

3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

O diagnóstico ambiental da área de estudo tem por base os estudos anteriores apresentados por ocasião do processo de Licenciamento Ambiental (CESP, 2002), complementados e atualizados por levantamentos de dados primários e secundários.

3.1 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

3.1.1 Caracterização do Clima e Condições Meteorológicas

De acordo com a classificação climática proposta por Koeppen (1931, citado por MOREIRA e PIRES NETO, 1998, p.77), a área de estudo enquadra-se no tipo Aw - tropical com verão úmido e inverno seco, com a temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C e a razão entre as precipitações mensais mínimas e máximas inferior a 1/10.

Este quadro climático também se caracteriza por apresentar elevadas temperaturas anuais e um regime pluviométrico marcado pela ocorrência de duas estações: verão quente e chuvoso, com precipitação mais ou menos abundante, e geralmente superior à evapotranspiração, permitindo a reposição das reservas hídricas superficiais (rios, córregos e lagos) e subterrâneas (aquíferos e lençóis freáticos). O inverno é seco com temperaturas consideradas amenas e baixas, durante o qual a evapotranspiração tende a exceder a precipitação (adaptado de MOREIRA e PIRES NETO, 1998).

Segundo o NIMER (1979, p.394), a área de estudo sofre a atuação do Sistema de Correntes Perturbadas de Oeste caracterizada pelas Linhas de Instabilidades Tropicais (IT). Este fenômeno, entre o final da primavera e o início do outono, é marcado pela ocorrência de ventos de W a NW trazidos pelas Linhas de Instabilidades Tropicais.

Trata-se de alongadas depressões barométricas, induzidas em pequenas dorsais ou atlas. No seio de uma linha de IT o ar em convergência resulta, geralmente, em chuvas e trovoadas, especialmente no verão (chuvas de convergência). Sua origem está ligada ao movimento ondulatório que se verifica na Frente Polar Atlântica (FPA) ao entrar em contato com o ar quente da Zona Tropical. A medida que a FPA caminha para o Equador, as ITs deslocam-se para Leste ou Sudeste, se anunciando com nuvens e geralmente chuvas tropicais. Portanto, o Sistema de Circulação de Correntes Perturbadas de Oeste é representado pela passagem das ITs, cuja frequência caracteriza os tempos instáveis do verão.

Acrescenta-se que, o Sistema de Correntes Perturbadas do Sul é também atuante na região, sendo representado pela invasão do anticiclone polar oriundo de superfícies geladas do continente Antártico, com ar seco e frio, que age de forma distinta no verão e no inverno. No verão, sua atuação possui baixa energia e, em contato com a massa de ar quente, provoca as chuvas frontais. No inverno, o anticiclone polar atua com mais força permanecendo o céu limpo, baixa umidade, declínio de temperatura e precipitação pluviométrica pouco expressiva (NIMER, 1979, p.396).

A área de estudo apresenta as características típicas dos climas tropicais, com inverno seco e verão chuvoso. Os meses chuvosos são de outubro a abril, com picos em dezembro, janeiro e fevereiro, e a estiagem se apresenta no período de maio a setembro, com os meses mais secos julho e agosto.

Essas características descritas são observadas nos dados disponibilizados do Posto Ilha Solteira (UNESP, 2008), os quais foram obtidos por meio do monitoramento climático realizado na estação meteorológica do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), localizado à jusante da barragem da UHE Ilha Solteira, e cartografado no **DESENHO 9 – Bacias Hidrográficas (ANEXO A)**.

A estação da UNESP de Ilha Solteira está localizada nas coordenadas UTMN 7.741,708 e UTME 463,050, a uma altitude de 335 m, e fornece dados atualizados relativos à direção e velocidade do vento, pluviosidade, horas de brilho solar, temperatura do ar e umidade relativa do ar, os quais foram trabalhados no período de 1997 a 2007.

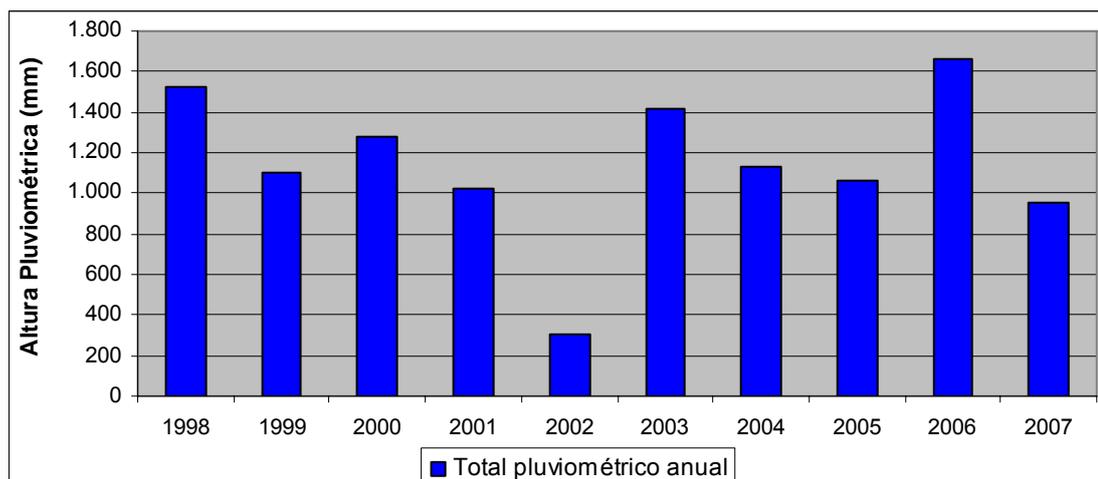
Os valores médios da distribuição pluviométrica anual e mensal, referentes ao período de 1998 a 2007, são apresentados na **TABELA 01** e nos **GRÁFICOS 01** e **02**.

TABELA 01 - Valores de precipitação (mm) no Posto Ilha Solteira, no período de 1998 – 2007.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Média Mensal (mm)
Jan	128,30	313,00	181,10	204,80	196,80	363,20	158,20	300,50	198,90	540,40	258,52
Fev	215,70	266,80	344,20	162,30	297,4	188,00	124,70	2,50	267,20	104,90	186,26
Mar	214,00	95,60	10,80	164,10	107,20	202,50	23,10	95,80	222,50	58,70	119,43
Abr	183,70	40,00	25,10	79,80	0,80	59,40	59,90	47,50	28,20	28,70	55,31
Mai	84,00	20,00	25,40	87,10	52,6	54,80	138,40	71,40	44,20	90,40	68,41
Jun	1,90	29,70	4,60	19,80	0,00	20,90	24,10	36,10	7,10	0,00	14,42
Jul	3,50	0,00	27,20	9,10	44,2	1,60	19,80	44,40	10,20	44,20	17,78
Ago	97,50	0,00	103,10	16,80	34,3	22,10	0,00	3,80	45,00	0,00	32,03
Set	89,40	53,30	138,20	50,60	71,1	18,30	10,40	60,90	46,70	7,60	52,82
Out	153,10	46,80	72,60	48,80	32,5	89,10	174,20	63,50	229,20	66,70	104,89
Nov	33,40	150,00	104,70	183,90	92,0	82,00	198,60	142,00	240,10	5,60	126,70
Dez	319,40	86,30	242,90	0,00	90,8	315,40	196,10	196,60	325,90	6,40	187,67
Total Anual (mm)	1.523,90	1.101,50	1.279,90	1.027,10	304,80	1.417,30	1.127,50	1.065,00	1.665,20	953,60	

Fonte: UNESP, 2008.

GRÁFICO 01 – Total pluviométrico anual do Posto Ilha Solteira, para o período de 1998-2007.

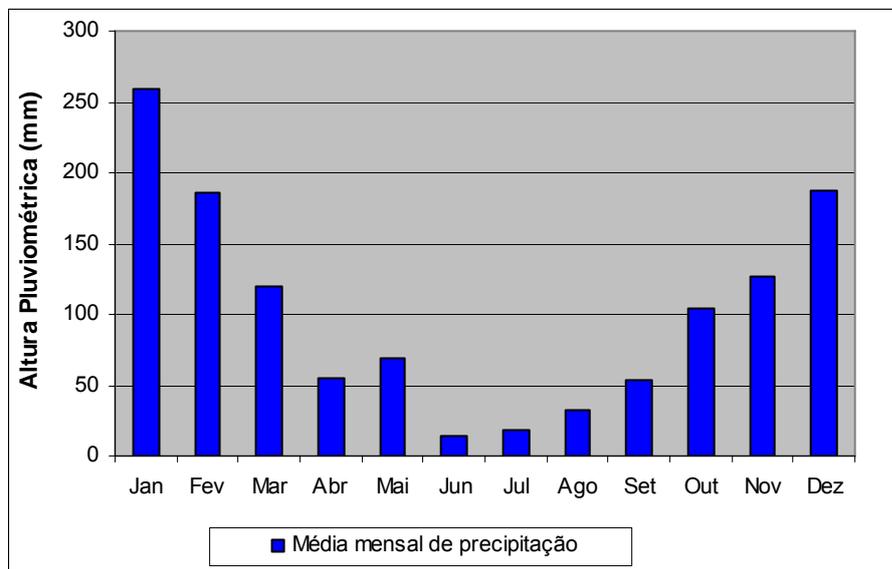


Fonte: UNESP, 2008.

Segundo o **GRÁFICO 01**, o ano de 2006 foi o que apresentou maior altura pluviométrica, com média de 1.665,20 mm, seguido de 1998, com 1.523,90 mm e 2003, com 1.417,30 mm. Em contrapartida, 2002 foi o ano com menor registro de precipitação (304,80 mm). O **GRÁFICO 02** indica a precipitação média mensal para o mesmo período de estudo, indicando o comportamento típico de zonas tropicais, com verão úmido e inverno seco.

Em janeiro a média mensal de precipitação do período registra o volume de 258,52 mm, com a gradual diminuição das chuvas até o mês de junho, o mês mais seco do ano, quando se obteve uma média de 14,42 mm. Após o período de estiagem, a precipitação aumenta gradativamente, atingindo em dezembro a média de 187,67 mm.

GRÁFICO 02 – Valores da precipitação média mensal (mm) do Posto Ilha Solteira, para o período de 1998-2007.



Fonte: UNESP, 2008.

A análise conjunta das **TABELAS 02, 03 e 04** e do **GRÁFICO 03** indicam que as temperaturas médias mensais do período de 1997 a 2007 variam de 15,17°C (julho) a 33,22°C (outubro), atingindo o valor máximo de 36,00°C (outubro de 2002) e mínimo de 12,60°C (junho de 1999).

TABELA 02 - Valores médios de temperatura (°C) no Posto Ilha Solteira, no período de 1997 – 2007.

Média	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Média Mensal (°C)
Jan	26,30	27,40	25,60	26,90	26,6	26,00	26,30	26,50	25,80	-	25,60	26,27
Fev	27,80	27,20	26,90	25,90	26,4	25,70	26,90	26,00	27,10	26,00	26,60	26,61
Mar	26,80	27,30	26,70	25,00	26,5	27,60	26,30	26,70	27,30	26,60	27,30	26,76
Abr	24,90	25,80	24,20	25,30	26,6	27,80	25,10	25,90	26,70	25,40	26,50	25,76
Mai	23,20	21,70	21,30	22,10	21,3	24,00	21,90	20,80	23,80	20,60	22,70	22,21
Jun	21,70	20,60	20,60	22,80	20,0	23,90	22,10	20,90	22,80	22,20	22,50	22,01
Jul	23,10	23,00	22,40	19,30	21,8	21,20	22,00	20,60	20,30	22,90	20,90	21,57
Ago	24,70	24,00	23,30	23,00	23,9	25,10	21,50	23,30	23,70	24,50	23,20	23,63
Set	28,50	24,50	24,20	23,80	25,1	22,90	25,00	27,80	22,60	23,80	27,70	25,08
Out	27,80	25,60	25,80	27,60	26,0	28,20	25,80	24,30	26,70	26,10	28,00	26,59
Nov	28,40	26,90	24,10	26,60	26,1	26,70	26,0	25,80	26,60	26,40	25,50	26,33
Dez	27,40	25,40	26,80	25,90	25,4	28,00	26,8	25,80	25,50	26,30	26,50	26,40
Média Anual (°C)	25,88	24,95	24,33	24,52	24,6	25,59	24,29	24,53	24,91	24,62	25,25	

Fonte: UNESP, 2008.

TABELA 03 – Média dos valores mínimos de temperatura (°C) no Posto Ilha Solteira, no período de 1997 – 2007.

Mínima	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Média Mensal (°C)
Jan	22,70	22,00	20,60	20,90	21,9	21,80	22,70	22,30	22,50	22,00	22,50	22,00
Fev	23,40	21,80	19,80	21,10	22,0	21,60	22,20	21,80	21,10	21,20	22,40	21,64
Mar	21,40	21,70	20,00	21,50	21,8	22,70	21,70	21,50	22,60	22,30	22,20	21,76
Abr	18,80	20,30	16,70	19,50	21,4	21,70	20,40	21,60	21,70	20,40	21,50	20,26
Mai	17,90	16,10	12,90	16,10	16,1	19,00	16,80	16,50	18,50	14,80	17,10	16,57
Jun	16,00	14,40	12,60	16,30	14,6	17,40	15,80	15,90	17,90	16,50	16,00	15,88
Jul	17,20	15,40	14,30	12,80	15,2	15,10	15,40	15,60	14,90	16,50	14,50	15,17
Ago	17,00	17,50	14,70	16,70	17,9	19,10	15,50	15,80	16,90	17,40	16,50	16,71
Set	21,80	18,30	16,70	19,00	18,8	17,40	18,60	20,30	17,40	18,30	20,30	18,81
Out	22,00	19,70	17,70	21,50	19,8	22,10	20,20	19,40	21,70	21,40	21,90	20,76
Nov	23,40	21,00	17,10	21,70	21,7	21,80	20,9	21,00	21,70	21,80	20,90	21,16
Dez	22,10	19,30	19,60	21,30	21,3	23,00	22,4	21,40	21,60	22,40	21,70	21,38
Média Anual (°C)	20,31	18,96	16,89	19,03	19,4	20,23	18,93	19,43	19,88	19,58	19,79	19,30

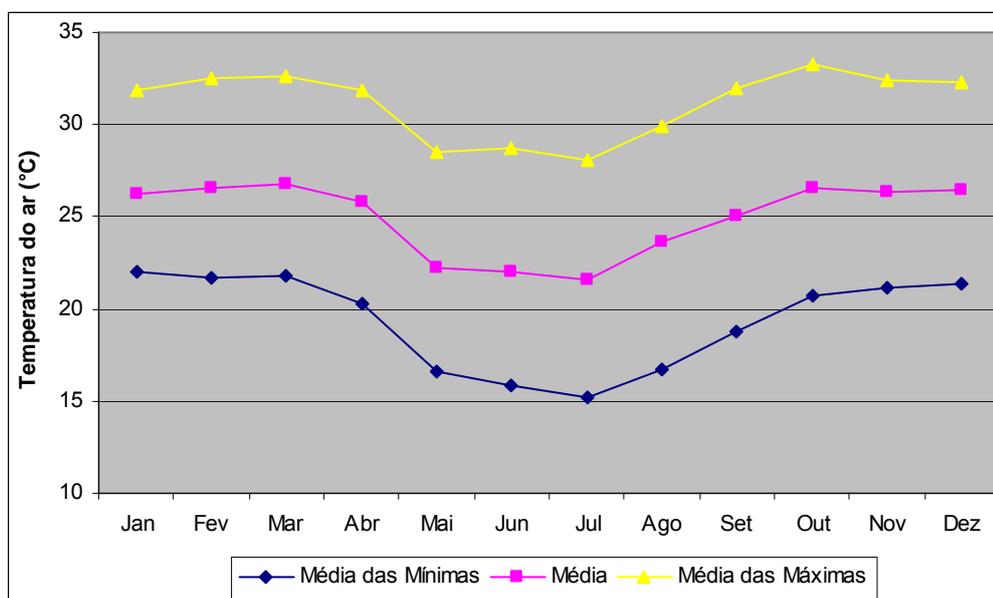
Fonte: UNESP, 2008.

TABELA 04 - Média dos valores máximos de temperatura (°C) no Posto Ilha Solteira, no período de 1997 – 2007.

Máxima	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Média Mensal (°C)
Jan	31,00	33,90	31,70	32,80	32,5	31,70	32,10	31,80	31,00	32,40	30,50	31,89
Fev	32,20	33,60	33,90	31,50	32,6	31,20	33,10	31,40	33,50	32,00	32,20	32,46
Mar	32,10	32,80	33,40	30,60	32,6	33,60	32,10	32,70	33,00	32,10	33,30	32,57
Abr	31,00	31,30	31,70	31,30	32,7	34,40	30,50	32,10	32,80	31,10	32,50	31,87
Mai	28,40	28,40	29,30	28,90	27,0	29,90	27,90	26,50	29,80	27,10	29,10	28,53
Jun	27,40	27,60	28,60	29,80	26,0	31,00	29,80	26,70	28,30	28,20	29,40	28,68
Jul	29,00	30,70	30,60	26,80	29,2	28,00	29,80	21,70	26,30	29,90	28,00	28,08
Ago	32,30	30,60	31,90	30,50	30,8	31,60	28,10	21,10	31,10	31,80	30,60	29,96
Set	35,00	30,80	33,20	29,80	32,0	29,40	32,20	35,40	28,40	30,00	35,20	31,94
Out	33,50	31,60	33,90	34,80	32,1	36,00	32,50	29,90	33,20	32,00	34,80	33,22
Nov	33,40	32,70	32,30	32,70	31,6	33,40	32,3	31,30	32,60	32,50	31,00	32,43
Dez	32,70	31,60	33,70	31,80	30,8	34,10	32,8	31,50	30,80	31,60	32,60	32,27
Média Anual (°C)	31,50	31,30	32,02	30,94	30,8	32,03	30,81	29,34	30,90	30,89	31,60	31,60

Fonte: UNESP, 2008.

GRÁFICO 03 - Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Posto Ilha Solteira para o período de 1997-2007.



Fonte: UNESP, 2008.

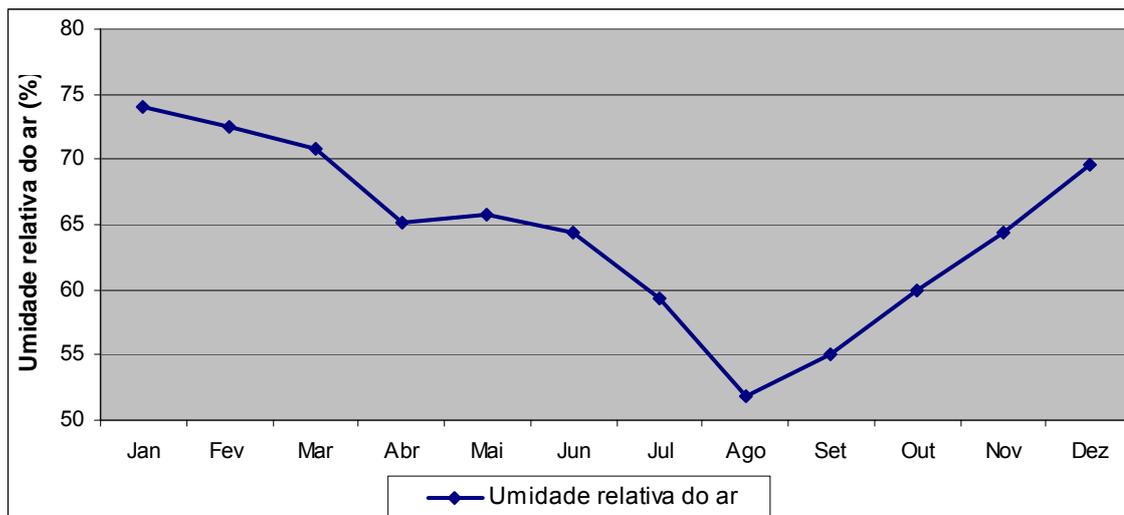
Segundo dados da estação meteorológica da UNESP de Ilha Solteira, no período chuvoso (outubro a março) a média mensal da umidade relativa do ar varia de 59,88 a 70,78 % e, durante o período seco (abril a setembro), de 55,08a 65,14%. As médias mensais estão representadas na **TABELA 05** e no **GRÁFICO 04**.

TABELA 05 – Valores médios mensais de umidade relativa do ar (%) no Posto Ilha Solteira, no período de 1997 – 2007.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Média Mensal (%)
Jan	75,50	61,80	71,70	65,80	71,9	74,40	79,80	73,00	82,70	72,00	83,90	74,06
Fev	66,50	73,20	69,50	74,20	76,2	77,80	74,10	74,00	60,80	79,30	76,30	72,57
Mar	65,50	72,30	65,40	81,30	73,9	69,20	73,50	66,80	68,50	77,50	67,80	70,78
Abr	62,30	68,10	56,40	65,30	66,1	56,90	70,40	71,30	65,10	69,50	66,10	65,14
Mai	66,30	67,50	61,50	65,20	71,2	66,00	64,60	75,50	63,30	65,80	62,00	65,77
Jun	69,60	66,20	66,90	58,40	69,5	56,00	70,30	68,50	68,60	59,70	60,30	64,45
Jul	59,80	53,20	61,90	55,30	60,7	59,20	58,30	65,40	64,50	55,30	60,60	59,35
Ago	53,10	58,60	46,30	59,30	52,5	51,90	51,50	48,50	49,80	47,70	52,40	51,91
Set	58,10	65,60	41,80	68,50	54,2	60,00	51,70	38,30	67,40	59,80	39,60	55,08
Out	62,10	64,70	42,20	56,40	62,4	56,90	60,50	68,10	66,80	67,70	53,40	59,88
Nov	69,60	56,40	50,70	66,10	73,6	68,10	64,9	67,10	65,00	67,00	70,10	64,46
Dez	67,50	65,20	55,60	73,20	74,8	68,20	73,1	73,00	75,00	78,50	70,80	69,67
Média Anual (%)	64,70	64,40	57,50	65,80	67,3	63,70	65,50	65,80	66,50	66,65	63,00	64,36

Fonte: UNESP, 2008.

GRÁFICO 04 - Valores médios mensais de umidade relativa do ar (%) no Posto Ilha Solteira, no período de 1997 – 2007.



Fonte: UNESP, 2008.

As médias mensais de horas de brilho solar no período de 2000 a 2007 variam de 5,71 h/dia (janeiro) a 9,01 h/dia (agosto), atingindo o valor mínimo de 2,2 h/dia (janeiro de 2005) e máximo de 11,00 h/dia (setembro de 2007). As médias dos meses de janeiro (5,71 h/dia) e agosto (9,01 h/dia) são características de estações bem definidas, com verão chuvoso e menor horas de brilho solar, e inverno mais seco com médias mais elevadas de brilho solar diário.

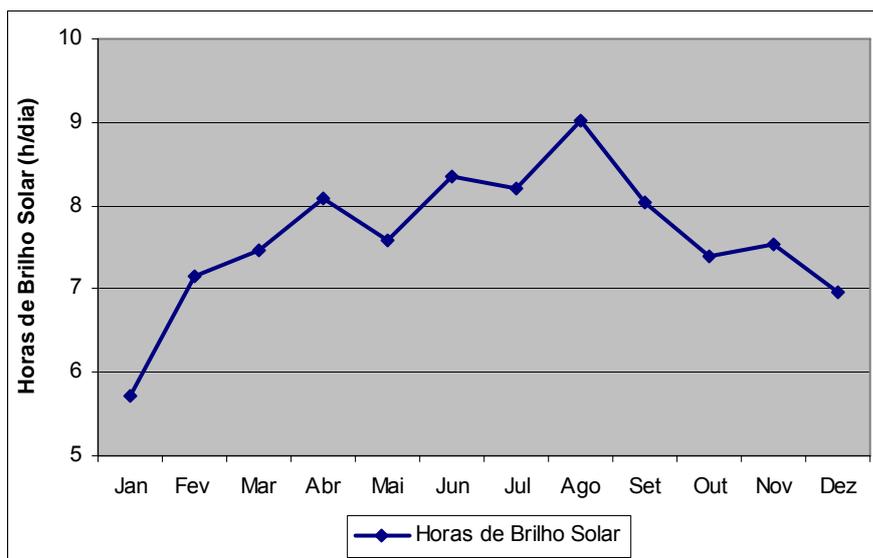
A **TABELA 06** e o **GRÁFICO 05** apresentam a média mensal das horas de brilho solar (h/dia) do período de 2000 a 2007.

TABELA 06 – Valores médios mensais de horas de brilho solar (h/dia) no Posto Ilha Solteira, no período de 2000 – 2007.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Média Mensal (h/dia)
Jan	7,50	7,40	7,40	4,80	6,50	2,20	7,20	2,70	5,71
Fev	6,40	7,50	7,20	8,20	5,80	9,30	6,00	6,90	7,16
Mar	5,20	8,20	9,60	7,10	7,90	7,60	5,50	8,60	7,46
Abr	9,20	8,20	10,00	7,40	6,70	7,50	7,80	7,90	8,09
Mai	7,90	6,80	8,10	8,40	4,60	7,90	9,40	7,50	7,58
Jun	9,10	8,40	9,60	6,30	6,90	8,20	9,90	8,30	8,34
Jul	8,00	8,90	7,40	8,10	6,60	7,40	10,20	9,10	8,21
Ago	7,90	8,10	8,00	8,80	8,90	9,00	10,60	10,80	9,01
Set	7,00	8,80	6,30	7,80	9,20	5,60	8,70	11,00	8,05
Out	7,90	8,50	7,90	7,80	5,70	5,80	7,40	8,20	7,40
Nov	9,00	7,50	7,30	7,3	7,20	6,70	8,00	7,00	7,53
Dez	6,90	6,30	8,70	7,2	7,10	5,70	5,00	9,00	6,96
Média Anual (h/dia)	7,67	7,88	8,13	7,47	6,93	6,91	7,98	8,08	7,62

Fonte: UNESP, 2008.

GRÁFICO 05 - Média mensal de horas de brilho solar no Posto Ilha Solteira, no período de 2000-2007.



Fonte: UNESP, 2008.

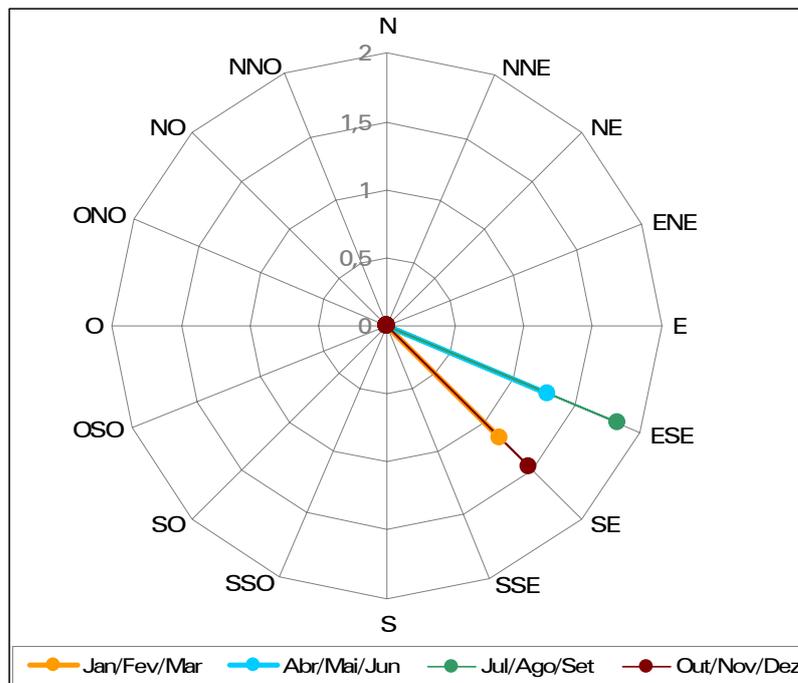
A **TABELA 07** e o **GRÁFICO 06** apresentam a direção média dos ventos e a velocidade que prepondera referente aos quatro trimestres do ano, durante o período de 2000-2007. A maioria dos ventos sopram na direção Este-sudeste e Sudeste, sendo os ventos de maior velocidade, que chegam a quase 2 m/s os de Este-sudeste nos meses de julho-agosto-setembro.

TABELA 07 – Valores médios mensais de velocidade (m/s) e direção do vento (°) no Posto Ilha Solteira, no período de 2000 – 2007.

Mês	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		Vel. Média (m/s)	Dir. Média (°)
	Vel. (m/s)	Dir. (°)																
Jan	1,4	-	1,2	135,4	1,4	134,6	1,0	173,7	1,4	135,4	1,1	165,8	1,2	129,5	1,0	191,8	1,2	136,9
Fev	1,4	-	1,1	154,2	1,1	148,3	1,1	140,4	1,2	127,3	1,4	128,0	0,8	155,5	1,0	99,4		
Mar	1,2	127,2	1,2	139,0	1,0	133,8	1,2	134,5	1,3	123,1	1,3	133,6	0,9	142,0	0,9	62,2		
Abr	1,2	116,5	1,3	122,3	1,3	115,5	1,2	126,1	1,2	128,8	1,2	129,1	1,1	123,6	1,1	83,2	1,3	108,9
Mai	1,2	130,3	1,4	125,2	1,6	106,2	1,3	116,4	1,2	132,0	1,5	110,5	1,0	139,6	1,4	69,1		
Jun	1,4	106,2	1,5	119,6	1,4	110,3	1,1	-	1,2	102,5	1,3	97,3	1,5	99,5	1,1	50,6		
Jul	2,0	126,5	1,5	109,7	1,5	118,5	1,7	104,8	1,5	106,9	1,6	116,2	1,4	115,9	1,4	77,0	1,8	110,2
Ago	1,7	114,9	2,1	94,7	1,8	114,1	1,8	128,9	1,4	114,3	3,8	120,5	1,9	120,2	1,6	71,2		
Set	2,1	108,2	2,2	118,0	1,7	119,0	1,9	126,5	1,7	118,9	2,1	135,0	1,9	90,4	1,8	66,5		
Out	1,5	142,9	1,6	136,6	1,4	147,1	1,8	122,8	1,7	120,9	1,6	141,4	1,5	65,3	1,5	104,3	1,5	133,4
Nov	1,9	133,8	1,4	149,7	1,6	138,3	1,6	149,5	1,5	139,0	1,7	129,1	1,4	137,0	1,3	133,7		
Dez	1,5	143,3	1,4	162,2	1,3	145,4	1,3	141,7	1,2	147,8	1,4	125,0	1,2	137,5	0,9	166,4		

Fonte: UNESP, 2008.

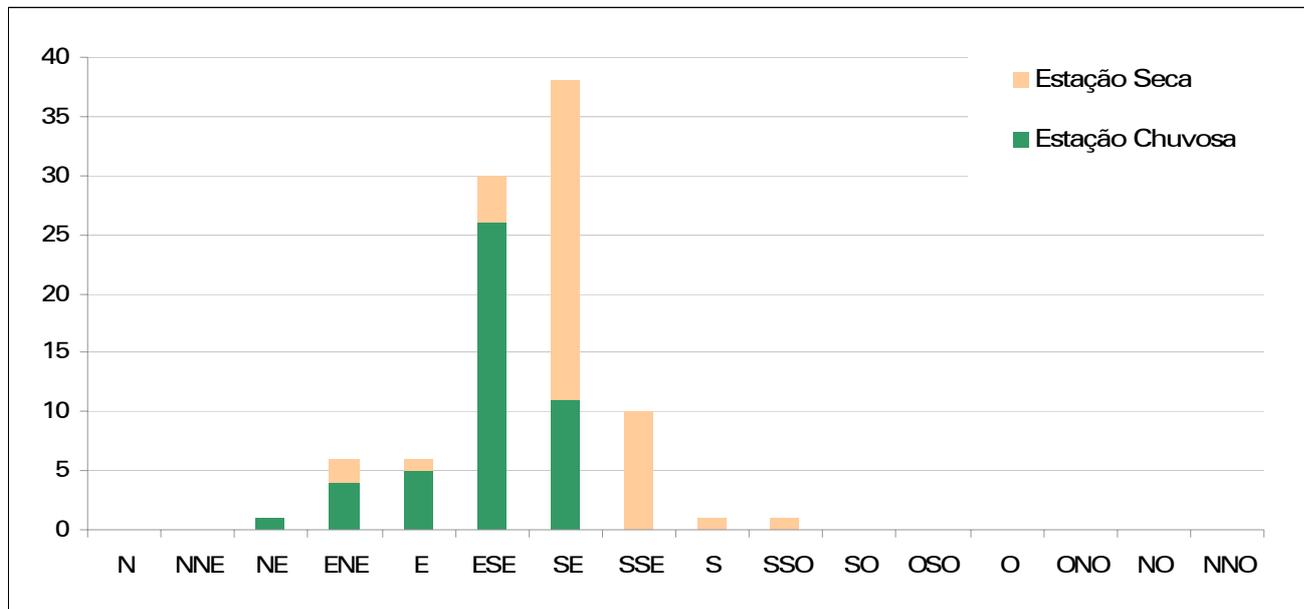
GRÁFICO 06 - Direção média preponderante dos ventos (trimestral) e velocidade média (m/s) no Posto Ilha Solteira para o período de 2000-2007.



