

3. LIMNOLOGIA DO RESERVATÓRIO DA UHE DE XINGÓ E TRECHO À JUSANTE: VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL

O represamento dos grandes rios para construção de usinas hidrelétricas pode ser considerado como a primeira onda impactante nesses ambientes, provocando uma série de alterações nas características limnológicas nas áreas represadas e trecho à jusante, bem como a diminuição da biodiversidade da ictiofauna nativa e muitas vezes, a redução da produção pesqueira.

A ciclagem de nutrientes e a estrutura das comunidades aquáticas são alguns dos fatores que sofrem maiores alterações com a mudança do regime hídrico.

Informações sistemáticas sobre a limnologia do baixo curso do rio São Francisco, incluindo a zona costeira adjacente, foram obtidas após 4 anos da formação do reservatório, onde foram selecionadas 19 estações de coleta de água para determinação dos parâmetros abióticos e clorofila - a.

As estações foram distribuídas considerando-se a morfometria do reservatório, confluência de afluentes e captação para abastecimento doméstico, em municípios / localidades dos Estados de Alagoas e Sergipe. Das 19 estações, 6 localizam-se no reservatório e 13 à jusante (Quadro 5 e Figura 10).

Quadro 5. Estações de coleta de água no Baixo São Francisco entre Paulo Afonso/BA e a foz.

Estações de coleta de água	
Reservatório	1 . Jusante da UHE de Paulo Afonso IV (9° 25' S e 38° 11' W) (Foto 4)
	2 . Adutora de Delmiro Gouveia (9° 27' S e 38° 01' W) (Foto 5)
	3 . Adutora antiga de Delmiro Gouveia (9° 27' S e 38° 01' W)
	4 . Confluência dos riachos do Talhado / Águas Mortas (9° 31' S e 37° 53' W)
	5 . Riacho Curituba (9° 36' S e 37° 52' W)
	6 . Barragem de Xingó (9° 37' S e 37° 47' W)
Jusante	7 . Jusante da UHE de Xingó (9° 38' S e 37° 46' W) (Foto 6)
	8 . Município de Piranhas (AL) (9° 37' S e 37° 45' W) (Foto 7)
	9 . Povoado de Entremontes (AL) (9° 40' S e 37° 39' W)
	10 . Povoado de Bonsucesso (SE) (9° 42' S e 35° 47' W)
	11 . Adutora de Pão de Açúcar (AL) (9° 44' S e 37° 27' W) (Foto 8)
	12 . Adutora de Belo Monte (AL) (9° 50' S e 37° 17' W)
	13 . Confluência do rio Traipú (AL) (9° 58' S e 37° 00' W) (Foto 9)
	14 . Município de Própria (SE) (10° 12' S e 36° 49' W) (Foto 10)
	15 . Povoado de Saúde (SE) (10° 15' S e 36° 37' W) (Foto 11)
	16 . Município de Penedo (AL) (10° 17' S e 36° 35' W) (Foto 12)
	17 . Município de Ilha das Flores (SE) (10° 25' S e 36° 32' W) (Foto 13)
	18 . Município de Piaçabuçu (AL) (10° 17' S e 36° 35' W) (Foto 14)
	19 . Foz do São Francisco (9° 38' S e 35° 44' W) (Foto 15)

