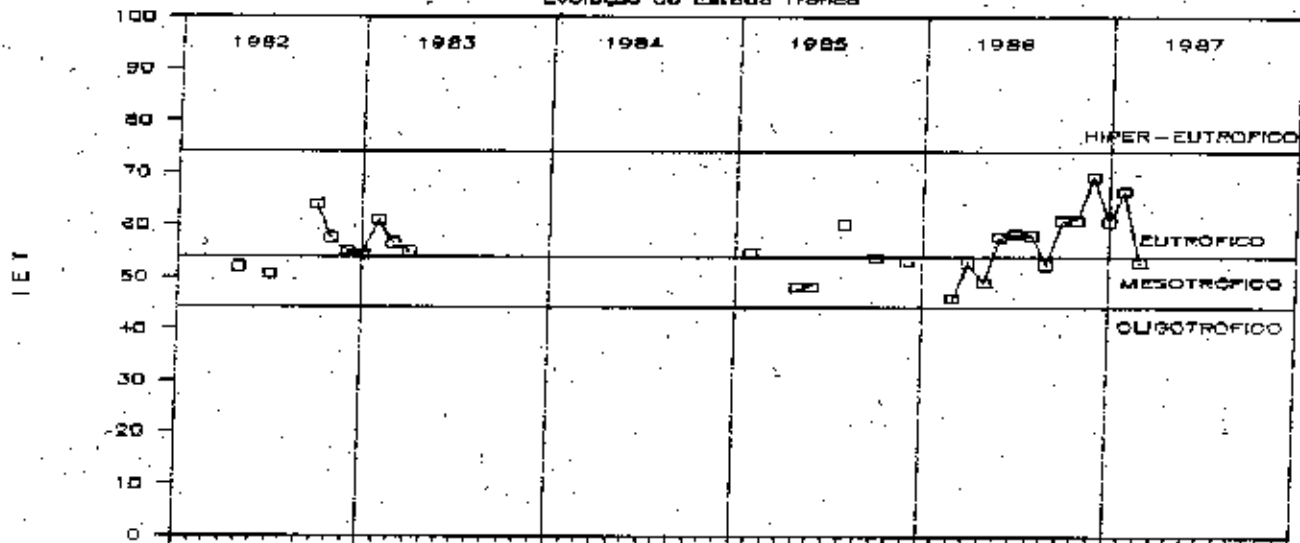


Figura 7. Evolução do estado trófico do Res. de Americana através do índice completo, IET(CL,P,S)

\*\*\* RESERVATÓRIO DO ATIBAINHA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

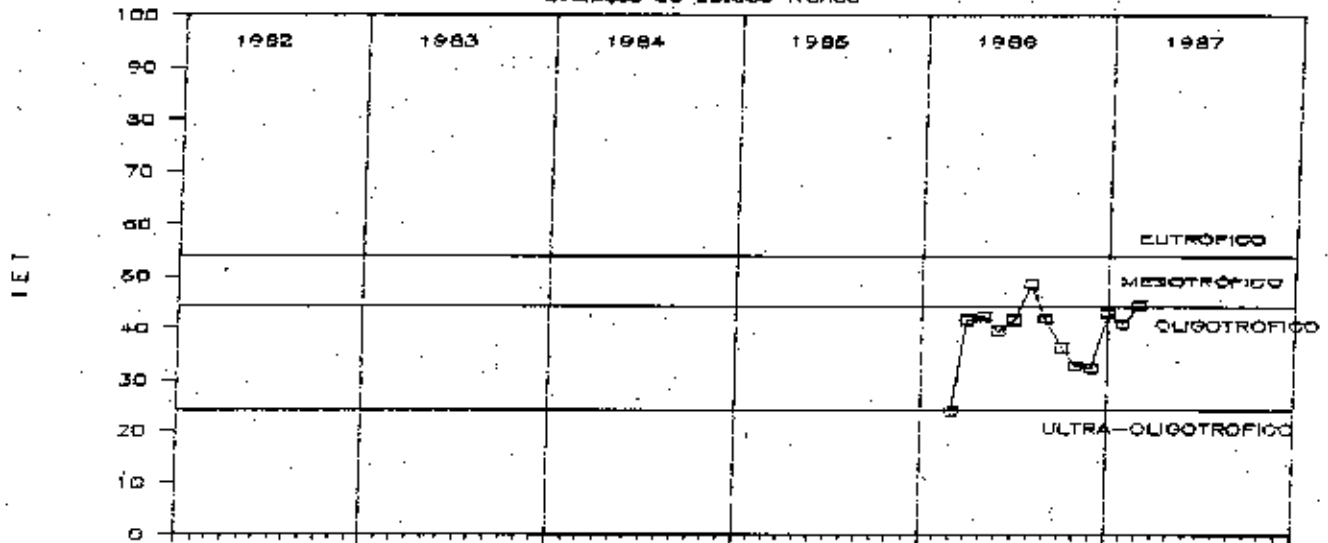


Figura 8. Evolução do estado trófico do Res. de Atibaia através do índice completo, IET(CL,P,S)

\*\*\* RESERVATÓRIO DE BARRA BONITA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

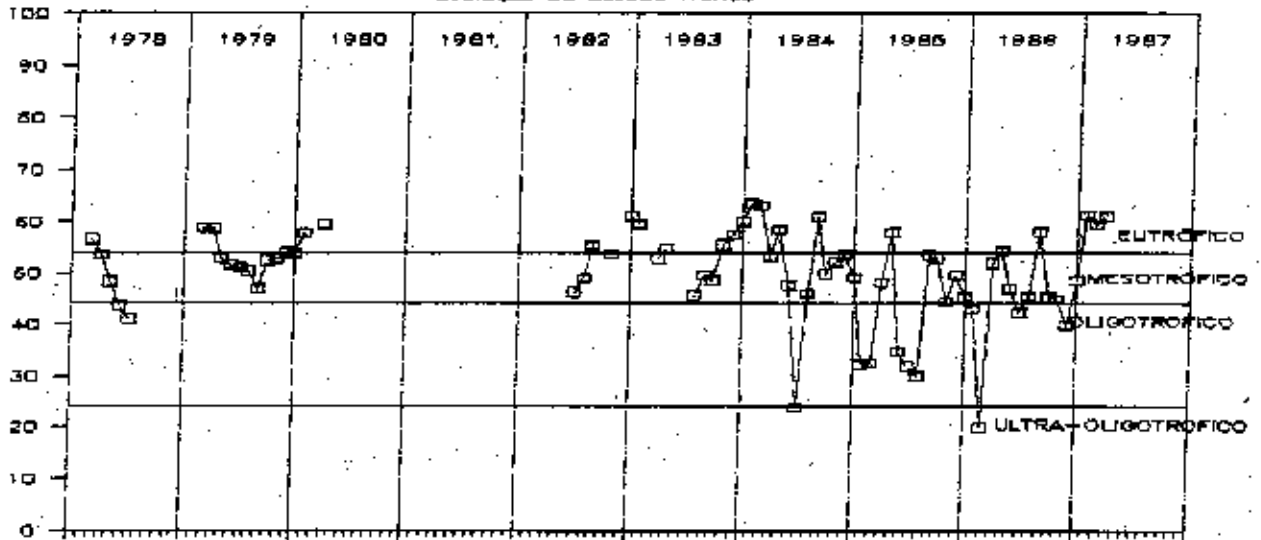


Figura 9. Evolução do estado trófico do Res. de Barra Bonita através do índice completo: IET(CL,P,S)

\*\*\* RESERVATÓRIO BILLINGS \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

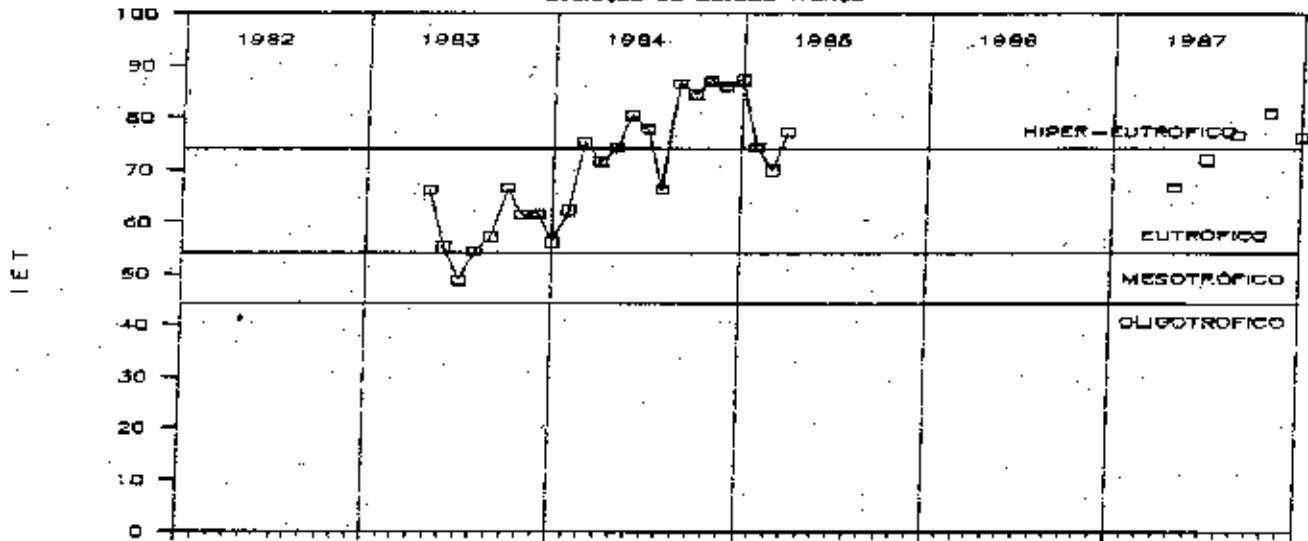


Figura 10. Evolução do estado trófico do Res. Billings através do índice completo, IET(CL,P,S)

\*\*\* RESERVATÓRIO DO CACHOEIRA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

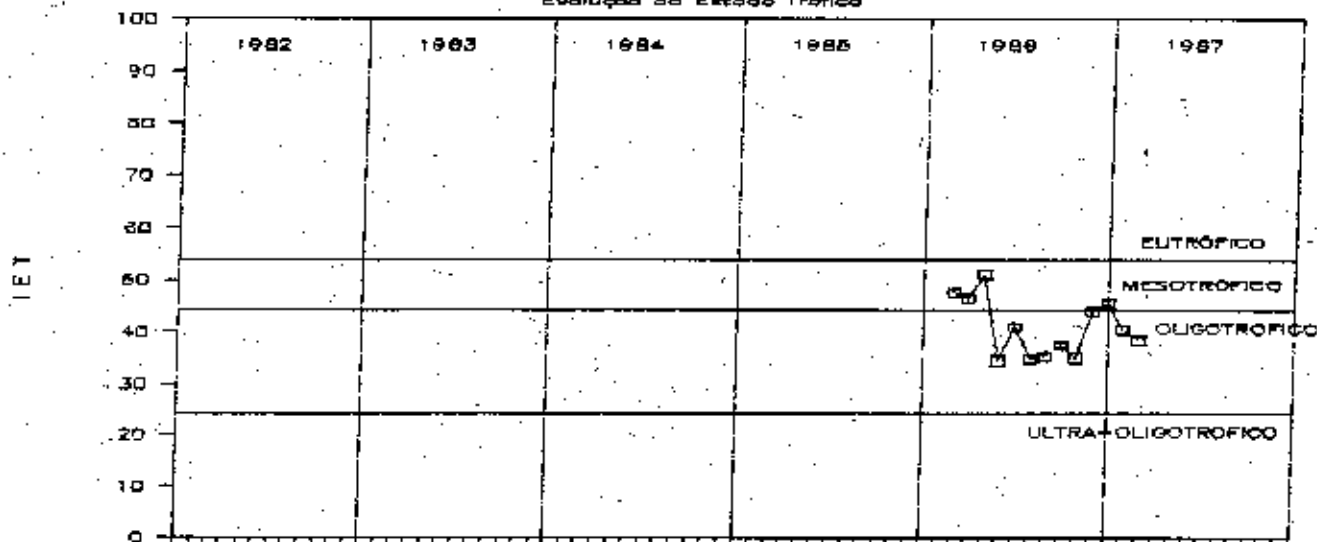


Figura 11. Evolução do estado trófico do Res. de Cachoeira através do índice completo, IET(CL,P,S)

\*\*\* RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

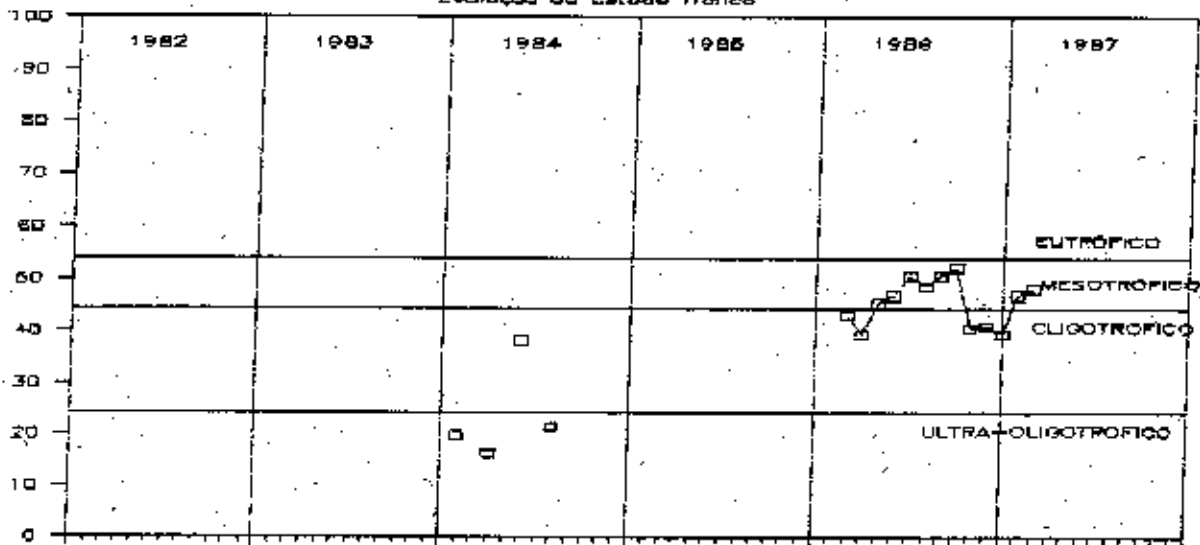


Figura 12. Evolução do estado trófico do Res. do Itapararanga através do índice completo, IET(CL,P,S)



\*\*\* RESERVATÓRIO DO JAGUARI \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