Fonte: UNESP, 2008.

O **GRÁFICO 07** indica a frequência mensal da direção dos ventos entre os anos de 2000 e 2007, agrupados em estação seca e chuvosa. O agrupamento em estação chuvosa e seca foi feita a partir dos dados sobre pluviosidade, discutidos anteriormente no **GRÁFICO 02**.

GRÁFICO 07 – Frequência mensal da direção dos ventos (%), agrupados em estação seca e chuvosa no Posto Ilha Solteira, para o período de 2000 - 2007.



Fonte: UNESP, 2008.

Durante a estação chuvosa, a maior frequência dos ventos é na direção Este-sudeste (112,5°), e com menor frequência nas direções Sudeste (225°), Este (90°), Este-nordeste (67,5°) e Nordeste (45°). Por outro lado, a estação seca apresenta maior frequência na direção Sudeste (135°), seguida, em número de ocorrências, das direções Sul-sudeste (157,5°), Este-sudeste (112,5°), Este-nordeste (67,5°), Este (90°), Sul (180°) e Sul-sudoeste (202,5°).

3.1.2 Geologia, Geomorfologia, Hidrogeologia e Recursos Minerais

3.1.2.1 Caracterização Geológica

A área de estudo está totalmente inserida na unidade geotectônica denominada Província Paraná ou Província Sedimentar Meridional, unidade esta estabelecida por subsidência no interior continental da Plataforma Sul-Americana. A persistente subsidência dessa bacia permitiu a acumulação de grandes espessuras de sedimentos, intercalados por derrames de lavas basálticas. A Província ocupa uma extensão superior a 1.050.000 km², somente no estado brasileiro, abrangendo parte dos estados da região sul (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul), sudeste (São Paulo e Minas Gerais) e centro-oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás). As maiores espessuras ocorrem na região oeste do Estado de São Paulo, na região do Pontal do Paranapanema, com valores superiores a 5.000 m (IPT, 1981).

A Província Paraná compreende três fases de sedimentação independentes, formadas desde o Devoniano Superior até o Cretáceo Superior, separadas por profundas discordâncias erosivas. Estas fases são denominadas por PEDREIRA et al. (2003) em: (i) Bacia do Paraná – uma área de sedimentação que primitivamente se abria para o oceano Panthalassa, este a oeste da Plataforma Sul-Americana; (ii) Bacia Serra Geral – incluindo os arenitos eólicos da Formação Botucatu e os derrames basálticos da Formação Serra

Geral; e (iii) Bacia Bauru – uma bacia sedimentar interior, formada pós-ruptura do continente gondwânico.

As unidades lito-estratigráficas que afloram na área de estudo pertencem às bacias Serra Geral e Bauru, de idade mesozóica, e, localmente, associados à rede de drenagem, os depósitos aluvionares quaternários. Na Bacia Serra Geral, ocorrem rochas ígneas basálticas da Formação Serra Geral, do Grupo São Bento; na Bacia Bauru, afloram rochas sedimentares das formações Santo Anastácio, pertencente ao Grupo Caiuá, e Vale do Rio do Peixe, pertencente ao Grupo Bauru. A estratigrafia adotada neste estudo para a Bacia Bauru é aquela definida por FERNANDES (1998) e FERNANDES e COIMBRA (2000).

As unidades lito-estratigráficas são apresentadas no Mapa Geológico (**DESENHO 03 – Geologia - ANEXO A**).

A seguir são descritas cada uma das unidades lito-estratigráficas aflorantes na área de estudo.

3.1.2.1.1 Bacia Serra Geral

A Bacia Serra Geral, designada em referência à Serra Geral do Planalto Meridional Brasileiro (estado de Santa Catarina), compreende as formações Botucatu e Serra Geral, reunidas no Grupo São Bento. Na área de estudo afloram apenas os derrames basálticos da Formação Serra Geral, descrita a seguir.

- **Formação Serra Geral**

As rochas eruptivas da Formação Serra Geral constituem um conjunto de derrames basálticos continentais (*Continental Flood Basalts*), que formam uma das grandes províncias ígneas do mundo (PEDREIRA et al., 2003). Esta sucessão de derrames de basaltos toleíticos apresenta espessura individual bastante variável, desde poucos metros a 50 m ou mesmo 100 m, e extensão horizontal também individual que pode ultrapassar a 10 km. Esta sucessão de derrames com cerca de 1.500 m de espessura, junto ao depocentro da bacia, recobre uma área total de 1.200.000 km². Neles intercalam-se arenitos com granulação fina a média, uniforme, com boa seleção de grãos foscos com alta esfericidade, a maioria com estruturas típicas de dunas e outros indicando deposição subaquosa (IPT, 1981).

Os derrames são constituídos por rochas de coloração cinza escura a negra, em geral afaníticas. Nos derrames mais espessos, a zona central é maciça, microcristalina e apresenta-se fraturada por juntas subverticais de contração (disjunção colunar). Na parte superior dos derrames, em uma espessura que pode alcançar 20 m, aparecem vesículas e amígdalas (estas parcial ou totalmente preenchidas por calcedônia, quartzo, calcita, zeólitas e nontronita), além de grandes geodos que podem ocorrer na sua parte mais profunda. A porção basal dos derrames também pode apresentar tais características, porém em espessura e abundância sensivelmente mais reduzidas. Tanto a base como o topo dos grandes derrames apresentam juntas horizontais, o que deve ser resultado, pelo menos em parte, do escoamento laminar da lava no seu interior (IPT, 1981).

O contato superior da Formação com as unidades da Bacia Bauru é discordante, marcado por importante superfície erosiva, Superfície Japi de Almeida (1964, citado por IPT, 1981), cujo desenvolvimento resultou na destruição dos aparelhos vulcânicos e a exposição de diques e outras estruturas subvulcânicas (ALMEIDA 1986, citado por IPT, 1981). Segundo IPT (1981), a espessura máxima da Formação foi medida em sondagem em Cuiabá Paulista (Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo), indicando 1.700 m de

derrames. Tal pacote adelgaça-se para as bordas do Planalto Ocidental, onde as serras basálticas possivelmente não alcançam um terço desse valor.

Na área de estudo, a faixa de afloramento das rochas basálticas ocorre essencialmente ao longo das calhas dos rios Paraná e Tietê, e nas proximidades da confluência do rio Sucuriú com o Paraná. No rio Paraná ocorre em toda a extensão da margem paulista, e na porção centro-sul da margem sul-mato-grossense, podendo atingir até 6 km de largura. No trecho do rio Tietê, os basaltos afloram em toda sua extensão, nas duas margens, atingindo em alguns locais mais de 6 km de largura. Outra faixa expressiva de afloramento situa-se ao longo do baixo rio Sucuriú, com extensão da ordem de 20 km, no trecho entre a sua foz e as proximidades com a foz do córrego Dom Tomás, afluente da margem esquerda. Neste trecho atingem até 12 km, na margem esquerda, não ultrapassando 3 km na margem direita.

A área de exposição da Formação Serra Geral corresponde a aproximadamente 25% da área de estudo. As espessuras do pacote vulcânico obtidas em mapa da área de estudo atingem no máximo 90 m, na faixa paulista, e 40 m, no lado sul-mato-grossense, uma vez que tais rochas afloram aproximadamente da cota 370 m a 280 m em relação ao nível do mar.

3.1.2.1.2 *Bacia Bauru*

A designação de Bacia Bauru como unidade tectônica distinta da evolução da Bacia do Paraná para os sedimentos existentes sobre a extensa capa formada pelas rochas vulcânicas foi proposta por FERNANDES (1998), e FERNANDES e COIMBRA (2000).

Esta Bacia formou-se no Cretáceo Superior, na porção centro-sul da Plataforma Sul-Americana, por subsidência termo-mecânica devido ao espesso manto de derrames basálticos, e acumulou uma seqüência sedimentar essencialmente arenosa, atualmente com espessura máxima de 300 m, agrupado em duas unidades cronocorrelatas: Grupo Caiuá e Grupo Bauru. Estas duas unidades formaram-se em fases distintas, uma em condições essencialmente desérticas e, a segunda, em clima semi-árido, embora com maior presença de água. A estas fases compreendem, respectivamente, depósitos de lençóis de areia secos com dunas eólicas (com interdunas úmidas), e depósitos de sistemas fluviais e leques aluviais com pantanal interior bem definido (FERNANDES, 1998).

São representantes do clima desértico as três unidades do Grupo Caiuá (formações Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio) e a Formação Vale do Rio do Peixe, esta incluída no Grupo Bauru, enquanto que a segunda fase de sedimentação (clima semi-árido) é representada pelas demais unidades do Grupo Bauru, ou seja, as formações Araçatuba, Uberaba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília (FERNANDES, 1998).

A **FIGURA 14** apresenta as relações estratigráficas entre as unidades propostas por FERNANDES (1998).

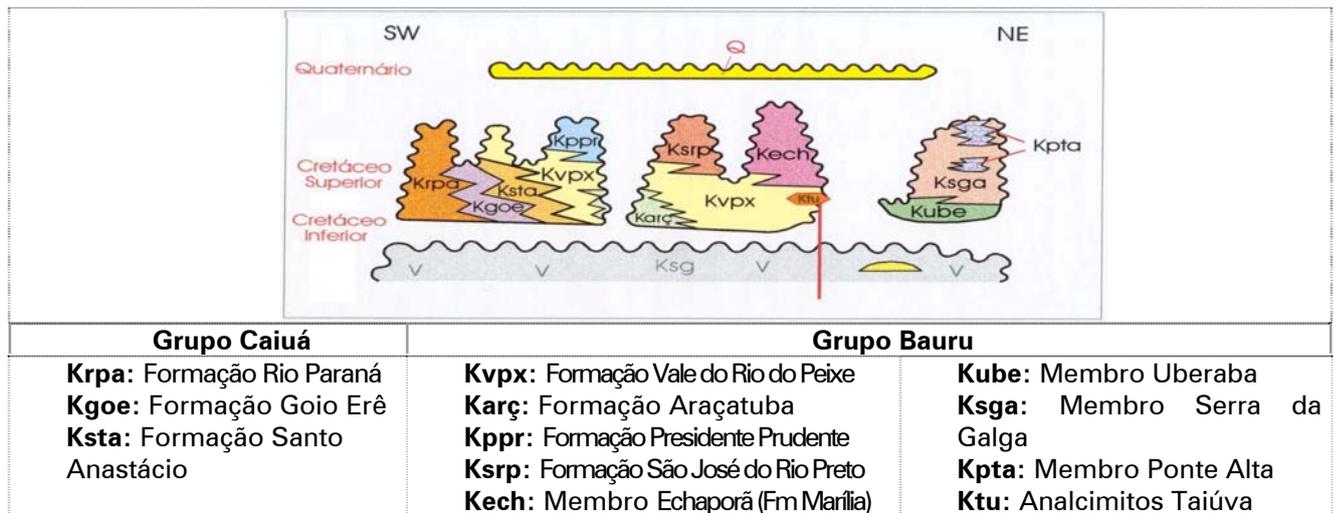


FIGURA 14 - Relações estratigráficas entre as unidades da parte oriental da Bacia Bauru

Fonte: FERNANDES, 1998

Na área de estudo afloram sedimentos dos grupos Caiuá e Bauru descritos a seguir.

- Grupo Caiuá

O Grupo Caiuá é composto pelas formações Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio. A primeira não aflora na área de estudo e não será aqui descrita.

- Formação Rio Paraná

A Formação Rio Paraná repousa diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, da qual é separada por não-conformidade. Na sua base ocorre estrato de aspecto brechóide, com até 1 m de espessura, constituído de arenito lamoso maciço, imaturo, fragmentos centimétricos de basalto, nódulos de esmectita e carbonato, freqüentemente cimentados por carbonato (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

Ainda, segundo FERNANDES e COIMBRA (2000), a Formação Rio Paraná é constituída por arenitos marrom-avermelhados a arroxeados, finos a muito finos, quartzosos. Mineralogicamente são supermaturos, com boa maturidade textural. Os arenitos são bem selecionados por lâmina ou estrato, com grãos bem arredondados nas frações mais grossas e pouca matriz silto-argilosa. A maioria dos grãos exhibe superfície fosca, encoberta por película ferruginosa. A rocha apresenta notável laminação ou estratificação cruzada, formada pela alternância de bandas de espessura milimétrica e centimétrica, de boa seleção interna, geradas por queda de grãos. Em depósitos frontais de dunas podem ocorrer feições de deslizamento por gravidade, como lentes de fluxo de grãos, estratificação contorcida ou tabletes de arenito rotacionados (brechas de colapso). Raras vezes observam-se feições de ressecção. O seu contexto deposicional compreende construções eólicas de grande porte, complexos de dunas de cristas sinuosas, amalgamadas, de região central de *sand sea* (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

Na área de estudo, a Formação Rio Paraná aflora em pequena faixa, apenas no lado paulista, na margem direita do rio Tietê, correspondendo a aproximadamente 1,2 %. A faixa de exposição apresenta largura no máximo de 1.500 m, por aproximadamente 15 km de extensão. Ocorre em altitudes de 400 a 370 m, o que lhe confere uma espessura estimada inferior a 30 m.

➤ Formação Santo Anastácio

A Formação Santo Anastácio é a unidade que ocupa a maior área de exposição na faixa de estudo, conforme cartografado no **DESENHO 03 – Geologia (ANEXO A)**, correspondendo a cerca de 70% do total da área. Esta extensa área predomina na porção sul-mato-grossense.

É constituída de estratos tabulares de arenitos de aspecto maciço, com espessura em geral decimétrica e raras intercalações de lamitos e argilitos. Os arenitos são marrom-arroxeados claros, finos a muito finos, quase sempre maciços, pobremente selecionados, grãos subangulosos a subarredondados, foscos, encobertos por película de óxido de ferro e apresentam pequena quantidade de matriz silto-argilosa. Os arenitos são predominantemente quartzosos, mas podem ocorrer subordinadamente grãos de feldspatos, dando-lhe um caráter arcoseano. É comum, onde os arenitos se sobrepõem aos basaltos, a presença de cimentação e nódulos carbonáticos (FERNANDES 1998).

Estes arenitos, além da estrutura maciça, podem apresentar também estratificação mal definida, plano-paralela ou cruzada de baixo ângulo. São relacionados a depósitos de lençóis de areia acumulados em extensas e monótonas planícies desérticas; os lamitos que se intercalam, de estrutura maciça ou com estratificação cruzada, constituem prováveis depósitos de lagoas efêmeras. Seus litotipos apresentam contatos transicionais com as rochas das formações Rio Paraná e Vale do Rio do Peixe, com as quais se interdigitam (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

Na área de estudo, em território sul-mato-grossense, ocorre ao longo do vale do rio Sucuriú, no trecho definido pelo limite de 10 km, e também, na porção norte da área de estudo, em contato direto com o reservatório da UHE Jupia. Na porção paulista, esta formação recobre as camadas basálticas, no trecho do baixo curso do rio Tietê e em faixa paralela ao Paraná. Apresentam espessuras inferiores a 100 m, entre as cotas 400 m a 280 m, para o estado de Mato Grosso do Sul, e 400 a 300 m para o estado de São Paulo.

- Grupo Bauru

O Grupo Bauru é composto pelas formações Marília, São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Araçatuba e Vale do Rio do Peixe. Destas formações, apenas a Formação Vale do Rio do Peixe aflora na faixa de estudo, e será descrita a seguir.

➤ Formação Vale do Rio do Peixe

É a unidade com ocorrência apenas no lado paulista, na porção sudeste da área de estudo, em pequena área de exposição, encontrada no topo das vertentes do vale dos ribeirões Anhumas e Três Irmãos, afluentes da margem esquerda do rio Tietê, e no córrego da Anta, afluente da margem esquerda do rio Paraná, conforme cartografado no **DESENHO 03 – Geologia (ANEXO A)**. Neste trecho, seus sedimentos passam lateralmente para as camadas da Formação Santo Anastácio, já nas proximidades das águas do reservatório de Jupia.

É constituída predominantemente por estratos de arenitos com espessura inferior a um metro, maciços ou estratificados, aos quais se intercalam, subordinadamente, lamitos arenosos de aspecto maciço. Os arenitos são de cor marrom-claro, rosado a alaranjado, muito finos a finos, com seleção moderada a boa e apresentam-se em estratos tabulares de aspecto maciço com estratificação ou laminação plano-paralela grosseira e outros com estratificação cruzada tabular e acanalada de médio a pequeno porte. Os estratos lamíticos são em geral arenosos, maciços ou com estratificação mal definida. Em alguns locais são descritos pequenos corpos lenticulares de arenito conglomerático, com

estratificação cruzada de pequeno porte, isolados em meio aos estratos de origem eólica, com estruturas e feições típicas de fluxos gerados por enxurradas, que se caracterizam como lentes preenchendo escavações rasas (FERNANDES e COIMBRA, 2000). As paleocorrentes para os depósitos eólicos indicam ventos soprando para sudoeste (PEDREIRA et al. 2003).

O ambiente deposicional predominante para a Formação Vale do Rio do Peixe é essencialmente eólico, com a acumulação, em extensas áreas planas, de depósitos de lençóis de areia com campos de dunas baixas, alternados com depósitos de lamitos com estratificação ondulada devido à ação do vento. A transição para as unidades eólicas do interior da bacia é dada com o aumento de depósitos de dunas de porte médio, indicando mudança gradual do ambiente para condições desérticas plenas (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

Ainda segundo FERNANDES e COIMBRA (2000), a Formação assenta-se diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral e passa, gradualmente, para os arenitos da Formação Santo Anastácio, sobre os quais transgrediu no decorrer do tempo. Com a Formação Araçatuba o contato é gradual, devido à contemporaneidade inicial de deposição e posterior recobrimento do pantanal Araçatuba pelos sedimentos eólicos da Formação Vale do Rio do Peixe. Para o topo, os sedimentos desta Formação têm contato marcado por diastemas com os sedimentos das formações Presidente Prudente e São José do Rio Preto, e passam de modo gradual para os sedimentos do Membro Echaporã da Formação Marília. Sobre a Formação ocorre cobertura arenosa.

Na área de estudo, ocorre somente em território paulista, na margem esquerda do rio Tietê, recobrendo os sedimentos da Formação Santo Anastácio. Ocorre na cota 370 m (e um pouco menos em alguns locais) até a cota 330 (localmente um pouco acima), o que indicaria como espessura máxima para a Formação não mais que 40 m.

3.1.2.1.3 Depósitos aluvionares quaternários

De acordo com os trabalhos geológicos de cunho nacional, elaborados pelo Serviço Geológico do Brasil (PEDREIRA et al. 2003), na área de estudo foram indicadas pequenas ocorrências de depósitos aluvionares aflorantes no vale do rio Paraná, margem esquerda, no trecho pertencente ao município de Ilha Solteira, a jusante da UHE Ilha Solteira, e em ambas as margens do rio Tietê, nas proximidades de jusante da UHE de Três Irmãos, conforme cartografado no **DESENHO 03 – Geologia (ANEXO A)**.

Segundo CETEC (1999), ocorrem na área de estudo depósitos aluvionares e coluvionares, com distribuição associada aos grandes cursos d'água e aos materiais de cobertura *in situ* (solos residuais), resultantes da desintegração das rochas encontradas na região. Os depósitos aluvionares são representados por aluviões antigos e recentes, que ocorrem na forma de faixas estreitas e alongadas em planícies aluviais e terraços aluviais, encontrados ao longo das calhas dos rios Tietê e Paraná.

Os depósitos de planície mais antigos do rio Paraná alcançam espessuras de dezenas de metros, distribuídos em vários níveis de terraços. Os terraços superiores são constituídos essencialmente de cascalhos e camadas intercaladas de areias com espessuras que chegam a alcançar 40m. Os Terraços Intermediários tem composição semelhante à dos superiores, enquanto que o Baixo Terraço - forma deposicional mais característica de planície fluvial do Paraná - é formado predominantemente por areia fina com cascalhos esparsos, apresentando espessuras que chegam a atingir até 10m. Na Planície de Inundação predominam camadas de areia fina e areia argilosa, passando a argila arenosa,

cobertas por camadas superficiais de argila pura. Os aluviões recentes são constituídos por areias finas, siltes e camadas de argila, podendo ou não conter camadas de cascalho na base, e superficialmente argilas com ou sem matéria orgânica. Apresentam espessuras de mais de uma dezena de metros (CETEC, 2000).

Os depósitos coluvionares e solos residuais correspondem aos extensos depósitos de materiais de cobertura inconsolidados, encontrados nas vertentes de rochas tanto sedimentares (Grupo Bauru) como basálticas (Formação Serra Geral), e também, no sopé das vertentes cobrindo porções de terraços aluvionares. Os depósitos coluvionares tendem a ser francamente arenosos (areias finas e médias), quando dispostos sobre os arenitos do Grupo Bauru e predominantemente argilosos, sob os derrames basálticos. As espessuras médias variam em torno de 8 m, alcançando até mais de uma dezena metros no sopé das vertentes. É comum a ocorrência de linha de seixos, às vezes limonizadas e/ou constituída por fragmento de canga, que separam os depósitos dos solos subjacentes (CETEC, 2000).

Ainda segundo (CETEC, 2000), os solos residuais são comumente encontrados nos topos mais elevadas e nas formas de relevo mais arrasadas, enquanto que os colúvios predominam sobre as encostas e rampas vizinhas às principais linhas de drenagem.

Deve ser destacado que os depósitos aluvionares expressivos porventura existentes em todo o vale dos rios Paraná, Tietê e Sucuriú, e outras drenagens de menor porte, encontram-se cobertos pelas águas do reservatório da UHE de Eng. Souza Dias (Jupiá).

3.1.2.2 Caracterização Geomorfológica

A caracterização geomorfológica da área de estudo baseou-se em dados publicados no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, elaborado por ROSS e MOROZ (1997), para a porção paulista, e no Mapa Geomorfológico do Estado do Mato Grosso do Sul, escala 1:500.000, elaborado pela Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral do Estado do Mato Grosso do Sul e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1990), para a porção sul-mato-grossense.

Em escala regional a área de estudo se insere no contexto geológico da Bacia Sedimentar do Paraná.

A porção paulista da área de estudo, segundo ROSS e MOROZ (1997), insere-se na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná e na unidade morfoescultural do Planalto Ocidental Paulista, especificamente no Planalto Centro Ocidental. Apresenta formas de relevo de colinas amplas e baixas, com topos convexos e topos aplainados ou tabulares, altimetria variando entre 400 e 700 m, com declividades dominantes entre 2 e 10%. As unidades litológicas são predominantemente constituídas por arenitos com lentes de siltitos e argilitos. Os solos típicos são Latossolos Vermelhos Amarelos, que ocorrem de modo generalizado, e Argissolos Vermelhos Amarelos, que aparecem com maior frequência nas vertentes mais inclinadas.

A porção sul-mato-grossense da área de estudo insere-se na região geomorfológica denominada Região dos Planaltos Areníticos-Basálticos Interiores, mais especificamente na unidade geomorfológica dos Divisores Tabulares dos Rios Verde e Pardo. O tipo de modelado é de dissecação, caracterizado por relevos elaborados pela ação fluvial, com topos colinosos, tabulares ou aguçados, definidos pela combinação das variáveis: densidade de drenagem e declividade das vertentes (GOVERNO DE MATO GROSSO DO SUL, 1990).

Com base na metodologia adotada por RADAMBRASIL (1983), para o mapeamento geomorfológico da Folha SE.22 Goiânia, e por ROSS e MOROZ (1997), para o mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo, foram reclassificadas as diferentes formas de relevo encontradas na área de estudo. Essas unidades são analisadas por ordem de grandeza, e representadas por meio de um conjunto de formas que apresentam similitude e posição altimétrica individualizada. Essas características indicam que os processos morfogenéticos atuantes em uma unidade de relevo são distintos, em decorrência de condições litológicas, estruturais ou climáticas diversificadas.

Assim, na área de estudo foram compartimentadas três unidades de relevo distintas: (i) Colinas Amplas com Topos Tabulares, (ii) Colinas Amplas com Topos Convexos, e (iii) Planícies Fluviais, conforme cartografado no **DESENHO 04 – Geomorfologia (ANEXO A)**.

A unidade *colinas amplas e baixas com topos tabulares* são formas de relevo denudacionais com modelado em geral de colinas amplas e baixas com topos tabulares (aplanados), com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, eventualmente separados por vales de fundo plano. Esta forma de relevo é predominante na área de estudo, compreende a praticamente toda a extensão da superfície cartografada

A unidade *colinas amplas e baixas com topos convexos* são formas de relevo denudacionais com modelado em geral de colinas amplas e baixas com topos convexos, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, eventualmente separados por vales de fundo plano. Esta forma de relevo apresenta distribuição mais restrita na área, compreendendo trechos nas proximidades de ambas as margens do rio Tietê. Na área de estudo unidade apresenta uma variação das unidades geológicas, destacando nestas porções os sedimentos da Formação Vale do Rio do Peixe (K2vp), e secundariamente as formações Rio Paraná (K2pa) e Santo Anastácio (K2sa).

Por fim, a forma de relevo de *planícies fluviais* são formas de relevo de agradação, em áreas planas resultantes de acumulação fluvial e sujeitas às inundações periódicas. Em geral são sedimentos arenosos e argilosos inconsolidados com declividades menores de 2%. Ocorre em porções restritas do rio Paraná (margem esquerda) ao norte da área, e do rio Sucuriú na porção extremo oeste da área de estudo, a montante do reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá).

3.1.2.3 Caracterização Hidrogeológica

Dentre as principais províncias hidrogeológicas brasileiras, destaca-se a Província Hidrogeológica do Paraná, localizada na porção centro-leste da América do Sul (Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai), possuindo uma superfície total de aproximadamente 1.600.000 km², dos quais 1.000.000 km² em território brasileiro, a maioria na área da Bacia Hidrográfica do Paraná. Trata-se de uma bacia intracratônica de forma elíptica, com eixo maior de direção NE, coincidindo, aproximadamente, com o curso atual do rio Paraná (CPRM, 1997).

Em função de sua aptidão em armazenar e liberar grandes quantidades de água, é considerada a mais importante província hidrogeológica do Brasil, contendo o maior volume de água doce em subsuperfície do país, com volume estocado de 50.400 km³ de água, que correspondem a 45% do volume estimado para as reservas de águas subterrâneas do Brasil (112.000 km³). Estes dados evidenciam a relevância das águas

subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Paraná como recurso hídrico e reserva estratégica (CPRM, 1997 citado por MMA/SRH, 2006).

A Província Hidrogeológica do Paraná comporta dois sistemas de aquíferos, o tipo poroso e o fraturado. Dentre o tipo *poroso*, em que a água está contida entre os grãos que compõem a rocha (porosidade primária), representado pelas rochas sedimentares, destacam-se: (i) Sistema Aquífero Guarani, confinado na maior parte de sua extensão e considerado um dos maiores mananciais subterrâneos do mundo; e (ii) Sistema Aquífero Bauru-Caiuá, formado por sedimentos das unidades geológicas homônimas. Entre o tipo *fraturado*, em que a água está associada à presença de discontinuidades na rocha (porosidade secundária), associada a falhas, fraturas, diáclases e outras discontinuidades, destaca-se o Sistema Aquífero Serra Geral, formado por rochas que constituem um dos mais expressivos derrames globais de lavas basálticas (MMA/SRH, 2006). Os três sistemas encontram-se inseridos na Bacia Sedimentar do Paraná. A área de recarga destes três sistemas aquíferos é apresentada na **FIGURA 15**.

Na área de estudo afloram apenas as áreas de recarga dos aquíferos Serra Geral e Bauru-Caiuá. A localização espacial destes aquíferos é apresentada na **FIGURA 16**.

A seguir são apresentadas as características de cada um destes sistemas.

3.1.2.3.1 Sistema Aquífero Serra Geral

O Sistema Aquífero Serra Geral corresponde à formação geológica homônima, de idade jurássica, e é constituído por rochas que compõem uma seqüência de derrames de lavas predominantemente basálticas, com intercalações de lentes e camadas arenosas. Em direção ao centro da bacia sedimentar do Paraná, aumenta de espessura, alcançando 2.000 m. Apresenta-se como aquífero fraturado e, em sua grande maioria, com condição livre (ANA, 2005 *a* e *c* citados por MMA/SRH, 2006).

As áreas mais produtivas do Sistema Aquífero Serra Geral estão condicionadas a fraturamentos e zonas vesiculares resultantes do resfriamento dos derrames basálticos. Deformações rúpteis afetaram posteriormente essas rochas, gerando fraturas e outras discontinuidades, que ampliaram as possibilidades de armazenamento e circulação de água.

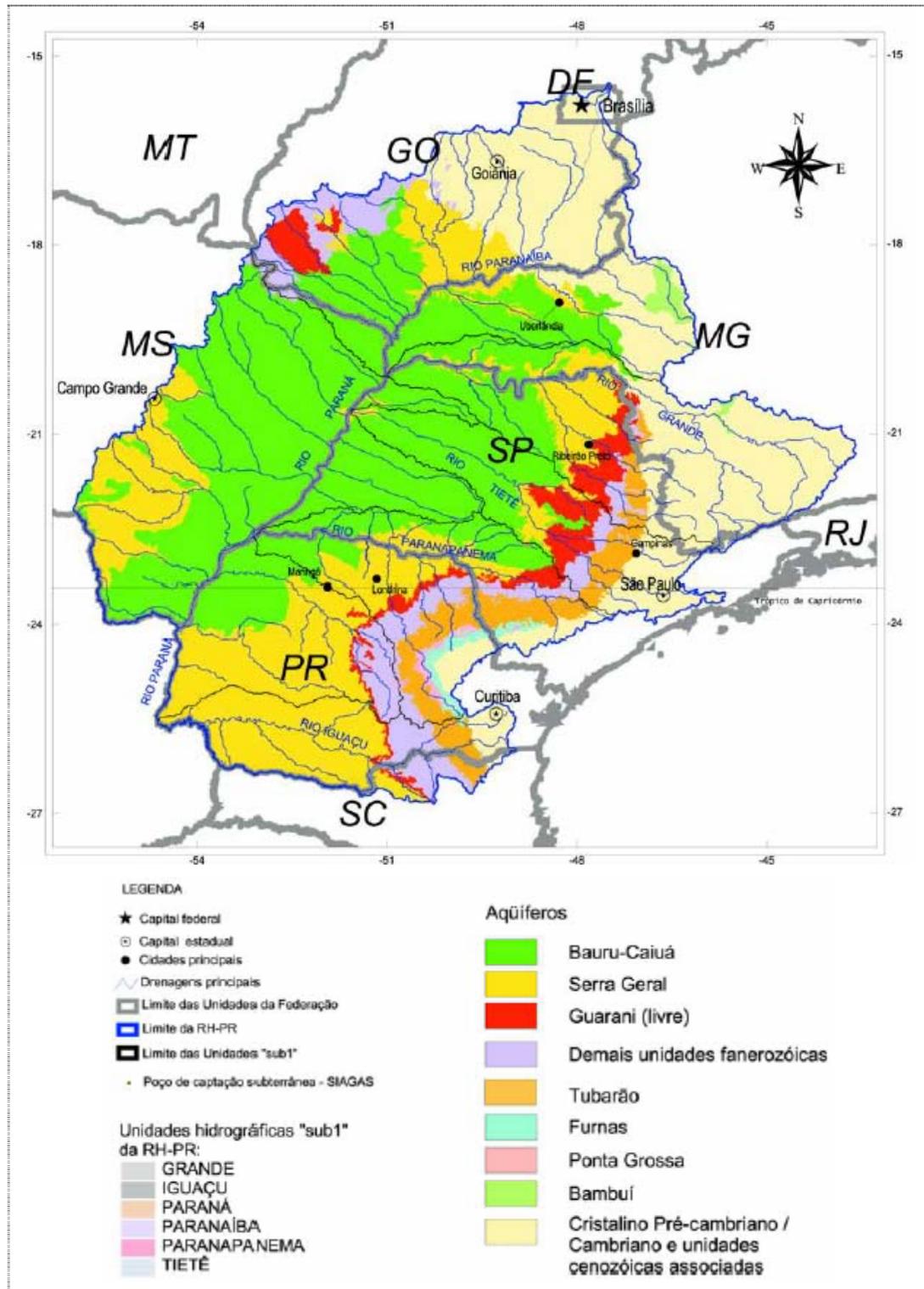


FIGURA 15 - Sistemas Aqüíferos da Província Hidrogeológica do Paraná.