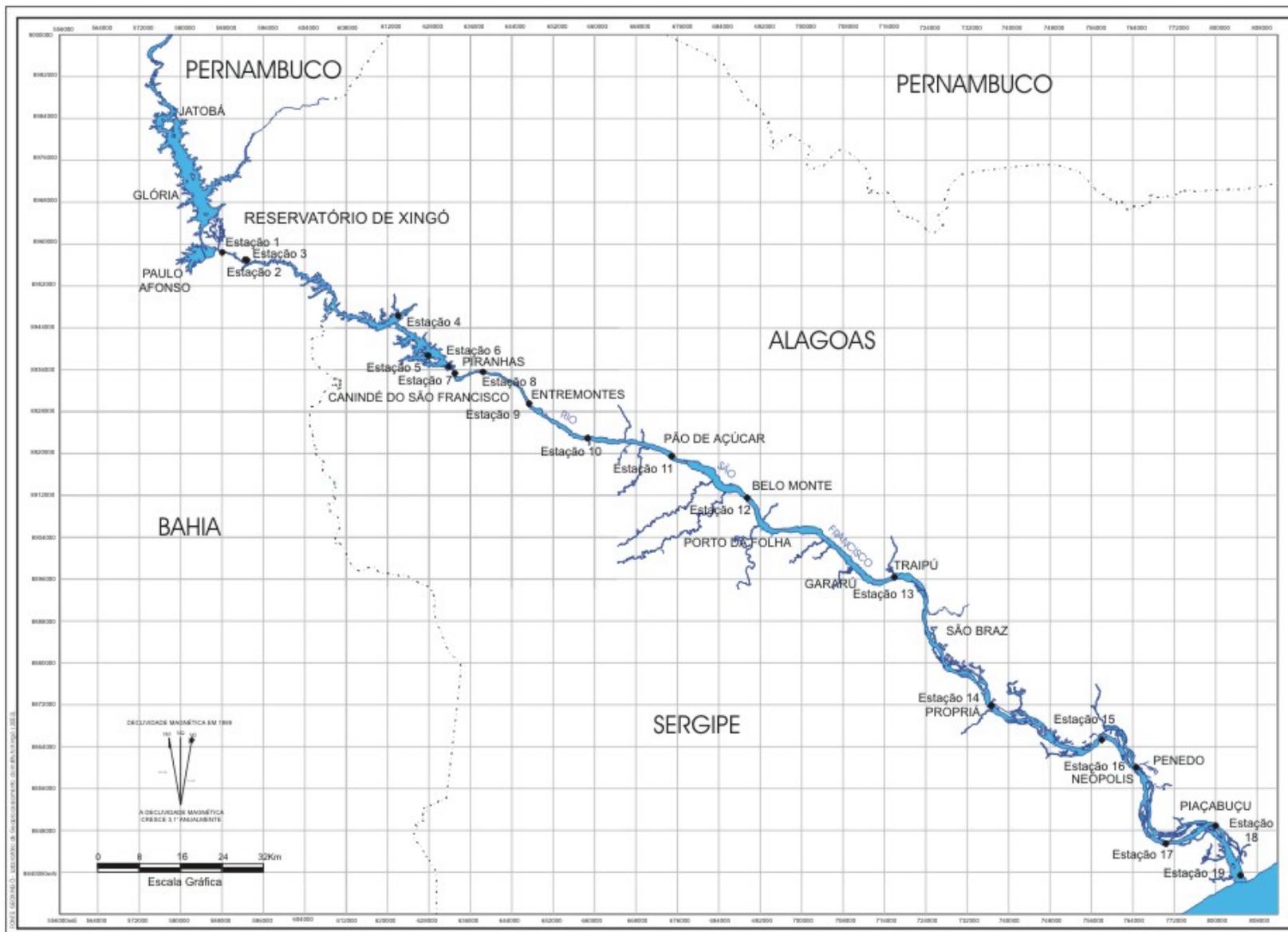


Figura 10. Localização das estações de coleta de água no reservatório de Xingó e trecho à jusante.



Foto: Fábio Costa

Foto 4. Estação 1 – Jusante da UHE de Paulo Afonso IV



Foto: Fábio Costa

Foto 5. Estação 2 – Adutora de Delmiro Gouveia



Foto: Fábio Costa

Foto 6. Estação 7 – Jusante da UHE de Xingó



Foto: Fábio Costa

Foto 7. Estação 8 – Município de Piranhas (AL)



Foto: Fábio Costa

Foto 8. Estação 11 – Adutora de Pão de Açúcar (AL)



Foto: Fábio Costa

Foto 9. Estação 13 – Confluência do rio Traipú (AL)



Foto: Fábio Costa

Foto 10. Estação 14 – Município de Própria (SE)



Foto: Fábio Costa

Foto 11. Estação 15 – Povoado de Saúde (SE)



Foto: Fábio Costa

Foto 12. Estação 16 – Município de Penedo (AL)



Foto: Fábio Costa

Foto 13. Estação 17 – Município de Ilha das Flores (SE)



Foto: Fábio Costa

Foto 14. Estação 18 – Município de Piaçabuçu (AL)



Foto: Fábio Costa

Foto 15. Estação 19 – Foz do São Francisco

O monitoramento dos parâmetros abióticos e clorofila – a foi realizado em 4 períodos (março, junho, setembro e dezembro) nos anos de 1998 / 99, em todas as estações, através do Convênio celebrado entre a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) e Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF).

Em 2002, através do Projeto GEF São Francisco – Subprojeto 1.3 Recomposição da Ictiofauna Reofílica do Baixo São Francisco, foram realizadas duas campanhas limnológicas no reservatório de Xingó, durante os meses de março e agosto.

Amostras de água foram coletadas com uma garrafa tipo Van Dorn, com capacidade de 2,2 l, em duas profundidades relativas a cada estação – superfície e fundo – após a determinação da profundidade máxima.

As variáveis temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (concentração e saturação), sólidos totais dissolvidos, salinidade e pH foram determinadas *in situ*, com emprego de medidores portáteis.

A transparência da água foi estimada através da leitura da profundidade de desaparecimento visual do disco de Secchi.

Os parâmetros nitrato, fosfato, amônia, silício e clorofila – a (Strickland & Parsons, 1972) foram determinados no Laboratório de Hidroquímica / LABMAR - UFAL.

Os resultados das campanhas limnológicas, são apresentados nas figuras a seguir, numa análise comparativa para cada variável dentre as diferentes estações ao longo do reservatório de Xingó e trecho à jusante.

3.1. Variáveis Físicas e Químicas

3.1.1. Temperatura da água

A temperatura da água no reservatório, no ano de 1998, variou de 24,0 a 31,0° C na superfície e de 21,0 a 30,0° C no fundo. No trecho à jusante, os valores registrados para superfície e fundo, apresentaram a mesma variação, 26,0 a 30,0° C.