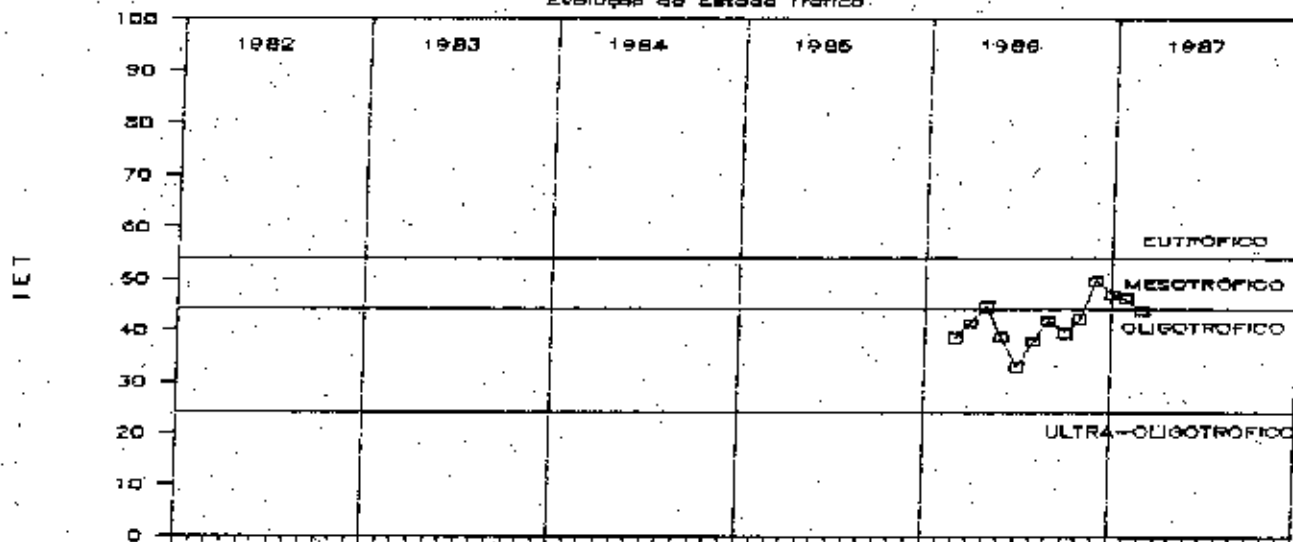


Figura 13. Evolução do estado trófico do Res. do Jaguari através do índice completo, IET(CL,P,S)

\*\*\* RESERVATÓRIO DO GUARAPIRANGA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

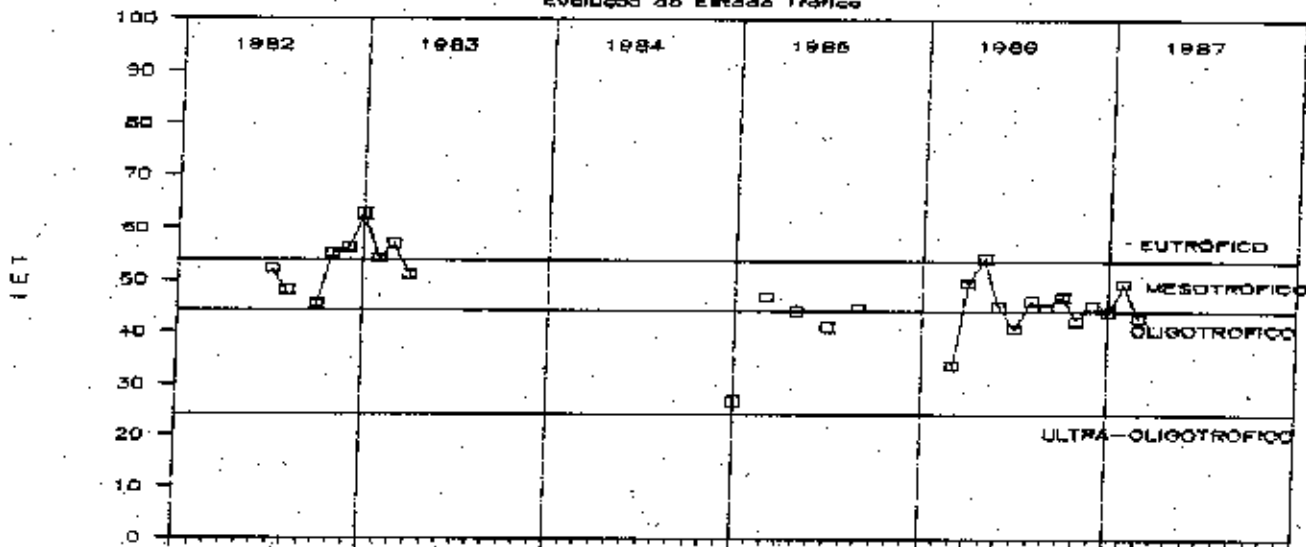
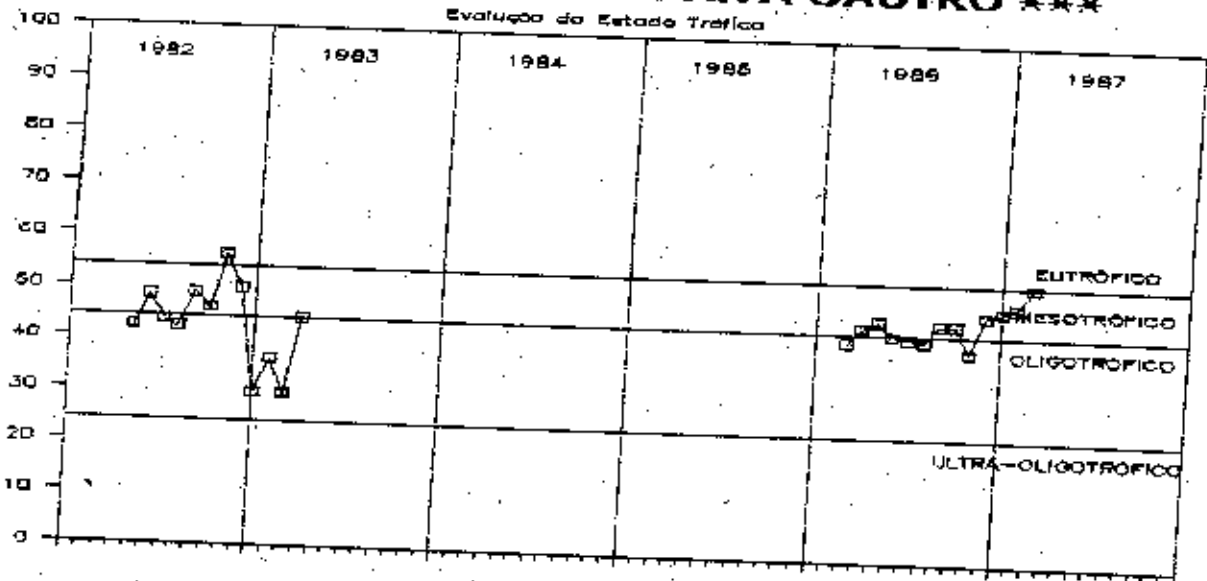


Figura 14. Evolução do estado trófico do Res. do Guarapiranga através do índice completo, IET(CL,P,S)

\*\*\* RESERVATÓRIO DE PAIVA CASTRO \*\*\*  
 Avaliação do Estado Trófico



167

Figura 15. Evolução do estado trófico do Res. de Paiva Castro através do índice completo, IET(CL,P,S)

\*\*\* RESERVATÓRIO DO PARAIBUNA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

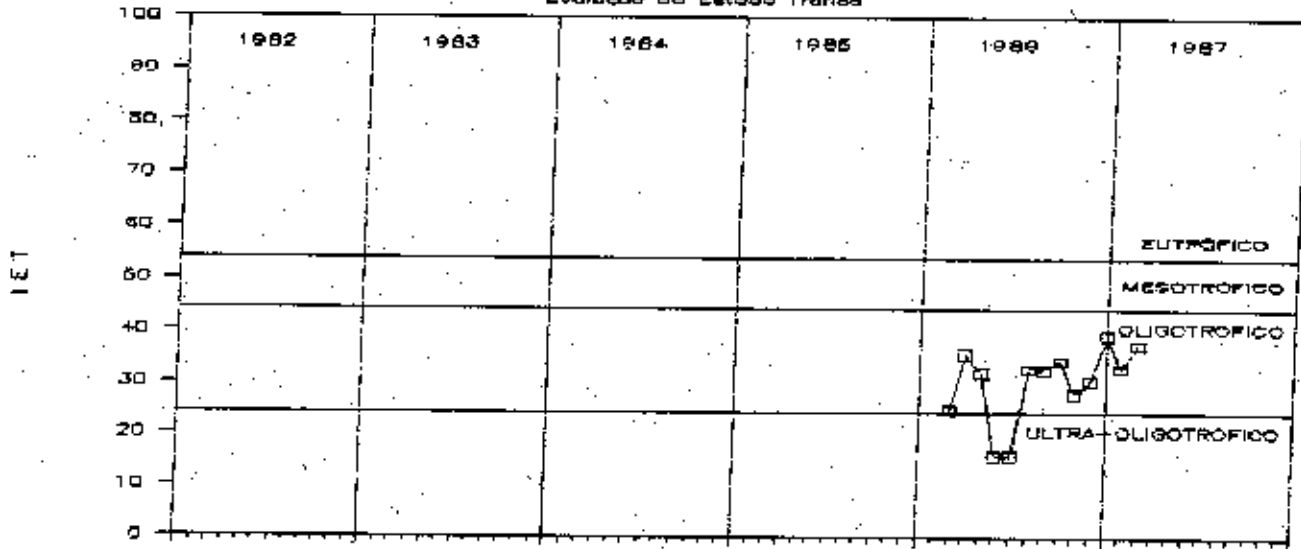


Figura 16. Evolução do estado trófico do Res. do Paraíba através do índice completo, IET(CL,P,S).

\*\*\* RESERVATÓRIO DE PONTE NOVA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

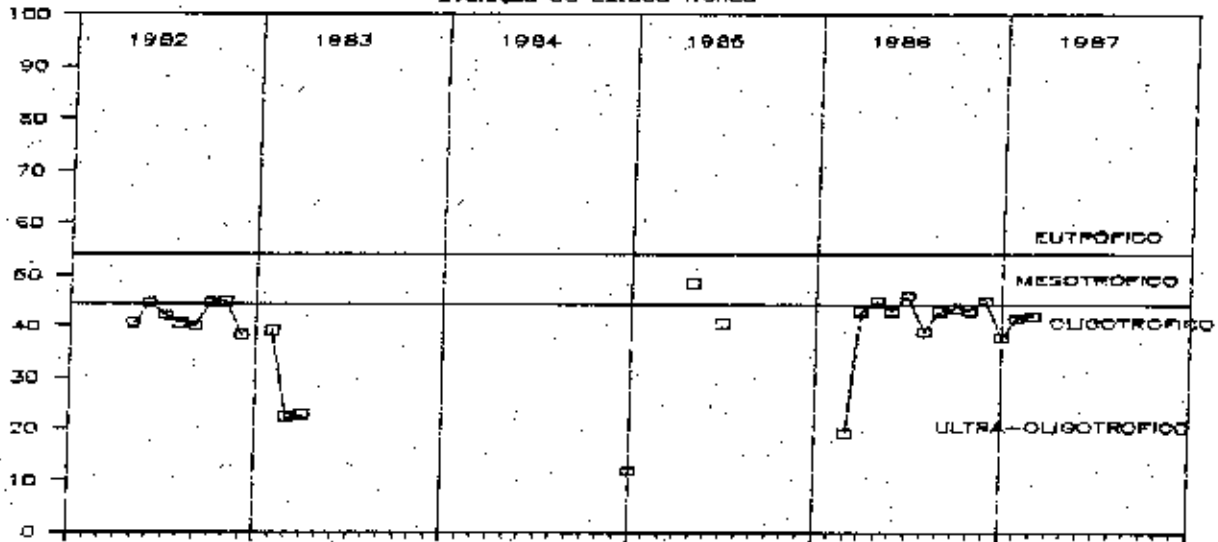


Figura 17. Evolução do estado trófico do Res. de Ponte Nova através do índice completo, IET(CL,P,S).

\*\*\* RESERVATÓRIO DO TAIACUPEBA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

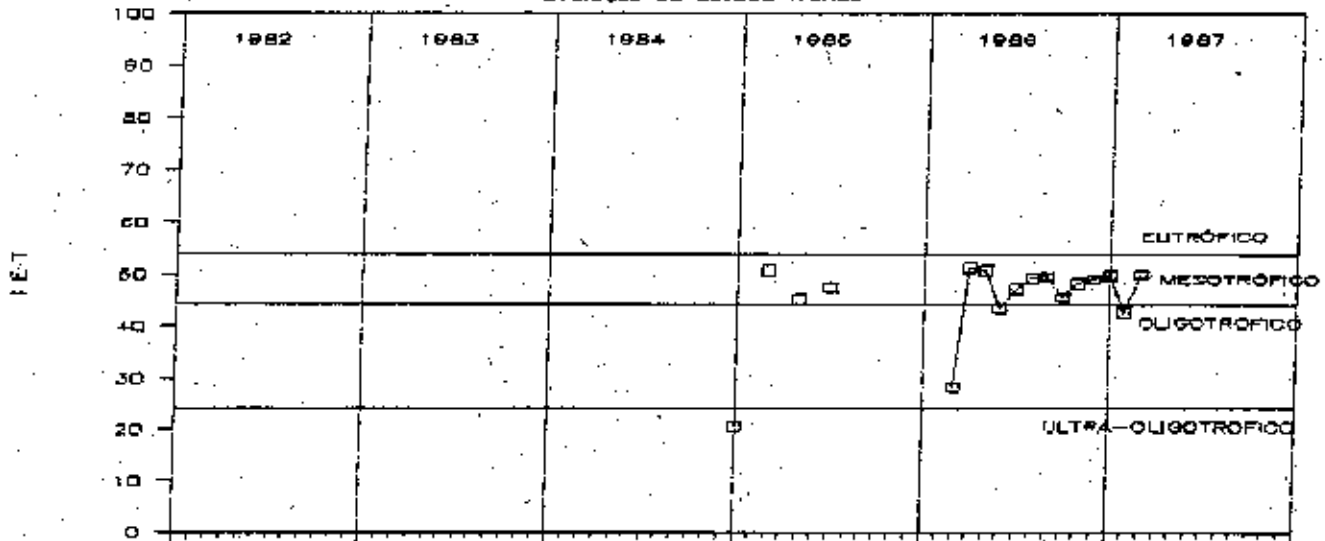
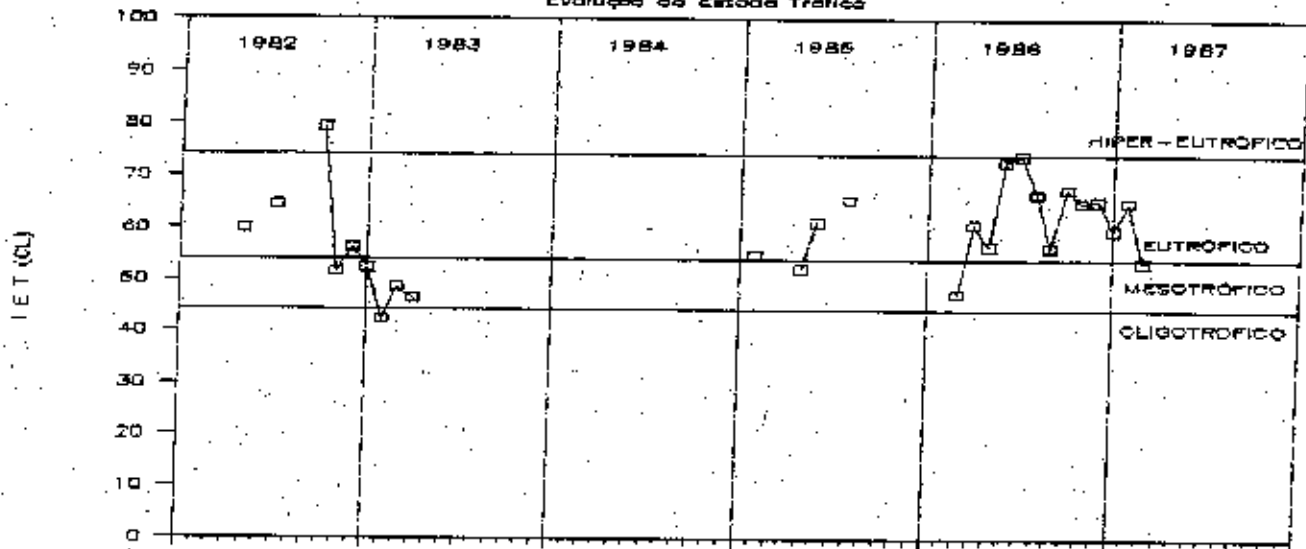