Fonte: MMA/SRH, 2006.

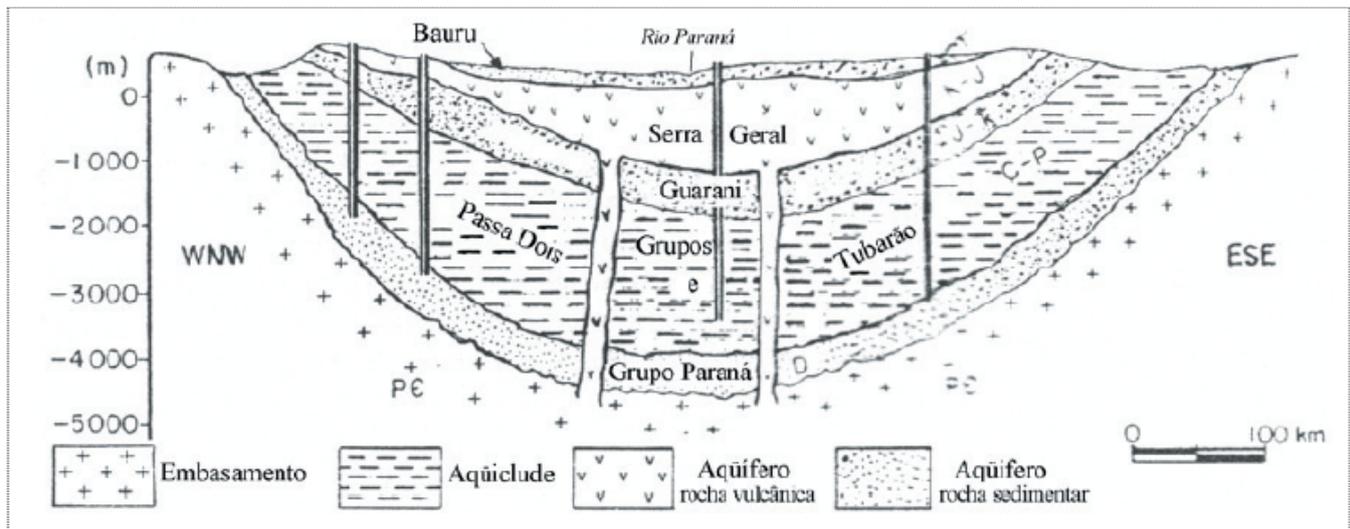


FIGURA 16 - Representação esquemática do posicionamento estratigráfico dos sistemas aquíferos da Província Hidrogeológica do Paraná

Fonte: MMA/SRH, 2006.

O Sistema Aquífero Serra Geral tem área aflorante total de 411.855 km² (ANA, 2005 *a e c* citado por MMA/SRH, 2006), sendo que, na Região Hidrográfica do Paraná, apresenta-se mais delgada nos trechos presentes em Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e norte do Paraná, espraiando-se a partir do centro-oeste do Paraná em sentido ao sul do Brasil (SC e RS). Em termos de área de afloramento, sua maior expressão na Região Hidrográfica do Paraná dá-se no Estado do Paraná.

Conforme já apresentado no item 3.1.2.1 (Geologia) deste relatório, na área de estudo, a faixa de afloramento das rochas basálticas ocorre essencialmente ao longo das calhas dos rios Paraná e Tietê, e nas proximidades da confluência do rio Sucuriú com o Paraná. No rio Paraná ocorre em toda a extensão da margem paulista, e na porção centro-sul da margem sul-mato-grossense, podendo atingir até 6 km de largura. No trecho do rio Tietê, os basaltos afloram em toda sua extensão, nas duas margens, atingindo em alguns locais mais de 6 km de largura.

Outra faixa expressiva de afloramento situa-se ao longo do baixo rio Sucuriú, com extensão da ordem de 20 km, no trecho entre a sua foz e as proximidades com a foz do córrego Dom Tomás, afluente da margem esquerda. Neste trecho atingem até 12 km, na margem esquerda, não ultrapassando 3 km na margem direita.

De acordo com DAEE (2008), na área de estudo, todos os municípios paulistas - Andradina, Castilho, Ilha Solteira, Itapura e Pereira Barreto possuem abastecimento público a partir de poços profundos localizados neste aquífero. Também outras captações subterrâneas são realizadas por usuários industriais e agropecuários. O número de poços totaliza 21, sendo 13 poços para abastecimento público, 6 poços para uso industrial e, apenas 2 poços, para uso agropecuário. As vazões totalizam cerca de 240 m³/s para uma operação de 152 h/dia.

A **TABELA 08** apresenta o detalhamento destes dados.

TABELA 08 – Municípios do Estado de São Paulo e respectivos número de poços, vazão e horas de operação com extração de água subterrânea no Sistema Aqüífero Serra Geral

Município	Abastecimento Público			Uso Industrial			Uso Agropecuário		
	Número de Poços	Vazão utilizada (m³/s)	Operação (h/dia)	Número de Poços	Vazão utilizada (m³/s)	Operação (h/dia)	Número de Poços	Vazão utilizada (m³/s)	Operação (h/dia)
Andradina (SP)	3	33,0	3	3	5,0	5	-	-	-
Castilho (SP)	3	36,0	3	1	28,0	10	-	-	-
Ilha Solteira (SP)	3	20,0	20	1	1,5	20	1	10,0	10
Itapura (SP)	2	35,0	40	1	5,7	6	-	-	-
Pereira Barreto (SP)	2	48,0	28	-	-	-	1	18,0	7
Total	13	172	94	6	40,2	41	2	28,0	17

Fonte: DAEE, 2008

3.1.2.3.2 Sistema Aqüífero Bauru-Caiuá

O Sistema Aqüífero Bauru-Caiuá, assim indiferenciado, é constituído por arenitos finos a médios, com intercalações de argilitos e siltitos, de origem predominantemente fluvial, das diversas formações componentes dos Grupos Bauru e Caiuá. É do tipo poroso e livre a semi-confinado, com espessura média de 200 m e sobrepõe-se à Formação Serra Geral.

Apresenta área aflorante de 353.420 km² (ANA, 2005 *a* e *c* citados por MMA/SRH, 2006), sendo quase a totalidade (mais de 95%) na área da Bacia Hidrográfica do Paraná. É a unidade de maior extensão aflorante na Bacia Hidrográfica do Paraná, e por sua acessibilidade (livre, espessura de 200 m, qualidade natural das águas considerada boa), constitui importante recurso hídrico nos locais em que ocorre - oeste de SP, noroeste do PR, sudeste e leste do MS, sudoeste de MG e Triângulo Mineiro.

Apresenta os seguintes parâmetros hidrodinâmicos médios: condutividade hidráulica (K) de 10-6 a 10-5 m/s; coeficientes de armazenamento (S) de 5.10-2 a 15.10-2, em condições de Aqüífero livre, e é de 10-3, sob condições semi-confinadas (ANA, 2005 *a* e *c* citados por MMA/SRH, 2006).

Conforme já apresentado no item 3.1.2.1 (Geologia), a seqüência sedimentar essencialmente arenosa, que se depositou sobre os derrames basálticos da Formação Serra Geral, foi denominada por FERNANDES (1998) de Bacia Bauru, e subdividida nos grupos Bauru e Caiuá. Esta seqüência sedimentar, com espessura máxima de 300 m, formada em condições desérticas e, posteriormente, em clima semi-árido, corresponde respectivamente, a depósitos de lençóis de areia secos com dunas eólicas (com interdunas úmidas), e depósitos de sistemas fluviais e leques aluviais com pantanal interior bem definido.

Nos trabalhos elaborados por MMA/SRH (2006), esta seqüência sedimentar foi denominada de Sistema Aqüífero Bauru-Caiuá, englobando as formações Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio (Grupo Caiuá) e formações Marília, São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Araçatuba e Vale do Rio do Peixe (Grupo Bauru).

Na área de estudo afloram apenas os sedimentos das formações Rio Paraná e Santo Anastácio (Grupo Caiuá) e Vale do Rio do Peixe (Grupo Bauru), e suas áreas de exposição são descritas no conjunto do pacote sedimentar. Assim, o Sistema Aqüífero Bauru-Caiuá apresenta área de recarga em grande parte do território sul-mato-grossense e em mais da metade do território paulista, recobrando o pacote de derrames vulcânicos da Formação Serra Geral.

De acordo com DAEE (2008), na área de estudo, todos os municípios paulistas, com exceção de Itapura possuem abastecimento público a partir de poços profundos localizados neste aquífero. Também outras captações subterrâneas são realizadas por usuários industriais e agropecuários.

O número de poços totaliza 36, sendo 12 poços para abastecimento público, 11 poços para uso industrial e 13 poços, para uso agropecuário. As vazões totalizam cerca de 510 m³/s para uma operação de 307 h/dia.

A **TABELA 09** apresenta o detalhamento destes dados.

TABELA 09 - Municípios do Estado de São Paulo e respectivos número de poços, vazão e horas de operação com extração de água subterrânea no Sistema Aquífero Bauru-Caiuá

Município	Abastecimento Público			Uso Industrial			Uso Agropecuário		
	Número de Poços	Vazão utilizada (m ³ /s)	Operação (h/dia)	Número de Poços	Vazão utilizada (m ³ /s)	Operação (h/dia)	Número de Poços	Vazão utilizada (m ³ /s)	Operação (h/dia)
Andradina (SP)	5	23,0	25	10	93,5	117	7	59,0	44
Castilho (SP)	3	267,0	46				1	10,0	10
Ilha Solteira (SP)	3	20,0	20	1*	1,5	20	1	3,0	8
Itapura (SP)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pereira Barreto (SP)	1	7,0	2	-	-	-	4	28,0	15
Total	12	317	93	11	95	137	13	100	77

Fonte: DAEE, 2008

3.1.2.4 Recursos Minerais

A identificação dos recursos minerais ocorrentes na área do entorno do reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupia) foi realizada a partir do levantamento dos processos minerários do Cadastro Mineiro, disponível no site do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM, 2008). Desta forma, das informações a seguir apresentadas, estão excluídas aquelas denominadas de “jazidas informais ou clandestinas”.

Do levantamento realizado no DNPM (2008), foram selecionados 17 processos minerários ocorrentes na faixa de 10 km da borda do reservatório, relacionados aos municípios liminhos ao mesmo.

A localização geográfica das poligonais referentes a cada um destes processos minerários está cartografada no **DESENHO 05** – Poligonais do Cadastro Mineiro/DNPM (**ANEXO A**). Cada poligonal correlaciona a substância mineral à sua respectiva fase atual de exploração (requerimento ou autorização de pesquisa) ou exploração (concessão de lavra ou registro de licenciamento).

Estes processos estão relacionados no **QUADRO 10**, constando o nome do município, o número do processo DNPM/ano, a fase atual do processo minerário, a substância mineral e o uso, este último, quando disponível.

QUADRO 10 - Relação dos municípios e respectivos processos minerários

Município - Estado	Processo/Ano	Fases do Processo Minerário	Substância Mineral	Uso
Castilho (SP)	820764/2007	Autorização de Pesquisa	Areia, Cascalho e Diamante**	Construção Civil
Ilha Solteira (SP)	820612/2004	Requerimento de Pesquisa	Diamante	Industrial
Ilha Solteira (SP)	821585/1999	Autorização de Pesquisa	Cascalho* e Argila*	Não Informado
Itapura (SP)	820814/2007	Requerimento de Pesquisa	Areia e Diamante*	Construção Civil
Itapura (SP)	821578/1999	Autorização de Pesquisa	Areia* e Cascalho*	Não Informado
Itapura (SP)	821580/1999	Autorização de Pesquisa	Areia* e Cascalho*	Não Informado
Selvíria (MS)	868174/1997	Licenciamento	Argila**	Não Informado
Selvíria (MS)	868052/2001	Licenciamento	Cascalho	Construção Civil
Selvíria (MS)	868179/2004	Licenciamento	Argila	Cerâmica Vermelha
Selvíria (MS)	868406/2007	Autorização de Pesquisa	Argila	Cerâmica Vermelha
Selvíria (MS)	868038/2008	Requerimento de Pesquisa	Argila	Cerâmica Vermelha
Três Lagoas (MS)	868013/1999	Concessão de Lavra	Água Mineral***	Não Informado
Três Lagoas (MS)	868196/2005	Licenciamento	Cascalho	Construção Civil
Três Lagoas (MS)	868044/2008	Requerimento de Pesquisa	Água Mineral	Engarrafamento
Três Lagoas (MS)	868033/2001	Concessão de Lavra	Areia	Construção Civil
Três Lagoas (MS)	868034/2001	Concessão de Lavra	Areia	Construção Civil
Três Lagoas (MS)	868069/2005	Autorização de Pesquisa	Areia e Diamante*	Construção Civil

Obs.: Uso não especificado, *provável uso em construção civil; ** provável uso industrial; ***provável engarrafamento.

Fonte: DNPM, 2008.

Os recursos minerais da área de estudo compreendem basicamente matérias primas destinados à construção civil, tais como argila, areia e cascalho. Outros recursos minerais como água mineral e diamante, tendo em vista as características geológicas da região tendem a apresentar menor importância.

Areias, cascalhos e argilas são encontrados em princípio, nas planícies aluviais dos principais cursos d'água, principalmente nos rios Paraná e Tietê, atualmente, em grande parte coberta pelo reservatório da UHE Eng. Souza (Jupiá).

A relação das substâncias minerais por município está sistematizada na **TABELA 10**.

TABELA 10 - Relação das substâncias minerais por município

Município/ Substância Mineral	Areia	Argila	Cascalho	Diamante	Água Mineral	Total
Andradina (SP)	-	-	-	-	-	-
Castilho (SP)	1*	-	-	-	-	1
Ilha Solteira (SP)	-	-	1*	1	-	2
Itapura (SP)	3*	-	-	-	-	3
Pereira Barreto (SP)	-	-	-	-	-	-
Total SP	4	-	1	1	-	6
Selvíria (MS)	-	4	1	-	-	5
Três Lagoas (MS)	3*	-	1	-	2	6
Total MS	3	4	2	-	2	11
Total	7	4	3	1	2	17

* Mais de um bem mineral no mesmo processo, sendo computado apenas um.

Fonte: DNPM, 2008.

Dos recursos minerais ocorrentes na área de estudo predominam os processos para areia (7), seguido por argila (4), cascalho (3), diamante (1) e água mineral (2). Foram observados seis processos com mais de um bem mineral, neste caso foi computado apenas o bem mineral que aparece em primeiro lugar, sem qualquer outro critério técnico. Assim, cascalho, diamante e argila são as substâncias minerais que foram prejudicadas na quantificação final, conforme relacionado na **TABELA 10**.

A relação das fases do processo minerário por município está sistematizada na **TABELA 11**.

TABELA 11 - Relação das fases do processo minerário por município

Município/ Fase	Requerimento de Pesquisa	Autorização de Pesquisa	Concessão de Lavra	Registro de Licenciamento	Total
Andradina (SP)	-	-	-	-	-
Castilho (SP)	-	1	-	-	1
Ilha Solteira (SP)	1	1	-	-	2
Itapura (SP)	1	2	-	-	3
Pereira Barreto (SP)	-	-	-	-	-
Total SP	2	4	-	-	6
Selvíria (MS)	1	1	-	3	5
Três Lagoas (MS)	1	1	3	1	6
Total MS	2	2	3	4	11
Total	4	6	3	4	17

Fonte: DNPM, 2008.

• Estado de São Paulo

Para o Estado de São Paulo, na área de estudo observa-se que o município de Itapura apresenta o maior número de processos (3 processos), valor pouco expressivo, seguido por Ilha Solteira (2 processos) e Castilho (1 processo). Os municípios de Andradina e Pereira Barreto não apresentam atividades mineradoras na área de estudo.

Para o município de Itapura (SP), das três áreas, duas possuem autorização de pesquisa para areia e cascalho, e uma terceira, requerimento de pesquisa para areia e diamante. No município de Ilha Solteira das duas áreas, uma refere-se a requerimento de pesquisa diamante, e outra com autorização de pesquisa para cascalho e argila. No município de Castilho ocorre apenas uma área com autorização de pesquisa para areia, cascalho e diamante.

• Estado de Mato Grosso do Sul

No Estado do Mato Grosso do Sul, o número total de processos minerários é quase o dobro daqueles que ocorrem no estado paulista. O município de Três Lagoas registra o maior número de processos de toda a área de estudo (6 processos) seguido por Selvíria com 5 processos. Para Três Lagoas, três áreas apresentam concessão de lavra, duas para areia e outra para água mineral. Das outras três, uma área possui requerimento de pesquisa para água mineral, outra autorização de pesquisa para areia e diamante, e uma com licenciamento para cascalho. Por último, o município de Selvíria dispõe de cinco áreas, sendo uma área com requerimento de pesquisa, uma com autorização de pesquisa e duas com licenciamento, todas para argila, e uma com licenciamento para cascalho.

Do total de processos na área de estudo, observam-se apenas três concessões de lavra, todas localizadas no município de Três Lagoas (MS), sendo duas para areia, para uso na

construção civil, localizadas dentro do reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), no rio Paraná, e uma para água mineral para engarrafamento.

As poligonais dos processos que estão em fase de pesquisa mineral de areia e cascalho, que tem por uso a construção civil, ocorrem no leito do rio Paraná, enquanto que as áreas com registro de licenciamento ou autorização de pesquisa para argila, com uso em cerâmica vermelha, localizadas no município de Selvíria (MS), ocorrem na borda do reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá).

Ressalta-se que as operações necessárias para o desenvolvimento das atividades mineradoras geram alterações no meio físico, podendo influenciar a qualidade e disponibilidade hídrica, como por exemplo, a alteração do escoamento d'água em superfície, erosão hídrica, deposição de sedimentos/partículas e inundação. Para as atividades de exploração situadas dentro reservatório, estas alterações referem-se essencialmente à qualidade das águas superficiais, decorrentes da remoção dos sedimentos de fundo, colocando em suspensão partículas mais finas, como silte e argila. Esta atividade, no entanto, quando executada com boas práticas ambientais, pode ser avaliada como de caráter positivo, decorrente do desassoreamento do reservatório.

3.1.3 Caracterização Pedológica, Hipsometria, Dinâmica Superficial e Suscetibilidade à Erosão Natural

3.1.3.1 Características Pedológicas

A caracterização pedológica da área de estudo, correspondente à faixa de 10 km delimitada a partir das margens do reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), teve por base o Mapa de Solos do Brasil, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Diretoria de Geociências e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro Nacional de Pesquisa de Solos, em 2001.

Na área de estudo, de acordo com a classificação de solo definida pela EMBRAPA (1999) e o Mapa de Solos do Brasil elaborado pelo IBGE e EMBRAPA (2001), predominam as ordens dos: (i) Latossolos (L), caracterizados pela remoção da sílica e das bases do perfil; (ii) Argissolos (P), antigos Podzólicos, com clara diferença entre os horizontes, caracterizados pela migração da argila do horizonte A para o B; e (iii) Planossolos (S), que se destacam pela estrutura colunar.

A localização das unidades pedológicas ocorrentes na área de estudo está cartografada no **Desenho 06 – Pedologia (ANEXO A)**.

A seguir são descritas as características físico-químicas e aptidão agrícola, bem como a área de ocorrência de cada tipo pedológico.

3.1.3.1.1 Latossolos (L)

Os latossolos são os solos mais evoluídos e mais freqüentes no território brasileiro. Encontram-se em avançado estágio de intemperização, decorrente da velocidade das atividades químicas em clima tropical, e resultante de enérgicas transformações no material de origem. São essencialmente constituídos de material mineral, resistentes ao intemperismo, e têm capacidade de troca de cátions baixa, sem correção para carbono, comportando variações desde solos predominantemente caulínicos (com valores de Ki mais altos - em torno de 2,0; admitindo o máximo de 2,2) até solos oxídicos (com Ki

extremamente baixo). Apresentam horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo. Portanto, os latossolos são solos minerais, não-hidromórficos, profundos, e por causa da remoção da sílica, são normalmente enriquecidos com óxidos de ferro e de alumínio (agentes agregantes), que dão a massa do solo aspecto maciço poroso quando seco, e altamente friáveis quando úmido.

Quando a aptidão agrícola, os latossolos são passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento. Normalmente, ocorrem em relevo plano a suave-ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7%, o que facilita a mecanização. São profundos, porosos, bem drenados, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos, friáveis e de fácil preparo (EMBRAPA, 2008).

Segundo EMBRAPA (1999), com base na combinação das diferentes concentrações de ferro (Fe_2O_3), na cor do solo e na relação K_i ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$), os latossolos são diferenciados em quatro subordens: Latossolo Vermelho (LV), Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), Latossolo Amarelo (LA) e Latossolo Bruno (LB).

Na área de estudo ocorre apenas o Latossolo Vermelho (LV), que apresenta teores de óxido de ferro entre 8 e 18% (quando com mais de 35% de argila), e cor normalmente vermelha escura. São solos profundos, bem drenados e porosos. Dentre este grupo, ocorrem os seguintes sub-grupos, apresentados e descritos a seguir:

- *Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) + Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (PVAd) = LV25*

Configura um solo com saturação por bases baixa ($V \leq 50\%$), na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA) este, associado ao Argissolo, caracteriza-se pela textura argilosa ou pela mudança textural abrupta.

Ocorre apenas em território paulista, em toda a margem esquerda e em parte da margem direita do rio Tietê, esta último nas proximidades da UHE Três irmãos. O baixo curso do córrego Timboré e do ribeirão Iguatemi perpassam esse solo. Ocorre também mais ao norte da área, na margem esquerda do rio Paraná, na área do município de Ilha Solteira. A área de exposição é de 706,49 km², correspondendo a 27% da área de estudo.

- *Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) + Argissolo Vermelho Distrófico (PVd) + Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (PVAd) = LV43.*

Apresenta o horizonte B predominante, com baixa saturação por bases. Associado aos argissolos, reforça o dado do B textural e a argila de atividade baixa.

Ocorre em toda a margem direita do rio Paraná e no entorno do rio Sucuriú, totalizando uma área de 1.715,72 km², que corresponde a 65% de exposição na área de estudo.

3.1.3.1.2 Argissolos (P)

Os argissolos são definidos como solos minerais, não-hidromórficos, com horizonte A ou E de perda de argila, ferro ou matéria orgânica. Apresentam coloração clara que segue no horizonte B textural com argila de atividade baixa. Os argissolos apresentam nítida diferença entre os horizontes. O horizonte B tem cor avermelhada que gradua para o amarelado, e teores de óxidos de ferro inferiores a 15%. Têm profundidades variadas; são desde fortes a imperfeitamente drenados, assim como ácidos. Possuem ampla variabilidade de classes texturais.

Quando a aptidão agrícola, os argissolos apresentam boa aptidão, decorrente da fertilidade natural elevada e ausência de pedregosidade. São particularmente indicados para situações em que não é possível grande aplicação de capital para o melhoramento e a conservação do solo e das lavouras, o que é mais comum em áreas de agricultura familiar. Os intermediários para latossolos apresentam aptidão para uso mais intensivo, mesmo contendo baixa fertilidade natural, uma vez que são profundos. Essa limitação pode ser corrigida, desde que ocorram em áreas de relevo suavizado. Culturas perenes também são uma alternativa para esses solos, principalmente, os mais profundos (EMBRAPA, 2008).

Segundo EMBRAPA (1999), com base na combinação das diferentes concentrações de ferro (Fe_2O_3), na cor do solo e na relação K_i ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$), os argissolos são organizados em quatro subordens: Argissolo Vermelho (PV), Argissolo Vermelho Amarelo (PVA), Argissolo Amarelo (PA) e Argissolo Acinzentado (PAC).

Na área de estudo, ocorrem apenas o Argissolo Vermelho Amarelo (PVA), que se caracteriza por matriz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Os Argissolos Vermelho Amarelos são do tipo distrófico, e ocorrem associados a outros solos, conforme descrito a seguir:

- *Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico (PVAd) + Argissolo Vermelho Eutrófico (PVe) + Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) = PVA 80*

Caracteriza-se por saturação por bases alta ($V \geq 50\%$), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). A presença do latossolo nessa associação reduz um pouco a qualidade desse solo.

Ocorre na porção ao norte do rio Tietê, em uma faixa que acompanha o rio até o seu encontro com o rio Paraná e se desloca para o norte na margem esquerda deste, onde encontra com os latossolos. A área de exposição é de aproximadamente 134 km², correspondendo a 5% da área de estudo.

- *Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico (PVAe) + Neossolo Litólico Distrófico (RLd) = PVA 77*

Configura um solo de baixa fertilidade, uma vez associado ao um Neossolo Litólico indica a presença de um horizonte A ou O hístico, com menos de 40 cm de espessura e um horizonte B em início de formação e, pela pouca espessura, não pode ser horizonte diagnóstico. Encontra-se assentado diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C, onde a maioria do material encontra-se muito pouco intemperizado, (cascalhos, calhaus e matacões).

Ocorre em uma pequena porção da área de estudo, a sudoeste da margem do reservatório da UHE Três Irmãos, totalizando 9,26 km², não atingindo 1% de exposição.

3.1.3.1.3 Planossolos (S)

Os planossolos são constituídos por material mineral, com horizonte A ou E seguido de horizonte B plânico. São solos minerais, mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B subjacente. É denso e geralmente de acentuada concentração de argila e possui permeabilidade lenta ou muito lenta. O próprio solo favorece a vigência periódica anual de excesso de água. Ocorre em ambientes de baixada, áreas de depressão, ou várzea e sob condições de clima úmido, estes solos são verdadeiros solos hidromórficos.

Segundo EMBRAPA (1999), os planossolos são diferenciados em três subordens: Planossolos Nátricos (SN), Planossolos Hidromórficos (SG), e Planossolos Háplicos (SX).

Na área de estudo, ocorrem apenas os Planossolos Hidromórficos (SG), que se caracterizam por solos com horizonte glei coincidindo com o horizonte B plântico. Deste grupo, ocorre apenas Planossolo Hidromórfico Distrófico (SGd) em associação com Gleissolo Háplico Tb Distrófico (GXbd) e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico (RQg), denominada por SG3.

A configuração do solo SG3 é de um solo periodicamente ou permanentemente saturado por água, que chega a atingir a superfície por ascensão capilar. Ainda sob a influência de um Neossolo Quartzarênico, indica pouca evolução e resistência do solo, este com forte presença de areias essencialmente quartzosas. Previsto o horizonte glei, demonstra cores acinzentadas por causa da perda de ferro e proximidade com o lençol freático.

Ocorre na porção noroeste da área onde o rio Sucuriú mantém suas características naturais de montante, e recebe as águas do Córrego Taboca, não ultrapassando 82,97 km², que corresponde a apenas 3% de exposição da área de estudo.

3.1.3.2 Hipsometria e Dinâmica Superficial

A área de estudo para a caracterização da hipsometria e dinâmica superficial corresponde à faixa de 2 km na borda de todo o reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá).

O mapa de hipsometria e dinâmica superficial foi gerado pela modelagem de terreno a partir dos dados (X, Y e Z) obtidos da nuvem de pontos provenientes da ortorretificação das fotos aéreas, na escala 1:20.000, realizada pela empresa Base Aerofotogrametria S/A, no período de julho de 2006, e maio, novembro e dezembro de 2007.

O mapa de hipsometria e dinâmica superficial, cartografado no **DESENHO 07** – Hipsometria e Dinâmica Superficial (**ANEXO A**), fornece a variação do sentido de maior declive da área, indicando por meio de setas o rumo do escoamento da água em diversos pontos da área, e o sentido de caimento do relevo. Em linhas gerais, também representa o sentido de fluxo das águas subterrâneas do aquífero livre e do escoamento de águas pluviais.

A área estudada abrange predominantemente duas formações lito-estratigráficas, as formações Santo Anastácio e Serra Geral, que afloram: (i) nas margens do rio Tietê os basaltos de filiação toleítica, com camadas de arenitos intertrapianos da Formação Serra Geral; (ii) ao longo do Rio Paraná, em sua maior parte, afloram os basaltos da Formação Serra Geral; (iii) na porção norte da margem oeste do rio Paraná na área do ribeirão Dois Córregos afloram sedimentos da Formação Santo Anastácio, que compreendem a arenitos quartzosos, fino a muito fino, seleção pobre e pouca matriz siltico-argilosa; (iv) no rio Sucuriú, a jusante do córrego Dom Tomás a superfície é representada pelos basaltos da Formação Serra Geral; e (v) ao longo do rio Sucuriú, a montante do córrego Dom Tomas, afloram os sedimentos da Formação Santo Anastácio.

Na faixa ao longo do rio Tietê notam-se mudanças muito bruscas nos sentidos representados em mapa, isto se deve ao maior número de drenagens e vales relacionados ao relevo mais acidentado. Neste segmento o rio Tietê assume direção aproximadamente leste-oeste, portanto os seus afluentes apresentam tendências perpendiculares norte-sul. Desta maneira os fluxos cartografados apresentam tendências leste-oeste, em direção aos afluentes (níveis de base de aquífero freático mais próximo).

Na faixa ao longo do rio Sucuriú a montante do córrego Água Tirada, o relevo apresenta-se mais plano e com menor densidade de drenagens, em especial na margem direita do rio principal. Neste segmento, os sentidos de fluxo registrados são preferencialmente para o rio Sucuriú, de maneira perpendicular.

No restante dos pontos observados o comportamento dos sentidos de fluxo, de maneira localizada, ou se assemelham ao segmento do rio Tietê, ou se assemelham ao segmento da margem direita do rio Sucuriú.

De maneira geral ocorre uma mescla dos dois comportamentos, onde nas proximidades dos principais afluentes o fluxo aponta como nível de base os afluentes, e, entre os afluentes, o fluxo tende para o sentido dos principais rios que drenam para o reservatório.

Estes comportamentos do fluxo em relação com os principais corpos de água superficial (reservatório e principais afluentes) evidenciam que o aquífero freático superficial ao longo da área de estudo flui primeiramente para os níveis de base mais próximos (principais afluentes e vales da área), ou níveis de base dos aquíferos locais.

3.1.3.3 Suscetibilidade à Erosão Natural

A área de estudo para caracterização da suscetibilidade à erosão natural corresponde à faixa de 2 km envoltória ao reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá).

A suscetibilidade à erosão natural baseou-se no cruzamento das características geológicas, pedológicas e de declividade, esta última com maior peso sobre as demais.

Dada a composição geológica, espessas camadas de arenitos sobrepostos aos basaltos, a área em estudo caracteriza-se por relevos de colinas amplas e baixas com topos aplanados e topos convexos.