No ano de 1999, a temperatura de superfície no reservatório variou de 23,7 a 29,2° C e a de fundo de 23,9 a 28,4° C. No trecho à jusante, os valores registrados para superfície e fundo, apresentaram a mesma variação, 24,0 a 29,4° C. As médias anuais de temperatura da superfície e fundo, foram comparativamente mais baixas no ano de 1999.

A análise da distribuição espacial da temperatura no reservatório, evidenciou valores médios mais baixos nas Estações 1 e 6, durante os anos de 1998 e 1999. Ao longo do reservatório verificou - se uma ligeira tendência de aumento (Figura 11).

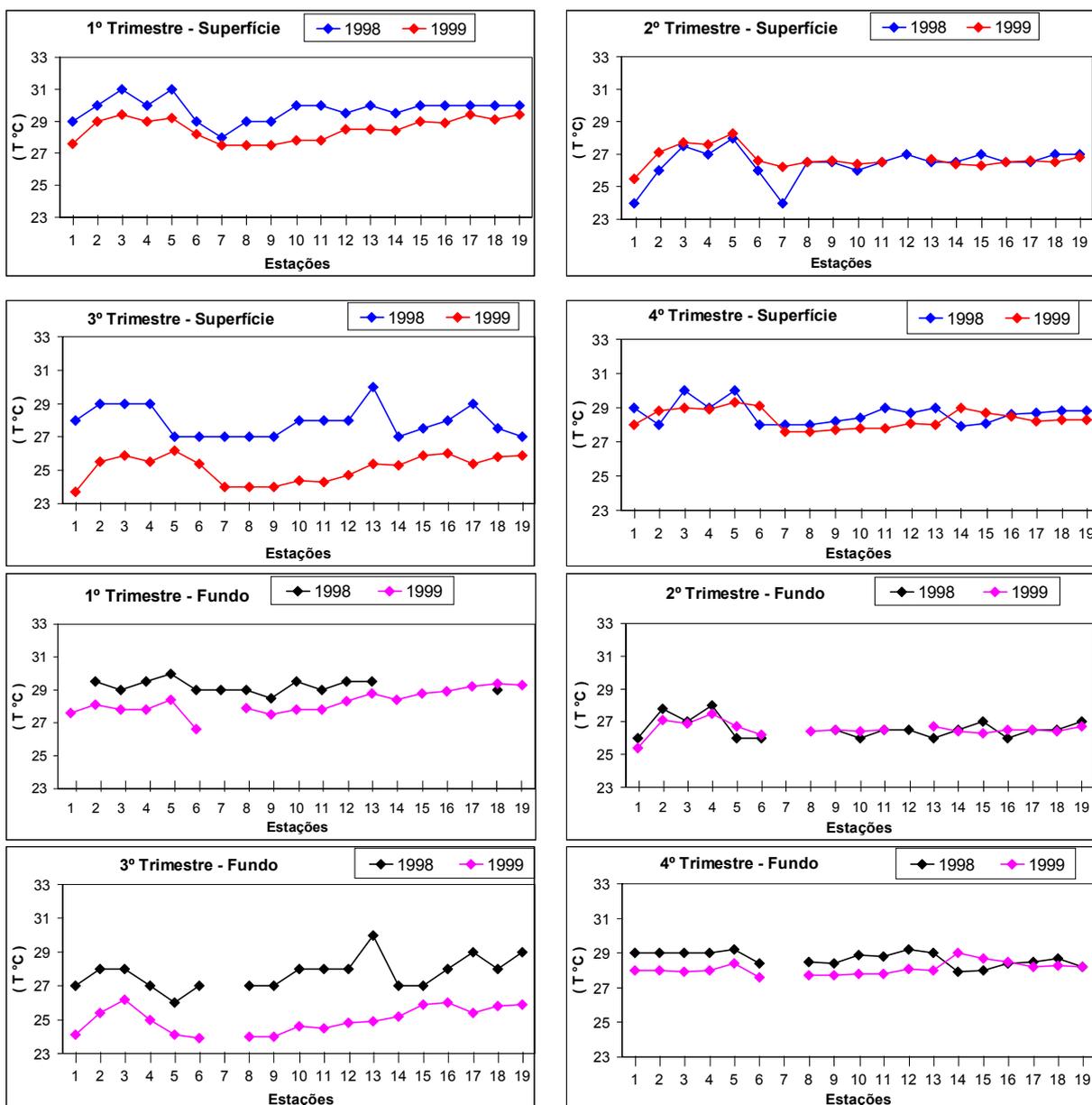


Figura 11. Padrão de variação longitudinal da temperatura no trecho entre Paulo Afonso e a Foz do São Francisco.

3.1.2. Condutividade elétrica

Nos pontos amostrados no reservatório a condutividade elétrica, variou de 59,5 a 84 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície e 58,5 a 84 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo, durante o ano de 1998. No trecho à jusante a variação superficial foi de 59,4 a 2.310 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e de 59 a 5.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo.