Figura 18. Evolução do estado trófico do Res. do Taiacupeba através do índice completo, IET(CL,P,S)

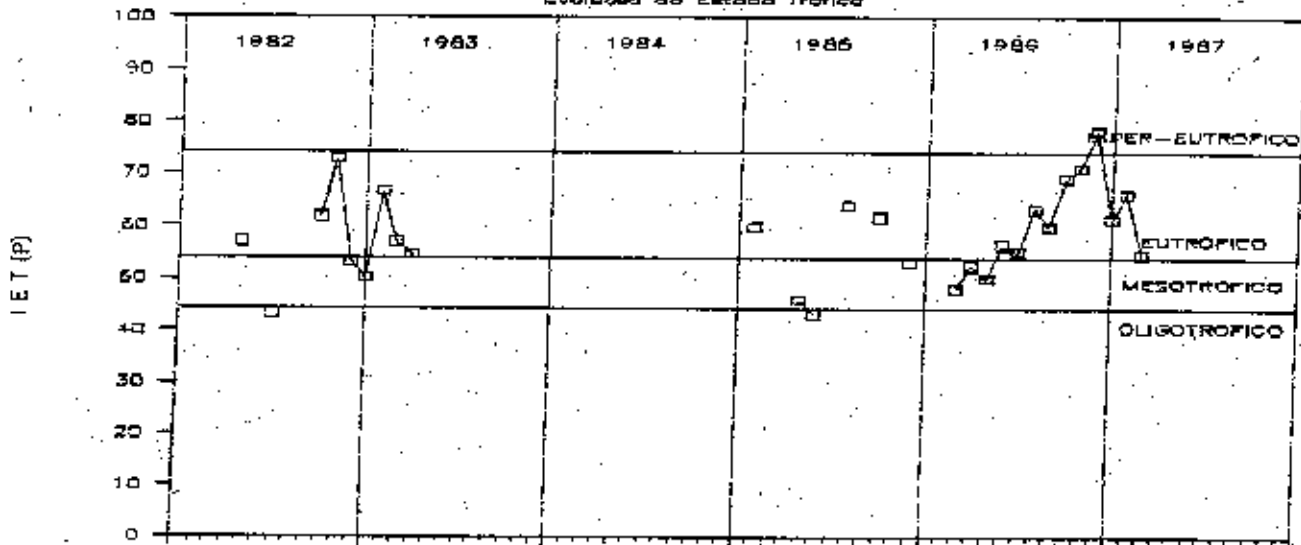
\*\*\* RESERVATÓRIO DE AMERICANA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE AMERICANA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE AMERICANA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

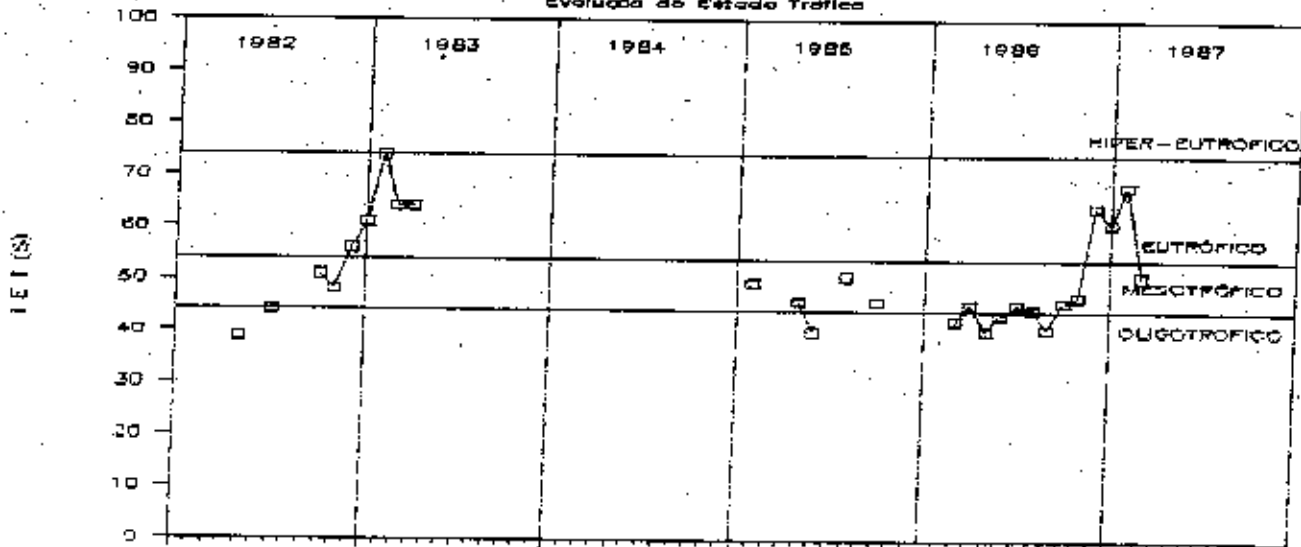
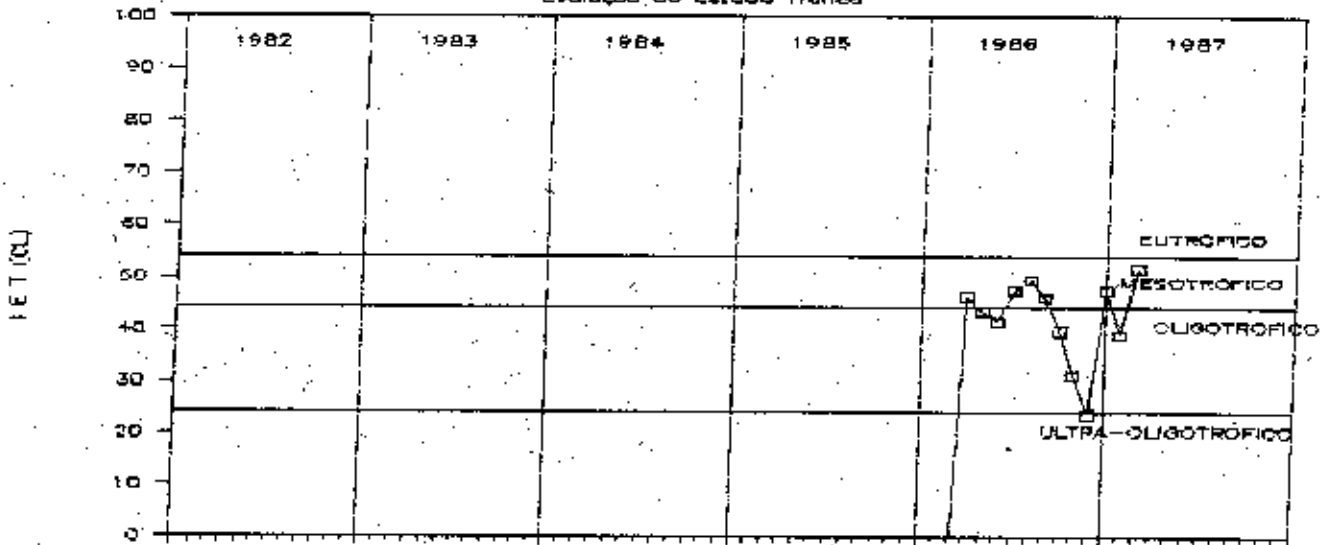


Figura 19. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. de Americana determinada pelos tres índices, IET(CL), IET(P) e IET(S)

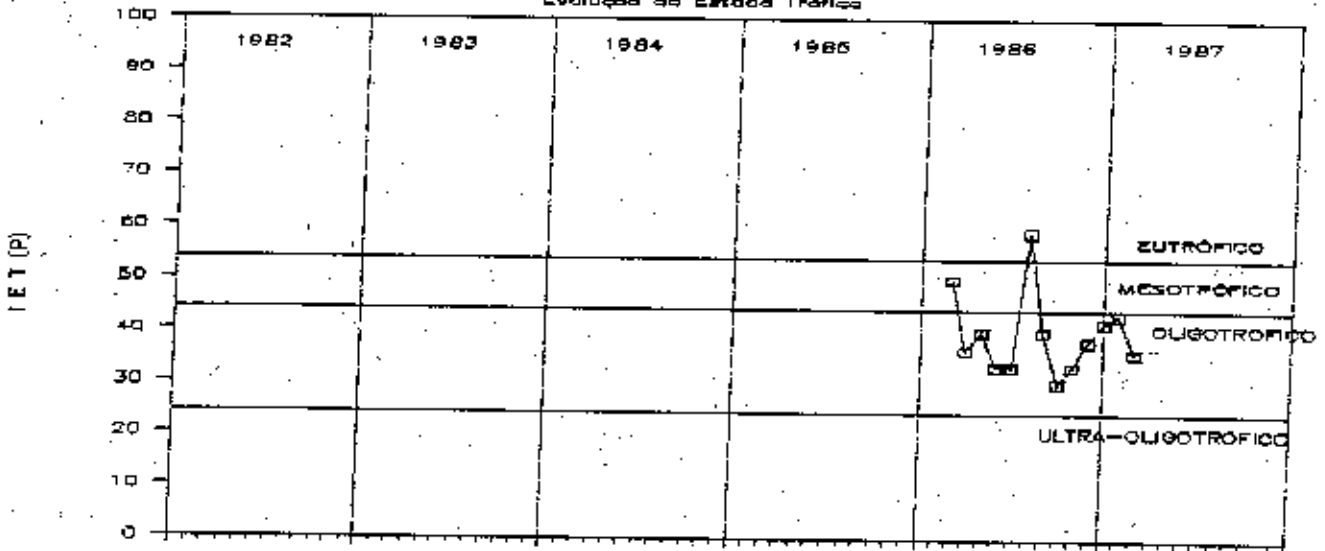
\*\*\* RESERVATÓRIO DO ATIBAINHA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DO ATIBAINHA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DO ATIBAINHA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

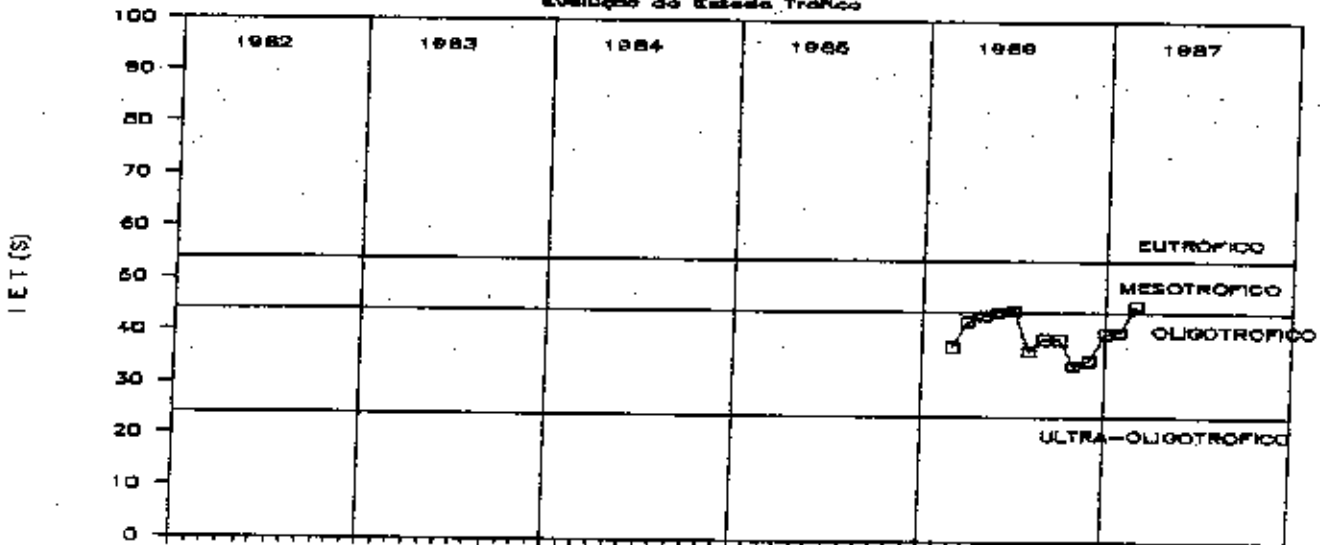
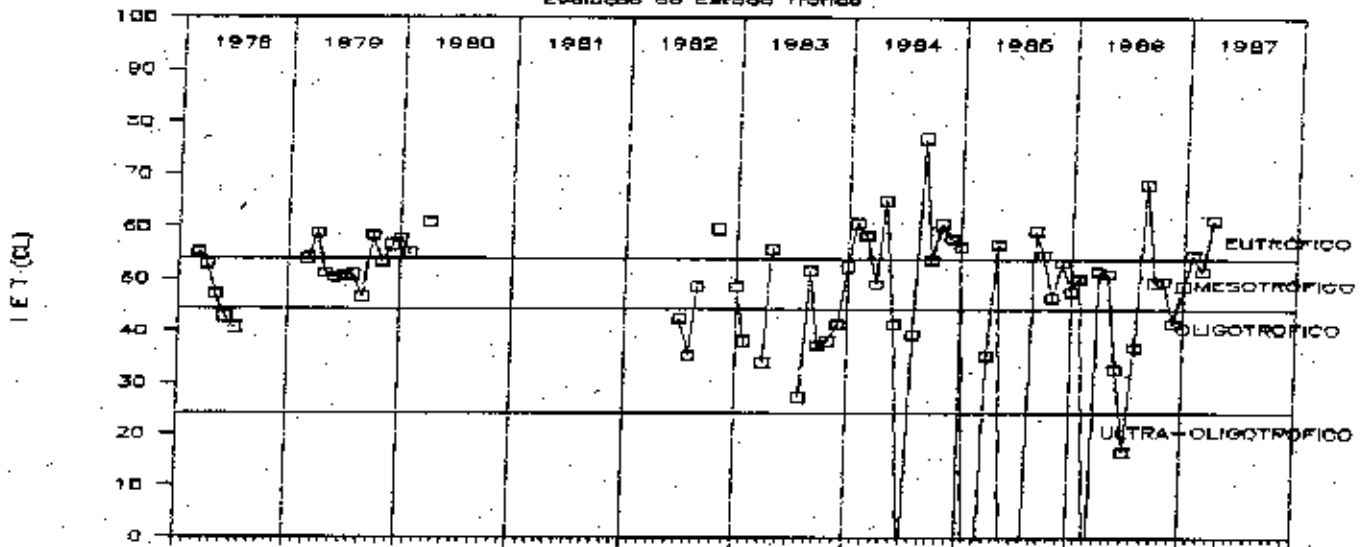