Devido à implantação do reservatório, amplas áreas constituídas predominantemente por solos hidromórficos – associados às planícies de inundação – e parte dos latossolos – correspondente às encostas - foram submersas. Daí, a presença hoje de latossolos nas margens do reservatório.

De acordo com KERTZMAN e DINIZ (1995), os latossolos são naturalmente estáveis e pouco suscetíveis aos problemas geotécnicos, derivando deste fenômeno a classificação das áreas lindeiras ao reservatório como de baixa suscetibilidade à erosão natural.

O **QUADRO 11** apresenta o peso atribuído a cada atributo: geológico - peso 1 (P1), pedológico - peso 2 (P2) e declividade - peso 3 (P3). A combinação dos atributos geológico, pedológico e de declividade permite obter uma somatória para a classificação da suscetibilidade à erosão natural.

QUADRO 11 - Matriz de cruzamento dos dados geológicos, pedológicos e de declividade.

*Geologia (P1)		*Pedologia (P2)		Declividade (P3)		Somatória
Qa	1	PV	3	Classe 0°-12°	1	10
K2Sa	2	PVA	3	Classe 12°-20°	2	14
K1Sg	1	LV	2	Classe 20°-30°	3	14
K2Vp	2	SG	1	Classe >30°	4	16
K2Pa	2	-	-	-	-	-
Valor máximo considerado	2	Valor máximo considerado	3	Valor máximo considerado**	2	-
Valor máximo ponderado	2	Valor máximo ponderado	6	Valor máximo ponderado	6	14

* As siglas utilizadas podem ser identificadas nos respectivos mapas temáticos.

** A declividade de 20° foi o valor máximo observado no mapa de declividade.

A somatória dos pontos foi classificada como:

- Menor que 10 pontos: muito baixa suscetibilidade;
- 10 a 16 pontos: baixa suscetibilidade;
- 17 a 24 pontos: média suscetibilidade;
- Maior que 24 pontos: alta suscetibilidade.

Considerando que as declividades são menores que 20 graus, a pontuação máxima possível obtida é de 14 pontos. Desta maneira, a classe de suscetibilidade à erosão natural predominante na área de estudo é de baixa suscetibilidade.

A representação da suscetibilidade à erosão natural está cartografada no **DESENHO 08 – Suscetibilidade à Erosão Natural (ANEXO A)**.

3.1.4 Recursos Hídricos Superficiais

3.1.4.1 Caracterização Hidrológica

A caracterização hidrológica superficial está descrita considerando a bacia e as sub-bacias hidrográficas em que a área de estudo está inserida.

A bacia hidrográfica é definida como uma unidade físico-territorial para implementação da política e atuação do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, apresentada na legislação federal e especificamente nas legislações dos Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul.

Na esfera federal, a Lei nº 9.433/97 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, entre outros. Em seu artigo 1º, apresenta os fundamentos em que se baseia a Política Nacional de Recursos Hídricos, descritos a seguir:

- A água é um bem de domínio público;
- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

- A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; e
- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A Lei nº 7.663/1991 de São Paulo estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em seu artigo 3º, inciso II, adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento.

A Lei nº 2.406/2002 de Mato Grosso do Sul institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Em seu artigo 3º, inciso III, adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento.

No escopo de abrangência nacional, a área de estudo insere-se na Região Hidrográfica do Paraná, uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras definidas pela Resolução CNRH nº 32/2003.

A seguir é descrita a Região Hidrográfica do Paraná como um todo e as respectivas sub-bacias em que a área de estudo está inserida.

3.1.4.1.1 Região Hidrográfica do Paraná

Segundo dados de PNRH-DBR (2005), a Região Hidrográfica do Paraná (RH-PR) apresenta 879.860 km², equivalente a 10,3% do território nacional, a terceira mais extensa do Brasil, compreendendo o trecho brasileiro de uma das unidades hidrográficas da Bacia do Rio da Prata, o Alto Paraná.

A Bacia do Alto Paraná corresponde à área de drenagem da bacia do rio Paraná até a foz do rio Iguaçu, na tríplice fronteira Brasil – Argentina – Paraguai. Limita-se ao sul com a RH do Uruguai; a sudeste com a RH do Atlântico Sul; a sudeste e leste com a RH do Atlântico Sudeste; a leste e nordeste com a RH do São Francisco; ao norte com a RH do Tocantins-Araguaia; a noroeste com a RH do Paraguai; a oeste com o Paraguai e a sudoeste com a Argentina.

Apresenta extensão em sete unidades da Federação, sendo 24,1% pertencentes à área do Estado de São Paulo; 20,9% do Paraná; 19,3% do Mato Grosso do Sul; 18% de Minas Gerais; 16,1% de Goiás; 1,2% de Santa Catarina e 0,4% do Distrito Federal (MMA/SRH, 2006). A distribuição geográfica da RH do Paraná está cartografada na **FIGURA 17**.

A RH-PR corresponde ao trecho brasileiro de uma das sub-bacias da bacia hidrográfica do rio da Prata, a do Paraná, em seu alto curso (Alto Paraná). Corresponde a cerca de 60% da sub-bacia do Paraná, subdividida em Alto e Baixo Paraná, e a aproximadamente 29% da bacia do rio da Prata como um todo.

A Região Hidrográfica do Paraná produz mais de 60% da energia hidrelétrica do Sistema Interligado Nacional, evidenciando uma das vocações regionais.

A RH do Paraná é dividida em seis unidades hidrográficas (divisões nível 1 ou Sub 1 do PNRH): Grande, Iguaçu, Paranaíba, Paranapanema, Paraná e Tietê, conforme cartografado na **FIGURA 18** (diferenciadas por cor). A área de estudo está inserida na área da Sub 1 – Paraná e Sub -1 Tietê, e são descritas a seguir.

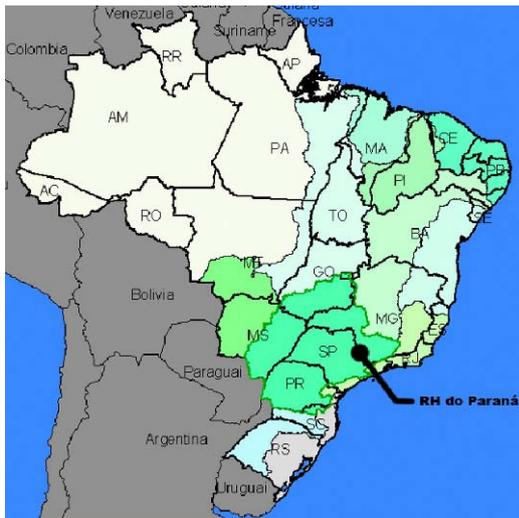


FIGURA 17 – Localização geográfica da Região Hidrográfica do Paraná.

Fonte: MMA/SRH, 2006

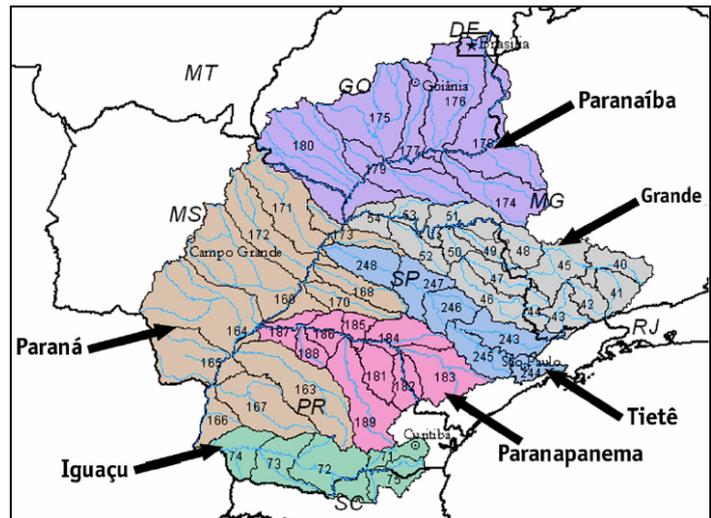


FIGURA 18 – Localização das unidades hidrográficas da Sub 1 (cores) e Sub 2 (código) da RH do Paraná.

Fonte: MMA/SRH, 2006

• Sub 1 – Paraná

A área unidade hidrográfica Sub 1 - Paraná compreende o trecho do rio Paraná desde sua formação, a partir do encontro dos rios Paranaíba e Grande (no tríptico limite entre os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul) até a foz do rio Iguazu (no limite entre os estados de Paraná e Santa Catarina). A bacia apresenta extensão em sete unidades da federação, sendo 24,1% Estado de São Paulo; 20,9% do Paraná; 19,3% do Mato Grosso do Sul; 16,1% de Goiás; 1,2% de Santa Catarina e 0,4% do Distrito Federal (MMA/SRH, 2006).

Na área do Estado de Mato Grosso do Sul, de interesse para este estudo, a Sub-1 Paraná inclui todos os afluentes da margem direita do rio Paraná, destacando-se os rios Quitéria, Sucuriú, Verde, Pardo, Ivinhema, Amambaí e Iguatemi, e na área do estado de São Paulo, incluem-se as sub-bacias do São José dos Dourados, Aguapeí, Peixe e alguns afluentes de menor porte nas proximidades da bacia do Baixo Paranapanema (MMA/SRH, 2006). Estas sub-bacias são denominadas por Sub 2 (divisões nível 2 do PNRH).

A área de estudo está inserida na Sub 2 - Sucuriú, no lado sul-mato-grossense, e está descrita a seguir.

➤ Sub 2 - Sucuriú

No escopo da abrangência do Estado de Mato Grosso do Sul, a bacia hidrográfica do rio Sucuriú, é uma das 15 unidades hidrográficas sul-mato-grossenses, definidas na Lei nº 2.406/2002. A distribuição geográfica da bacia hidrográfica do rio Sucuriú está cartografada na **FIGURA 18** (código 171) e no **DESENHO 09 – Bacias Hidrográficas (ANEXO A)**.

O rio Sucuriú nasce na Serra dos Caiapós, na congruência dos municípios de Alto Taquari (MT), Costa Rica (MS) e Santa Rita do Araguaia e Mineiros (GO). Percorre a região sudoeste de Goiás e adentra no Estado de Mato Grosso do Sul até sua foz no rio Paraná. Dentre os principais cursos d'água destacam-se os afluentes da margem esquerda: ribeirões das Cruzes e do Periquito, córregos Lajeado Amarelo, Carro Queimado e Dom Tomás, e para a margem direita, córrego Água Tirada, ribeirão Campo Triste e córrego do Pinto. Além do rio Sucuriú, na área do Estado de Mato Grosso do Sul, ocorrem outros cursos d'água, de menor porte, afluentes da margem direita do rio

Paraná, são eles: córregos da Vestia e do Buriti, Ribeirão Dois Córregos, ribeirão São Mateus, córregos Bebedouro e do Américo.

Os principais cursos d'água, no trecho do baixo curso do Sucuriú (MS) e no trecho do rio Paraná, entre a foz dos rios Tietê e Sucuriú, no lado sul-mato-grossense, expõem os derrames basálticos da Formação Serra Geral, enquanto que o trecho do médio curso do rio Sucuriú e seus afluentes na área de estudo entalham sedimentos da Formação Santo Anastácio.

Os municípios pertencentes à bacia hidrográfica do Sucuriú (MS) e que estão inseridos na área de estudo são Três Lagoas e Selvíria. Estes dois municípios têm as suas sedes inseridas na área de estudo. Em seu percurso serve de divisa entre os municípios de Costa Rica, Água Clara, Inocência e Três Lagoas no Estado de Mato Grosso do Sul.

- **Sub 1 - Tietê**

No escopo de abrangência do Estado de São Paulo, a área de estudo insere-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 19 (UGRHI 19), denominada Bacia Hidrográfica do Baixo Tietê, uma das 22 unidades hidrográficas paulistas definidas na Lei Estadual nº 9034/1994. A distribuição geográfica da bacia hidrográfica do rio Tietê está cartografada na **FIGURA 18** (código 248) e no **DESENHO 09** – Bacias Hidrográficas (**ANEXO A**).

Segundo dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos, a Bacia Hidrográfica do Baixo Tietê (BH-BT) apresenta 15.472 km² de extensão, equivalente a 6% do território paulista, e a terceira mais extensa de São Paulo. Localizada na porção noroeste do estado, no trecho de jusante da Barragem de Promissão (Usina Mario L. Leão) até o rio Paraná, divisa com o estado de Mato Grosso do Sul, em uma extensão aproximada de 200 km, abrangendo os reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos (CETEC, 1999).

Dentre os principais cursos d'água do lado paulista, destacam-se os afluentes dos rios Tietê e Paraná. Para o rio Tietê, os afluentes da margem esquerda são: córrego Itapura, ribeirão Anhumas, córrego Timboré e ribeirão Três Irmãos ou Iguatemi, e para a margem direita, córregos Itapura, do Julinho, do Quati, Três Irmãos e Ponte Alta. Para o rio Paraná, os afluentes da margem esquerda são os córregos do Abrigo, da Onça, do Pernilongo e das Lagoas. A distribuição geográfica da BH do Baixo Tietê está cartografada no **DESENHO 09** – Bacias Hidrográficas (**ANEXO A**).

A bacia hidrográfica apresenta densidade média de canais de drenagem, com desenvolvimento preferencial noroeste-sudeste, para os afluentes da margem esquerda do rio Paraná, incluindo o rio Tietê, e nordeste-sudoeste para os afluentes tanto da margem direita como esquerda do rio Tietê, entalhando terrenos da Bacia Sedimentar do Paraná.

Os principais cursos d'água, Tietê e Paraná, no lado paulista, expõem os derrames basálticos da Formação Serra Geral, enquanto que as drenagens secundárias na área de estudo entalham sedimentos das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio. Na margem direita do rio Tietê, os córregos de Itapura, do Julinho do Quati e Três Irmãos têm suas nascentes ou drenam sedimentos da Formação Rio Paraná.

Os municípios pertencentes à UGRHI 19 e que estão inseridos na área de estudo são Ilha Solteira, Itapura, Pereira Barreto, Castilho e Andradina. Destes municípios, apenas as sedes de Ilha Solteira e Itapura estão inseridas na área de estudo. Os demais municípios Pereira Barreto, Castilho e Andradina possuem a sede fora da área de estudo.

Com relação aos limites municipais, observa-se que a maioria deles possui limites hidrográficos, destacando-se a drenagem principal, o rio Tietê como limite administrativo entre Itapura (margem direita) e Castilho e Andradina (margem esquerda), entre Ilha Solteira (margem direita) e Andradina (margem esquerda); e Pereira Barreto (margem direita) e Andradina (margem esquerda). Das drenagens secundárias, destacam-se parte dos cursos dos córregos Pernilongo e do Onça, e totalidade do córrego Três Irmãos entre Ilha Solteira e Itapura; córrego Ponte Alta entre Ilha Solteira e Pereira Barreto; afluentes da margem direita do rio Tietê; e ribeirão Anhumas entre Castilho e Andradina, afluente da margem esquerda do rio Tietê.

De acordo com o art. 10 da Lei nº 9034/1994, a UGHRI 19, quanto à classe de uso predominante, enquadra-se como agropecuária.

3.1.4.2 Características Hidrológicas do Reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá)

A UHE Eng. Souza Dias (Jupiá) possui um reservatório em fluxo de fio d'água, com cota de operação máxima a montante de 280 m, apresentando pequena acumulação de modo a não poder modelar o fornecimento d'água. Ou seja, seu regime de operação é constante, com volume de geração também constante.

Desta forma, a alteração (rebaixamento ou aumento) do nível d'água armazenado é mínima, pois a geração de energia é definida em função da disponibilidade d'água.

A alteração do nível d'água mensal a montante do reservatório no período de 2000 a 2007 é apresentada na **TABELA 12** e no **GRÁFICO 08**.

TABELA 12 - Médias mensais do nível d'água (cm/h) a montante da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), no período de 2000-2007

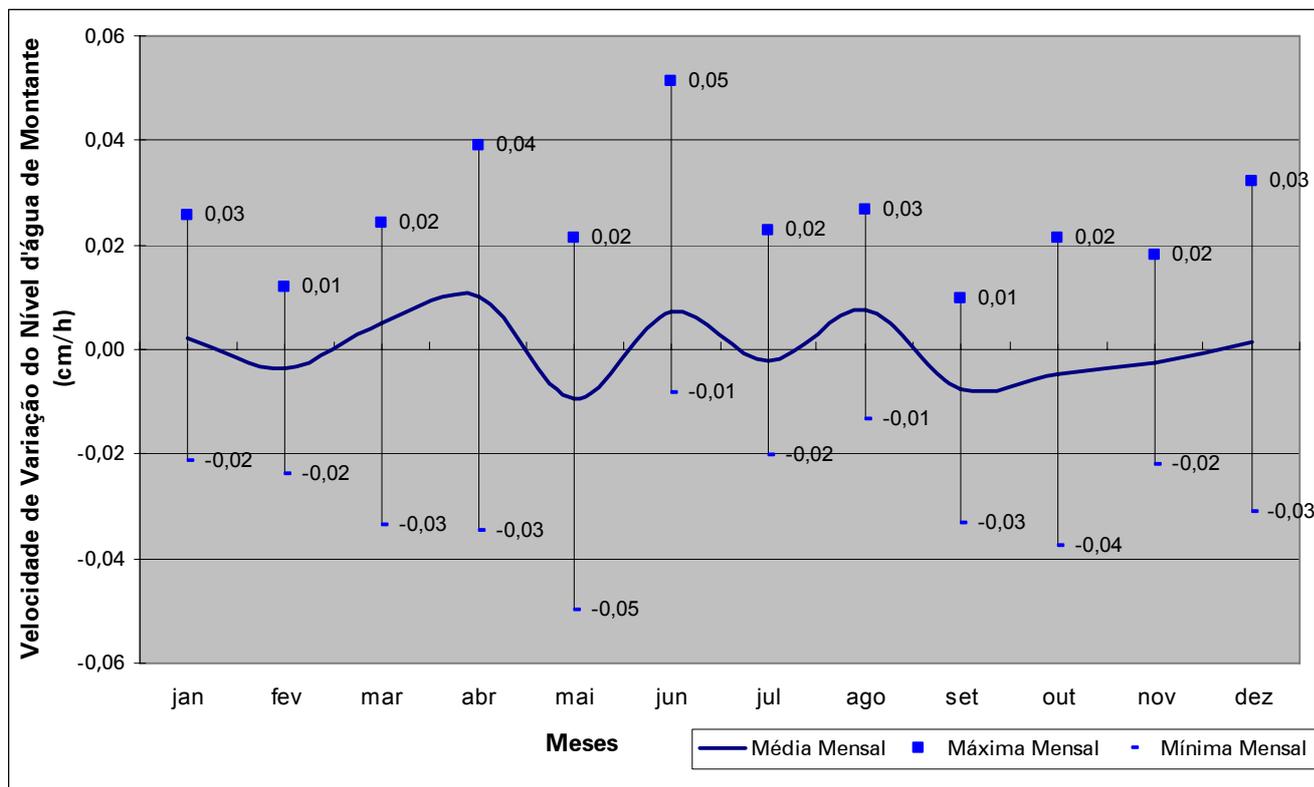
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	0	-0,0144	0,0054	0,0389	0,0121	-0,0014	-0,0134	0,0148	0,0000	-0,0376	-0,0167	0,0175
2001	0,0134	0,0074	0,0000	-0,0056	-0,0013	-0,0056	0,0067	0,0054	-0,0111	-0,0040	-0,0028	0,0054
2002	0,0202	0,0000	-0,0336	0,0181	0,0215	-0,0014	0,0027	-0,0134	-0,0014	-0,0040	0,0181	-0,0309
2003	0,0255	-0,0238	0,0067	0,0236	-0,0081	-0,0083	-0,0027	0,0148	-0,0125	0,0108	-0,0222	0,0323
2004	-0,0081	-0,0101	0,0215	0,0139	-0,0323	-0,0028	0,0228	0,0161	-0,0333	0,0215	-0,0069	-0,0094
2005	-0,0175	0,0000	0,0228	-0,0014	-0,0336	0,0333	-0,0202	0,0269	-0,0028	-0,0121	0,0181	-0,0027
2006	-0,0215	0,0119	-0,0067	0,0278	-0,0497	0,0514	-0,0108	0,0040	-0,0097	-0,0013	-0,0097	0,0027
2007	0,0027	0,0000	0,0242	-0,0347	0,0161	-0,0069	-0,0013	-0,0067	0,0097	-0,0094	0,0014	-0,0040
Média Mensal (cm/h)	0,0021	-0,0036	0,0050	0,0101	-0,0094	0,0073	-0,0020	0,0077	-0,0076	-0,0045	-0,0026	0,0013
Mínima (cm/h)	-0,0215	-0,0238	-0,0336	-0,0347	-0,0497	-0,0083	-0,0202	-0,0134	-0,0333	-0,0376	-0,0222	-0,0309
Máxima (cm/h)	0,0255	0,0119	0,0242	0,0389	0,0215	0,0514	0,0228	0,0269	0,0097	0,0215	0,0181	0,0323

Fonte: CESP, 2008

A operação da usina a montante possui papel essencial no seu funcionamento, pois são as vazões afluentes que determinam sua operação. Deste modo, o funcionamento de Jupiá depende da vazão defluente da UHE Três Irmãos (no rio Tietê), da UHE Ilha Solteira (no próprio rio Paraná) e do rio Sucuriú.

Nota-se que a variação anual média do nível d'água é pequena, com média mensal oscilando entre os picos de 0,010 cm/h em abril, e -0,0094 cm/h em maio, e os picos entre as cotas extremas de 0,0497 cm/h em maio de 2006, e 0,0514 cm/h em junho de 2006.

GRÁFICO 08 – Velocidade de variação das médias mensais do nível d’água a montante da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), no período de 2000-2007



Fonte: CESP, 2008

No que se refere ao tempo de residência, trata-se do tempo necessário para a renovação completa das águas do reservatório, ou de parte dele. Entretanto, como o reservatório da UHE Engenheiro Souza Dias (Jupiá) é de fio d’água e, portanto, não possui a função reguladora de volume, o seu tempo de residência é baixo, com média anual de 6,39 dias para o período de 2000 a 2007.

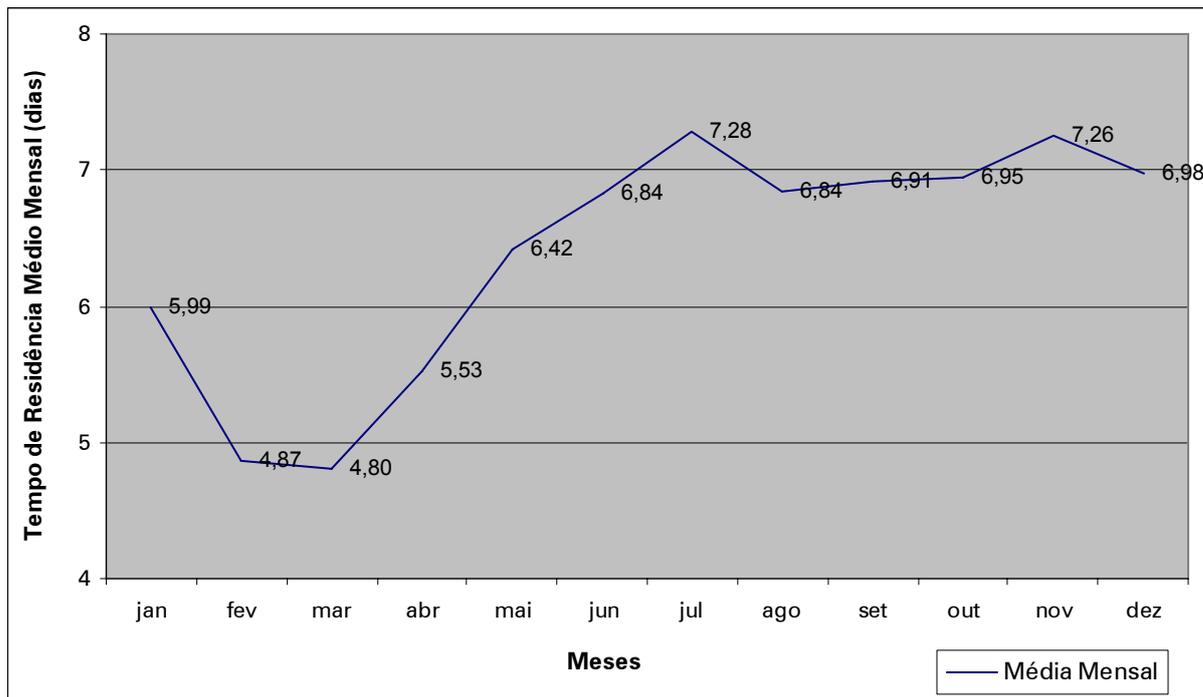
Conforme organizado na **TABELA 13**, o mês que apresentou menor tempo foi fevereiro de 2007, com 2,9 dias, e o maior tempo foi verificado em julho de 2001, com 11,88 dias. A partir dos dados apresentados na tabela citada, elaborou-se o **GRÁFICO 09**, para melhor visualização da tendência do tempo de residência no reservatório.

TABELA 13 - Tempo de residência médio mensal (dias) na UHE Eng. Souza Dias (Jupiá) para o período de 2000-2007

Ano/ Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual (dias)
2000	5,86	5,79	4,98	5,66	5,54	5,31	5,49	5,72	6,45	6,21	6,21	6,43	5,80
2001	5,81	5,66	5,67	6,79	7,63	9,55	11,88	10,92	11,06	11,68	11,44	10,31	9,03
2002	7,25	4,58	4,78	5,90	7,04	7,78	7,87	7,42	7,41	6,89	7,65	7,38	6,83
2003	8,17	5,38	5,36	5,49	6,66	7,10	6,76	6,27	5,88	5,41	6,40	6,63	6,29
2004	6,70	6,03	5,17	5,14	6,41	6,61	7,54	6,87	6,14	6,66	--	6,71	6,36
2005	6,11	3,74	4,05	4,93	5,68	6,26	6,65	6,16	6,86	7,19	6,95	7,10	5,97
2006	4,86	5,50	3,96	4,56	6,01	5,60	5,66	5,16	5,63	6,05	5,54	5,65	5,35
2007	3,16	2,29	4,46	5,77	6,42	6,47	6,42	6,20	5,85	5,49	6,62	5,60	5,40
Média Mensal (dias)	5,99	4,87	4,80	5,53	6,42	6,84	7,28	6,84	6,91	6,95	7,26	6,98	

Fonte: CESP, 2008

GRÁFICO 09 - Tempo de residência médio mensal (dias) na UHE Eng. Souza Dias (Jupiá) para o período de 2000-2007

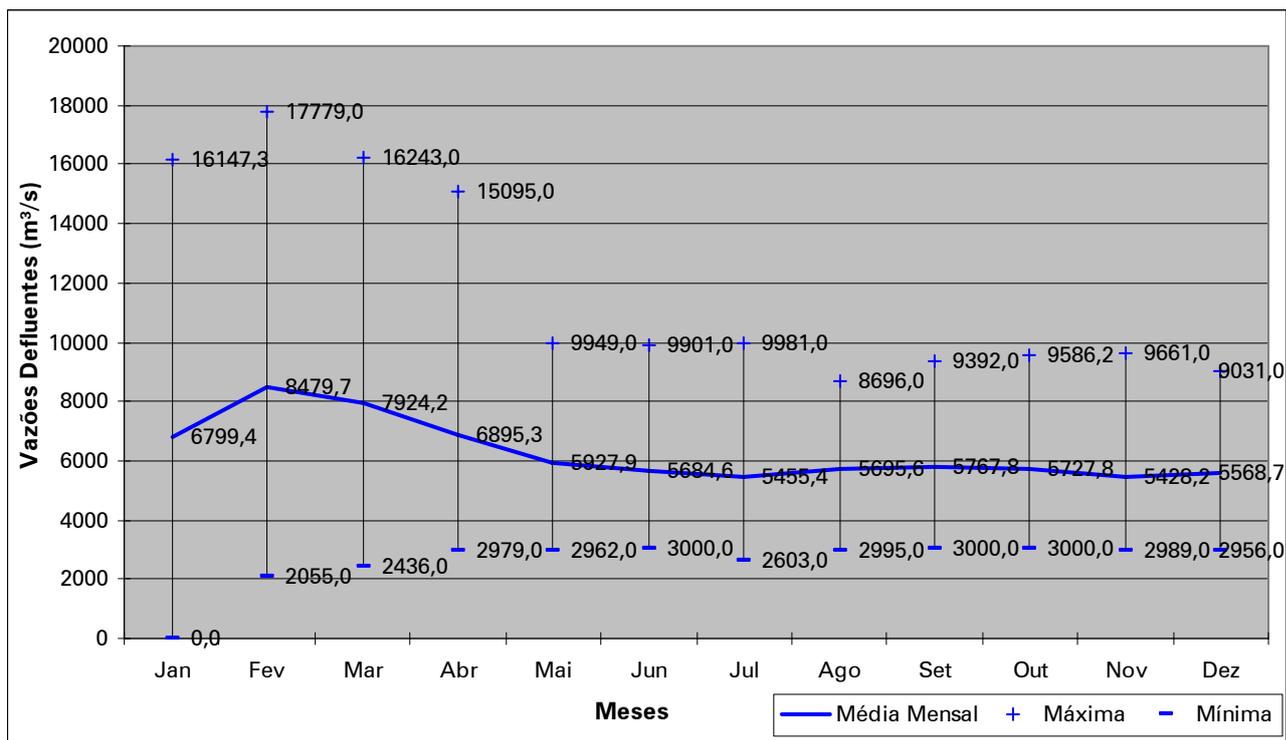


Fonte: CESP, 2008

O volume de água que passa pela UHE Eng. Souza Dias (Jupiá) é proveniente das vazões defluentes da UHE Ilha Solteira e da UHE Três Irmãos, das contribuições dos afluentes (principalmente o rio Sucuriú) e da captação da bacia, sendo que, as maiores contribuições provem das citadas UHEs que se localizam no rio Paraná e Tietê, respectivamente.

O **GRÁFICO 10** apresenta as médias mensais da vazão defluentes médias, máximas e mínimas no período de 2000 a 2007. As maiores variações de vazão ocorrem em janeiro e fevereiro, oscilando de 17.779 m³/s (fev/2007) a 2.055 m³/s (fev/2000) e 16.147 m³/s (jan/2007) a 0.00 m³/s (jan/2002).

GRÁFICO 10 – Médias, máximas e mínimas mensais de vazões defluentes no reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), para o período de 2000-2007



Fonte: CESP, 2008

3.1.4.2.1 Qualidade das Águas

A caracterização limnológica de um reservatório é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Deste modo, os estudos realizados permitem a obtenção de dados científicos de uso imediato, e a conseqüente introdução de medidas preventivas e corretivas, bem como a possibilidade de prognosticar as alterações que possam ocorrer no sistema, objetivando a melhoria da qualidade da água.

Os rios são organizados, do ponto de vista espacial, de modo longitudinal, na forma de um contínuo (VANOTTE et al., 1980; citado por CESP, 2005), determinado pela ordem do rio, padrões de fluxo de água e características do leito. O transporte e a transformação de materiais ocorrem predominantemente ao longo de um gradiente longitudinal. Os processos de produção primária, a respiração e as estruturas das comunidades aquáticas respondem a esse gradiente de forma previsível (THOMAZ e BINI, 1999; citado por CESP, 2005).

Em regiões tropicais, as variações temporais das características limnológicas associam-se principalmente às oscilações do nível fluviométrico, conforme o conceito de "pulsos de inundação" (JUNK et al., 1989; NEIFF, 1990; citado por CESP, 2005), segundo o qual as cheias são as principais responsáveis pelas variações de produtividade, estrutura e dinâmica da biota em rios de planície. No rio Paraná, as concentrações de nutrientes nos períodos de seca são significativamente distintas entre os diversos ambientes da planície (rios, canais e lagoas), porém nos períodos chuvosos, quando as águas do rio transbordam para os ambientes da planície, ocorre uma homogeneização dessas concentrações (THOMAZ et al., 1997; citado por CESP, 2005).