No ano de 1999, o reservatório apresentou variação superficial de 61,2 a 72,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e de 59,2 a 70,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo. No trecho à jusante, a condutividade na superfície variou de 56,3 a 27.400 e de 61,3 a 41.400 no fundo (Figura 12).

A grande variação no trecho à jusante, deve-se a Estação 19, que sofre forte influência do ambiente marinho.

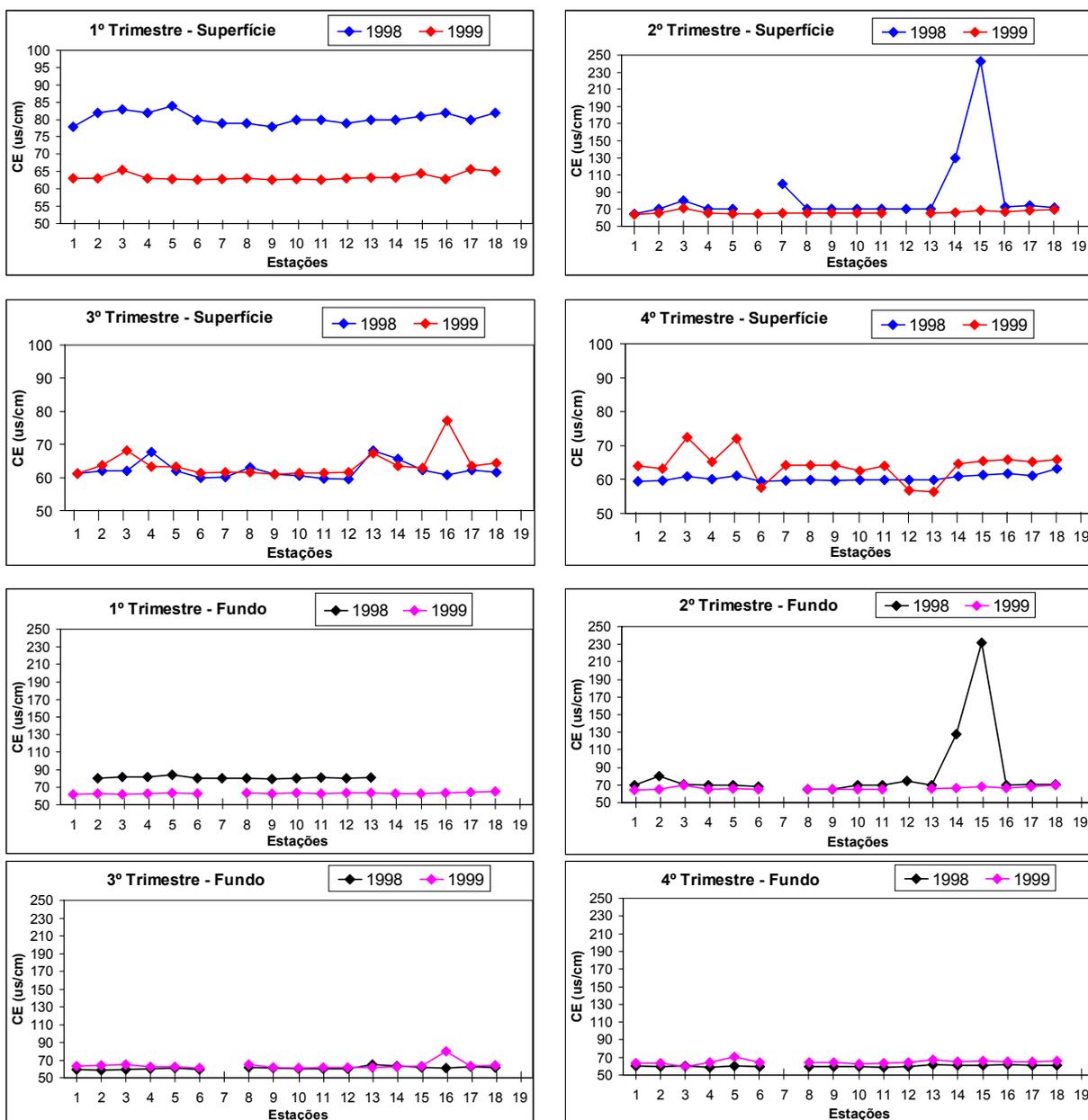


Figura 12. Padrão de variação longitudinal da condutividade elétrica no trecho entre Paulo Afonso e a Foz do São Francisco.

3.1.3. Oxigênio dissolvido

Os teores de oxigênio dissolvido (OD), expressos em concentração e saturação, variaram no reservatório de um mínimo de 6,8 a um máximo de 9,6 mg/l (respectivamente de 85,6 e 125% de saturação) na superfície, e 4,8 e 8,7 mg/l, correspondentes a 68 e 108,0%, no fundo, durante o ano de 1998. Os teores mais baixos de oxigênio foram registrados na Estação 5. À jusante da UHE de Xingó, os teores de oxigênio na superfície variaram de 6,6 a 13,6 mg/l, correspondentes a 82,2 e 177,1% de saturação e 6,6 a 13,8 mg/l no fundo (respectivamente de 82,2 e 177,1 % de saturação).