Figura 20. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. de Atibaia determinada pelos tres índices, IET(CL), IET(P) e IET(S)



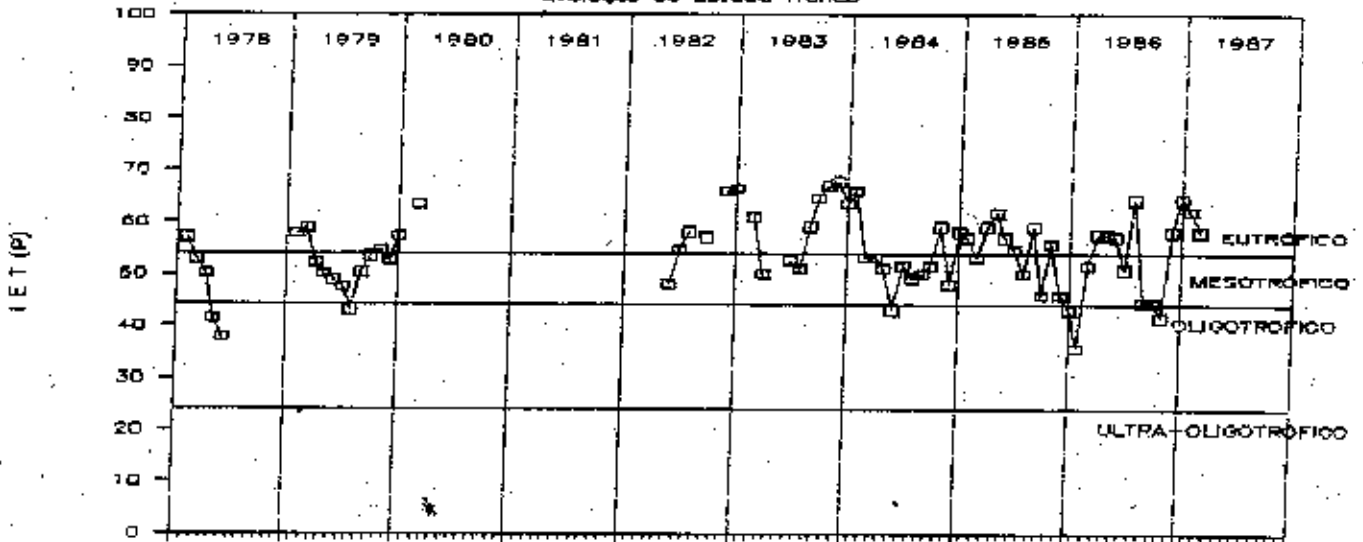
\*\*\* RESERVATÓRIO DE BARRA BONITA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE BARRA BONITA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE BARRA BONITA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

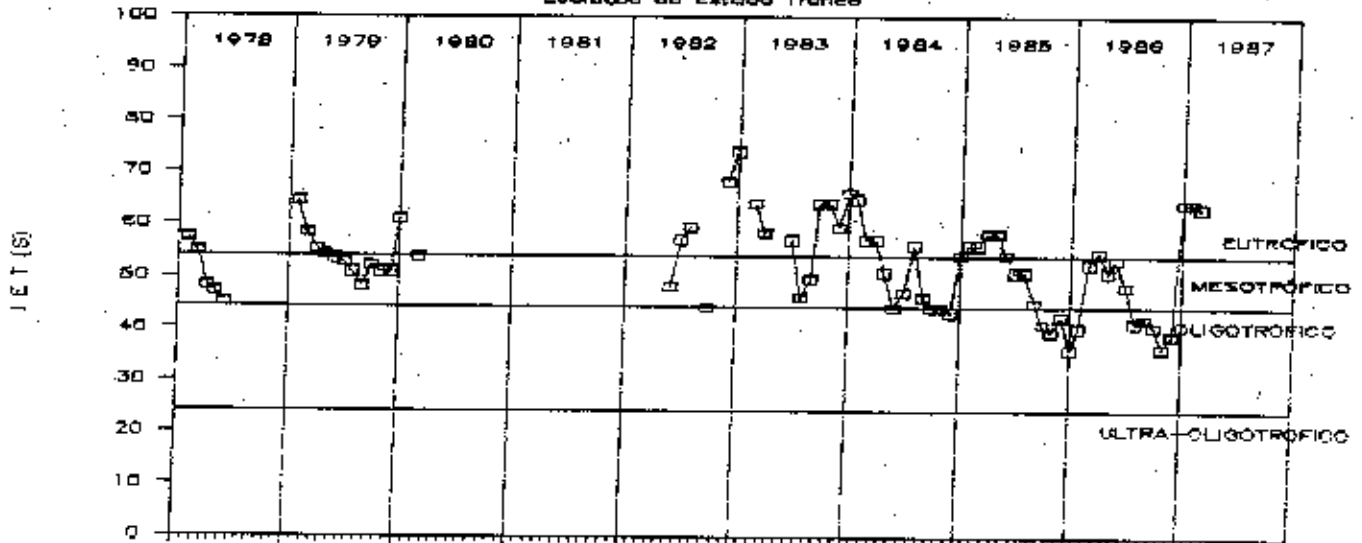
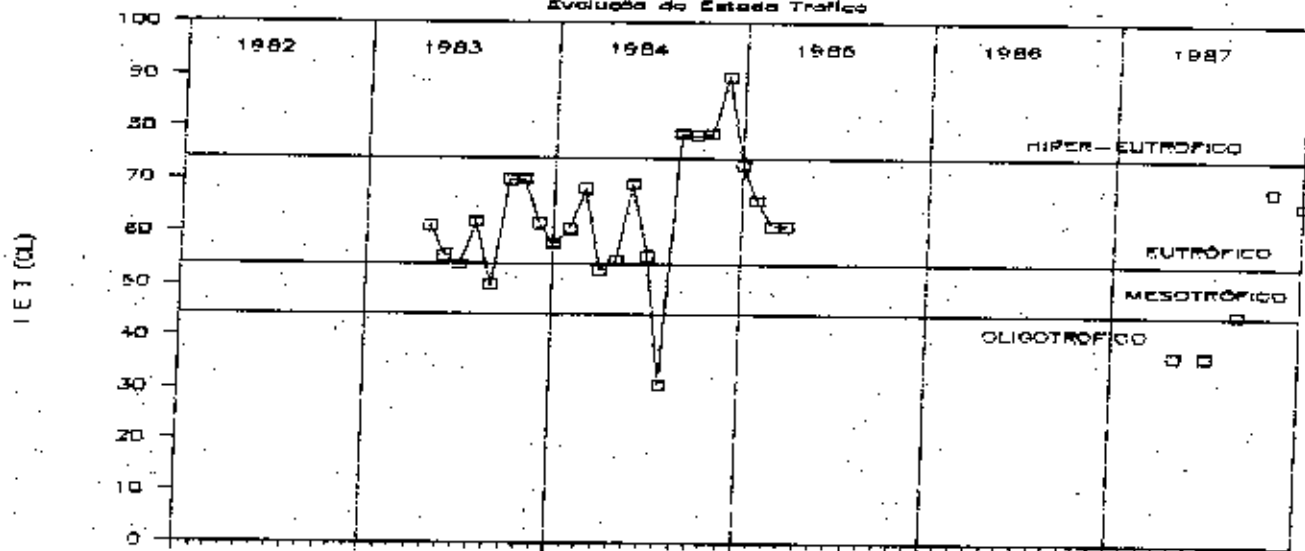


Figura 21. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. de Barra Bonita determinada pelos três índices, IET(CL), IET(P) e IET(S)

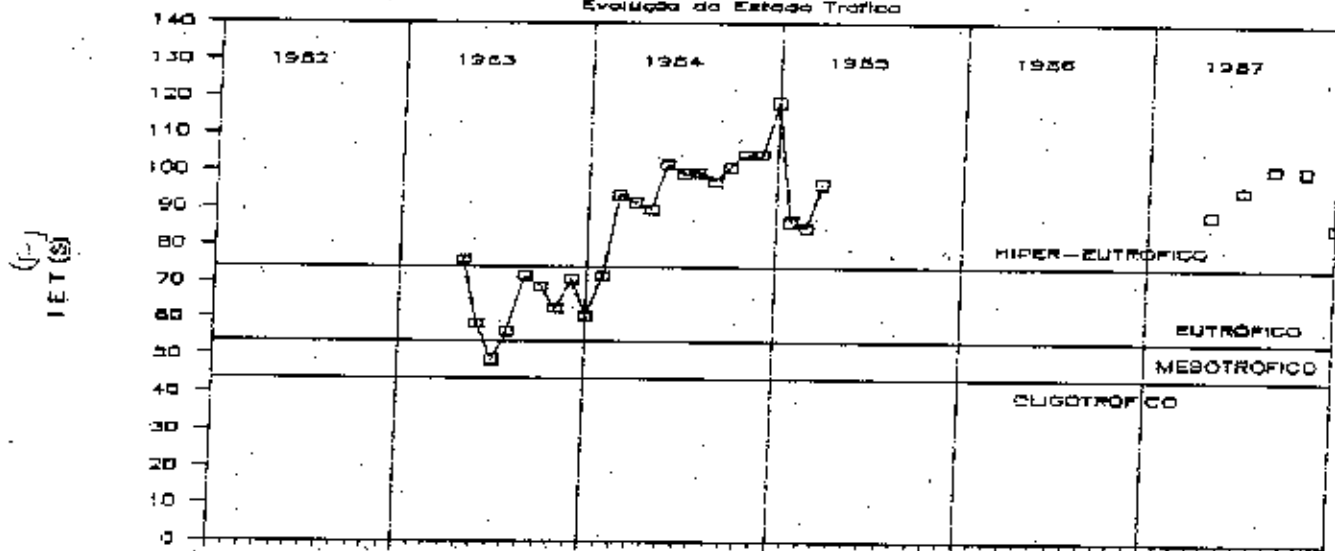
\*\*\* RESERVATÓRIO BILLINGS \*\*\*

Evolução do Estado Tráfico



\*\*\* RESERVATÓRIO BILLINGS \*\*\*

Evolução do Estado Tráfico



\*\*\* RESERVATÓRIO BILLINGS \*\*\*

Evolução do Estado Tráfico

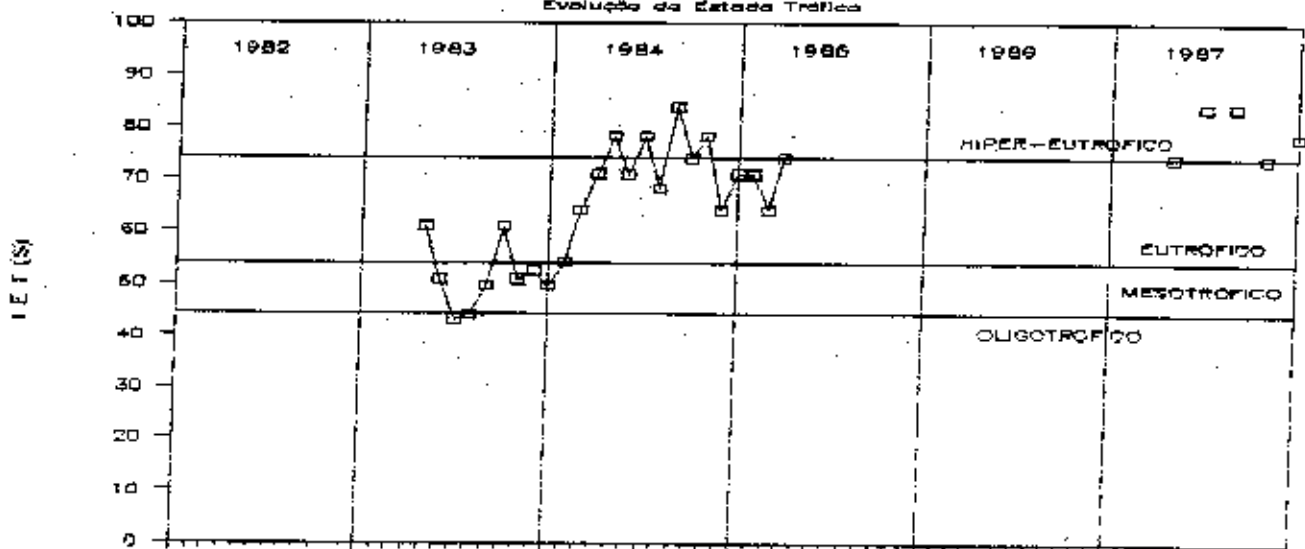
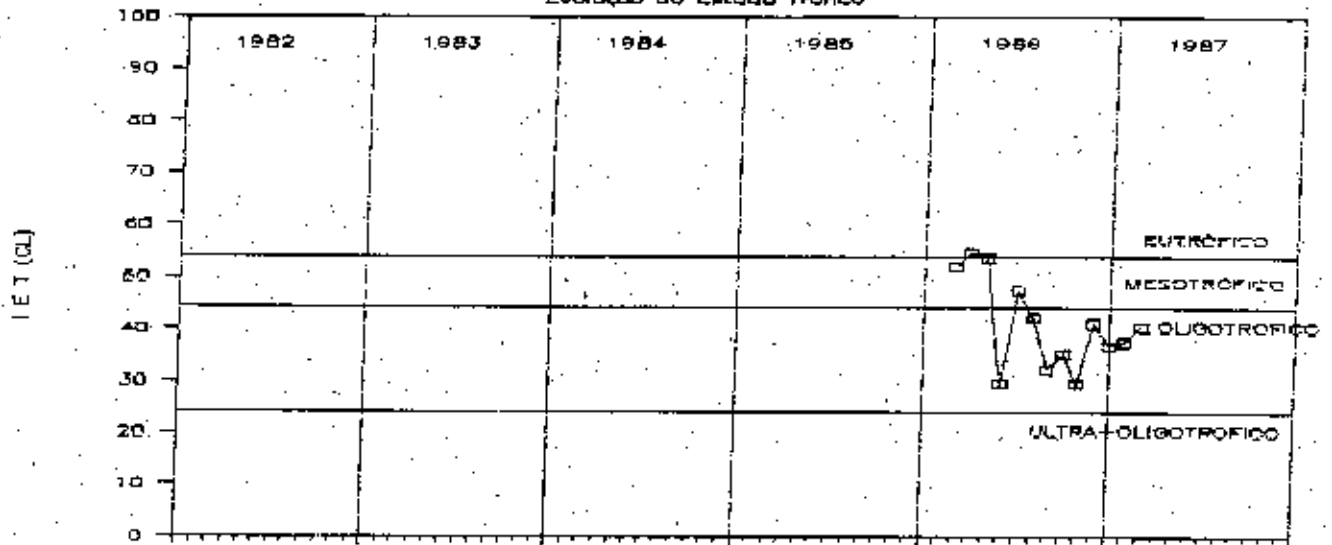


Figura 22. Comparação entre a evolução do estado tráfego do Res. Billings determinada pelos três índices, IET(OL), IET(P) e IET(S)