A formação de reservatórios artificiais provoca, como efeito primário, o aumento do tempo de residência da água, o que promove alterações das características limnológicas do trecho represado, tais como os padrões de circulação de massas d'água, o comportamento térmico, o transporte de sedimentos e a dinâmica de gases e nutrientes (AGOSTINHO et al., 1992 e TUNDISI et al., 1993, citado por CESP, 2005). Em decorrência, é estabelecido um gradiente originando a formação de três compartimentos distintos quanto às propriedades físicas, químicas e biológicas: uma zona fluvial, no trecho mais a montante; a zona de transição, no trecho intermediário, e a zona lacustre, que se configura no trecho mais próximo à barragem (THORNTON, 1990; citado por CESP, 2005).

A zona fluvial é rasa, não estratificada, com ocorrência de arrasto de quantidade significativa de partículas suspensas devido à forte advecção, implicando na baixa penetração de luz e, por conseguinte, produção primária limitada. Há demanda de oxigênio devido à decomposição de material alóctone, mas as concentrações desse gás são elevadas devido à turbulência da água.

Na zona de transição, a advecção é abrandada e a velocidade da corrente diminui, reduzindo a capacidade de transporte e incrementando a sedimentação, com conseqüente aumento na penetração da luz.

Na zona lacustre, a movimentação de massas d'água ocorre por convecção, podendo ocorrer estratificação térmica e conseqüente formação de camadas de diferentes densidades (epilímnio, metalímnio e hipolímnio), com limitado trânsito de solutos entre essas camadas. Em virtude do decréscimo da advecção, ocorrem baixas taxas de arrasto de partículas suspensas e alta penetração de luz. Nessa zona, a disponibilidade de nutrientes passa a ser o fator limitante para a produção primária.

Esse modelo não exclui a zonação tradicionalmente proposta para lagos e aplicável a reservatórios, que considera a existência de uma zona litorânea, em contato direto com o ecossistema terrestre adjacente e, portanto, sob sua influência; uma zona pelágica ou limnética, caracterizada pela ausência de contato tanto com as margens quanto com o fundo do corpo d'água, e pela presença de organismos adaptados à natação (nécton) ou à flutuação (plâncton); e uma região profunda, caracterizada pela ausência de luz e de organismos fotossintetizantes, gerando dependência das outras regiões quanto à produção de matéria orgânica (ESTEVES, 1988; citado por CESP, 2005).

A fim de assegurar condições ecológicas favoráveis ou não-restritivas ao desenvolvimento da vida aquática, foi desenvolvido, no Reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), no período de 2000 a 2008 (jan. - dez.) a caracterização limnológica objetivando identificar as possíveis condições adversas, fontes de poluição e outras restrições à ictiofauna.

As coletas de amostras para análise dos fatores limnológicos bióticos e abióticos foram realizadas em quatro estações de amostragem distribuídas no corpo do reservatório de Jupiá e de seus principais afluentes. A descrição do local e a localização são apresentadas respectivamente na **TABELA 14** e **DESENHO 09** – Bacias Hidrográficas (**ANEXO A**).

TABELA 14 – Estações de amostragens limnológicas no reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá).

Estação	Coordenada em UTM	Descrição	Período de levantamento
Montante de Jupiá (Rio Paraná)	N7.704.705 E433.649	Ambiente lântico; Localiza-se no rio Paraná a 2 km da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), em frente à área denominada "Casalheira". Margem direita com manchas de mata, agricultura e pastagem, e a esquerda, constituída por aglomerados agropecuários.	2000 a 2008
Rio Sucuriú	N7.721.916 E411.050	Ambiente lântico; Localiza-se a 6 km a montante da ponte que liga Três Lagoas a Selvíria no rio Sucuriú. Margem direita constitui-se por pastagens, manchas de área de empréstimo e mata e, na margem esquerda, há presença de pastagem com algumas manchas de brejos e campos úmidos.	2000 a 2008
Timboré (Rio Tietê)	N7.711.888 E459.615	Ambiente lótico; Localiza-se a +/- 8 km a montante da ponte da Rodovia dos Barrageiros, no rio Tietê. A margem esquerda possui fragmentos de mata, com presença pastagem e lote de agricultura. A margem direita predomina o uso agrícola.	2000 a 2008
Jusante da UHE Ilha Solteira (Rio Paraná)	N7.742.793 E460.214	Ambiente lótico; Localiza-se no rio Paraná a jusante da UHE Ilha Solteira, na região das 5 lhas. A margem direita é coberta principalmente por pastagens, com algumas manchas de mata e áreas de empréstimo. A margem esquerda é coberta por pastagens, brejos e campos úmidos e aglomerado agropecuário.	2000 a 2008

Fonte: CESP, 2008

3.1.4.2.2 Padrão de Qualidade das Variáveis Limnológicas

As médias anuais das variáveis limnológicas da água (Temperatura Ambiente (°C), Transparência (m), Temperatura da água (°C), pH, Oxigênio dissolvido (mg/L), Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Alcalinidade (mg/L), Nitrogênio Org. ($\mu\text{g}/\text{L}$), Fósforo ($\mu\text{g}/\text{L}$), Turbidez (NTU), Clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{L}$), Feofitina ($\mu\text{g}/\text{L}$)), nas estações de coleta do reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), são apresentadas nas **TABELAS 15 a 18**.

As coletas foram realizadas no período de 2000 a 2008 em três níveis da coluna d'água, à superfície (S), meio (M), e fundo (F).

TABELA 15 – Variáveis limnológicas da água na Estação de Coleta Jusante de Ilha Solteira da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), no período de 2000 – 2008.

Variáveis	Dia da Coleta	Prof.	2000			2001				2002			2003				2004			2005			2006			2007			2008								
			Mar 2	Jun 4	Set 27	Nov 30	Abr 6	Jun 22	Set 6	Dez 6	Abr 22	Jun 6	Out 16	Dez 7	Mar 8	Jun 6	Set 13	Nov 13	Fev 20	Mai 14	Ago 19	Nov 16	Fev 14	Mai 11	Ago 8	Nov 7	Fev 14	Mai 10	Ago 9	Nov 15	Fev 28	Mai 24	Ago 15	Nov 23	Fev 13	Mai 15	Ago 13
Temp. Amb. (°C)	-	-	25,9	23,4	24,5	27,0	28,3	15,9	26,3	24,5	24,5	19,8	22,7	28,6	23,9	20,9	19,6	25,2	27,1	22,1	-	26,4	24,2	25,6	22,0	30,6	26,3	20,1	22,0	28,9	29,2	18,9	21,2	27,5	25,0	20,0	25,0
Transparência (m)	-	-	1,0	1,6	5,8	3,5	2,3	3,5	2,8	3,9	1,5	1,8	4,5	2,2	1,5	2,2	3,4	3,8	2,0	1,4	5,0	5,0	1,0	2,0	5,0	2,8	1,8	5,4	6,2	1,1	3,8	6,3	6,0	2,5	2,1	5,5	
Temperatura da água (°C)	S	27,9	23,8	23,7	27,4	28,5	22,0	23,4	26,7	27,9	24,7	23,6	28,5	27,7	24,9	22,5	25,6	28,4	26,0	21,7	26,4	27,3	26,9	22,6	26,5	28,6	25,8	23,0	26,4	28,5	24,8	22,4	26,5	28,0	24,8	23,3	
	M	27,7	23,7	23,4	27,1	28,5	20,7	23,2	27,1	27,2	24,0	23,6	28,4	27,2	24,3	22,4	25,6	28,3	25,5	21,6	26,4	26,9	26,9	22,4	26,6	28,4	25,1	22,9	26,5	28,5	22,7	22,2	26,4	27,8	24,7	23,3	
	F	27,9	23,9	23,5	27,4	28,6	20,9	23,1	27,0	27,2	24,1	23,6	28,3	27,2	24,3	22,6	25,7	28,2	25,3	21,7	26,5	26,8	26,9	22,4	27,1	28,3	25,1	23,2	26,9	28,4	23,7	22,0	26,2	27,6	24,5	23,3	
pH	S	8,5	6,5	7,5	7,6	6,7	6,9	6,9	7,4	6,4	5,9	6,4	7,6	7,3	6,9	7,7	7,6	7,7	7,6	7,7	7,6	7,4	7,2	7,9	7,0	7,8	7,2	5,9	7,8	7,8	7,4	7,7	7,1	6,7	7,6	7,7	
	M	8,7	7,2	7,5	7,6	7,2	7,6	6,9	6,9	7,2	6,4	7,0	7,1	7,8	7,5	8,4	8,0	8,2	7,4	7,8	7,5	7,9	8,3	7,4	8,0	8,0	6,8	8,0	8,4	7,7	7,8	7,4	6,8	7,7	7,8		
	F	8,7	7,3	7,6	7,5	8,2	7,8	6,4	7,3	8,0	6,5	8,1	7,3	8,2	7,8	8,7	9,2	8,4	8,6	8,1	8,1	7,7	8,2	8,6	7,9	8,3	8,1	7,1	8,0	8,5	8,1	7,9	7,6	6,8	7,9	7,9	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	S	6,7	7,5	8,3	7,8	7,0	8,0	8,2	6,9	6,9	8,1	6,4	7,4	7,0	7,6	6,9	6,8	7,1	7,7	7,2	5,8	7,1	7,5	6,5	6,5	6,8	8,2	5,7	8,4	8,1	8,1	5,8	7,9	7,6	7,4		
	M	5,8	6,8	7,0	7,2	6,9	7,9	7,6	6,2	6,7	7,7	6,4	6,2	6,3	7,0	6,3	5,9	4,9	6,9	5,7	5,1	5,8	5,5	5,7	4,9	4,5	5,7	6,4	5,7	6,6	7,7	7,7	5,4	8,0	7,2	7,2	
	F	5,4	6,6	7,1	7,7	6,8	7,1	7,8	6,1	7,0	7,5	7,3	5,9	6,1	6,7	5,9	5,1	4,8	6,8	5,9	5,5	6,1	5,4	6,1	5,4	4,5	5,5	6,2	5,2	6,4	7,3	7,2	5,2	7,8	7,0	7,1	
Condutividade (µS/cm)	S	31,0	27,0	34,0	22,0	29,0	34,0	30,0	28,0	29,0	42,0	39,0	27,0	38,0	35,8	32,0	30,0	32,0	34,0	45,0	36,0	48,0	33,0	39,0	40,0	21,0	20,0	32,0	32,0	34,0	36,0	32,0	29,0	34,0	33,0		
	M	32,0	28,0	35,0	23,0	29,0	36,0	31,0	28,0	36,0	50,0	39,0	37,0	42,0	38,5	34,0	33,0	34,0	35,0	45,0	38,0	48,0	33,0	39,0	40,0	23,0	22,0	33,0	33,0	35,0	38,0	36,0	29,0	34,0	35,0		
	F	33,0	28,0	34,0	30,0	30,0	37,0	29,0	28,0	71,0	56,0	42,0	39,0	45,0	41,5	39,0	42,0	41,0	39,0	46,0	38,0	50,0	34,0	41,0	42,0	23,0	27,0	34,0	32,0	34,0	44,0	47,0	36,0	31,0	35,0	37,0	
Alcalinidade (mg/L)	S	20,0	19,0	24,0	19,0	22,0	22,3	22,5	19,0	23,0	24,0	20,0	19,0	24,0	22,8	24,0	21,0	20,0	21,0	28,0	22,0	22,0	24,0	22,0	27,0	21,0	23,0	23,0	22,0	24,0	25,0	25,0	21,0	21,0	33,0	23,0	
	M	19,0	20,0	22,0	18,0	21,0	21,5	22,0	21,0	22,0	25,0	21,0	23,0	23,0	23,9	25,0	22,0	21,0	24,0	25,0	26,0	23,0	25,0	29,0	24,0	22,0	21,0	24,0	23,0	24,0	26,0	25,0	22,0	21,0	33,0	23,0	
	F	20,0	20,0	27,0	18,0	20,0	21,3	22,5	20,0	23,0	25,0	21,0	22,0	22,0	23,6	22,0	22,0	22,0	23,0	26,0	22,0	24,0	25,0	30,0	25,0	23,0	22,0	21,0	24,0	23,0	22,0	22,0	29,0	25,0	22,0	23,0	
Nitrogênio Org. (µg/L)	S	413,0	253,6	247,9	285,3	63,4	132,6	108,8	301,0	203,0	126,0	196,0	119,0	35,0	63,0	63,0	168,0	119,0	140,0	203,0	144,1	161,0	135,7	163,6	242,9	172,3	160,9	175,1	155,4	87,6	146,9	107,4	93,2	115,9	118,7		
	M	476,0	233,4	334,3	337,7	152,7	109,6	158,6	273,0	238,0	91,0	259,0	91,0	203,0	42,0	21,0	126,0	196,0	140,0	196,0	217,0	158,2	184,9	130,0	157,9	243,1	197,7	206,2	189,2	123,2	93,2	161,1	172,3	107,3	276,8	291,0	
	F	427,0	394,8	273,8	337,7	152,7	149,8	108,8	231,0	196,0	105,0	245,0	231,0	42,0	56,0	98,0	119,0	182,0	196,0	329,0	169,1	214,7	158,2	180,5	248,6	217,5	288,2	220,3	161,1	65,0	121,5	67,8	70,6	138,4	146,9		
Sólidos em Suspensão total (mg/L)	S	10,4	0,4	5,4	3,8	0,5	1,2	0,2	0,2	2,8	0,4	6,0	2,6	3,6	0,4	2,4	1,0	2,4	0,8	2,4	4,2	1,0	0,8	1,2	1,4	1,6	0,4	1,0	5,6	1,2	1,0	7,8	1,8	15,2			
	M		9,2	0,4	4,8	3,6	1,0	1,0	0,2	0,2	3,2	0,4	3,4	3,8	2,8	0,4	2,2	1,0	1,4	1,6	2,6	4,2	1,0	0,6	1,6	1,6	2,6	0,6	1,4	4,2	1,4	2,0	1,8	8,4	1,8	14,6	
	F		15,2	0,6	7,9	3,4	1,4	0,4	0,2	0,2	2,4	6,6	3,2	3,2	3,6	1,4	2,6	2,6	1,2	2,0	3,4	4,4	1,8	1,6	1,6	2,0	6,4	1,2	1,6	4,2	1,6	1,8	3,0	8,2	1,9	14,4	
Sólidos em Suspensão Inorgânico (mg/L)	S																0,0	1,6	0,4	0,6	2,8	0,6	0,0	0,2	0,6	1,0	0,2	0,4	3,2	0,4	0,0	0,2	4,6	0,8	15,2		
	M																0,0	0,2	0,8	1,4	2,8	1,0	0,0	0,2	0,2	0,8	0,2	0,4	2,6	0,4	0,6	0,4	4,2	0,4	14,6		
	F																1,4	0,4	0,8	2,0	3,2	1,6	1,4	0,6	1,0	5,0	0,8	0,6	2,2	0,6	0,4	0,8	4,6	0,5	14,4		
Sólidos em Suspensão orgânico (mg/L)	S																1,0	0,8	0,4	1,8	1,4	0,4	0,8	1,0	0,8	0,6	0,2	0,6	2,4	0,8	1,2	0,8	3,2	1,0	0,0		
	M																1,0	1,2	0,8	1,2	1,4	0,0	0,6	1,4	1,4	1,8	0,4	1,0	1,6	1,0	1,4	4,2	1,4	0,0			
	F																1,2	0,8	1,2	1,4	1,2	0,2	0,2	1,0	1,0	1,4	0,4	1,0	2,0	1,0	1,4	2,2	3,6	1,4	0,0		
Fósforo (µg/L)	S	20,0	26,0	17,1	26,0	31,1	20,9	13,2	20,9	27,3	15,8	6,9	27,5	24,5	6,3	23,7	31,7	7,1	4,9	2,6	0,7	26,4	10,3	3,1	10,5	14,4	11,3	2,0	5,1	25,0	2,7	11,1	11,1	7,6	16,8	6,5	
	M	31,0	38,8	18,4	20,9	31,1	15,8	12,0	22,2	26,0	15,8	15,8	26,0	24,5	7,7	25,1	26,4	7,7	4,9	2,6	0,7	37,3	12,9	1,3	12,8	14,4	11,3	2,7	6,4	26,8	5,8	12,2	9,9	7,6	15,7	5,3	
	F	22,0	31,1	16,4	18,3	20,9	17,8	10,7	13,2	31,1	12,0	19,6	11,0	24,5	9,0	14,4	31,7	7,7	5,6	2,6	1,3	50,2	14,2	1,9	12,2	15,1	12,0	5,1	8,2	26,8	8,2	11,1	9,9	19,1	18,0	4,2	
Turbidez (NTU)	S	17,0	6,6	0,0	3,0	2,0	1,2	0,0	1,0	9,3	0,4	0,0	1,1	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	4,8	0,0	0,0	0,6	4,2	0,6	0,0	1,0	5,4	0,0	0,0	10,0	0,2	0,0	4,1	4,5	2,1	
	M	20,0	5,5	0,0	2,0	2,0	1,0	0,0	2,0	9,8	1,0	0,4	1,1	7,5	0,1	0,0	0,0	0,0	2,4	5,4	0,0	0,0	10,0	4,1	0,5	0,0	2,0	5,4	0,0	0,0	10,2	2,5	0,0	4,2	4,8	2,3	
	F	23,0	3,5	0,3	15,0	2,0	2,0	4,0	2,0	9,3	0,5	2,6	2,9	7,4	0,0																						

TABELA 16 – Variáveis limnológicas da água na Estação de Coleta de Timboré do Reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), no período de 2000 – 2008.

Variáveis	Prof.	2000				2001				2002				2003				2004				2005				2006				2007				2008			
		Mar	Jun	Set	Nov	Abr	Jun	Set	Dez	Abr	Jun	Out	Dez	Mar	Jun	Set	Nov	Feb	Mai	Ago	Nov	Feb	Mai	Ago	Nov	Feb	Mai	Ago	Nov	Mar	Mai	Ago	Nov	Feb	Mai	Ago	Nov
Dia de Coleta		1	3	26	29	2	20	7	5	21	3	15	7	7	5	10	12	18	12	18	18	16	11	10	9	15	12	15	17	2	24	17	22	15	14	14	14
Temp. Ambiente (°C)	-	27,0	23,6	25,0	30,0	26,9	13,6	25,7	29,7	25,9	21,9	24,7	28,4	28,1	20,3	16,4	23,6	28,0	20,0	21,7	24,8	25,2	25,7	17,0	23,7	28,3	18,0	28,5	29,7	28,3	15,6	19,5	26,0	23,5	19,0	22,0	22,0
Transparência (m)	-	2,0	4,6	3,7	3,6	4,2	5,0	5,5	4,8	5,0	5,3	6,0	2,8	3,5	5,0	2,4	1,5	4,8	4,2	4,4	1,6	5,0	5,5	7,0	3,1	4,0	6,5	8,2	4,0	6,3	3,6	6,1	8,0	7,5	7,2	5,2	5,2
Temperatura da água (°C)	S	27,3	23,5	22,2	25,4	27,8	22,6	22,4	24,6	26,9	24,4	23,4	26,2	28,3	24,7	21,5	24,8	27,5	25,7	20,9	24,7	26,9	26,1	21,3	24,8	27,2	24,6	22,9	25,9	27,6	23,2	21,4	25,7	27,4	24,4	22,3	22,3
	M	27,3	23,5	21,9	25,6	27,1	21,1	22,4	25,0	26,8	24,1	23,5	26,2	28,2	24,2	20,6	24,8	27,5	25,5	20,8	24,7	26,7	26,2	20,8	24,4	27,3	24,4	23,5	26,0	27,5	21,9	21,2	25,6	27,3	23,8	22,2	22,2
	F	27,2	23,5	22,1	25,9	27,3	21,0	22,3	25,1	26,7	24,1	23,7	26,2	28,3	24,2	20,4	24,7	27,6	25,3	21,0	24,6	26,6	26,3	20,6	24,6	27,4	23,8	24,4	26,8	27,2	21,7	20,9	25,5	27,1	23,6	22,2	22,2
pH	S	8,3	6,5	7,3	7,9	6,9	7,2	6,8	6,7	5,9	5,2	6,9	8,0	7,1	7,0	7,1	7,9	7,6	7,8	7,0	7,7	8,0	7,9	8,0	7,8	7,4	7,5	6,8	7,4	7,9	7,1	7,5	7,3	6,6	7,5	7,4	7,4
	M	8,4	6,8	7,4	7,7	7,2	7,6	7,0	6,9	6,3	5,9	6,9	6,5	7,6	7,4	7,1	8,4	7,9	8,3	7,3	8,2	8,2	8,0	7,9	8,1	7,6	7,8	7,1	7,9	8,2	7,4	7,7	7,4	6,7	8,0	7,4	7,4
	F	8,6	7,0	7,5	7,9	7,4	7,4	6,7	6,5	5,7	5,9	6,8	7,3	8,0	7,4	7,0	8,4	8,1	8,2	7,5	8,6	8,7	8,1	8,2	8,3	7,8	7,9	7,2	7,8	8,5	7,4	7,7	7,5	6,8	8,3	7,6	7,6
Oxigênio dissolvido (mg/L)	S	5,9	7,5	8,3	7,6	7,6	7,9	7,8	6,2	5,1	8,1	6,8	6,8	5,1	6,8	7,5	6,8	5,0	5,9	7,5	3,9	5,3	5,5	7,2	5,2	3,1	6,1	7,4	6,0	3,8	7,7	7,3	5,7	7,4	7,2	6,8	6,8
	M	5,6	6,4	7,7	6,9	7,1	7,2	7,2	6,0	6,3	7,4	6,7	5,7	4,8	5,7	7,2	5,6	4,0	4,3	6,0	3,2	4,5	4,2	5,8	4,1	3,1	5,5	6,2	5,4	3,6	6,8	7,1	5,2	7,3	7,0	6,4	6,4
	F	5,4	6,3	7,7	6,2	7,0	7,1	7,4	5,6	6,0	6,8	6,4	5,0	4,3	5,8	6,4	5,5	4,2	4,6	6,2	3,4	5,1	4,8	5,6	4,5	3,4	5,4	6,3	5,3	3,8	6,6	7,0	5,0	7,1	6,8	6,0	6,0
Condutividade (µS/cm)	S	89,0	59,0	126,0	85,0	99,0	103,0	111,0	100,0	103,0	142,0	135,0	131,0	124,0	121,0	105,0	101,0	122,0	115,0	118,0	140,0	153,0	124,0	132,0	141,0	84,0	66,0	120,0	128,0	120,0	121,0	117,0	107,0	99,0	105,0	119,0	119,0
	M	91,0	62,0	127,0	91,0	100,0	105,0	107,0	98,0	106,0	136,0	134,0	131,0	131,0	120,0	105,0	102,0	123,0	115,0	118,0	141,0	159,0	124,0	130,0	141,0	104,0	67,0	119,0	132,0	121,0	122,0	122,0	108,0	100,0	109,0	124,0	124,0
	F	89,0	65,0	127,0	86,0	99,0	112,0	107,0	100,0	150,0	164,0	135,0	133,0	139,0	128,5	103,0	116,0	124,0	115,0	118,0	142,0	155,0	123,0	131,0	141,0	87,0	67,0	118,0	129,0	121,0	129,0	178,0	108,0	101,0	111,0	129,0	129,0
Alcalinidade (mg/L)	S	36,0	28,0	36,0	35,0	42,0	35,0	33,0	50,0	43,0	42,0	44,0	48,0	42,0	41,3	21,0	24,0	46,0	44,0	43,0	51,0	46,0	44,0	44,0	52,0	50,0	43,0	53,0	48,0	47,0	45,0	48,0	48,0	51,0	40,0	54,0	54,0
	M	36,0	29,0	35,0	36,0	39,0	38,0	31,0	46,0	49,0	43,0	44,0	45,0	43,0	43,0	48,0	24,0	51,0	42,0	42,0	52,0	47,0	49,0	45,0	51,0	52,0	43,0	54,0	51,0	47,0	47,0	48,0	52,0	51,0	44,0	54,0	54,0
	F	35,0	29,0	36,0	36,0	40,0	40,0	31,0	47,0	51,0	42,0	45,0	45,0	42,0	43,5	43,0	20,0	50,0	44,0	37,0	55,0	48,0	48,0	45,0	50,0	55,0	45,0	53,0	51,0	47,0	49,0	48,0	52,0	51,0	44,0	54,0	54,0
Nitrogênio Org. (µg/L)	S	581,0	351,6	219,0	110,6	178,6	138,3	194,0	252,0	371,0	77,0	448,0	189,0	84,0	56,0	119,0	112,0	182,0	378,0	161,0	175,0	123,0	132,8	126,6	254,0	224,7	141,2	118,6	158,2	178,8	135,6	93,2	53,7	84,8	183,6	59,4	59,4
	M	630,0	314,0	294,0	215,5	129,7	138,3	188,2	287,0	231,0	161,0	294,0	147,0	203,0	56,0	126,0	140,0	147,0	259,0	147,0	224,0	144,1	192,1	121,5	208,7	268,3	169,5	177,9	180,8	186,8	146,9	104,6	62,2	59,3	175,2	166,7	166,7
	F	630,0	259,3	524,5	247,5	138,3	132,6	129,4	238,0	406,0	161,0	336,0	133,0	119,0	105,0	238,0	130,0	133,0	301,0	140,0	217,0	128,3	214,7	138,5	231,7	302,3	158,2	227,9	228,8	206,2	53,7	180,8	177,9	104,5	113,0	183,6	183,6
Sólidos em Suspensão total (mg/L)	S			3,8	0,2	1,8	2,6	0,6	0,2	0,2	1,8	0,4	2,6	1,0	2,2	2,8	4,8	5,8	1,2	1,2	4,6	1,8	1,0	0,6	3,2	1,4	1,6	0,4	2,4	2,6	0,4	1,6	1,4	2,0	1,6	13,8	13,8
	M			1,4	2,0	1,4	3,2	0,6	0,2	0,2	1,8	0,4	2,4	1,2	3,2	2,4	4,4	4,8	1,4	1,6	5,0	2,4	0,6	0,8	3,2	3,2	2,0	0,6	2,6	2,0	1,2	2,2	1,6	3,4	1,9	14,0	14,0
	F			1,4	0,8	1,4	2,6	0,6	0,6	0,2	1,6	0,4	2,6	2,4	2,4	2,0	4,2	3,4	1,0	0,8	5,2	3,2	0,8	0,8	2,4	2,2	1,6	0,4	3,4	2,2	2,0	1,6	0,8	2,6	4,2	14,2	14,2
Sólidos em Suspensão Inorgânico (mg/L)	S																	4,2	0,4	0,6	2,0	0,8	0,4	0,0	2,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	13,6
	M																	3,4	0,2	0,8	2,0	1,4	0,0	0,0	1,4	0,0	0,6	0,2	0,8	0,4	0,4	0,6	0,0	0,6	0,4	13,8	13,8
	F																	2,6	0,2	0,2	2,0	2,0	0,2	0,0	0,6	0,2	0,4	0,2	1,0	0,4	1,2	1,0	0,0	0,8	2,8	14,0	14,0
Sólidos em Suspensão orgânico (mg/L)	S																	1,6	0,8	0,6	2,6	1,0	0,6	0,6	1,2	1,4	1,2	0,2	2,0	2,2	0,4	1,4	1,4	1,4	0,8	0,2	0,2
	M																	1,4	1,2	0,8	3,0	1,0	0,6	0,8	1,8	3,2	1,4	0,4	1,8	1,6	0,8	1,6	1,6	1,6	2,8	1,5	0,2
	F																	0,8	0,8	0,6	3,2	1,2	0,6	0,8	1,8	2,0	1,2	0,2	2,4	1,8	0,8	0,6	0,8	1,8	1,4	0,2	0,2
Fósforo (µg/L)	S	16,0	33,7	17,7	15,8	28,6	10,7	47,7	18,3	22,2	15,8	28,6	26,0	23,0	9,0	19,7	27,7	8,4	2,2	6,4	11,0	20,6	10,3	1,3	12,2	16,3	3,9	1,4	10,7	15,7	1,4	11,1	14,5	7,6	11,1	7,6	7,6
	M	18,0	64,3	18,4	18,3	31,1	18,3	18,3	20,9	20,9	15,8	23,5	24,5	24,5	6,3	21,0	27,7	5,2	2,9	8,4	11,0	21,3	14,2	1,3	14,5	18,8	3,9	2,7	10,7	16,3	0,8	11,1	15,7	13,4	8,8	13,4	13,4
	F	20,0	36,2	22,2	18,3	31,1	17,1	38,8	22,2	23,5	15,8	22,2	27,5	23,0	9,0	26,4	29,1	7,7	2,2	7,7	10,3	22,5	9,0	3,1	14,5	16,9	4,5	2,7	11,3	18,2		12,2	15,7	13,4	7,6	11,1	11,1
Turbidez (NTU)	S	18,0	1,3	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7	0,0	0,7	1,5
	M	18,0	2,4	0,0	4,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,3	0,1	0,4	2,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,7	0,0	0,0	1,7	0,5	1,9	1,9
	F	19,0	2,7	0,0	1,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,7	0,0	1,9	0,0	0,1	0,8	0,6	1,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,6	0,0	0,0	1,9	1,1	2,8	2,8
Clorofila-a (µg/L)	S	4,3	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0																														

TABELA 17 – Variáveis limnológicas da água na Estação de Coleta de Sucuriú da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), no período de 2000 – 2008.