Teores variando de 6,2 a 10,1 mg/l na superfície e de 4,8 a 9,8 mg/l no fundo foram registrados em 1999, no reservatório. A variação da concentração ao longo das estações, no trecho à jusante, foi de 5,9 a 9,8 mg/l na superfície e no fundo de 6 a 11,2 mg/l (Figura 13).

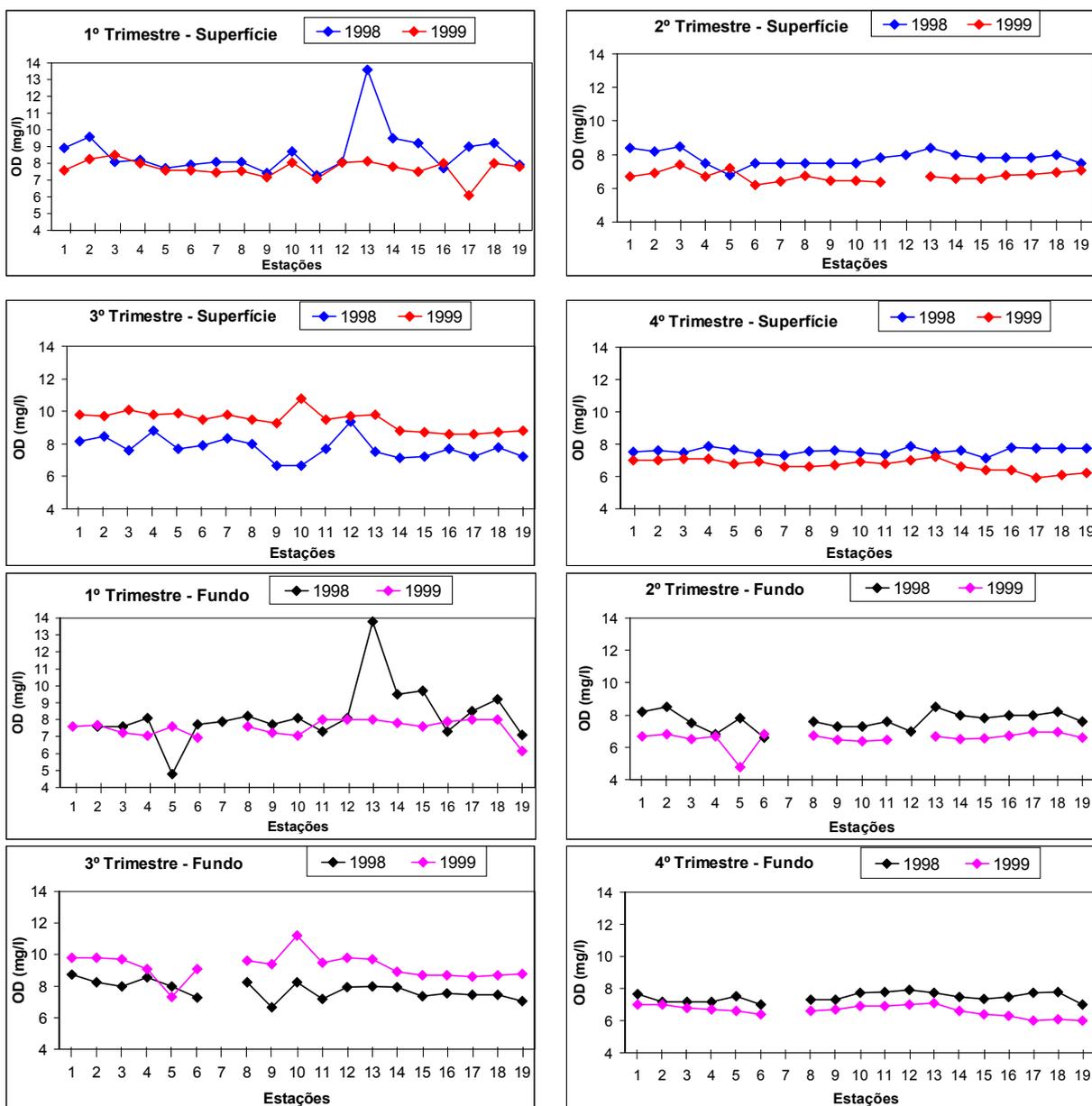


Figura 13. Padrão de variação longitudinal do oxigênio dissolvido no trecho entre Paulo Afonso e a Foz do São Francisco.

3.1.4. Potencial hidrogeniônico

O pH da água do reservatório de Xingó e o trecho à jusante manteve-se alcalino (7,24 a 8,42), com exceção do 3º trimestre de 1998 e 1999 nas Estações 2, 4, 5, 7 e 11 (pH = 6).

3.1.5. Transparência da água

A transparência da água medida pelo “Disco de Secchi”, indicam valores mais elevados para o reservatório da UHE Xingó, cuja variação média foi de 2,2 a 6,6 metros. O trecho a jusante apresentou uma variação de 1,8 a 5,3 metros.