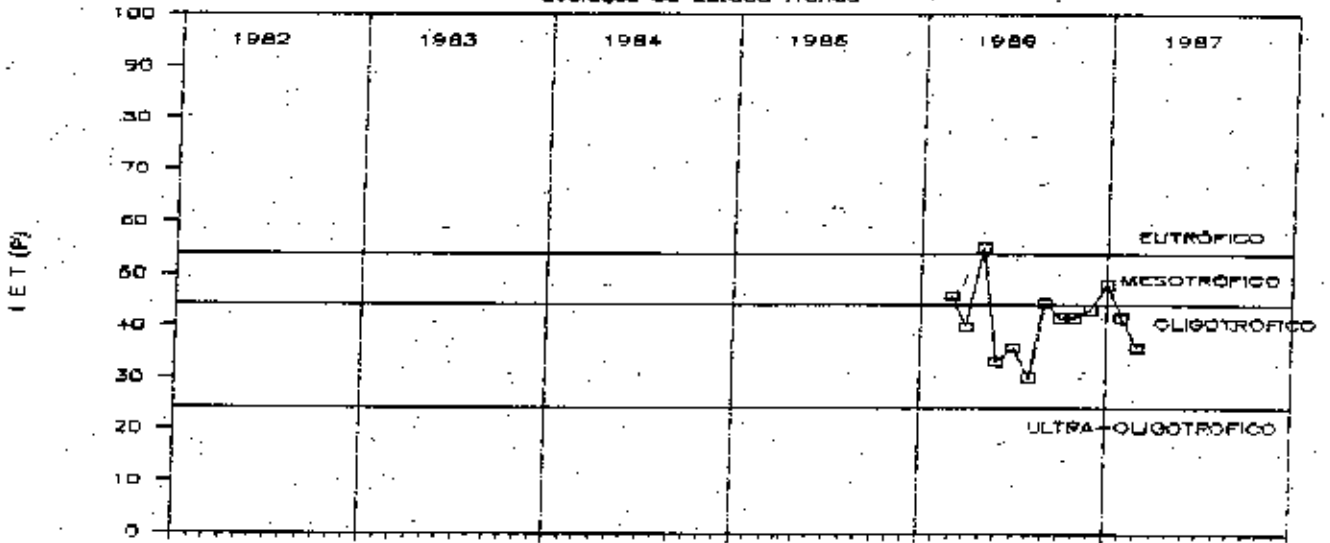
**\*\*\* RESERVATÓRIO DO CACHOEIRA \*\*\***

Evolução do Estado Trófico



**\*\*\* RESERVATÓRIO DO CACHOEIRA \*\*\***

Evolução do Estado Trófico



**\*\*\* RESERVATÓRIO DO CACHOEIRA \*\*\***

Evolução do Estado Trófico

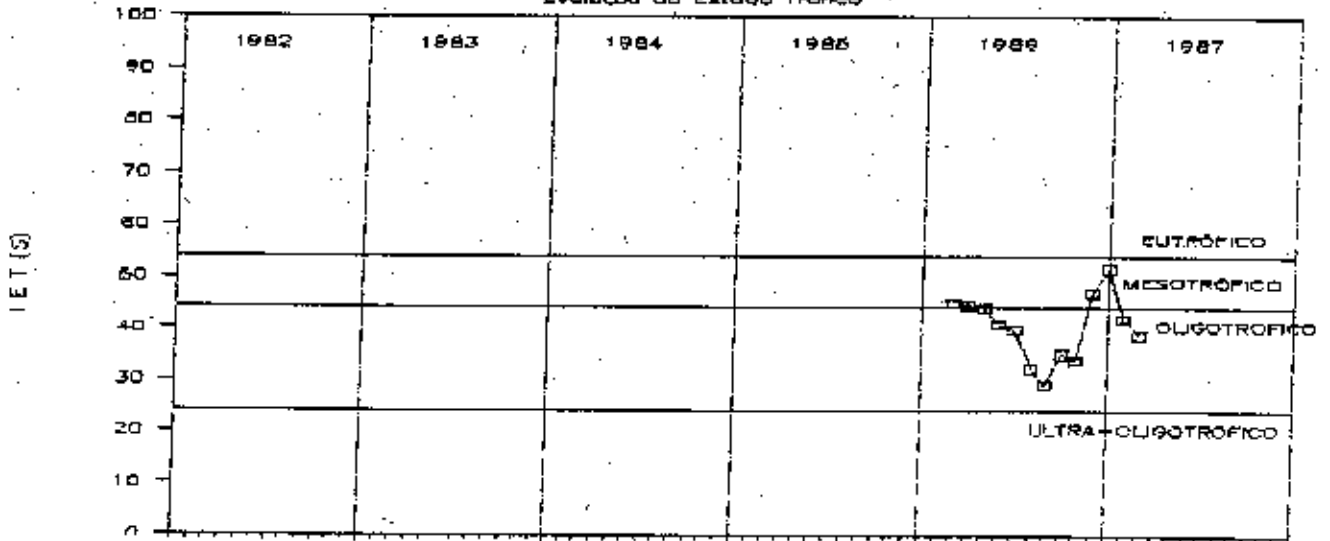
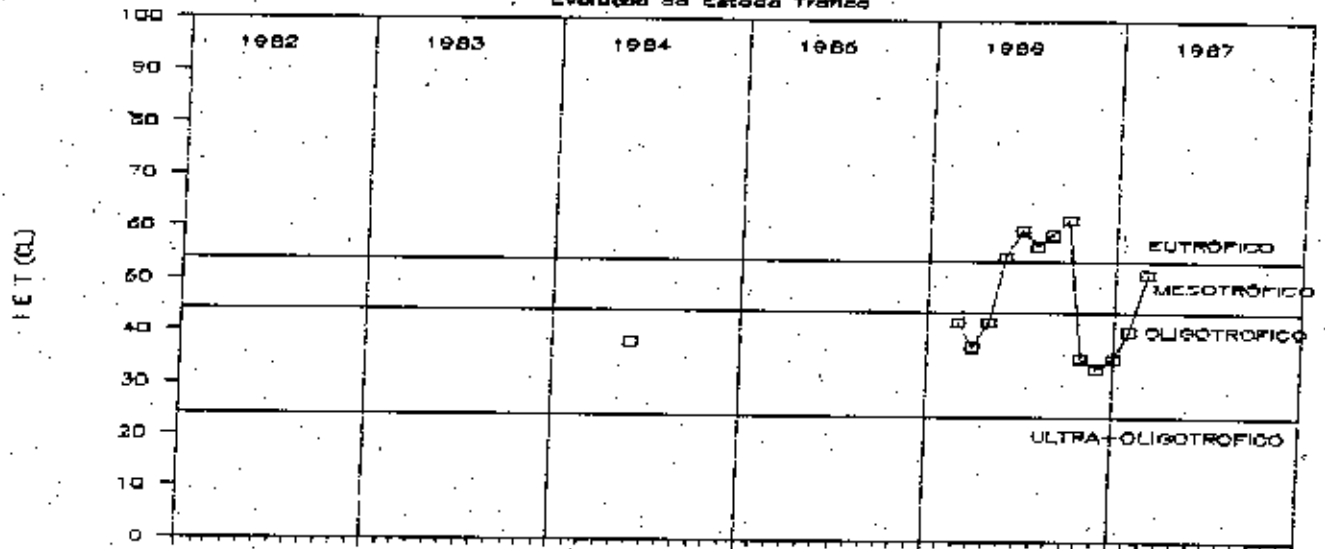


Figura 23. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. do Cachoeira determinada pelos três índices, IET(CL), IET(P) e IET(S)

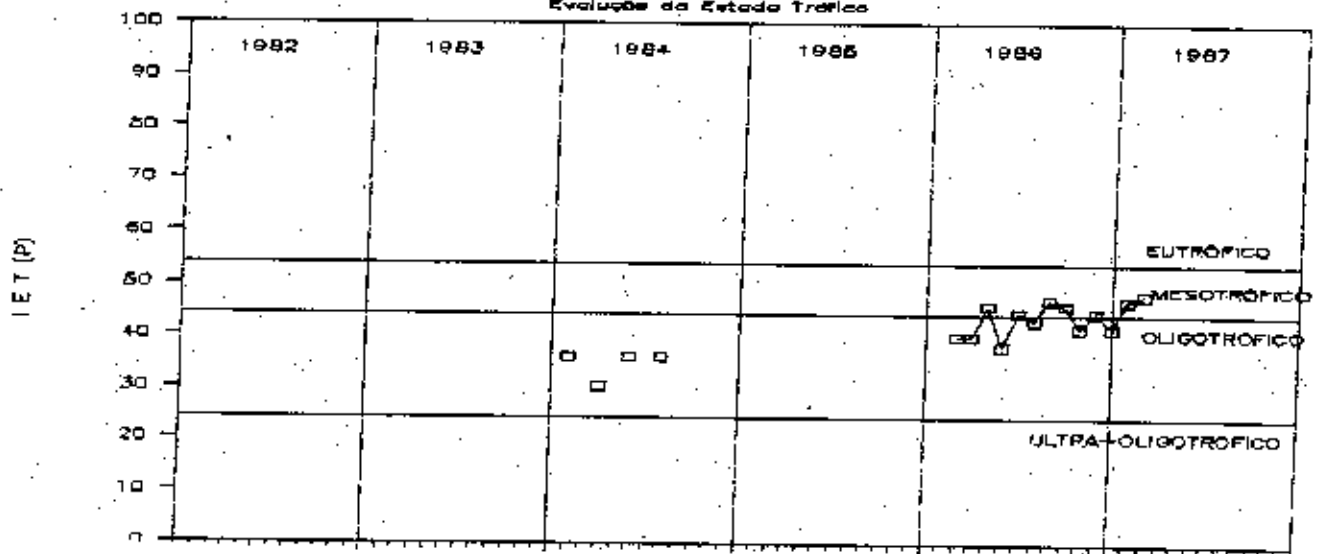
\*\*\* RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

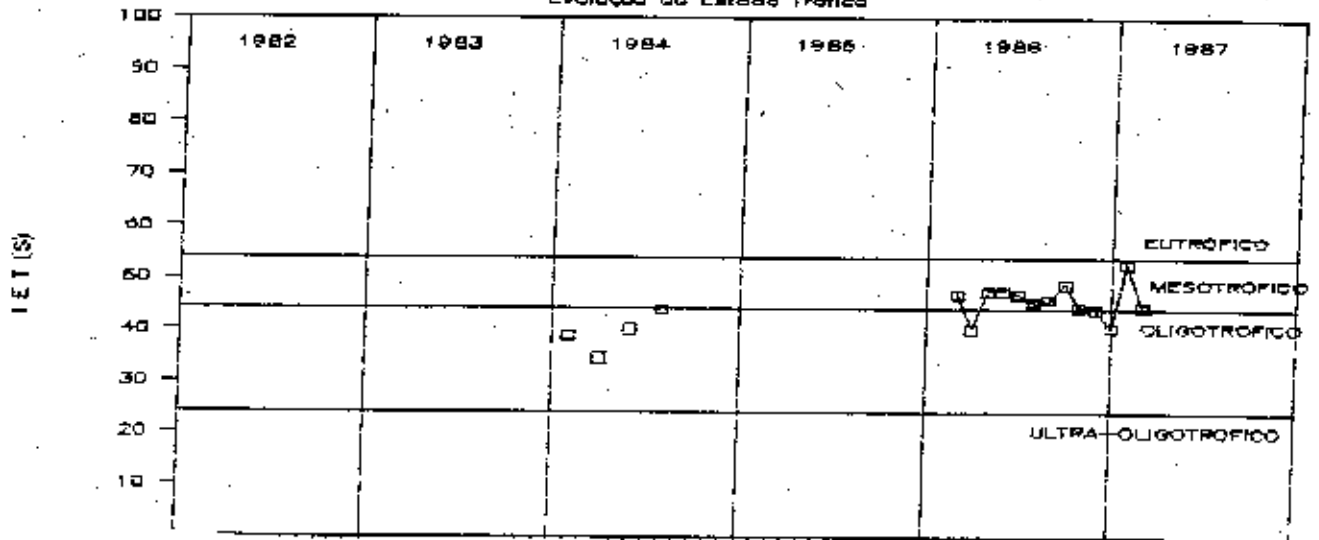
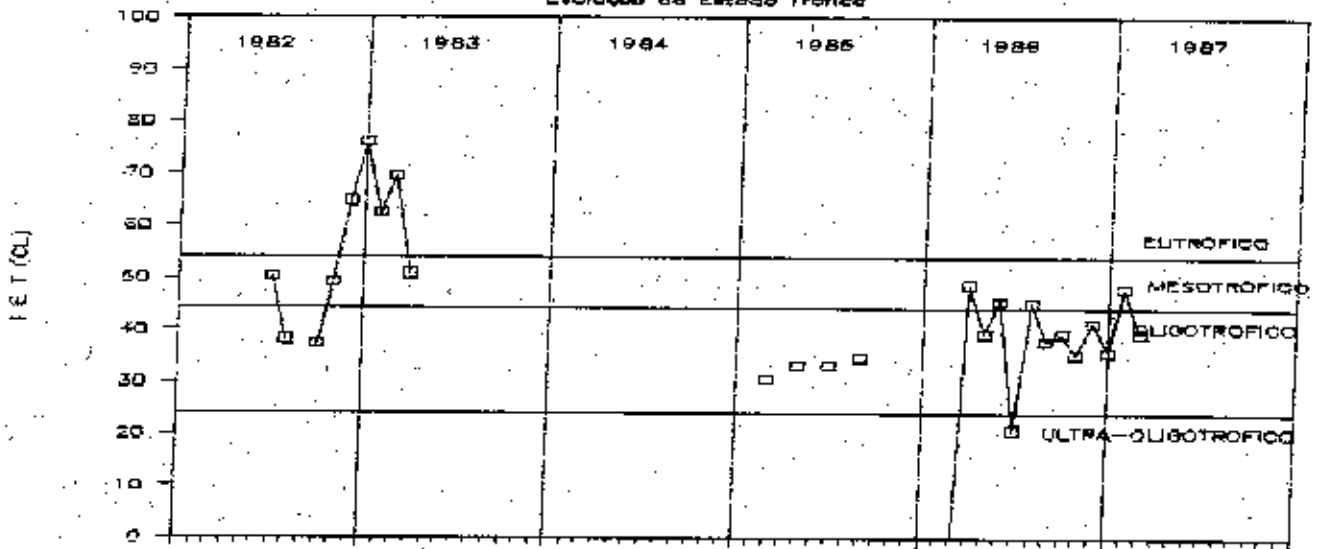


Figura 24. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. do Itupararanga determinada pelos três índices, IET(OL), IET(P) e IET(S)