Variáveis	Prof.	2000				2001				2002				2003				2004				2005				2006				2007				2008		
		29	2	29	28	30	19	4	4	19	4	18	6	6	4	9	10	17	11	17	23	0	10	12	11	17	9	8	14	27	22	14	20	12	13	12
Dia da Coleta	-	29,3	21,4	24,5	29,8	28,1	14,6	26,5	26,4	27,6	19,6	24,8	29,4	30,5	19,1	22,2	22,0	27,0	19,7	19,0	25,1	27,5	22,5	16,2	24,0	22,4	17,3	23,0	23,8	27,9	21,7	21,6	24,0	23,5	20,5	21,0
Temp. Ambiente (°C)	-	29,3	21,4	24,5	29,8	28,1	14,6	26,5	26,4	27,6	19,6	24,8	29,4	30,5	19,1	22,2	22,0	27,0	19,7	19,0	25,1	27,5	22,5	16,2	24,0	22,4	17,3	23,0	23,8	27,9	21,7	21,6	24,0	23,5	20,5	21,0
Transparência (m)	-	0,7	1,2	1,5	1,0	2,3	2,0	1,5	2,0	1,2	3,2	2,7	2,1	1,3	2,3	2,3	0,8	1,2	1,5	2,7	1,0	0,9	2,4	2,8	1,1	0,9	1,8	2,5	0,8	1,0	2,2	2,6	1,7	1,1	2,0	2,8
Temperatura da água (°C)	S	28,5	21,6	24,2	29,9	29,8	20,9	23,6	28,5	28,4	21,8	27,1	29,3	30,2	22,8	23,7	25,8	28,3	24,1	21,3	27,2	30,0	24,5	21,9	27,7	27,8	22,5	23,1	25,0	27,9	24,3	22,6	27,7	28,8	22,6	23,2
	M	27,9	21,2	23,5	27,9	29,4	19,9	25,6	27,9	28,0	21,5	26,4	28,9	29,2	22,3	23,6	25,4	27,9	23,9	21,1	26,7	28,4	23,7	21,6	27,4	27,4	22,6	22,7	25,0	26,7	23,7	22,4	26,5	28,3	22,4	22,6
	F	27,9	21,4	24,3	27,7	28,9	20,0	26,0	27,5	28,1	21,4	26,7	28,7	28,8	22,1	23,3	25,4	27,8	23,4	20,8	26,7	28,0	23,6	21,0	27,3	27,2	21,5	22,0	25,0	27,1	23,6	22,2	26,1	27,8	22,4	22,4
pH	S	6,7	6,4	7,5	7,9	6,4	6,2	6,0	5,9	6,4	6,2	6,7	6,9	6,7	6,8	6,0	6,7	7,8	7,8	6,9	8,2	7,4	6,9	8,1	7,5	7,1	6,8	6,9	7,7	7,2	6,9	7,5	7,0	6,3	7,6	6,6
	M	6,7	6,8	7,3	8,2	7,0	6,9	6,3	6,4	7,2	6,8	7,3	7,6	8,0	7,5	6,7	7,5	8,2	8,5	7,4	8,9	8,1	7,8	8,4	8,2	7,9	8,4	7,6	8,1	7,6	7,6	7,8	7,7	6,3	8,2	7,4
	F	7,5	7,2	7,8	8,6	7,0	7,0	6,1	6,4	8,5	6,4	7,8	8,1	8,9	7,7	7,2	7,9	8,5	9,3	7,63,0	9,4	8,3	8,2	8,9	8,4	8,0	8,6	7,8	7,9	7,7	7,7	8,1	7,8	6,5	8,4	7,5
Oxigênio dissolvido (mg/L)	S	5,7	7,8	8,3	6,9	7,2	8,0	7,9	7,9	6,6	9,0	7,0	8,4	7,8	7,9	8,2	6,9	7,4	6,7	8,0	7,4	7,0	7,9	7,8	6,6	6,1	7,5	3,9	6,1	6,4	8,5	7,9	6,0	7,9	6,8	7,2
	M	6,0	7,8	8,1	6,4	6,9	7,3	7,2	6,2	6,8	8,6	6,8	6,9	6,9	6,6	6,4	5,6	6,4	5,1	6,2	6,0	5,0	5,6	6,5	5,2	5,2	6,2	3,2	6,2	5,7	7,6	7,7	5,4	7,7	6,7	6,8
	F	4,9	7,5	7,9	5,6	6,7	7,0	7,0	6,4	6,6	8,5	6,1	6,4	6,6	6,6	6,5	5,3	6,0	5,1	5,8	5,7	5,0	5,9	6,3	5,0	5,1	6,3	6,5	6,1	5,0	7,0	7,4	5,2	7,5	6,2	6,4
Condutividade (µS/cm)	S	17,0	12,0	22,0	11,0	14,0	13,0	31,0	14,0	19,0	19,0	19,0	21,0	22,0	17,0	16,0	16,0	19,0	17,0	18,0	18,0	29,0	19,0	18,0	18,0	10,0	12,0	11,0	30,0	21,0	17,0	16,0	26,0	19,0	18,0	33,0
	M	17,0	16,0	21,0	14,0	17,0	23,0	13,0	14,0	21,0	21,0	23,0	23,0	31,0	20,3	20,0	16,0	21,0	18,0	19,0	19,0	29,0	19,0	19,0	19,0	11,0	12,0	12,0	19,0	23,0	19,0	22,0	27,0	19,0	23,0	38,0
	F	20,0	13,0	25,0	13,0	17,0	47,0	13,0	15,0	63,0	28,0	38,0	28,0	48,0	28,5	16,0	19,0	23,0	19,0	19,0	20,0	33,0	20,0	20,0	20,0	13,0	13,0	12,0	22,0	23,0	21,0	48,0	29,0	20,0	25,0	42,0
Alcalinidade (mg/L)	S	14,0	15,7	18,0	13,0	15,0	14,3	13,5	16,0	21,0	13,0	14,0	15,0	15,0	14,1	16,0	16,0	18,0	14,0	15,0	16,0	20,0	15,0	15,0	14,0	15,0	16,0	17,0	15,0	17,0	15,0	18,0	19,0	20,0	26,0	
	M	13,0	14,8	18,0	13,0	15,0	14,0	13,0	14,0	19,0	14,0	16,0	16,0	18,0	14,5	17,0	14,0	20,0	15,0	15,0	16,0	21,0	15,0	15,0	14,0	15,0	17,0	17,0	15,0	18,0	17,0	15,0	18,0	19,0	20,0	28,0
	F	13,0	14,5	19,0	14,0	14,0	13,0	12,0	16,0	22,0	14,0	16,0	17,0	17,0	14,3	17,0	14,0	19,0	15,0	17,0	16,0	20,0	15,0	15,0	14,0	15,0	17,0	17,0	15,0	18,0	17,0	15,0	18,0	19,0	20,0	28,0
Nitrogênio Org. (µg/L)	S	525,0	164,2	253,6	305,7	149,9	57,6	108,8	385,0	266,0	161,0	315,0	154,0	91,0	112,0	126,0	105,0	112,0	126,0	112,0	105,0	107,4	74,0	96,0	195,2	194,9	110,1	135,5	155,3	118,7	184,0	96,0	144,1	124,3	180,8	166,7
	M	462,0	239,2	285,4	244,6	118,2	92,3	202,9	315,0	280,0	84,0	343,0	315,0	91,0	140,0	35,0	133,0	161,0	133,0	168,0	154,0	155,4	129,9	110,2	194,4	189,8	146,9	155,3	178,0	138,5	189,2	76,1	116,4	68,3	186,5	113,1
	F	511,0	201,7	242,1	192,2	89,3	103,7	64,7	392,0	217,0	84,0	308,0	112,0	70,0	98,0	63,0	77,0	168,0	147,0	168,0	287,0	163,8	180,8	121,5	228,6	228,8	163,8	169,4	200,6	138,5	224,6	65,0	129,9	107,4	163,9	124,3
Sólidos em Suspensão total (mg/L)	S			8,2	1,6	4,9	7,2	2,2	2,6	2,6	3,4	2,2	4,2	5,2	6,0	2,8	4,0	5,6	3,0	1,0	5,8	6,0	1,4	2,0	2,0	5,0	2,2	1,2	6,2	6,0	1,8	2,4	2,8	3,2	2,0	15,2
	M			8,8	1,2	5,0	6,4	3,0	0,2	0,2	3,2	1,8	3,4	3,8	6,0	3,0	4,6	1,8	2,6	1,6	6,6	4,2	2,2	1,0	2,6	5,2	3,0	1,2	5,6	6,0	1,6	2,8	3,0	4,8	2,7	15,4
	F			31,0	0,8	15,9	6,6	3,4	3,0	3,0	4,4	1,2	11,4	4,6	4,6	3,0	3,6	4,6	2,6	2,2	22,2	35,0	3,2	1,8	5,8	9,0	3,6	0,8	6,0	5,6	1,8	2,6	3,2	3,4	3,2	18,4
Sólidos em Suspensão Inorgânico (mg/L)	S																	4,4	2,8	0,8	3,6	3,6	1,0	0,6	1,2	1,8	1,4	0,4	3,8	3,4	1,0	1,2	1,0	0,4	1,1	15,0
	M																	0,0	1,8	1,2	5,0	3,0	1,8	0,4	1,6	2,0	1,4	0,4	3,4	3,6	0,4	1,2	1,6	1,2	1,3	15,2
	F																	2,8	1,6	1,4	17,4	27,6	2,0	0,6	4,4	5,4	2,0	0,2	3,8	3,2	0,8	1,4	1,6	0,8	1,6	17,8
Sólidos em Suspensão orgânico (mg/L)	S																	1,2	0,2	0,2	2,2	2,4	0,4	1,4	0,8	3,2	0,8	2,4	2,6	0,8	1,2	1,8	2,8	0,9	0,2	
	M																	1,8	0,8	0,4	1,6	1,2	0,4	0,6	1,0	3,2	1,6	0,8	2,2	2,4	1,2	1,6	1,4	3,6	1,4	0,2
	F																	1,8	1,0	0,8	4,8	7,4	1,2	1,2	1,4	3,6	1,6	0,6	2,2	2,4	1,0	1,2	1,6	2,6	1,6	0,6
Fósforo (µg/L)	S	29,0	18,3	32,4	26,0	69,4	28,6	17,7	31,1	28,6	19,6	13,2	17,0	32,0	21,0	27,7	41,1	14,2	4,9	6,4	10,3	36,1	17,4	4,8	18,0	26,2	6,4	2,7	21,9	24,4	1,4	14,5	22,6	38,7	15,7	9,9
	M	29,0	18,3	29,2	36,2	66,8	31,1	18,3	38,8	27,3	15,8	19,6	15,5	33,5	19,7	30,4	42,4	13,5	4,9	11,6	12,9	35,4	10,3	4,2	19,7	25,6	6,4	2,7	21,3	26,2	1,4	15,7	22,6	30,6	24,9	12,2
	F	71,0	33,7	26,0	26,2	69,4	26,0	29,8	41,3	28,6	18,3	15,8	29,0	43,9	17,0	27,7	33,1	12,2	6,3	6,4	63,1	89,5	14,2	3,1	20,3	32,4	7,0	3,9	24,4	26,2	5,1	13,4	24,9	30,6	24,9	16,8
Turbidez (NTU)	S	28,0	7,1	2,5	6,7	8,0	3,6	5,0	5,9	5,5	5,1	2,3	4,1	11,3	7,0	0,9	7,8	6,8	6,9	2,0	7,9	5,5	3,7	3,3	9,9	10,0	4,0	2,9	17,4	12,0	3,2	2,3	5,9	7,3	4,9	3,7
	M	35,0	6,1	2,0	10,2	6,9	3,8	6,0																												

TABELA 18 – Variáveis limnológicas da água na Estação de Coleta a Montante de Jupuí, da UHE Eng. Souza Dias (Jupuí), no período de 2000 – 2008.

Variáveis	Prof.	2000				2001				2002				2003				2004				2005				2006				2007				2008						
		Mar	Jun	Set	Dez	Abr	Jun	Set	Dez	Mar	Jun	Out	Dez	Mar	Jun	Set	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago
Dia de coleta		9	1	2	8	2	22	7	5	21	13	14	6	6	5	12	11	16	10	16	19	17	9	11	10	16	9	7	13	26	21	13	19	11	12	11				
Temp. Ambiente (°C)	-	24,0	21,3	26,0	29,2	25,2	16,4	24,8	27,2	27,2	24,4	27,6	28,2	31,7	21,0	19,6	22,4	28,5	19,3	19,7	22,7	27,2	23,9	17,0	24,1	24,2	17,4	24,0	24,5	27,0	23,5	21,8	27,0	23,0	21,5	21,0				
Transparência (m)	-	1,0	1,9	1,7	3,8	1,8	3,7	3,7	29,5	1,7	3,9	4,0	4,1	1,7	2,8	4,1	2,9	2,8	1,6	4,7	2,1	1,2	2,0	3,9	4,7	1,9	1,7	6,0	3,8	1,0	3,9	6,6	4,8	2,5	2,0	5,2				
Temperatura da água (°C)	S	28,4	23,4	24,3	28,8	27,8	21,2	23,6	27,8	28,8	25,5	26,7	27,8	30,0	24,7	21,8	25,5	28,4	25,6	21,2	26,3	28,8	26,3	21,6	27,0	29,0	25,2	23,2	25,8	28,6	25,6	22,3	26,9	28,4	25,5	22,8				
	M	27,1	22,7	23,4	27,8	26,5	20,8	22,6	26,9	27,4	24,3	24,8	27,3	28,4	24,0	21,6	25,0	28,3	25,2	21,1	25,5	27,8	25,5	21,0	26,0	28,4	24,2	23,2	25,9	28,4	25,2	21,9	26,2	27,9	24,9	22,6				
	F	27,6	22,6	22,8	27,1	26,9	20,8	22,6	26,4	27,5	23,6	24,9	27,0	28,8	23,7	21,6	24,6	28,0	24,8	21,2	25,2	27,7	25,7	21,0	25,5	27,5	24,4	22,7	25,8	28,4	24,1	21,0	26,1	27,4	24,3	22,6				
pH	S	9,3	6,4	7,7	7,4	6,8	7,0	5,9	7,3	4,6	7,0	4,7	6,8	7,1	7,2	8,1	7,3	7,8	7,6	7,0	7,5	7,5	7,3	8,2	7,7	7,7	8,3	7,0	7,8	7,5	7,3	7,8	7,0	6,8	6,8	7,3				
	M	9,9	7,5	7,7	7,4	7,4	7,5	5,9	7,5	5,3	7,1	4,5	7,7	7,6	7,7	8,3	8,0	8,6	8,3	7,4	8,3	7,9	8,1	8,4	8,2	8,3	8,8	7,4	7,6	7,9	7,8	8,0	7,1	6,8	7,2	8,0				
	F	9,5	8,0	7,6	7,3	8,2	7,7	5,3	7,9	5,1	7,3	4,6	8,3	7,8	8,1	8,8	8,2	9,1	8,6	7,6	8,7	8,6	8,7	8,6	8,2	8,3	9,0	7,5	7,5	8,6	8,4	8,7	7,2	6,8	7,5	8,0				
Oxigênio dissolvido (mg/L)	S	6,4	7,3	8,3	6,9	7,3	8,0	8,5	7,6	7,3	7,7	6,9	8,1	8,3	7,2	6,5	6,7	7,0	6,3	7,9	7,3	5,9	6,9	7,7	6,7	6,4	6,6	7,7	7,3	7,4	8,0	8,0	6,5	8,0	7,0	7,0				
	F	6,0	7,2	7,5	6,6	7,0	6,9	7,7	6,8	7,5	7,7	6,7	6,4	6,4	6,2	5,5	5,1	4,8	5,0	5,9	5,5	5,3	5,3	6,3	4,7	5,2	5,7	6,5	7,3	5,9	6,8	7,8	5,8	7,8	6,4	6,2				
Condutividade (µS/cm)	S	36,0	30,0	23,0	25,0	35,0	36,0	41,0	29,0	25,0	61,0	41,0	45,0	46,0	45,8	44,0	31,0	44,0	43,0	41,0	30,0	58,0	43,0	52,0	45,0	20,0	24,0	24,0	27,0	33,0	40,0	42,0	27,0	26,0	31,0	36,0				
	M	36,0	31,0	38,0	25,0	37,0	37,0	29,0	33,0	37,0	45,0	46,0	53,0	38,0	40,5	46,0	34,0	55,0	44,0	42,0	42,0	58,0	36,0	53,0	55,0	18,0	28,0	35,0	27,0	36,0	46,0	55,0	34,0	33,0	31,0	41,0				
	F	56,0	27,0	90,0	63,0	40,0	38,0	61,0	42,0	104,0	32,0	70,0	100,0	39,0	35,8	43,0	34,0	94,0	46,0	47,0	82,0	50,0	27,0	54,0	109,0	65,0	52,0	64,0	33,0	66,0	35,0	43,0	39,0	34,0	33,0	56,0				
Alcalinidade (mg/L)	S	20,0	23,9	19,0	17,0	22,0	19,0	21,0	19,0	22,0	28,0	20,0	24,0	24,0	23,5	26,0	20,0	31,0	25,0	23,0	21,0	23,0	22,0	16,0	24,0	21,0	24,0	24,0	20,0	24,0	25,0	23,0	20,0	22,0	23,0	24,0				
	F	21,0	22,4	21,0	18,0	22,0	20,0	22,0	23,0	24,0	23,0	23,0	25,0	22,0	22,3	27,0	20,0	27,0	25,0	21,0	23,0	25,0	21,0	18,0	28,0	19,0	25,0	26,0	20,0	24,0	25,0	25,0	25,0	22,0	22,0	21,0	24,0			
Nitrogênio Org. (µg/L)	S	406,0	198,8	198,9	128,1	178,7	103,7	147,0	203,0	189,0	63,0	238,0	259,0	70,0	42,0	70,0	126,0	42,0	35,0	91,0	140,0	81,9	84,7	116,0	124,0	161,0	129,9	141,2	144,1	90,4	226,0	115,9	53,7	59,3	84,7	163,9				
	F	504,0	446,6	210,4	145,6	201,7	100,9	97,0	224,0	308,0	126,0	189,0	168,0	140,0	56,0	84,0	98,0	112,0	63,0	231,0	140,0	70,6	115,9	118,7	174,9	166,7	132,7	158,1	180,8	118,7	228,3	90,4	53,7	53,5	161,0	166,7				
Sólidos em Suspensão total (mg/L)	S		7,2	1,6	4,4	4,4	1,0	0,4	0,2	0,2	2,2	1,2	3,2	2,4	1,6	2,6	2,4	14,4	2,2	1,0	3,0	3,4	0,6	1,4	0,6	2,4	2,6	0,4	2,2	4,6	1,0	1,2	1,2	2,8	2,3	14,0				
	M		5,8	1,2	3,5	3,8	0,8	0,2	0,2	0,2	3,0	0,4	3,2	0,8	2,8	3,0	2,6	7,4	2,4	1,2	2,0	3,4	1,2	1,0	1,0	2,6	2,0	1,0	2,0	4,8	1,0	1,4	1,0	2,4	1,6	13,2				
Sólidos em Suspensão Inorgânico (mg/L)	S																11,4	2,0	0,6	1,4	2,0	0,2	0,4	0,0	0,4	1,2	0,2	0,6	3,2	0,6	0,0	0,2	0,8	1,3	14,0					
	M																6,6	1,6	0,8	1,2	2,0	0,8	0,6	0,4	0,6	0,4	1,0	1,0	3,0	0,6	0,4	0,6	1,0	0,2	13,2					
Sólidos em Suspensão orgânico (mg/L)	S																7,8	1,2	11,8	2,0	8,6	1,8	0,8	0,4	0,4	0,8	3,0	0,8	4,8	1,4	0,6	0,6	6,2	0,6	14,0					
	M																0,8	0,8	0,4	0,8	1,4	0,4	0,4	0,6	2,0	1,6	0,0	1,0	1,8	0,4	1,0	0,4	1,4	1,4	0,0					
Fósforo (µg/L)	S	34,0	43,9	21,5	10,7	26,0	20,9	12,0	13,2	20,0	23,0	9,0	23,7	19,1	22,5	4,9	3,9	2,6	22,5	9,0	1,9	6,5	8,2	7,6	0,8	3,9	23,7	1,4	11,1	9,9	21,4	15,7	4,2							
	M	22,0	54,1	15,8	10,7	28,6	20,9	97,0	15,8	26,0	13,2	15,8	15,5	24,5	9,0	23,7	21,0	5,8	3,6	4,5	3,2	23,2	15,5	3,1	6,5	10,1	7,6	0,2	3,9	23,7	0,2	12,2	9,9	18,0	20,3	5,3				
	F	25,0	20,9	20,3	15,8	31,1	31,1	167,6	22,2	28,6	22,2	54,1	29,0	42,4	14,4	25,5	21,0	6,4	4,9	16,1	1,9	36,1	11,6	2,5	12,2	11,3	7,6	5,1	5,1	25,0	0,2	13,4	9,9	29,5	16,8	13,4				
Turbidez (NTU)	S	17,0	3,0	1,6	0,0	2,5	3,0	0,1	1,8	7,5	1,9	1,0	1,4	6,0	0,6	0,0	0,5	1,7	4,5	0,0	1,3	8,7	3,7	1,4	0,0	2,0	5,8	0,3	0,8	9,8	0,6	0,0	0,0	4,3	4,9	1,8				
	M	15,0	3,1	0,0	0,0	3,8	2,0	0,0	0,0	10,6	1,4	1,0	1,3	7,6	0,7	0,1	0,4	1,6	4,8	0,1	0,0	10,0	3,6	1,6	0,4	3,0	5,8	0,1	0,9	9,9	0,8	0,9	0,0	4,3	4,5	2,7				
	F	25,0	3,7	0,3	5,0	2,9	3,0	0,2	2,1	3,7	2,7	17,6	1,7	14,7	0,0	0,1	0,2	1,8	5,0	6,3	0,0	16,9	3,8	1,8	0,6	2,0	6,1	2,3	1,0	9,9	2,3	1,7	0,5	7,8	5,2	3,2				
Clorofila-a (µg/L)	S	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	2,4	0,9	0,0	0,0	6,5	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
	M	1,6	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	1,1	0,0	0,0					
	F	0,0	3,2	0,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0																								

Os valores em vermelho estão fora do padrão definido na Resolução CONAMA nº 357/05, e os valores em azul não foram tratados nas análises em função de possíveis erros decorrentes de amostragem (coleta da amostra em campo, calibragem de equipamento e/ou análise laboratorial da amostra).

As referências para as variáveis analisadas estão descritas na **TABELA 19**.

TABELA 19 - Valores de referência para os parâmetros limnológicos analisados, de acordo com Resolução CONAMA nº 357/05

Parâmetros	Padrão
pH	6-9
Oxigênio dissolvido (mg/L)	>5
Fósforo ($\mu\text{g/L}$)	Até 30 em ambientes lênticos Até 100 em ambientes lóticos
Turbidez (NTU)	>100
Clorofila ($\mu\text{g/L}$)	> 30

Fonte: CONAMA 357/05

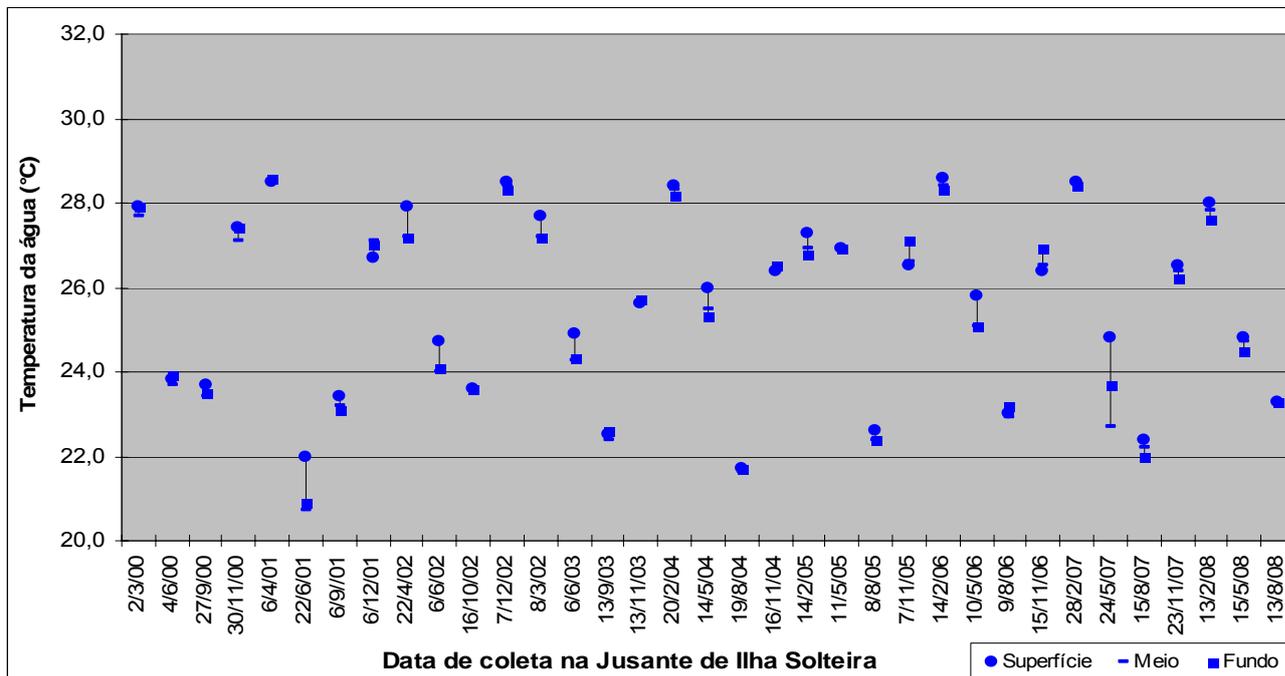
De acordo com os parâmetros constantes na Resolução CONAMA nº 357/05, a qual estabelece classes de acordo com os padrões de qualidade de água, o reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá), é classificado como classe 2, a qual tem como característica a destinação das águas para:

- Abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- Proteção das comunidades aquáticas;
- Recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

De modo geral, a temperatura da água não apresentou estratificação térmica considerável no reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá). Quando ocorrem diferenças de temperatura nas camadas de água (densidades variadas), formam-se barreiras físicas, impedindo que se misturem. Caso não haja vento suficiente para misturá-las, o calor não se distribui uniformemente, criando condições de instabilidade térmica ou estratificações. Os estratos formados normalmente apresentam diferenças físicas, químicas e biológicas, podendo ocasionar alterações limnológicas. A temperatura também influencia no ciclo sazonal, que por sua vez age no comportamento reprodutivo e no hábito alimentar dos organismos aquáticos.

Os **GRÁFICOS 11 a 14** apresentam a variação temporal da temperatura da água nas estações de coleta.

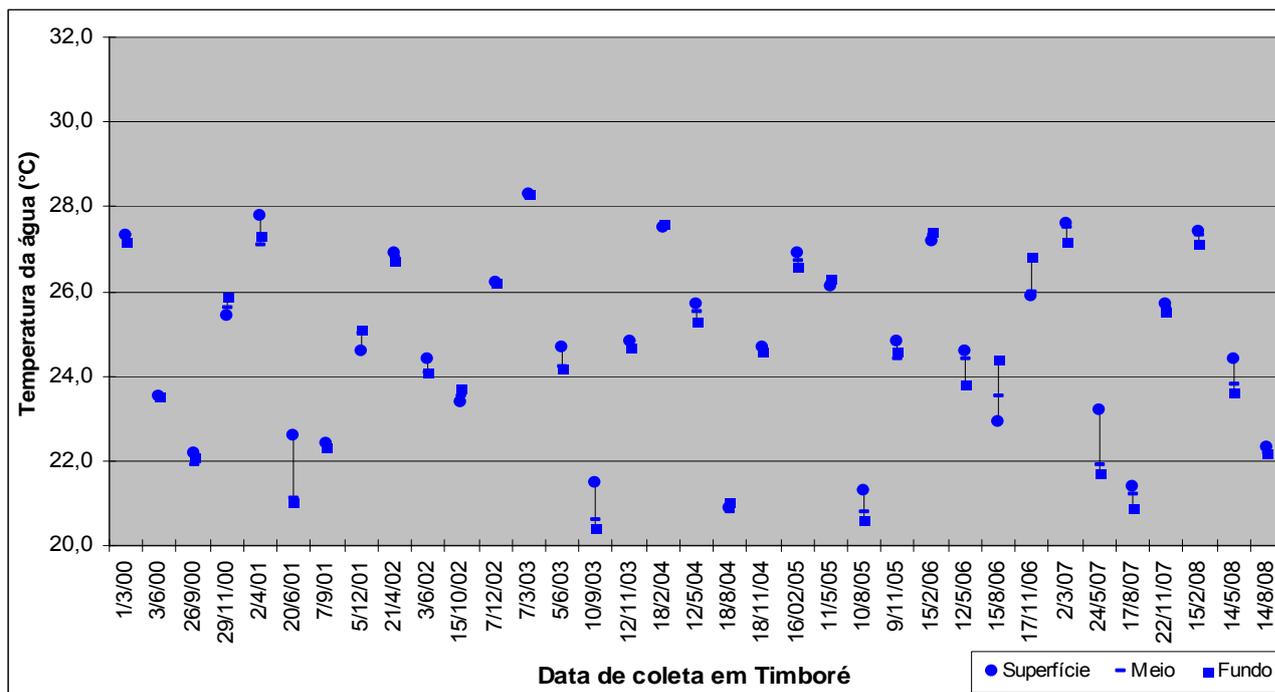
GRÁFICO 11 - Temperatura da água da Estação de Coleta Jusante de Ilha Solteira, para o período 2000-2008



Fonte: CESP, 2008

As maiores amplitudes térmicas na estação Jusante de Ilha Solteira ocorreram em 22/06/01 (22,0°C na superfície, 20,7°C no meio e 20,9°C no fundo do reservatório) e 24/05/07 (24,8°C na superfície, 22,7°C no meio e 23,7°C no fundo), de modo a maior amplitude térmica das águas foi de 2,1°C.

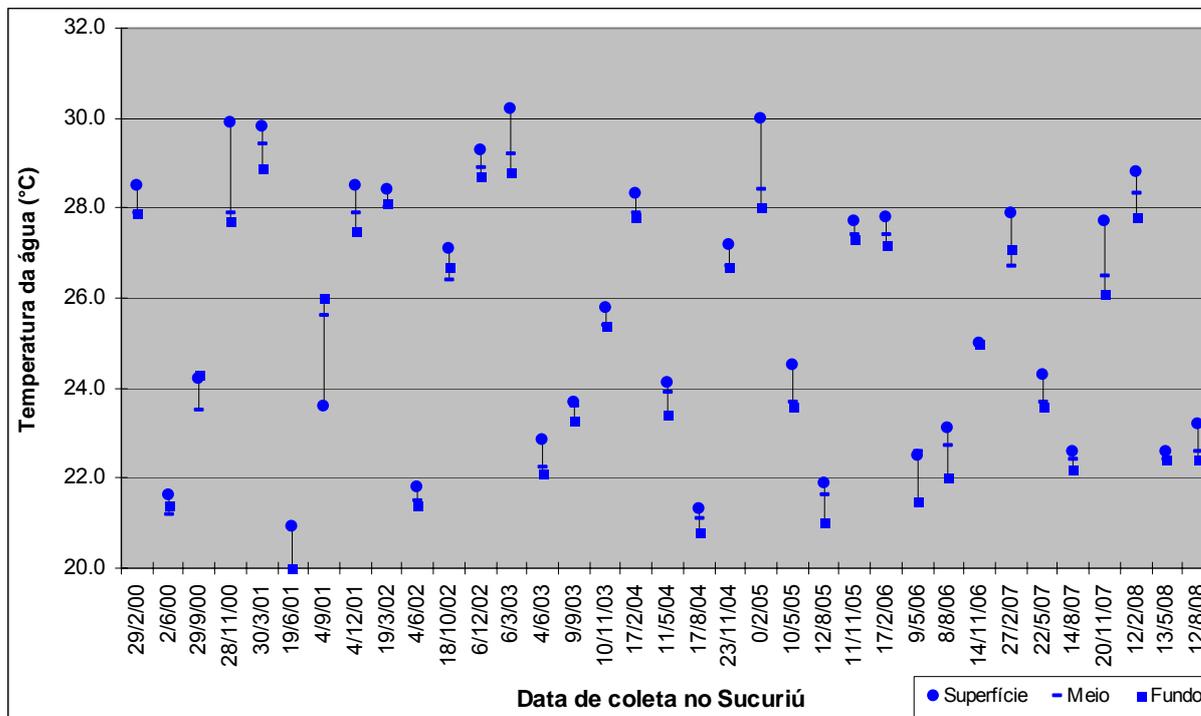
GRÁFICO 12 - Temperatura da água da Estação de Coleta Timboré, para o período 2000-2008



Fonte: CESP, 2008

Na estação Timboré, as amostras apresentaram pequena amplitude, sendo as maiores ocorridas em 22/06/01 e 24/05/07 não ultrapassando a diferença de 1,5°C, e as amostras de 15/08/06 e 17/11/06 apresentaram a temperatura do fundo mais elevada do que a do meio e da superfície, entretanto essa inversão das camadas não atingem a diferença de 1°C.