Embora os índices determinados a partir da profundidade de desaparecimento visual do disco de Secchi não devam ser utilizados isoladamente para inferir o estado trófico do ambiente, uma tentativa inicial usando estes índices foi utilizada neste trabalho: Profundidade do disco de

Secchi – Zds (Lee et al., 1981 apud Toledo Jr. Et al., 1983) e o índice do estado trófico – IET (S) (Carlson, 1977).

O Quadro 6, mostra a classificação trófica do Baixo São Francisco em relação a estes índices.

Quadro 6. Classificação do Baixo São Francisco em relação à profundidade do disco de Secchi e o Índice do Estado Trófico de Carlson (IET)

Locais de Coleta	Meses	Zds (m)	IET(S)	Índice de Estado Trófico	
				IET (S)* Classificação	Zds** Classificação
Reservatório da UHE Xingó	Mar/98	5,7	34,89	Oligotrófico	Oligotrófico
	Jun/98	5,3	35,94	Oligotrófico	Oligotrófico
	Set/98	6,2	33,68	Oligotrófico	Oligotrófico
	Dez/98	6,6	32,78	Oligotrófico	Oligotrófico
Jusante da UHE Xingó	Mar/98	4,4	38,62	Oligotrófico	Oligotrófico-Mesotrófico
	Jun/98	3,7	41,12	Mesotrófico	Mesotrófico
	Set/98	4,9	37,07	Oligotrófico	Oligotrófico
	Dez/98	5,3	35,94	Oligotrófico	Oligotrófico
Reservatório da UHE Xingó	Mar/99	5,2	36,21	Oligotrófico	Oligotrófico
	Jun/99	2,4	47,37	Mesotrófico	Mesotrófico
	Set/99	2,2	48,62	Mesotrófico	Mesotrófico-Eutrófico
	Dez/99	5,6	35,15	Oligotrófico	Oligotrófico
Jusante da UHE Xingó	Mar/99	4,4	38,62	Oligotrófico	Oligotrófico-Mesotrófico
	Jun/99	1,8	51,52	Eutrófico	Mesotrófico-Eutrófico
	Set/99	2,1	49,30	Mesotrófico	Mesotrófico-Eutrófico
	Dez/99	4,0	40,00	Oligotrófico	Oligotrófico-Mesotrófico

* IET (S) = Índice do Estado Trófico de Carlson	
Ultra-oligotrófico	<= 20
Oligotrófico	21 e 40
Mesotrófico	41 e 50
Eutrófico	51 e 60
Hipereutrófico	>= 61

** Zds = Profundidade do disco de Secchi (m)	
Oligotrófico	>= 4,6
Oligotrófico-Mesotrófico	4,5 e 3,8
Mesotrófico	3,7 e 2,4
Mesotrófico-Eutrófico	2,3 e 1,8
Eutrófico	<= 1,7

3.1.6. Nutrientes

- **Fosfato**

Os teores de Fosfato variam no reservatório de 0,6 a 48 µg/l, e no trecho a jusante de 0,5 a 47µg/l, durante o ano de 1998. O reservatório apresentou no ano de 1999 uma variação de 0,2 a 26,7 µg/l e no trecho à jusante de 0,2 a 21,6 µg/l. Os maiores teores de fosfato foram registrados no 2º e 3º trimestre (junho e dezembro) para os dois anos de estudos (Figura 14).