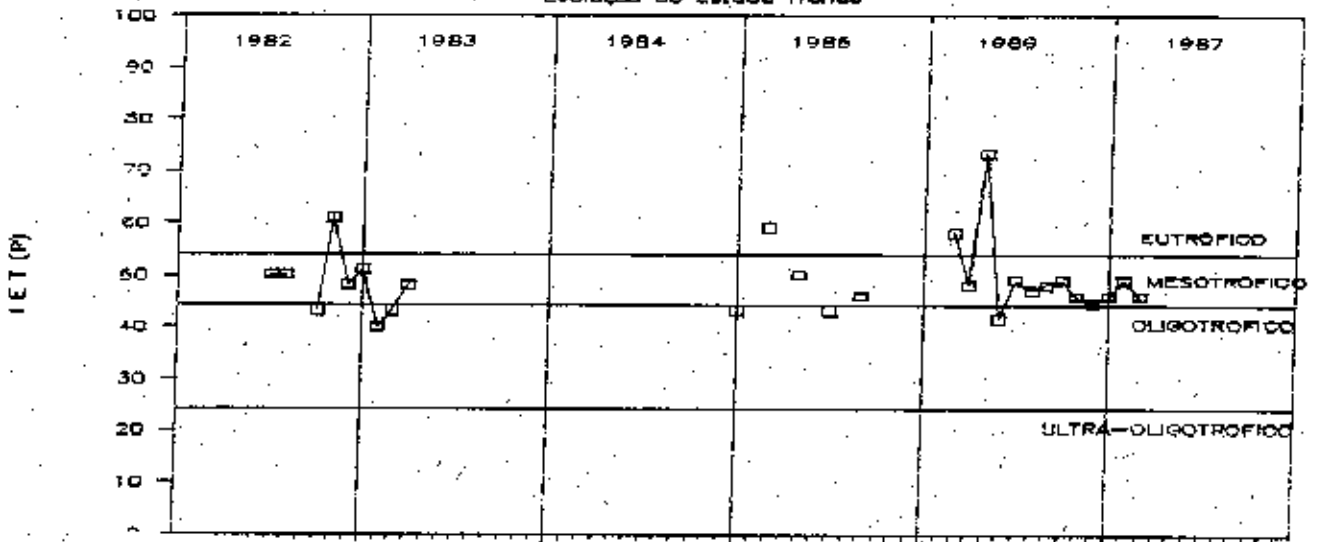
**\*\*\* RESERVATÓRIO DO GUARAPIRANGA \*\*\***

Evolução do Estado Trófico



**\*\*\* RESERVATÓRIO DO GUARAPIRANGA \*\*\***

Evolução do Estado Trófico



**\*\*\* RESERVATÓRIO DO GUARAPIRANGA \*\*\***

Evolução do Estado Trófico

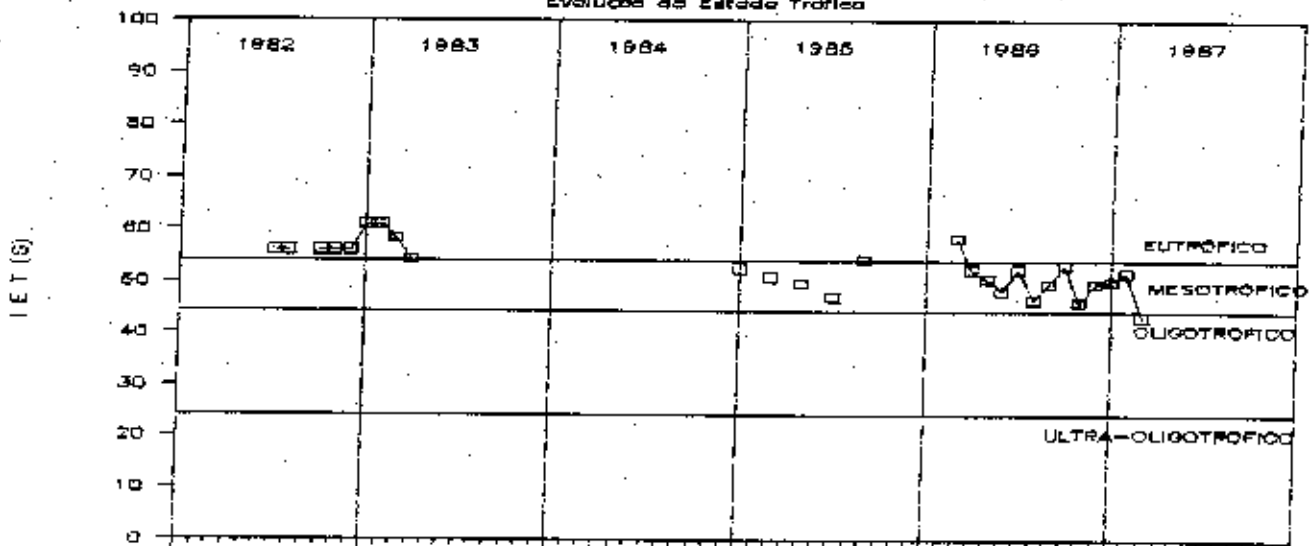
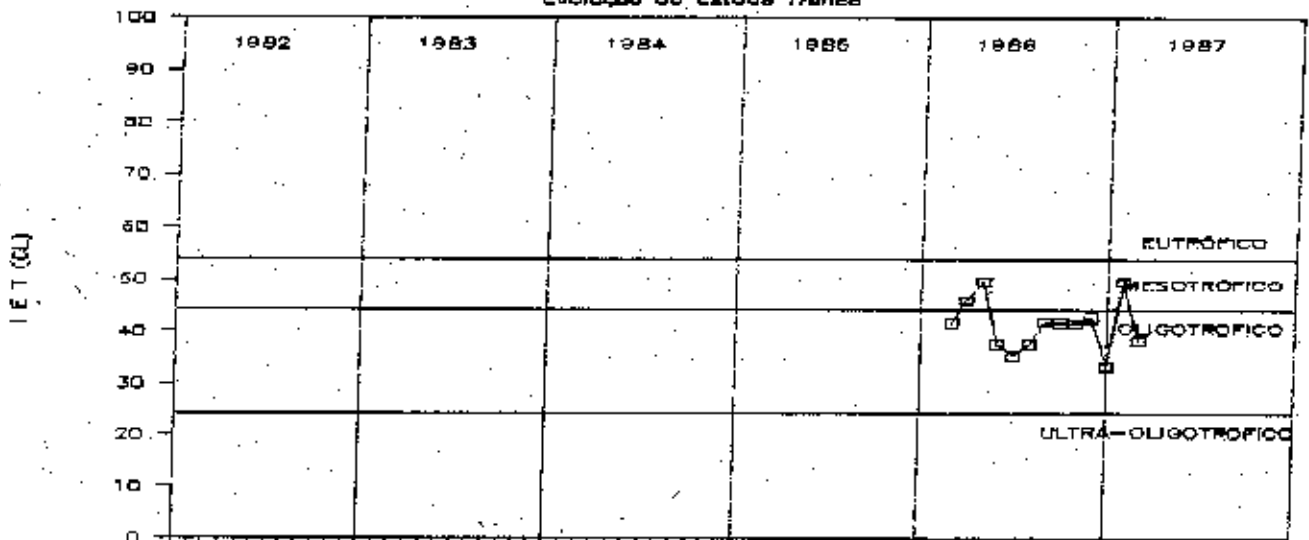


Figura 25. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. do Guarapiranga determinada pelos três índices, IET(CL), IET(P) e IET(S)

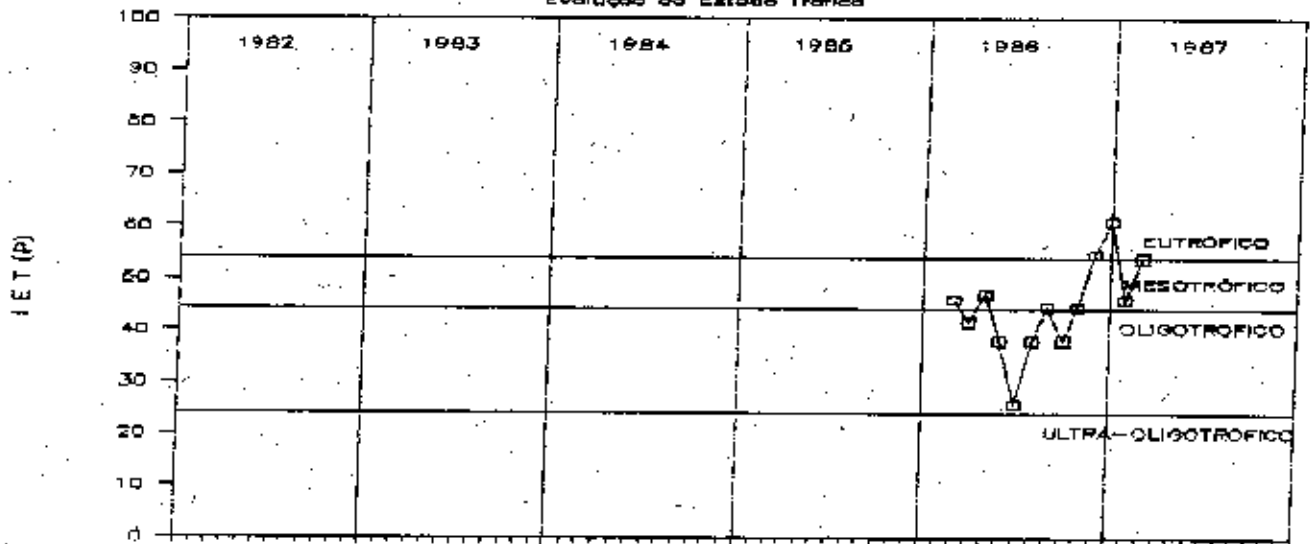
\*\*\* RESERVATÓRIO DO JAGUARI \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DO JAGUARI \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DO JAGUARI \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

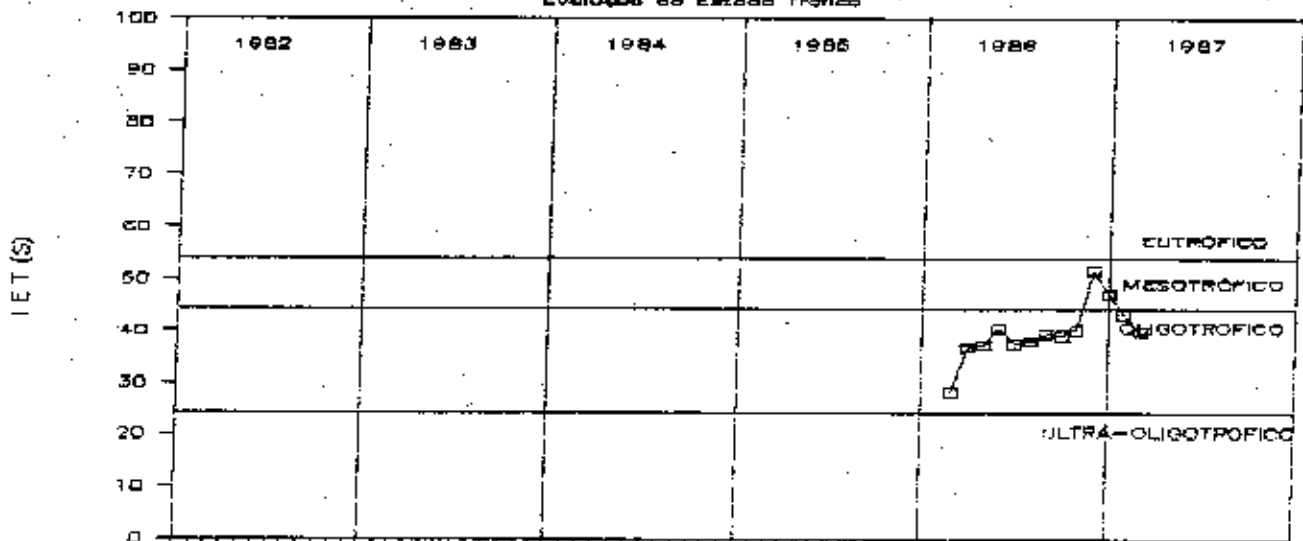
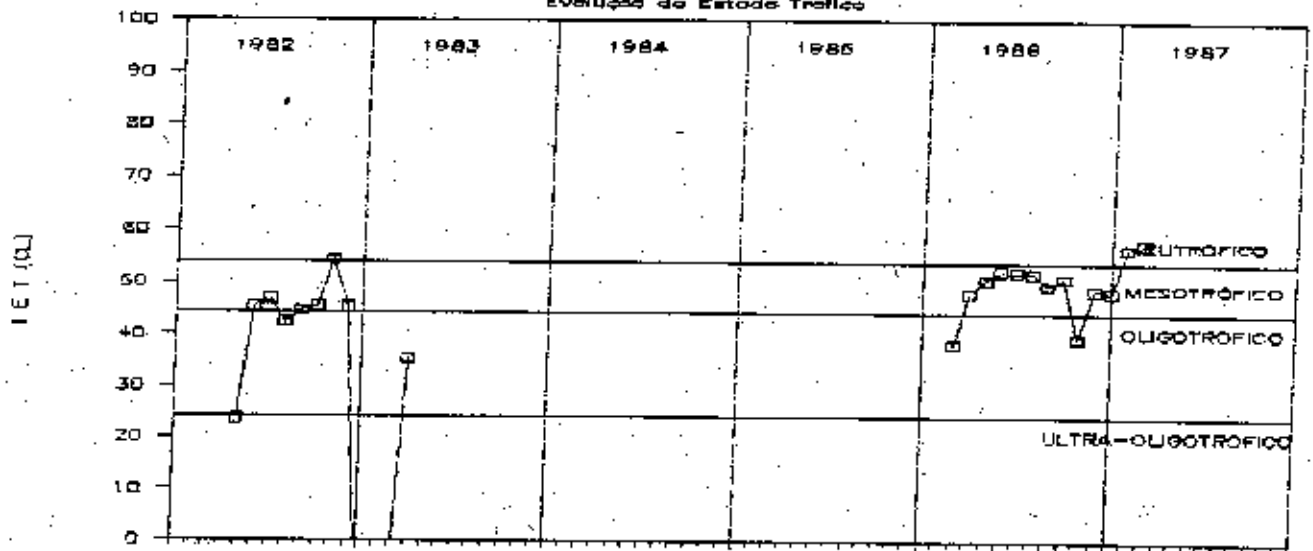


Figura 26. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. do Jaguari determinada pelos três índices: IET (CL), IET (P) e IET (S)

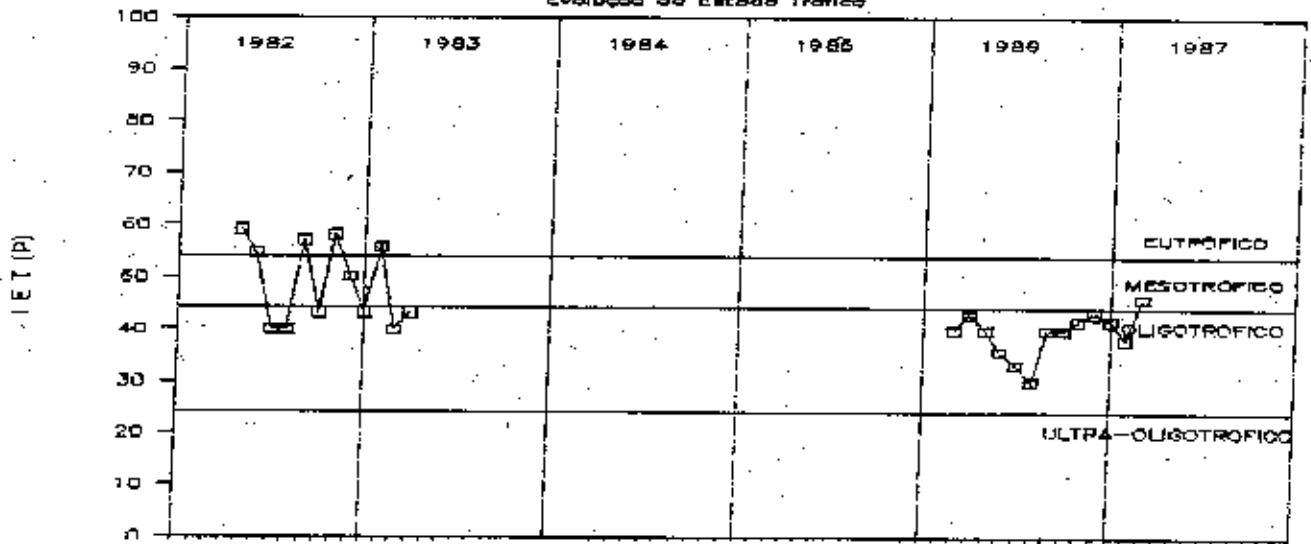
\*\*\* RESERVATÓRIO DE PAIVA CASTRO \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE PAIVA CASTRO \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE PAIVA CASTRO \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