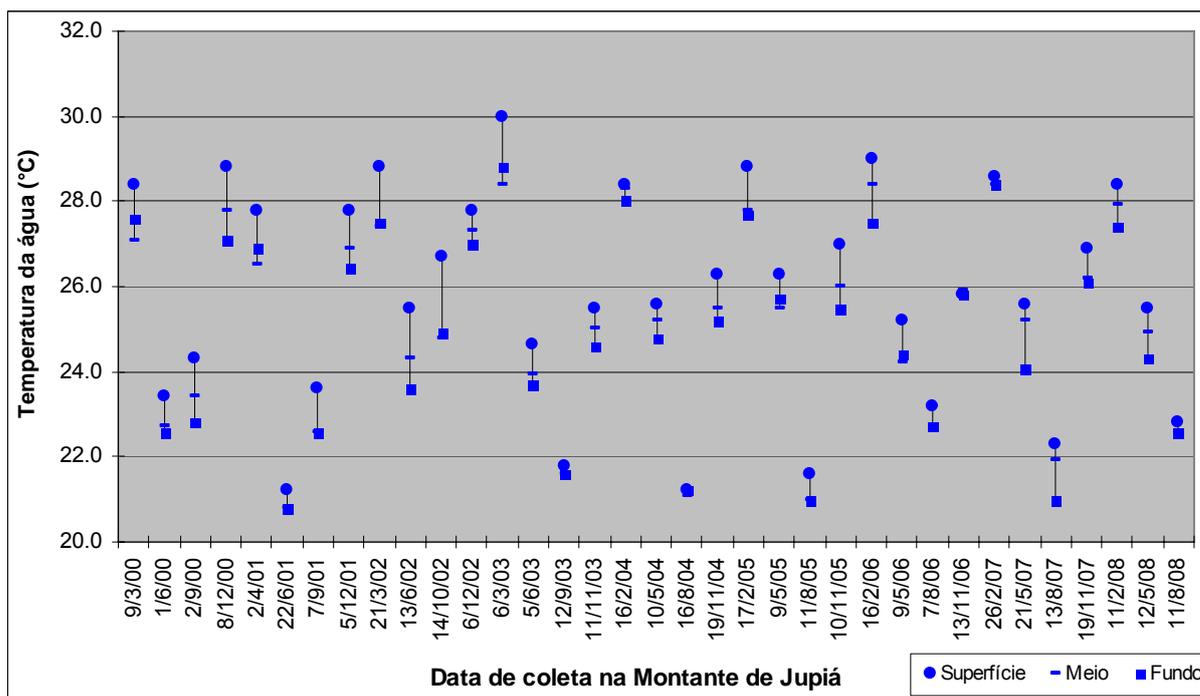
GRÁFICO 13 - Temperatura da água Estação de Coleta Sucuriú, para o período 2000-2008



Fonte: CESP, 2008

A temperatura d'água no Sucuriú apresentou as maiores diferenças entre as camadas, com a variação de 2,2°C em 28/11/00 e 2,4°C em 04/09/01, sendo que nesta última, o valor de fundo (26,0°C) foi superior ao de meio (25,6°C) e superfície (23,6°C).

GRÁFICO 14 - Temperatura da água da Estação de Coleta Montante de Jupuí, para o período 2000-2008



Fonte: CESP, 2008

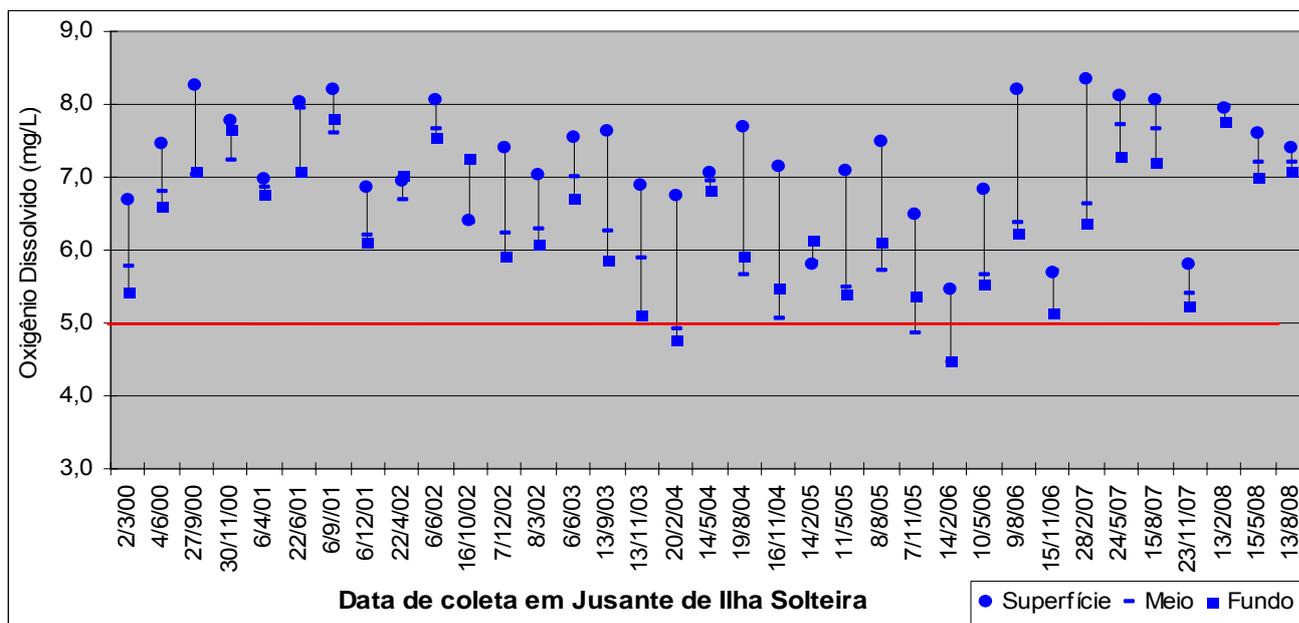
A estação a montante de Jupuí não apresentou estratificação térmica entre as camadas, e as maiores amplitudes não ultrapassaram 2°C.

As principais fontes de Oxigênio Dissolvido em águas provêm da fotossíntese, realizada pelas algas e vegetais superiores, e da difusão do oxigênio atmosférico. A sua produção varia de acordo com a profundidade, comunidade fitoplanctônica, hora do dia, estação do ano e nebulosidade. O alto consumo de oxigênio na água é representado pelo processo de decomposição da matéria orgânica, pela perda para a atmosfera e pela respiração de organismos aquáticos. Este parâmetro tem grande importância no controle da poluição das águas, bem como na monitorização dos processos de aeração e oxidação de materiais orgânicos, associado ao potencial de autodepuração de ecossistemas aquáticos.

De modo geral, o reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupuí) apresenta os valores de Oxigênio Dissolvido dentro do padrão de referência da CONAMA nº 357/05 (>5 mg/L), entretanto algumas amostras apresentam valor inferior à referência.

Os **GRÁFICOS 15 a 18** apresentam a variação temporal do Oxigênio Dissolvido na água nas estações de coleta.

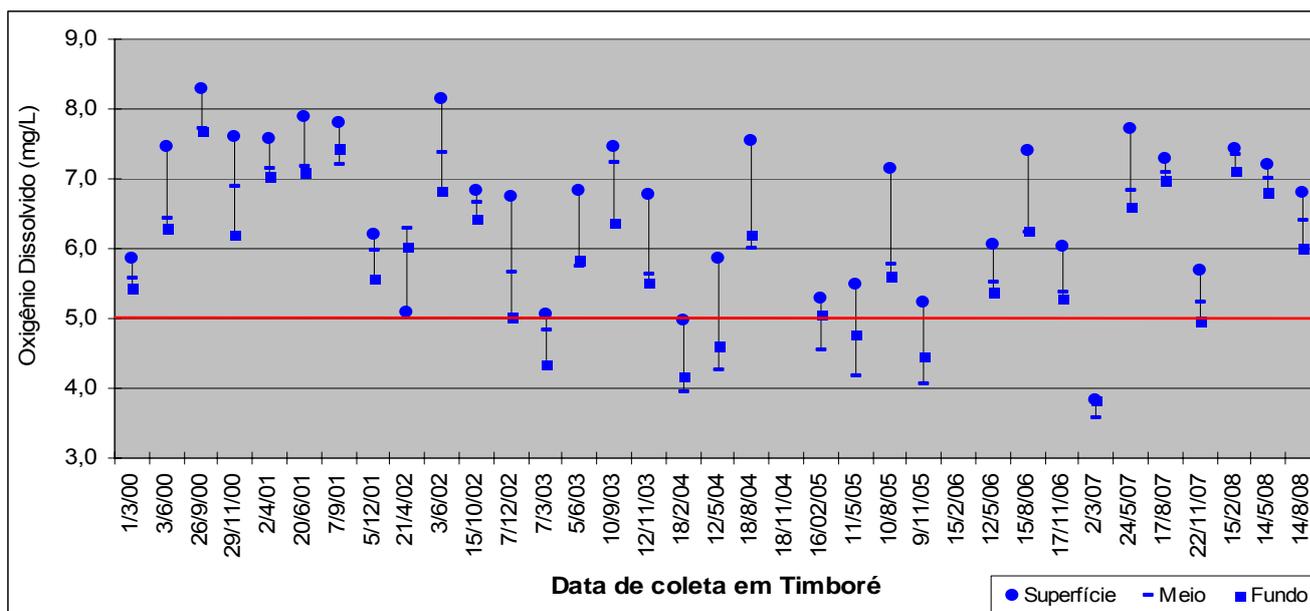
GRÁFICO 15 - Oxigênio Dissolvido na água da Estação de Coleta Jusante de Ilha Solteira, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

Os níveis de Oxigênio Dissolvido na estação de coleta Jusante de Ilha Solteira se encontram dentro do padrão de referência da CONAMA nº 357/05 (> 5 mg/L), exceto as amostras de 20/2/04 (valor de fundo e meio de 4,8 mg/L e 4,9 mg/L, respectivamente), 07/11/05 (valor de meio de 4,9 mg/L, sendo superior ao de fundo) e 14/2/06 (valor de fundo e meio de 4,5 mg/L). Em todas as amostras desta estação, o valor de superfície é superior aos de meio e fundo, entretanto os valores deste último nem sempre são inferiores aos de meio, esta circunstância deve-se em geral, à circulação no corpo d'água podendo inclusive representar uma condição de "turn over" do reservatório, em que as camadas mais profundas e com menor concentração de Oxigênio Dissolvido, são levadas pelo escoamento, para camadas mais rasas, fazendo com que a água presente nestas camadas assuma a posição das camadas inferiores. Nesta estação, observa-se que os valores de Oxigênio Dissolvido menores que os de referência são os valores de fundo em dois dos três casos observados e, no outro caso, o valor de fundo é maior que o valor de meio, o que pode representar um "turn over".

GRÁFICO 16 - Oxigênio Dissolvido na água da Estação de Coleta Timboré, para o período de 2000-2008.



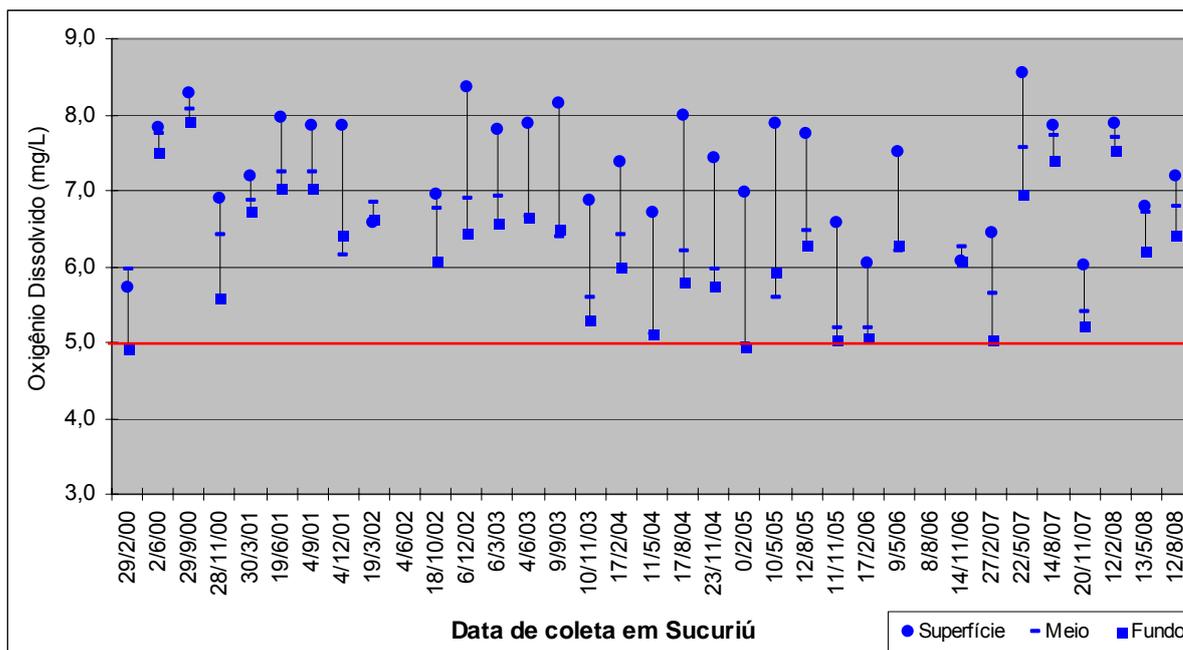
Fonte: CESP, 2008

Em Timboré, em oito campanhas, observou-se amostras com valores abaixo do padrão de referência para Oxigênio Dissolvido da CONAMA nº 357/05, 5 mg/L, nas seguintes datas: 07/03/03, 18/02/04, 12/05/04, 16/02/05, 11/05/05 e 09/11/05. Em todas elas, os valores de superfície são superiores a 5 mg/L, entretanto o meio e o fundo não atingem a referência estabelecida.

A amostra de 02/03/07 apresenta os valores de superfície, meio e fundo inferiores a 5 mg/L, e as amostras de 21/04/02, com valor de superfície (5,1 mg/L) inferior ao de meio e fundo (6,3 e 6,0 mg/L, respectivamente). Nesta data a temperatura da água apresentava-se relativamente alta e bastante uniforme na coluna d'água, o que implica em que neste ponto não havia estratificação térmica, podendo significar um processo de mistura entre as camadas.

Por fim, os valores de fundo nesta estação nem sempre são inferiores aos de meio, fato que só pode ser analisado com o devido cuidado científico, se for contrastado à hidrodinâmica do reservatório.

GRÁFICO 17 - Oxigênio Dissolvido na água da Estação de Coleta Sucuriú, para o período de 2000-2008.

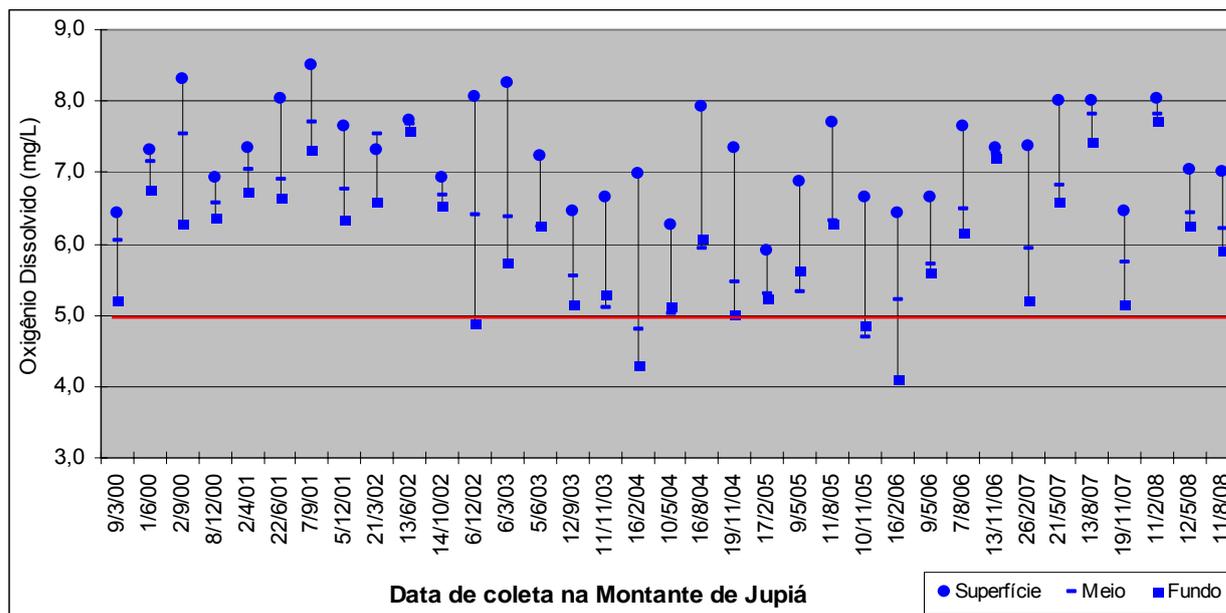


Fonte: CESP, 2008

Na estação de coleta de Sucuriú apenas a amostra de 29/02/00 apresenta o valor inferior a referência da CONAMA nº 357/05, com 4,9 mg/L de fundo. E essa mesma amostra e a de 19/03/02 apresentam pequena estratificação química com valor de meio superior ao de superfície e fundo. Nesta estação os valores de fundo também não são sempre inferiores ao de meio.

Os níveis de Oxigênio Dissolvido em Montante de Jupia estão dentro do padrão e referência da CONAMA nº 357/05, exceto as amostras de 06/12/02, 16/02/04, 10/11/05 e 16/02/06, as quais apresentam valores de fundo inferior a 5,0 mg/L. Nesta estação os valores de fundo também não são sempre inferiores ao de meio.

GRÁFICO 18 - Oxigênio Dissolvido na água da Estação de Coleta Montante de Jupuíá, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

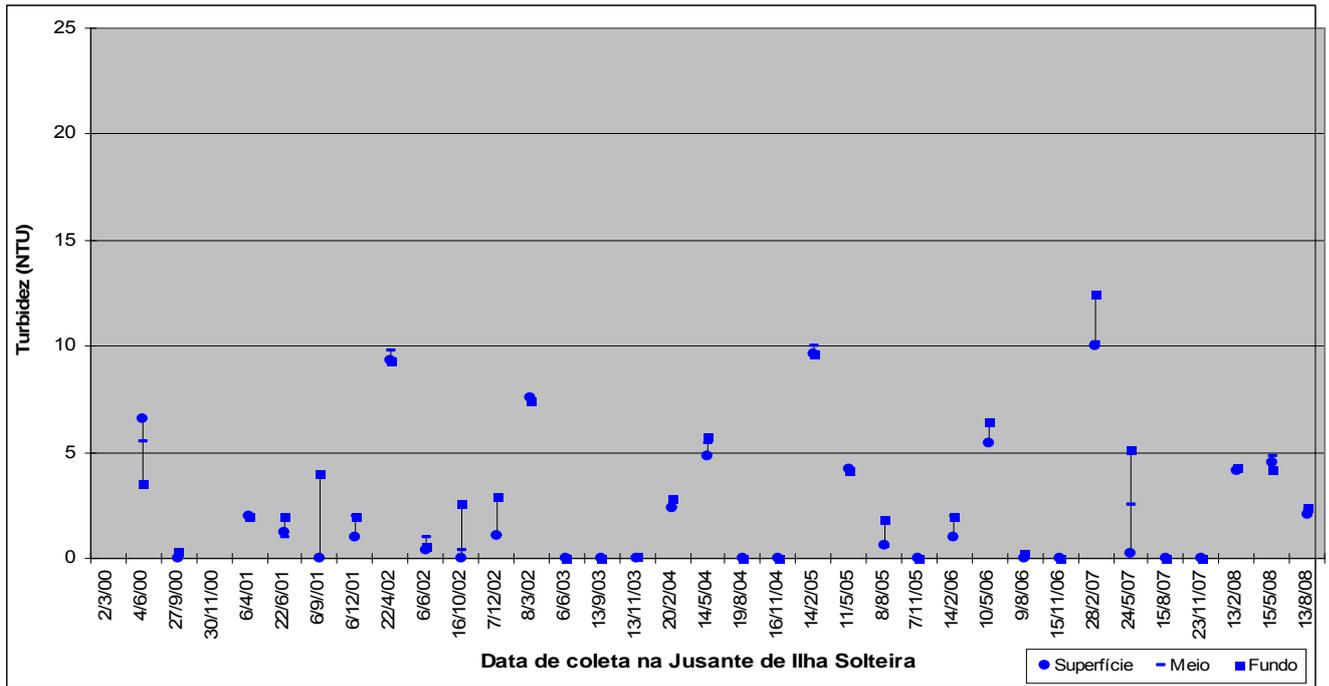
As variáveis Turbidez, Transparência e Sólidos em Suspensão estão relacionadas entre si, e por este fato são analisadas conjuntamente.

A Transparência mede a penetração de luz no sistema aquático, e nesta faixa geralmente ocorre a produção primária de oxigênio pelo processo de fotossíntese. Já a Turbidez indica a presença de partículas em suspensão na água e, juntamente com a cor, afetam diretamente a Transparência da água, diminuindo a profundidade de penetração da luz, comprometendo a realização da fotossíntese. Desta forma, o teor de Oxigênio Dissolvido diminui, podendo atingir níveis insustentáveis à vida aquática. As águas do reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupuíá) apresentam valores de Turbidez dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA nº 357/05, sendo em todas as estações bastante inferior a 100 NTU.

Os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Ainda podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas.

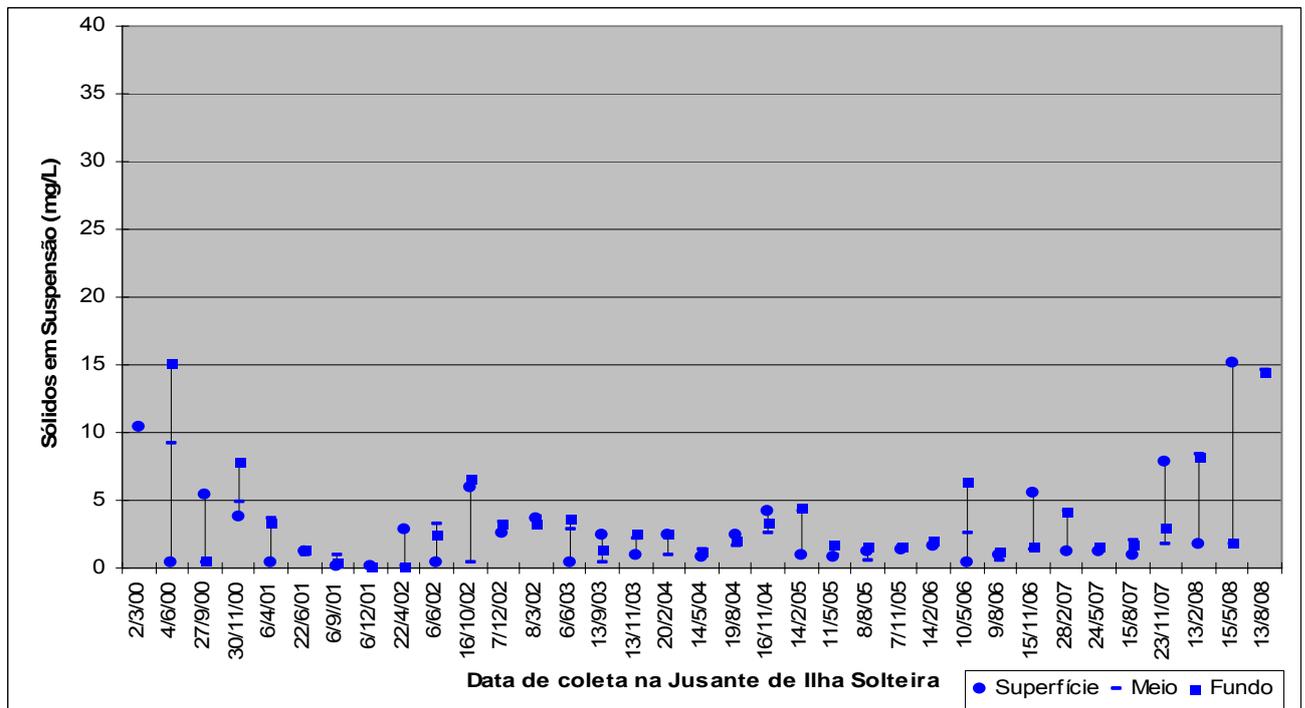
Os **GRÁFICOS 19 a 30** apresentam, respectivamente, a variação temporal da Turbidez na água, os Sólidos em Suspensão e a Transparência da água para cada uma das estações de coleta.

GRÁFICO 19 - Turbidez na água da Estação de Coleta Jusante de Ilha Solteira, para o período de 2000-2008.



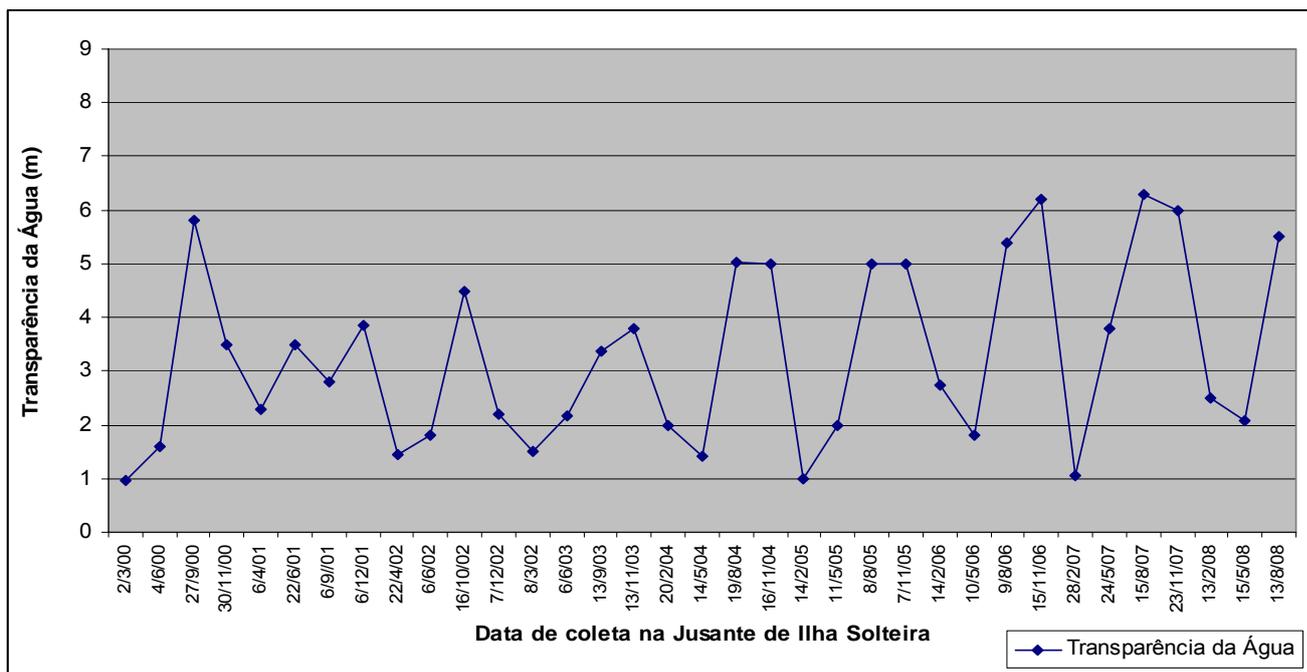
Fonte: CESP, 2008

GRÁFICO 20 - Sólidos em Suspensão na água da Estação de Coleta Jusante de Ilha Solteira, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

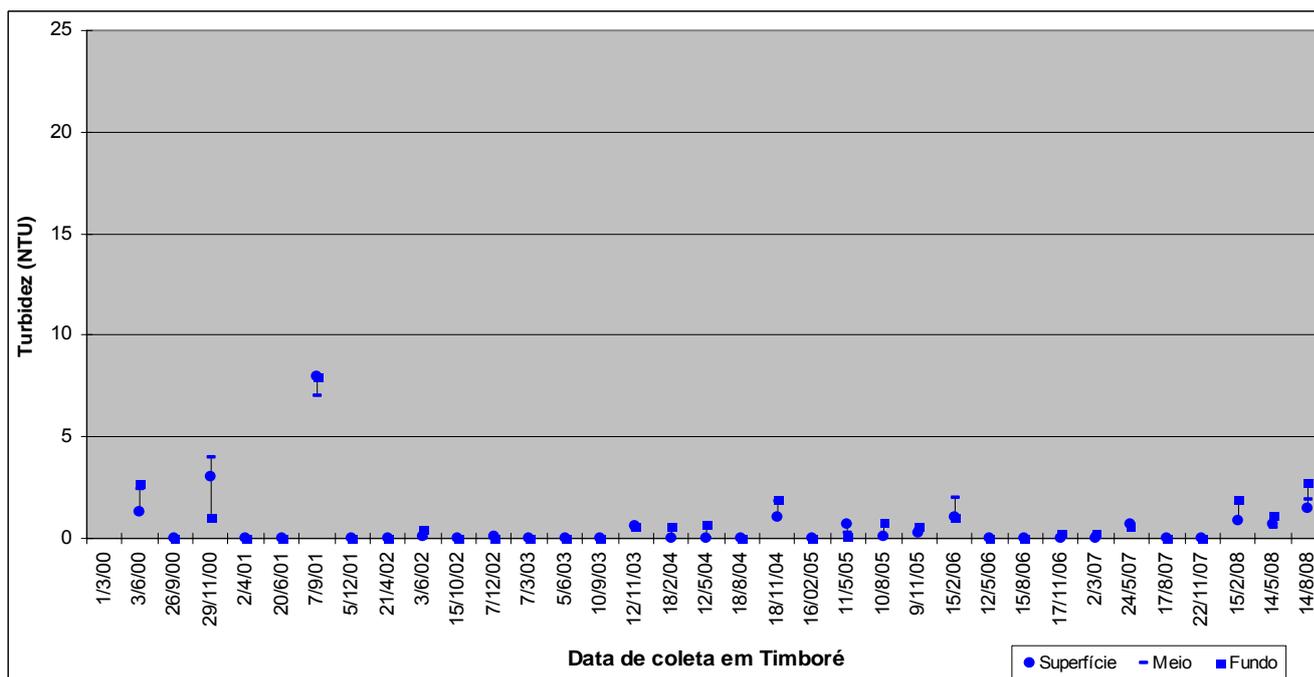
GRÁFICO 21 - Transparência na água da Estação de Coleta Jusante de Ilha Solteira, para o período de 2000-2008



Fonte: CESP, 2008.

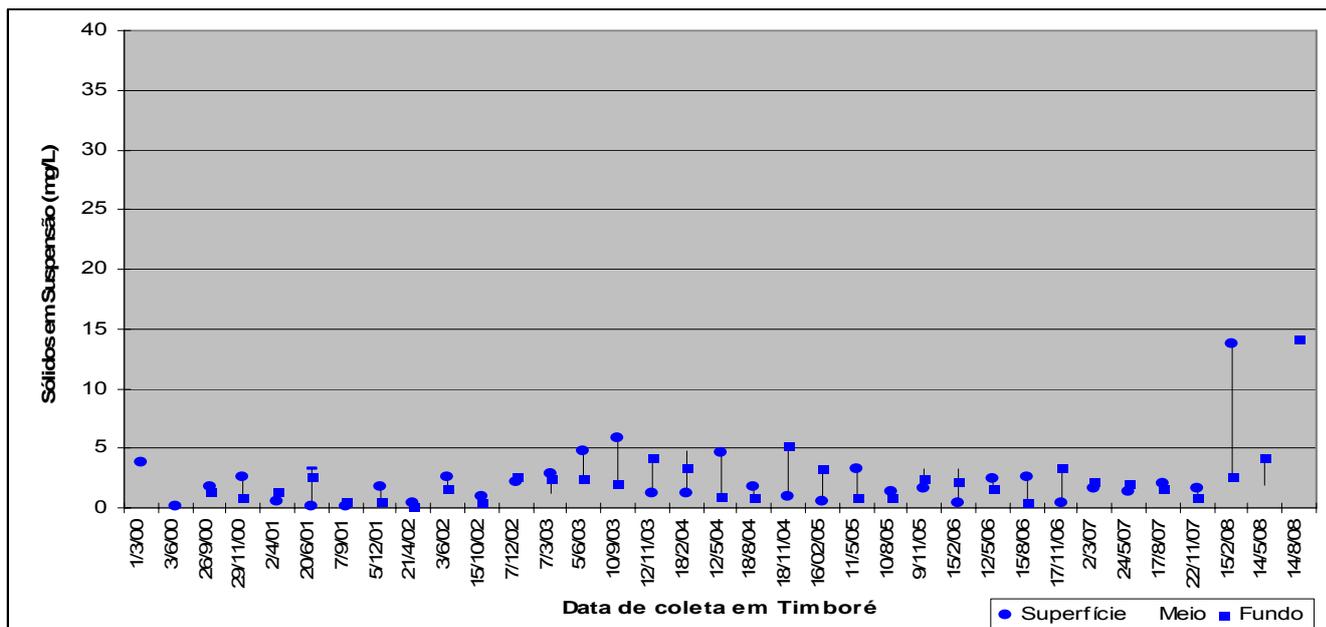
Nota-se a similaridade na comparação entre as variáveis Turbidez, Sólidos em Suspensão e Transparência da água, como por exemplo, em 27/09/2000 quando a Transparência da água atingiu o valor mais elevado de 5,8 m, a Turbidez apresentava o baixo valor de 0,3 NTU em fundo e o total de Sólidos em Suspensão atingiu o valor máximo de 5,4 mg/L na superfície. Em contrapartida, em 15/05/2008 a Transparência estava baixa (2,1 m), e os valores de Turbidez e Sólidos em Suspensão estavam mais elevados, com 4,5 NTU e 15,2 mg/L em superfície, respectivamente.