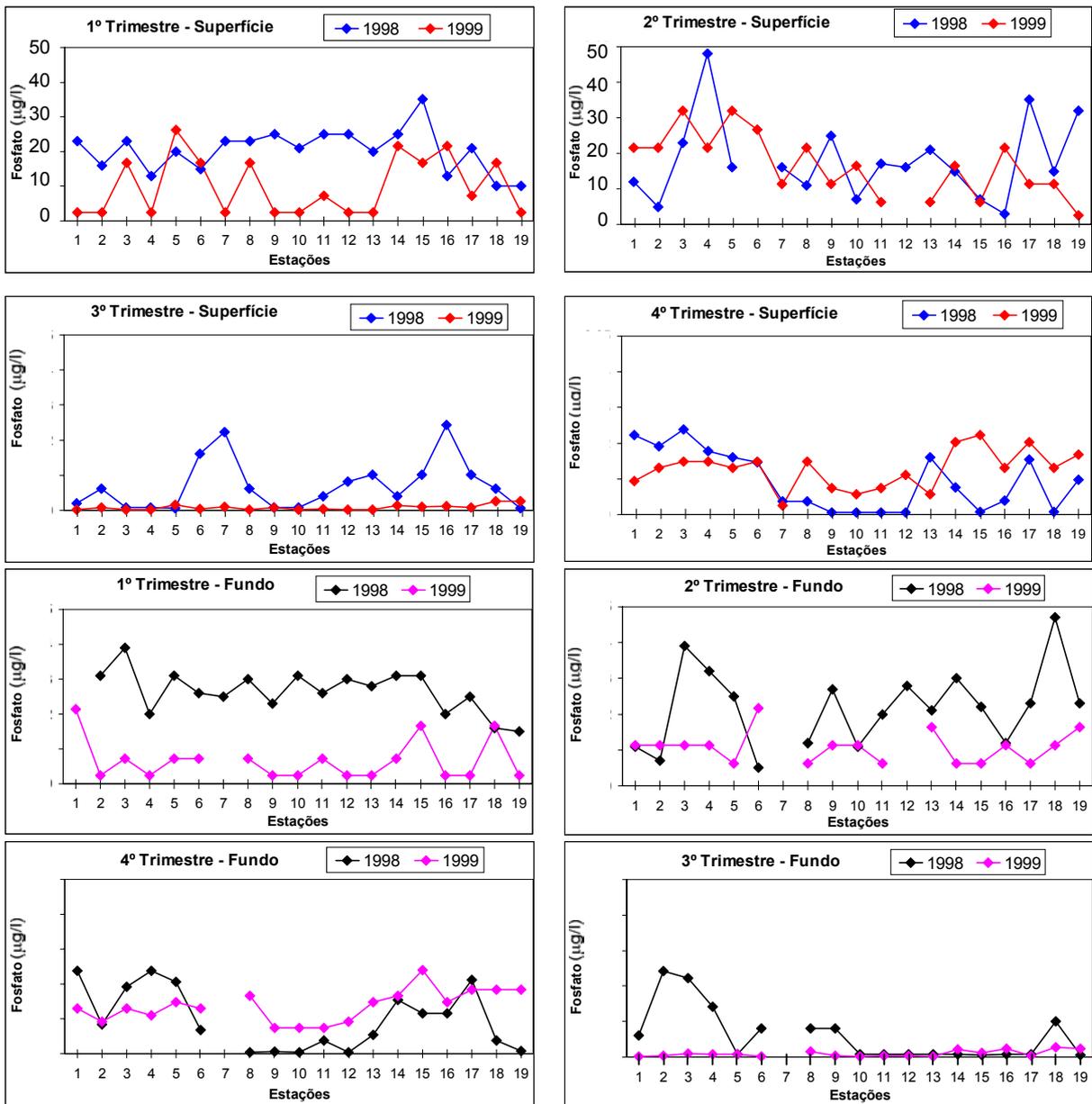


Figura 14. Padrão de variação longitudinal de fosfato no trecho entre Paulo Afonso e a Foz do São Francisco.

Seguindo os critérios apresentados por Vollenweider (1968) para o Fósforo Total, a maioria dos valores determinada indica que tanto o reservatório da UHE Xingó como o trecho à jusante, podem ser classificados como Oligomesotrófico-Mesoetrófico (Quadro 7).

Quadro 7. Classificação do Baixo São Francisco em relação à concentração de Fósforo Total

Locais de Coleta	Meses	Fósforo Total (µg/l)	Estado Trófico (P-total)
			* VOLLENWEIDER (1968) Classificação
Reservatório da UHE Xingó	Mar/98	23,0	Mesoeutrófico
	Jun/98	20,0	Mesoeutrófico
	Set/98	9,0	Oligomesotrófico
	Dez/98	18,0	Mesoeutrófico
Jusante da UHE Xingó	Mar/98	23,0	Mesoeutrófico
	Jun/98	19,8	Mesoeutrófico
	Set/98	5,6	Oligomesotrófico
	Dez/98	5,6	Oligomesotrófico
Reservatório da UHE Xingó	Mar/99	9,0	Oligomesotrófico
	Jun/99	19,0	Mesoeutrófico
	Set/99	0,5	Ultra-oligotrófico
	Dez/99	13,0	Mesoeutrófico
Jusante da UHE Xingó	Mar/99	7,7	Oligomesotrófico
	Jun/99	11,1	Mesoeutrófico
	Set/99	1,1	Ultra-oligotrófico
	Dez/99	14,0	Mesoeutrófico

* VOLLENWEIDER (1968) (µg/l)	
Ultra-oligotrófico	< 5
Oligomesotrófico	5 e 10
Mesoeutrófico	10 e 30
Eutrófico	30 e 100
Hipereutrófico	> 100

- **Nitrato e Amônia**

Os valores da concentração mínima e máxima de nutrientes no reservatório e trecho à jusante, representados pelas formas de amônia (N.NH₄) e nitrato (N.NO₃), constam do Quadro 8.

Quadro 8. Valores Mínimos e Máximos de amônia e nitrato no Baixo São Francisco – 1998 / 1999

RESERVATÓRIO								
Parâmetros	Superfície				Fundo			
	Mínimo		Máximo		Mínimo		Máximo	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Amônia (mg/l)	0,0130	0,0500	1,5910	0,2140	0,0180	0,0070	1,6800	0,3360
Nitrato (mg/l)	0,0010	0,0190	0,0980	0,2010	0,0020	0,0230	0,1140	0,2250

JUSANTE								
Parâmetros	Superfície				Fundo			
	Mínimo		Máximo		Mínimo		Máximo	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Amônia (mg/l)	0,0003	0,0107	1,0510	0,2500	0,0002	0,0230	1,0000	0,3290
Nitrato (mg/l)	0,0010	0,0330	0,0770	0,2090	0,0010	0,0270	0,0770	0,2090

Fonte: Convênio UFAL/CHESF/CODEVASF

Segundo os critérios de classificação apresentados por Vollenweider (1968) para os teores de Amônia e Nitrato, o reservatório da UHE Xingó pode ser considerado Oligotrófico.