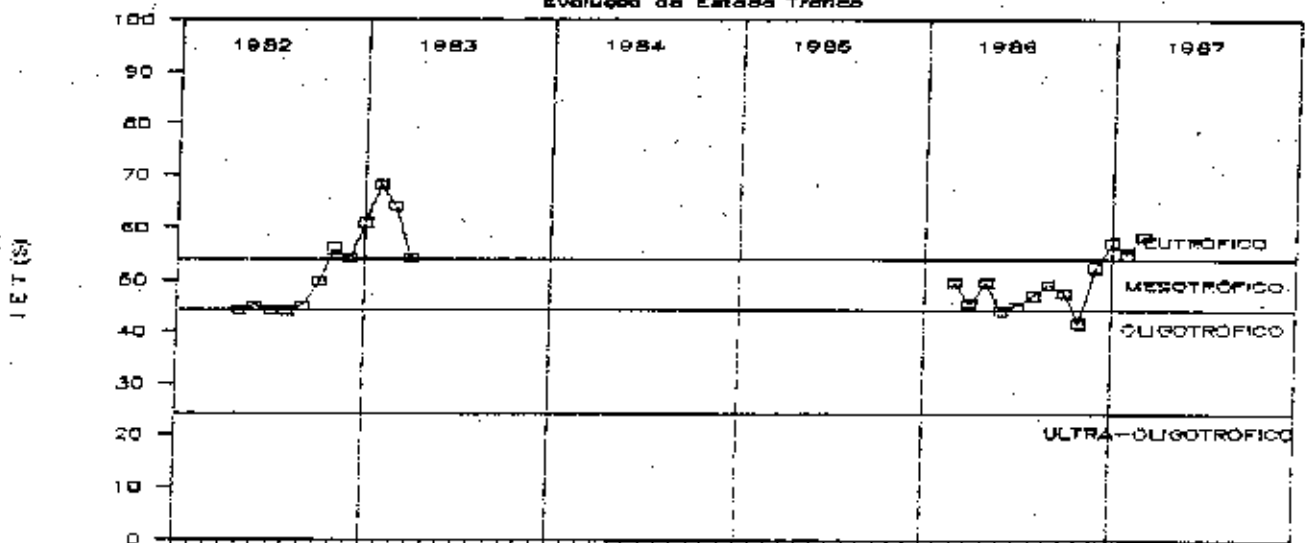
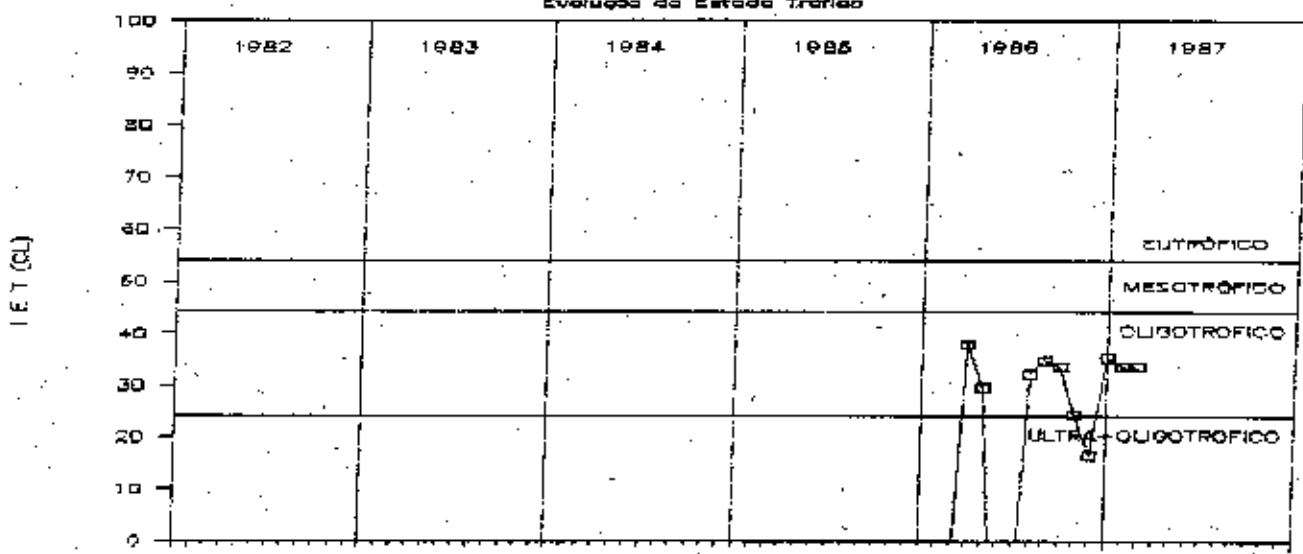


Figura 27. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. de Paiva Castro determinada pelos tres índices, IET(CL), IET(P) e IET(S)

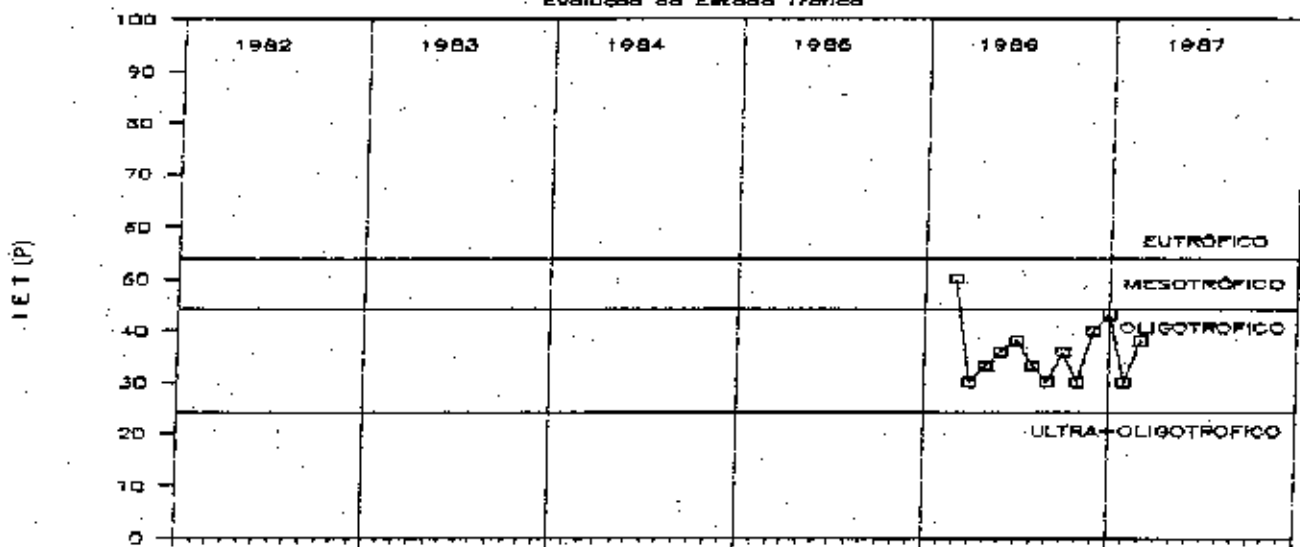
\*\*\* RESERVATÓRIO DO PARAIBUNA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DO PARAIBUNA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DO PARAIBUNA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

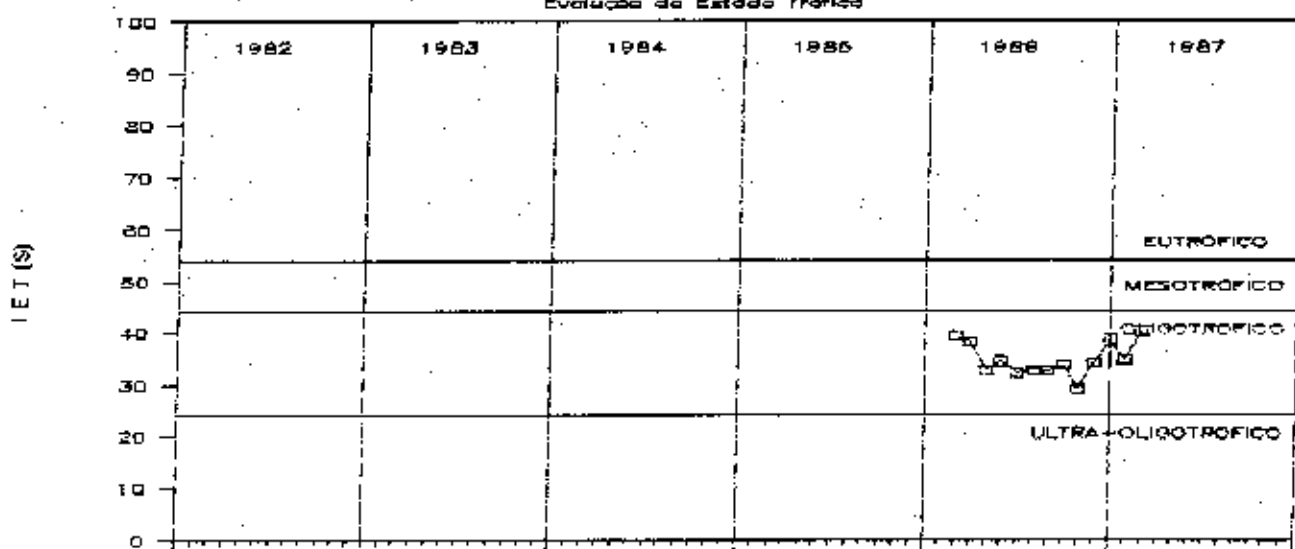
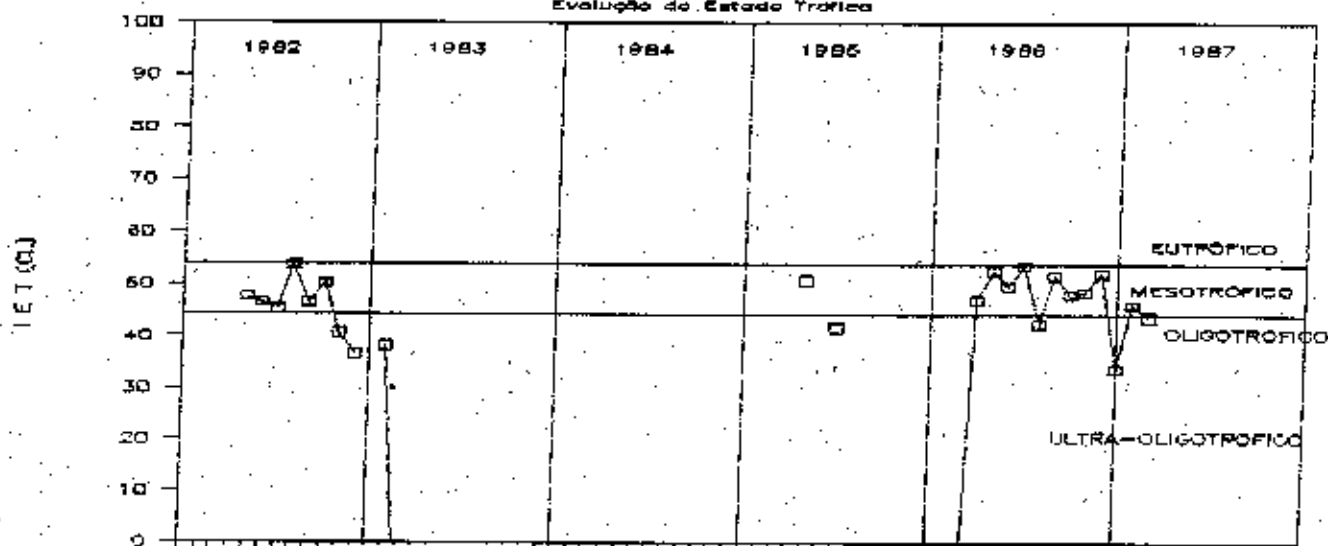


Figura 28. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. do Paraíba determinada pelos três índices, IET(OL), IET(P) e IET(S)



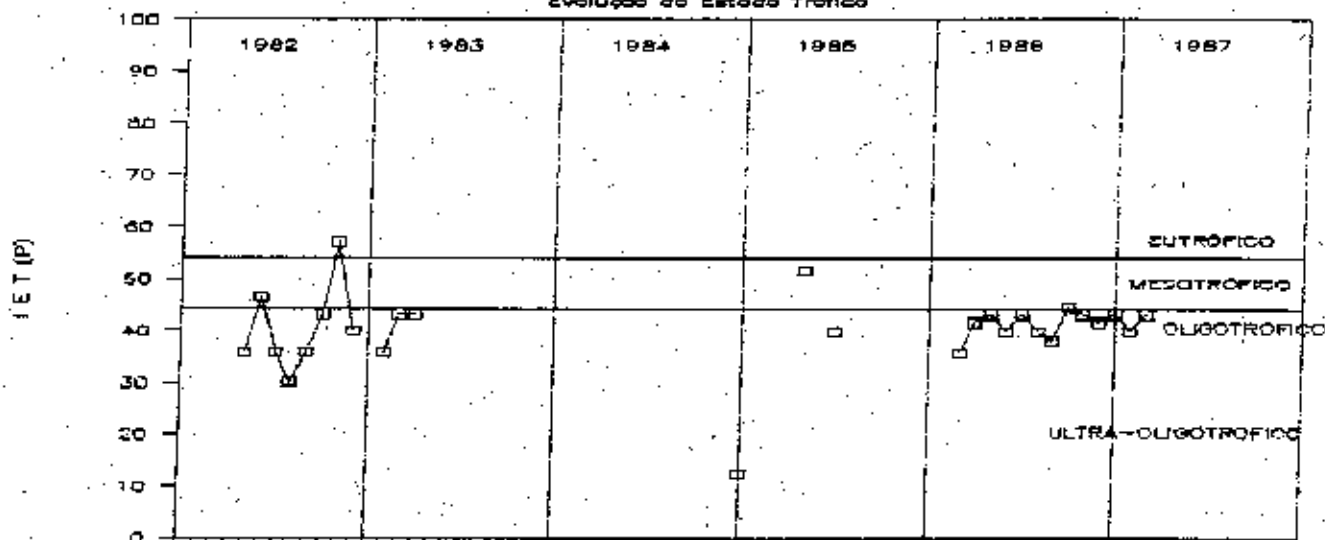
\*\*\* RESERVATÓRIO DE PONTE NOVA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE PONTE NOVA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DE PONTE NOVA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

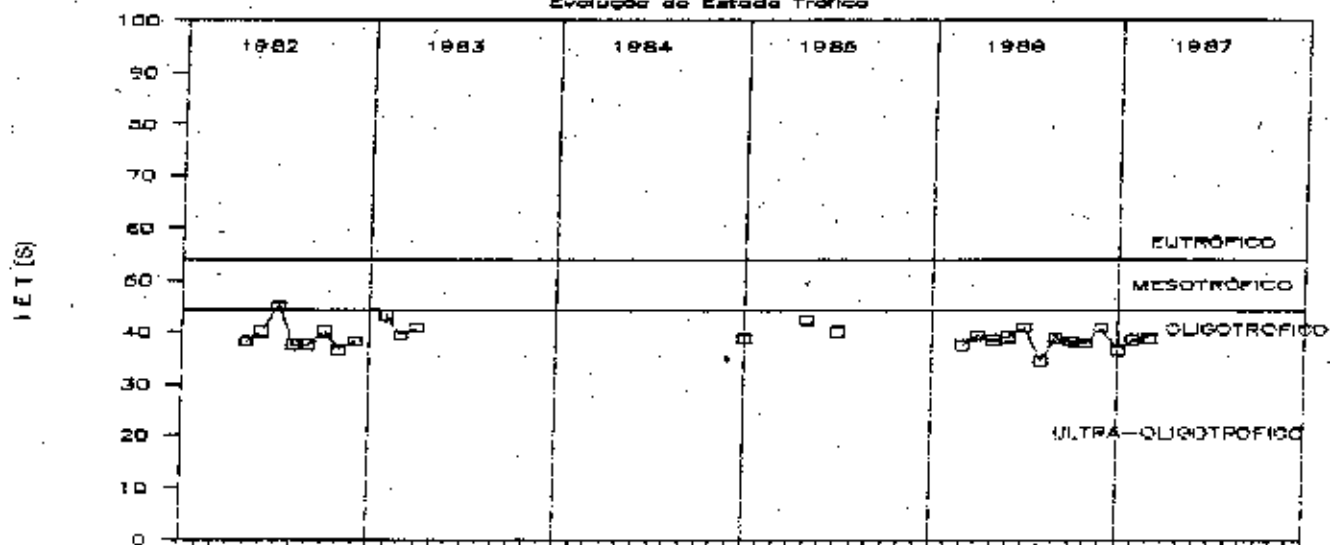
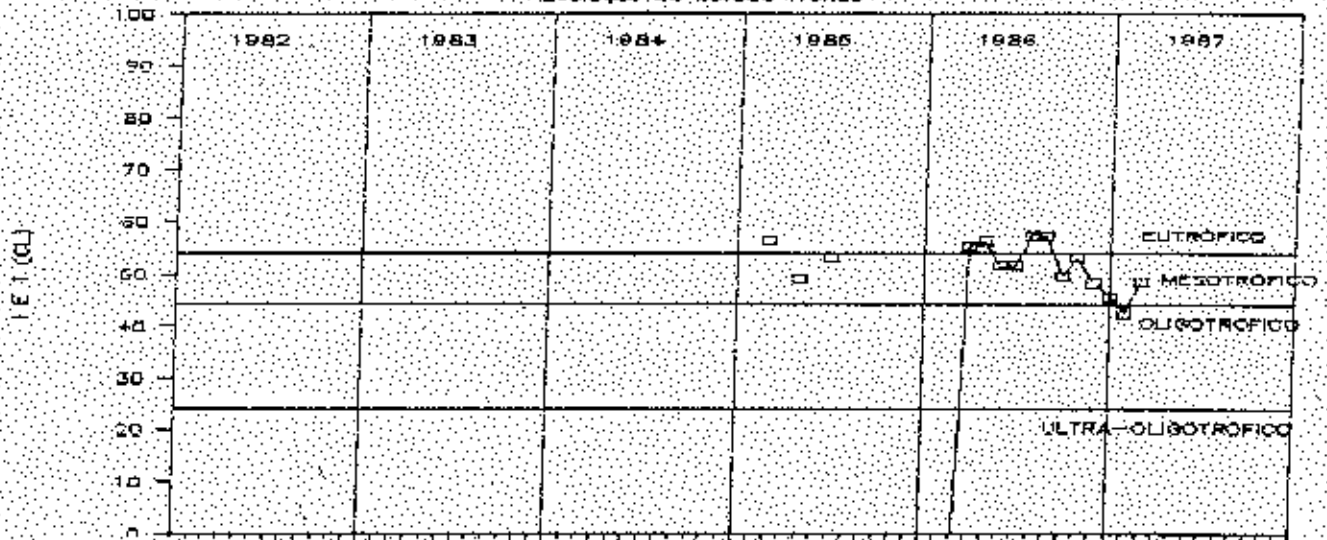


Figura 29. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. de Ponte Nova determinada pelos tres índices, IET (CL), IET (P) e IET (S)

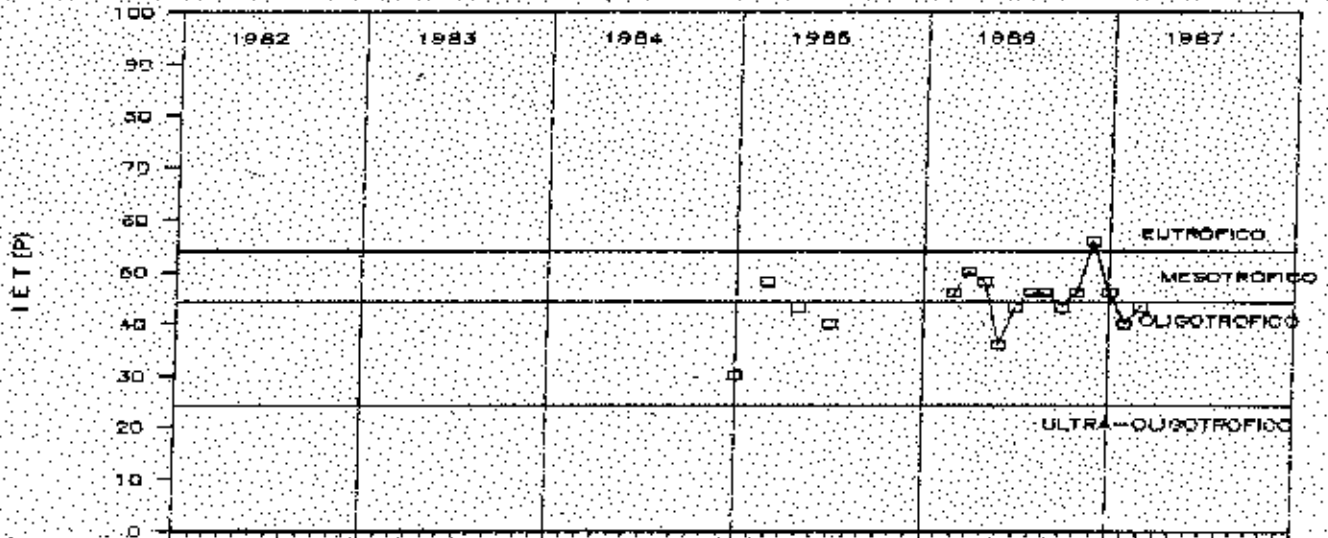
\*\*\* RESERVATÓRIO DO TAIACUPEBA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DO TAIACUPEBA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico



\*\*\* RESERVATÓRIO DO TAIACUPEBA \*\*\*

Evolução do Estado Trófico

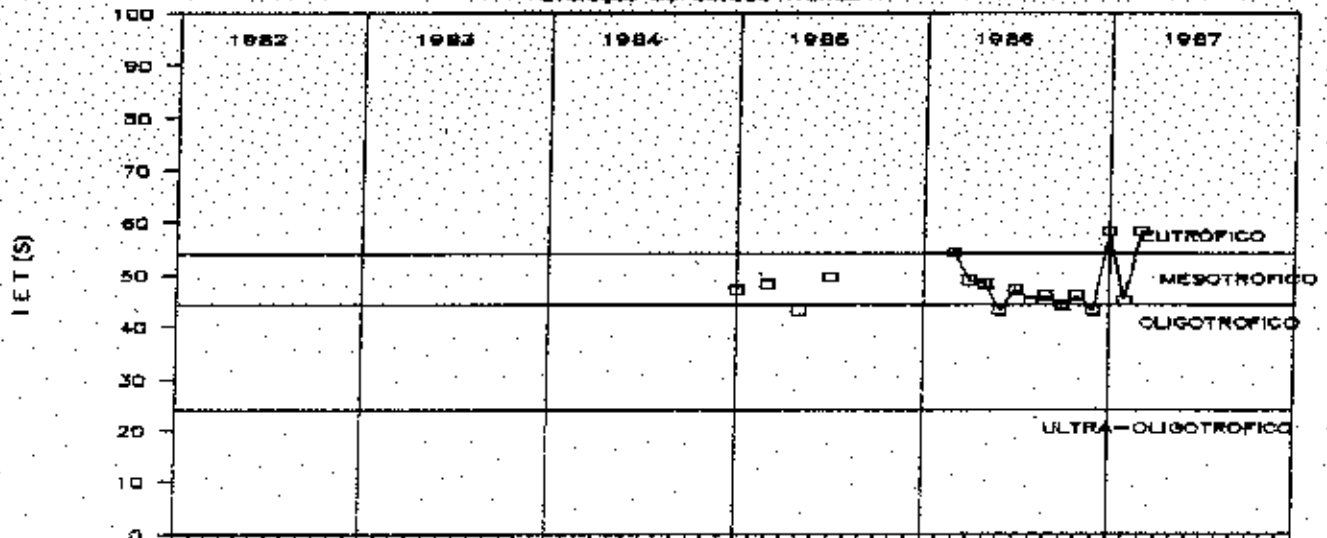


Figura 30. Comparação entre a evolução do estado trófico do Res. do Taiacupeba determinada pelos três índices, IET(CL), IET(P) e IET(S)

\*\*\* RESERVATÓRIOS \*\*\*

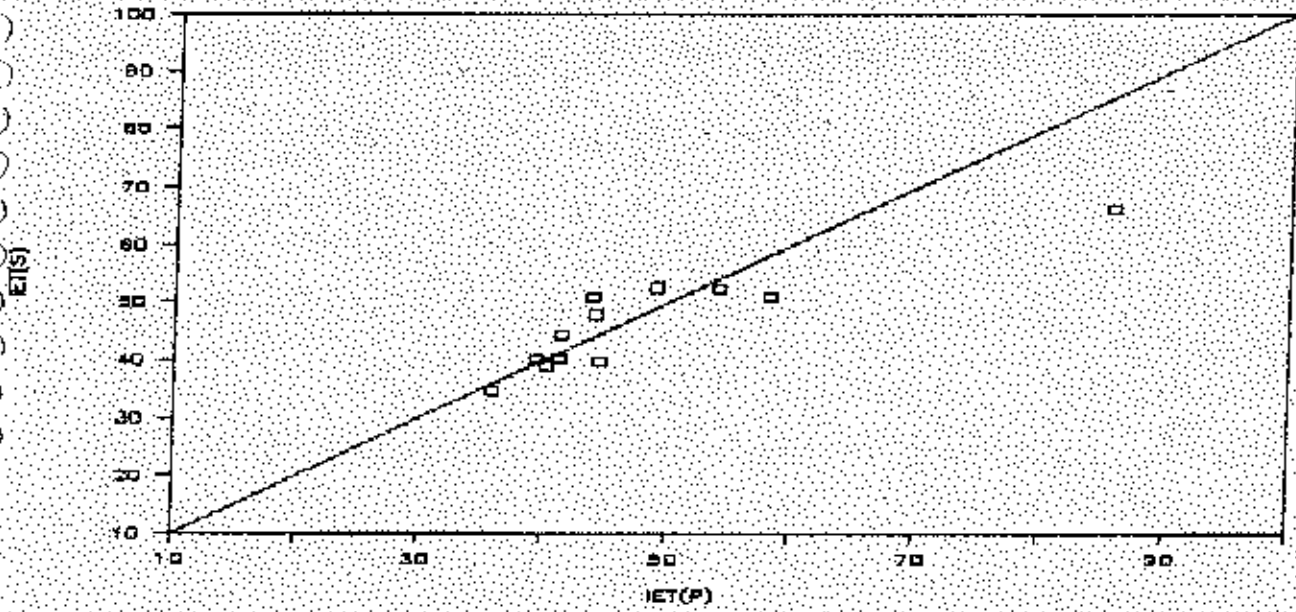


Figura 31. Valores médios do índice da profundidade Secchi, IET(S) contra os valores médios do índice do fósforo total, IET(P)

\*\*\* RESERVATÓRIOS \*\*\*

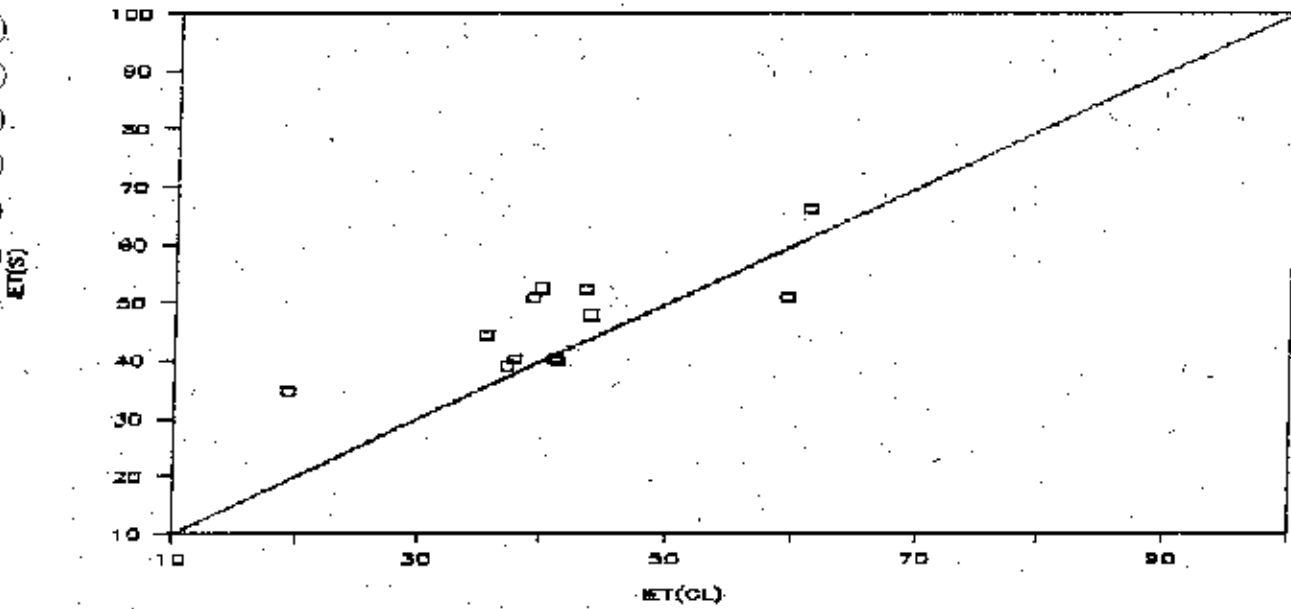


Figura 32. Valores médios do índice da profundidade Secchi, IET(S) contra os valores médios do índice da clorofila-a, IET(CL)

Entenda: 18 / 08 / 2010

Indicação:

Aprovação: Denise

Preço:

Embalado em: 18 / 08 / 2010

3503  
T 515 (RCET)  
OR 752