3.2. Variáveis Biológicas

- **Clorofila**

A variação dos valores de clorofila, dentre as estações de amostragens consta da Figura 15. Sua concentração na superfície do reservatório variou de 0,01 a 13,52 µg/l e no fundo de 0,01 a 8,18 µg/l. No trecho à jusante variou de 0,01 a 4,09 µg/l na superfície, e de 0,01 a 5,66 µg/l no fundo.

Com base nos valores médios determinados, a concentração de clorofila foi mais elevada no reservatório. Os valores de clorofila detectados durante as campanhas de 1999 foram superiores aos observados em 1998.

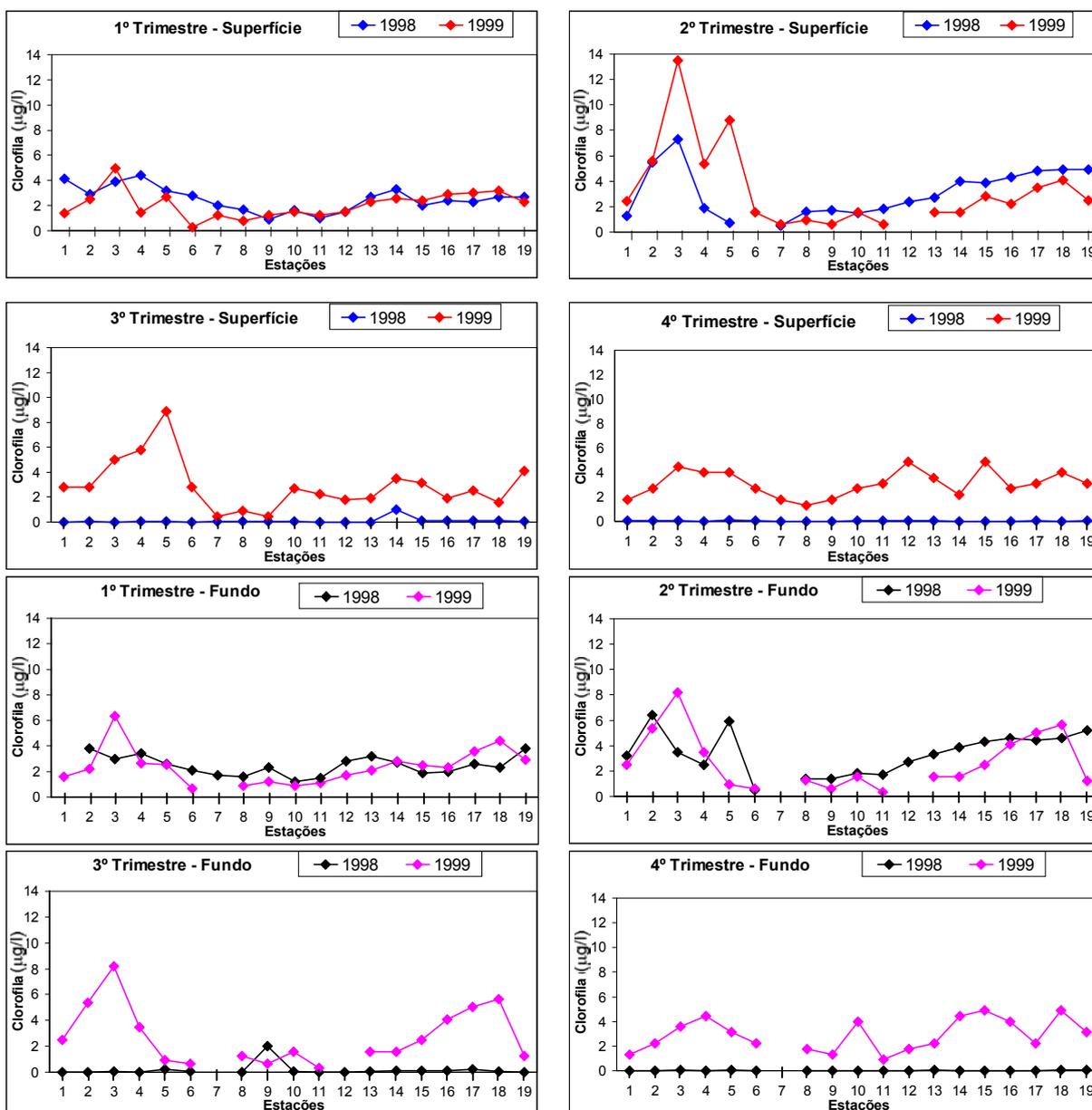


Figura 15. Padrão de variação longitudinal da clorofila no trecho entre Paulo Afonso e a Foz do São Francisco.