GRÁFICO 22 - Turbidez na água da Estação de Coleta Timboré, para o período de 2000-2008.



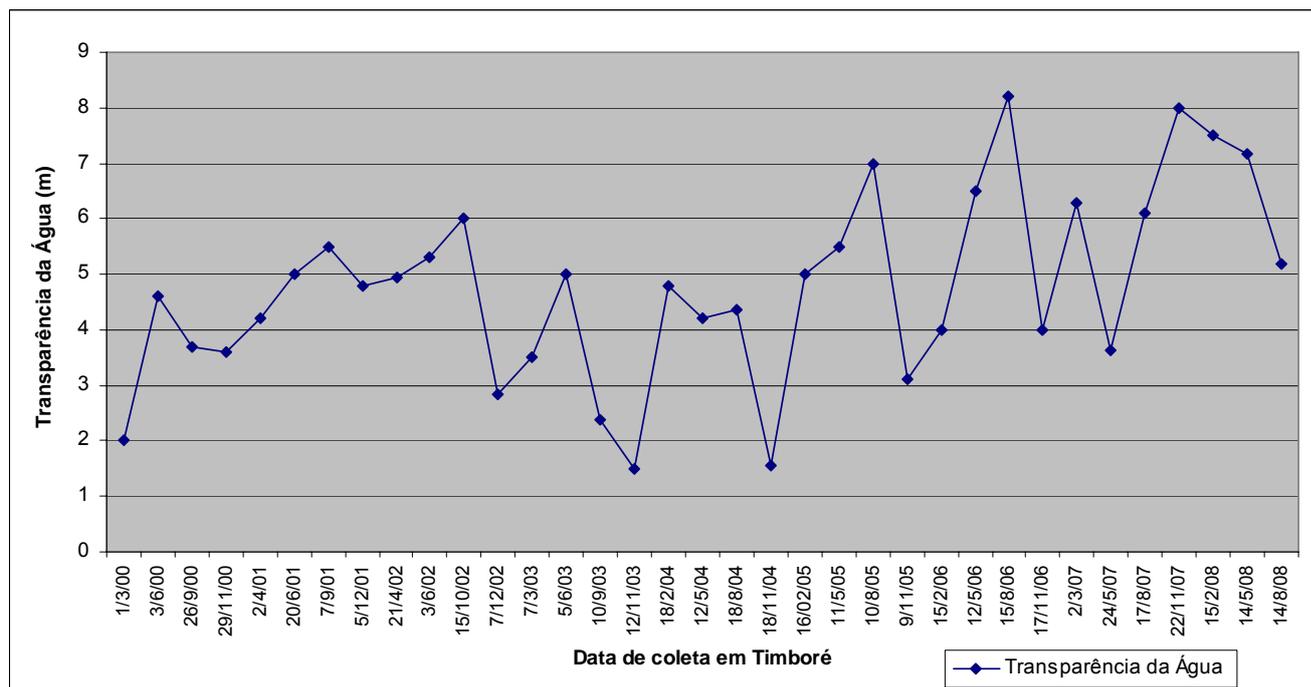
Fonte: CESP, 2008

GRÁFICO 23 - Sólidos em Suspensão na água da Estação de Coleta Timboré, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

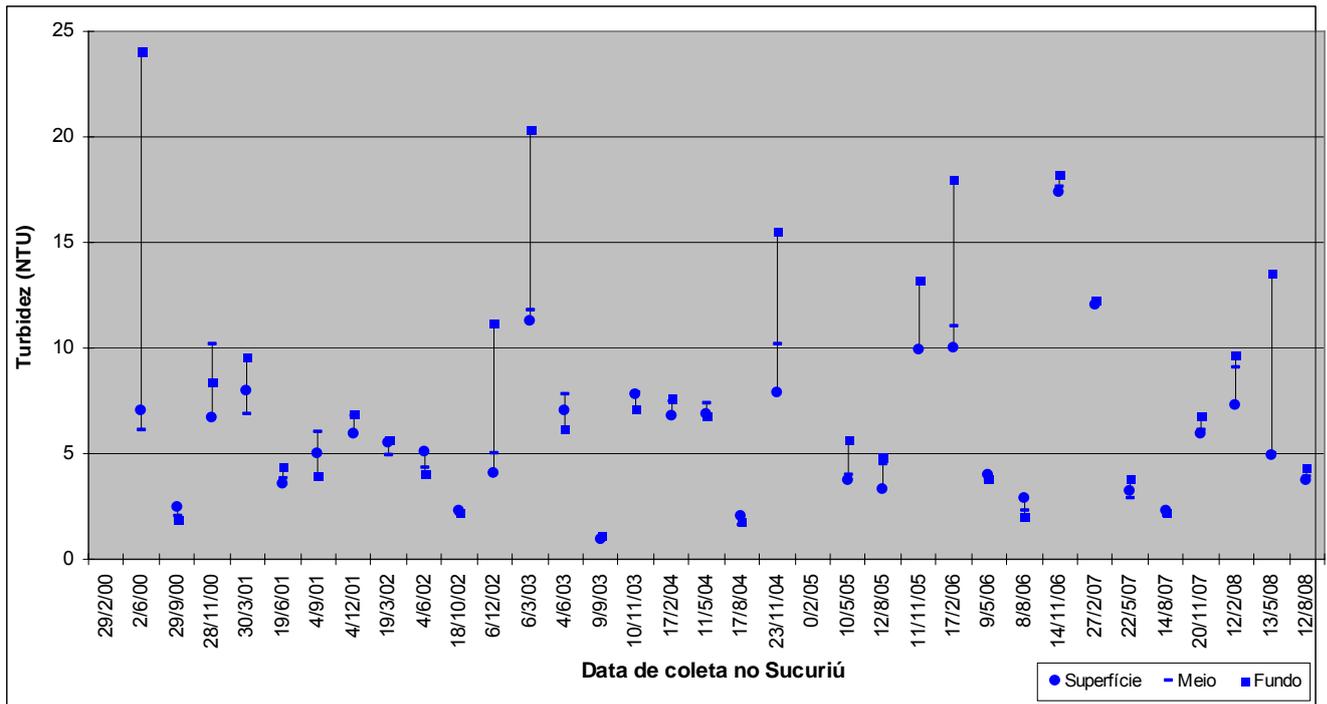
GRÁFICO 24 - Transparência na água da Estação de Coleta Timboré, para o período de 2000-2008



Fonte: CESP, 2008

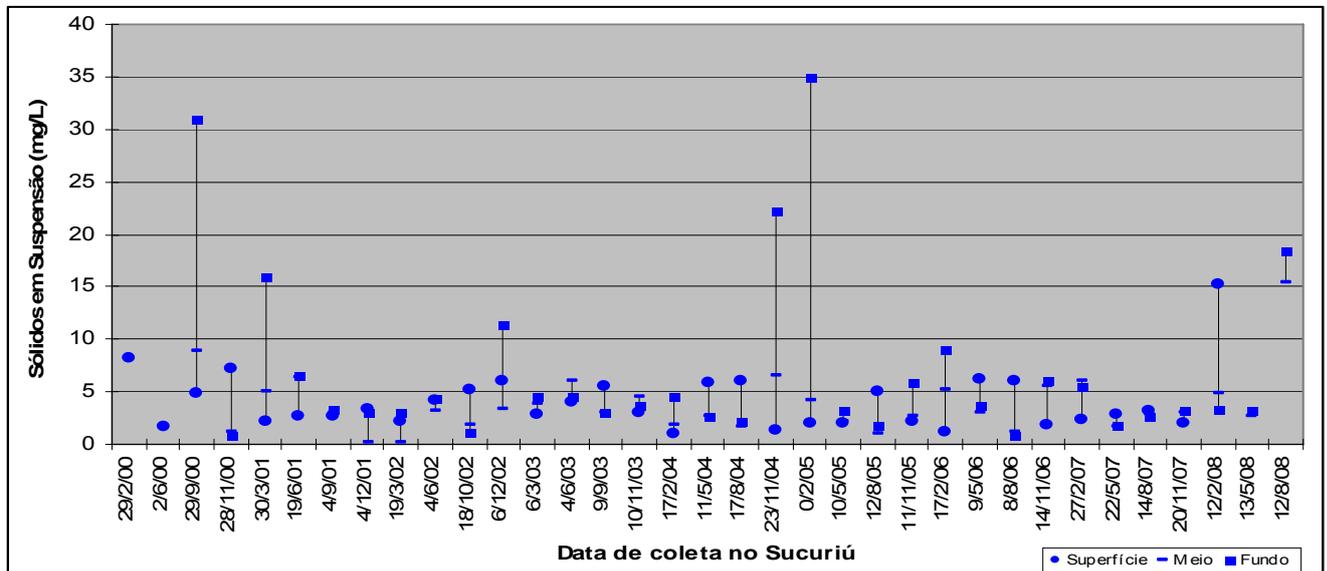
Como a Transparência d'água é afetada diretamente pela Turbidez e pelos Sólidos em Suspensão, os valores da estação em Timboré apresentaram o mesmo comportamento quando comparados entre si. Desta forma, como esta estação apresenta os menores valores de Turbidez e Sólidos em Suspensão, a Transparência apresenta os valores mais elevados quando comparados às demais estações.

GRÁFICO 25 - Turbidez na água da Estação de Coleta Sucuriú, para o período de 2000-2008.



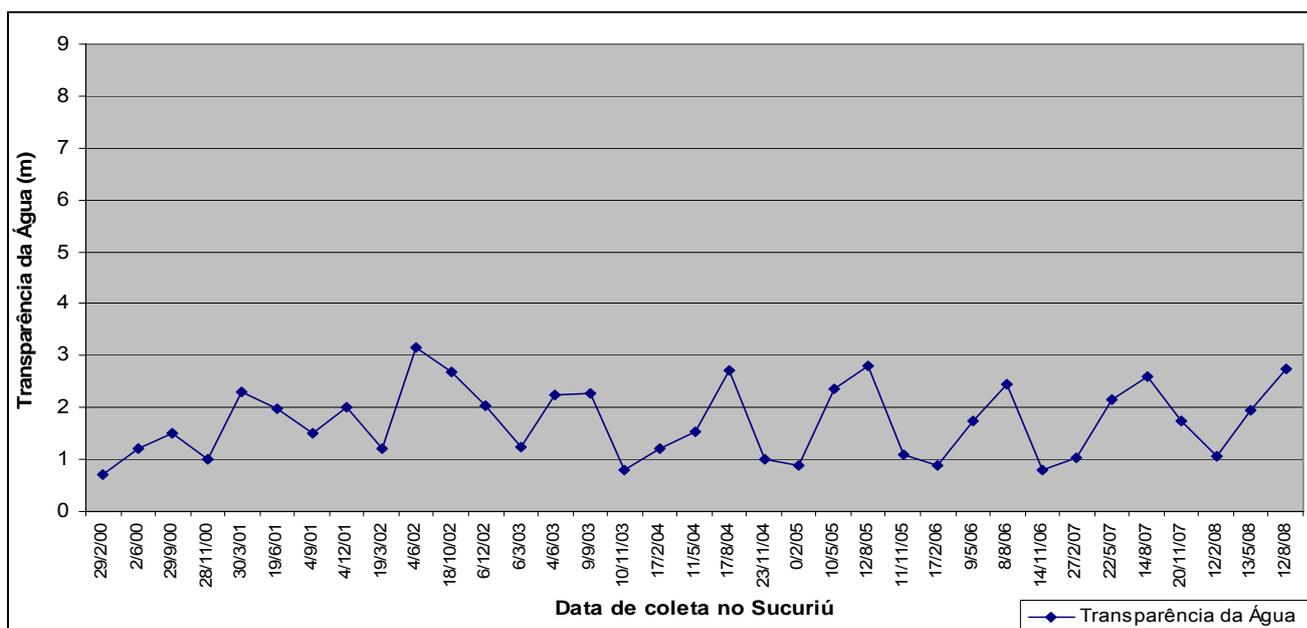
Fonte: CESP, 2008

GRÁFICO 26 - Sólidos em Suspensão na água da Estação de Coleta Sucuriú, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

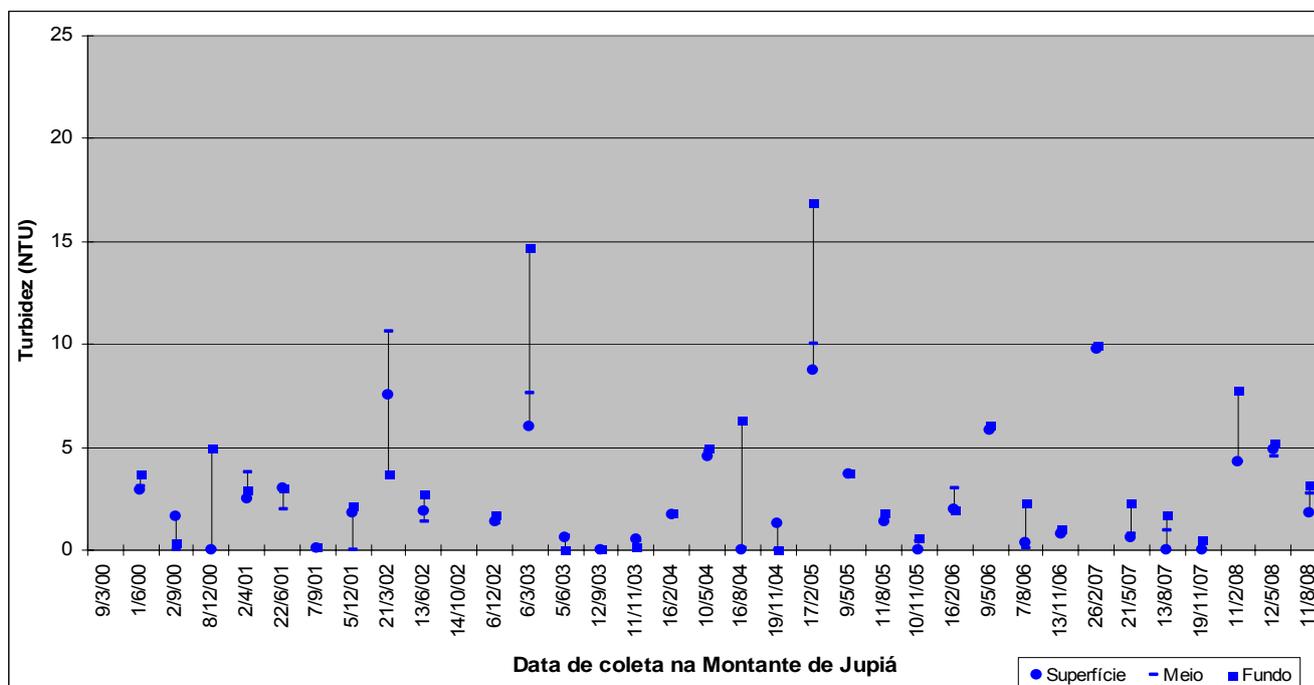
GRÁFICO 27 - Transparência na água da Estação de Coleta Sucuriú, para o período de 2000-2008



Fonte: CESP, 2008

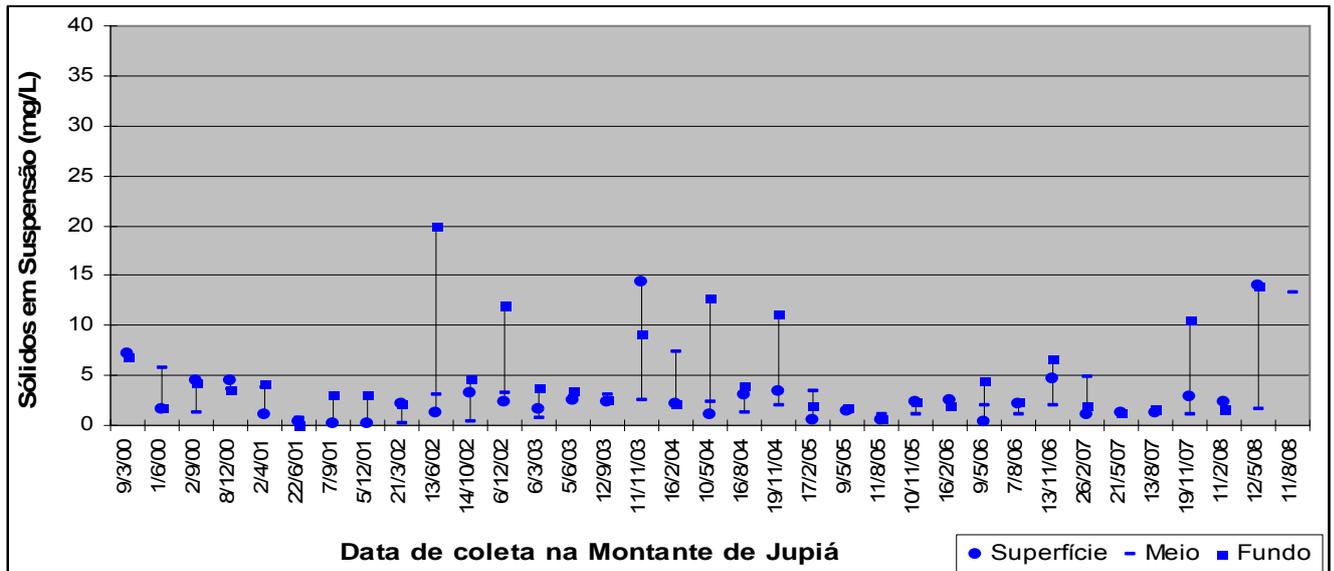
A estação Sucuriú apresenta a menor Transparência do reservatório e, desta forma, a Turbidez e os Sólidos em Suspensão possuem os maiores valores neste local. Em relação à Transparência, nota-se que as amostras possuem um comportamento associado às estações do ano, de modo que no verão a Transparência é inferior quando comparada ao inverno, sendo a Turbidez inversamente proporcional.

GRÁFICO 28 - Turbidez na água da Estação de Coleta Montante de Jupιά, para o período de 2000-2008.



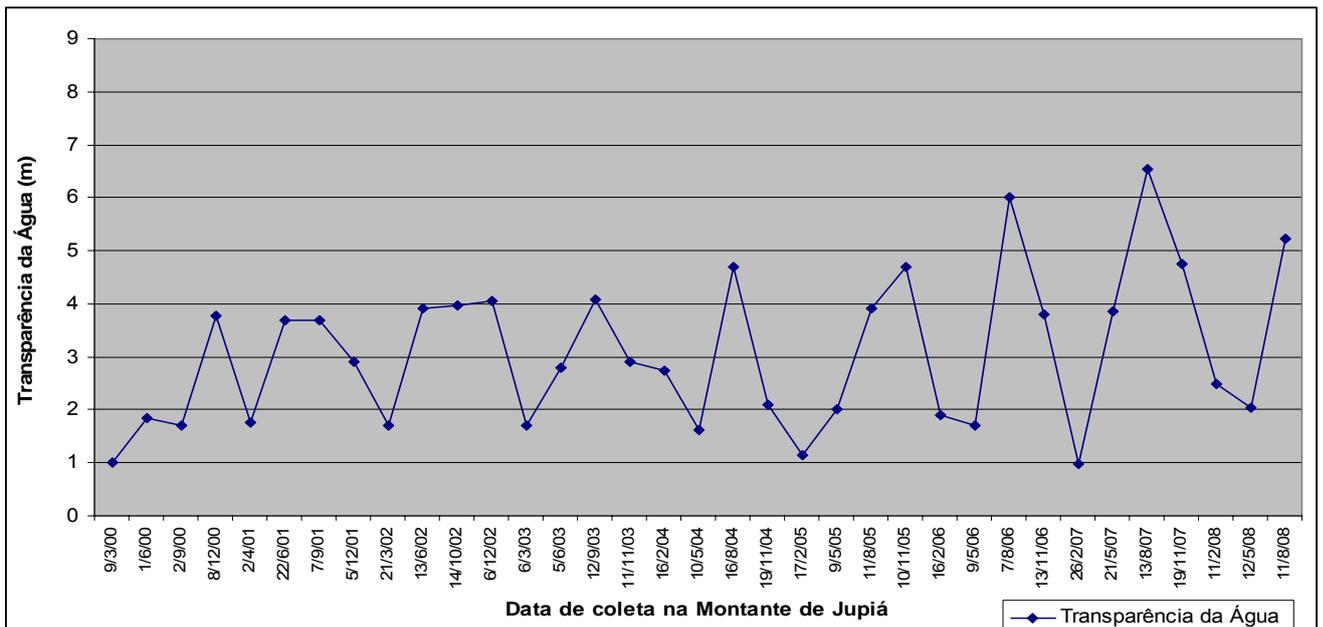
Fonte: CESP, 2008

GRÁFICO 29 - Sólidos em Suspensão na água da Estação de Coleta Montante de Jupuí, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

GRÁFICO 30 - Transparência na água da Estação de Coleta Montante de Jupuí, para o período de 2000-2008



Fonte: CESP, 2008

Na estação Montante de Jupuí, o comportamento das variáveis em análise também são semelhantes entre si, de modo que em 21/03/02 enquanto o valor de Transparência é de apenas 1,7 m, a Turbidez atinge 10,6 NTU. Já em uma época mais fria e menos chuvosa (13/08/07), a Transparência atinge o maior valor da estação, com 6,6 m, enquanto que a Turbidez é baixa, com apenas 1,4 NTU.

O pH define o caráter ácido, básico e neutro da água, baseado na concentração do Íon hidrogênio (H⁺). Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados a faixas diferentes de pH. Alterações bruscas podem acarretar a mortalidade em peixes por dificuldades respiratórias, além do desaparecimento de outros seres vivos, muito embora as coleções

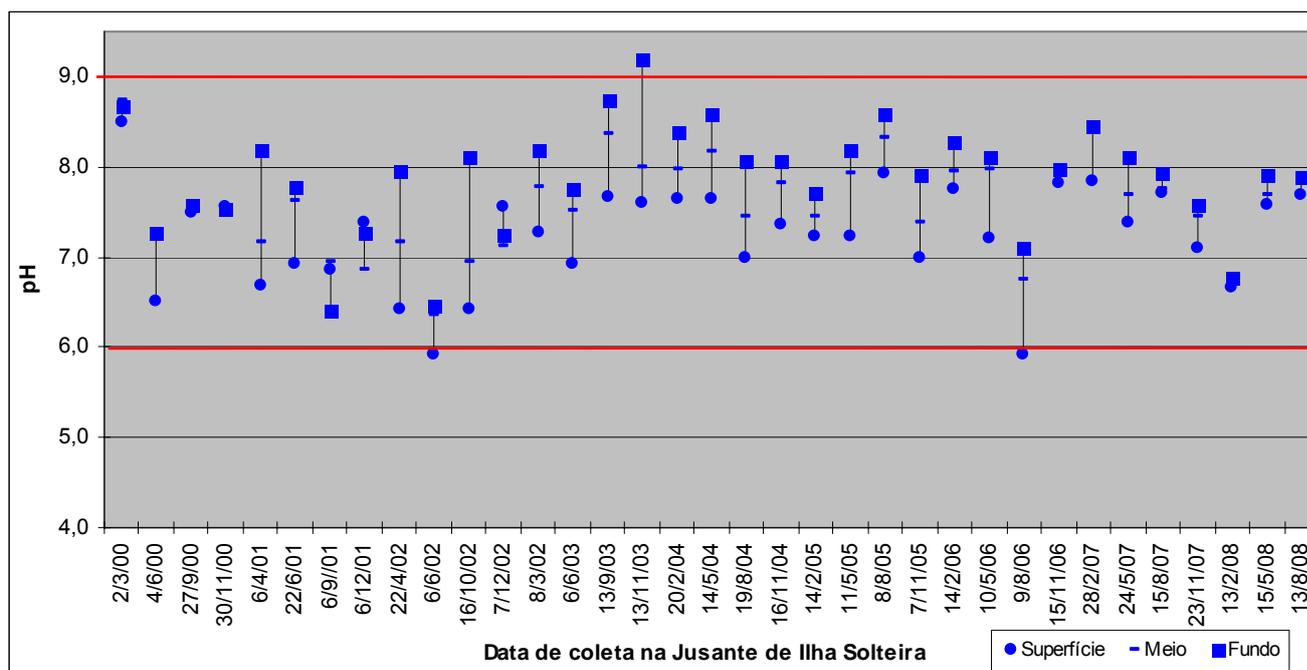
d'água encerrem uma significativa capacidade de tamponamento. É importante salientar que valores fora da faixa de neutralidade contribuem para a corrosão de equipamentos do sistema de geração da UHE Eng. Souza Dias (Jupiá).

De modo geral, as amostras de pH no reservatório da UHE Eng. Souza Dias estão dentro do padrão de referência do CONAMA nº 357/05, com valores entre 6 e 9, sendo majoritariamente os valores de fundo mais elevados e, portanto, mais próximos da acidez, quando comparados aos de superfície.

O pH reflete também as concentrações de CO₂ livre no corpo d'água, sendo que valores muito altos de pH podem significar que há um consumo do CO₂, que se difunde naturalmente da superfície para o fundo. Este consumo pode ser provocado por uma grande quantidade de algas. Valores baixos de pH, indicando alta presença de íons hidroxônio no epilímnio, indicam que há uma maior quantidade de CO₂, ou seja, o consumo de CO₂ pelas algas é baixo.

Os **GRÁFICOS 31 a 34** apresentam a variação temporal do pH na água nas estações de coleta.

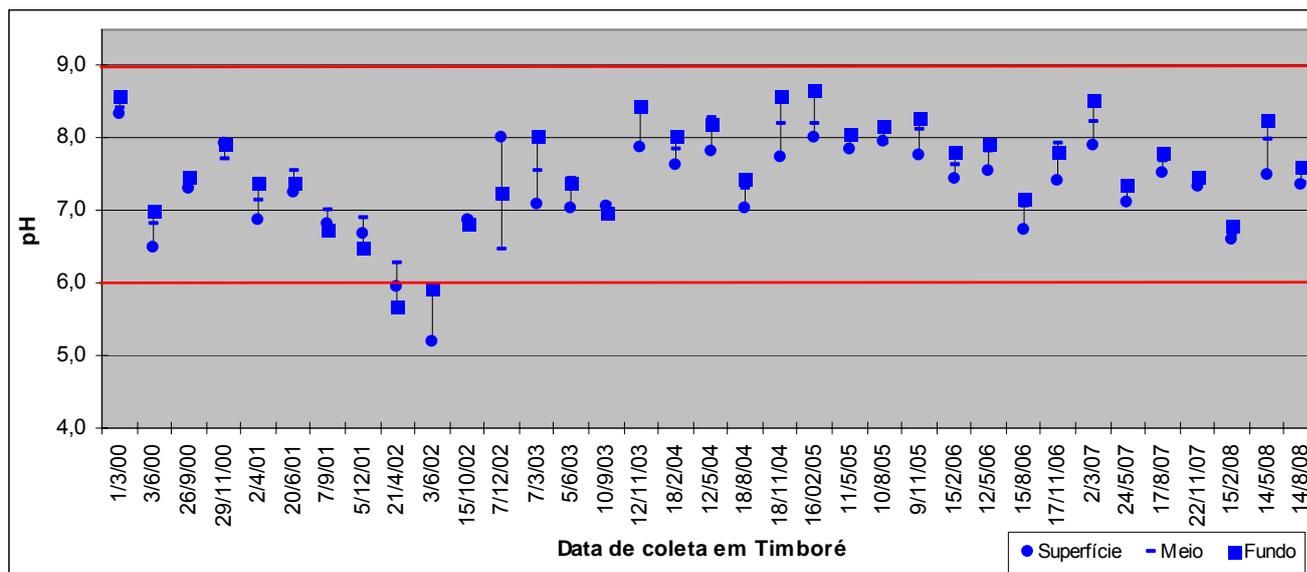
GRÁFICO 31 – Valor de pH na água da Estação de Coleta Jusante de Ilha Solteira, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

Na estação a Jusante de Ilha Solteira, o valor de fundo de 13/11/03 está fora do padrão do CONAMA nº 357/05, com 9,2, e os valores de superfície de 06/06/02 e 09/08/06 são de 5,9, sendo abaixo da referência estabelecida. As demais amostras estão na faixa recomendada pelo CONAMA nº 357/05.

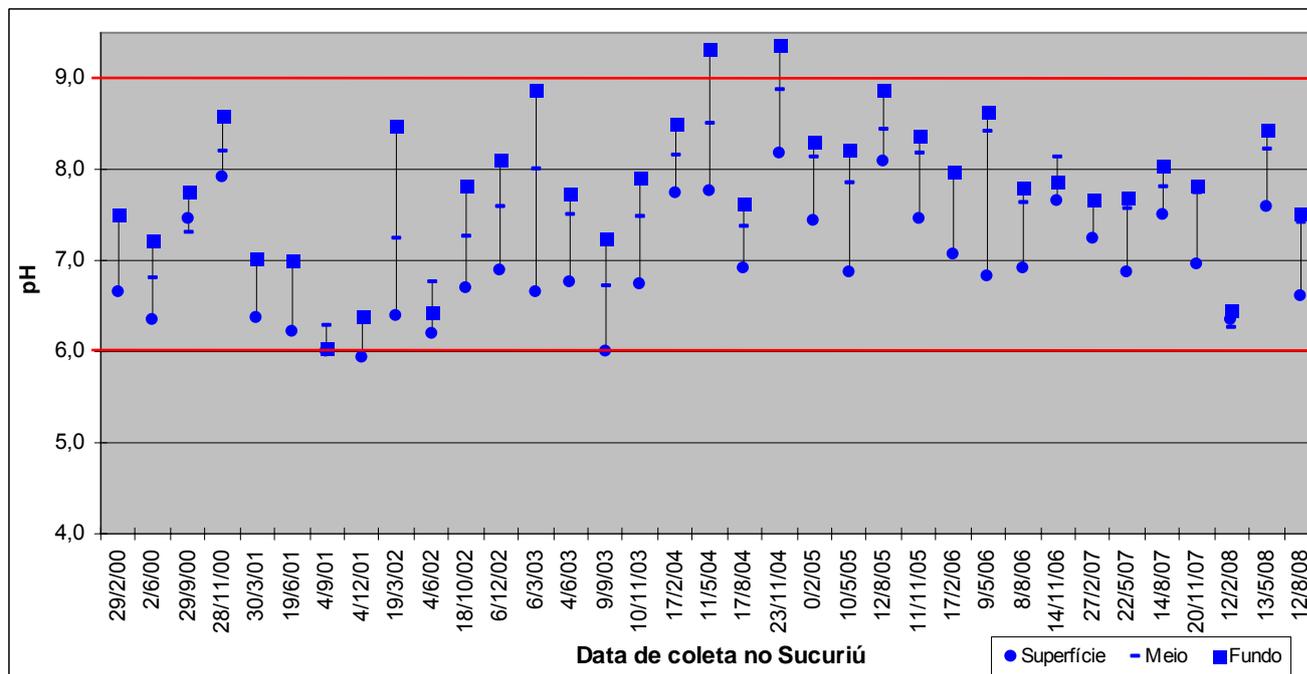
GRÁFICO 32 - Valor de pH na água da Estação de Coleta Timboré, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

A amostra de 03/06/02 evidencia que as águas da estação Timboré estavam com alcalinidade elevada, com valor de superfície de 5,2 e de fundo de 5,9.

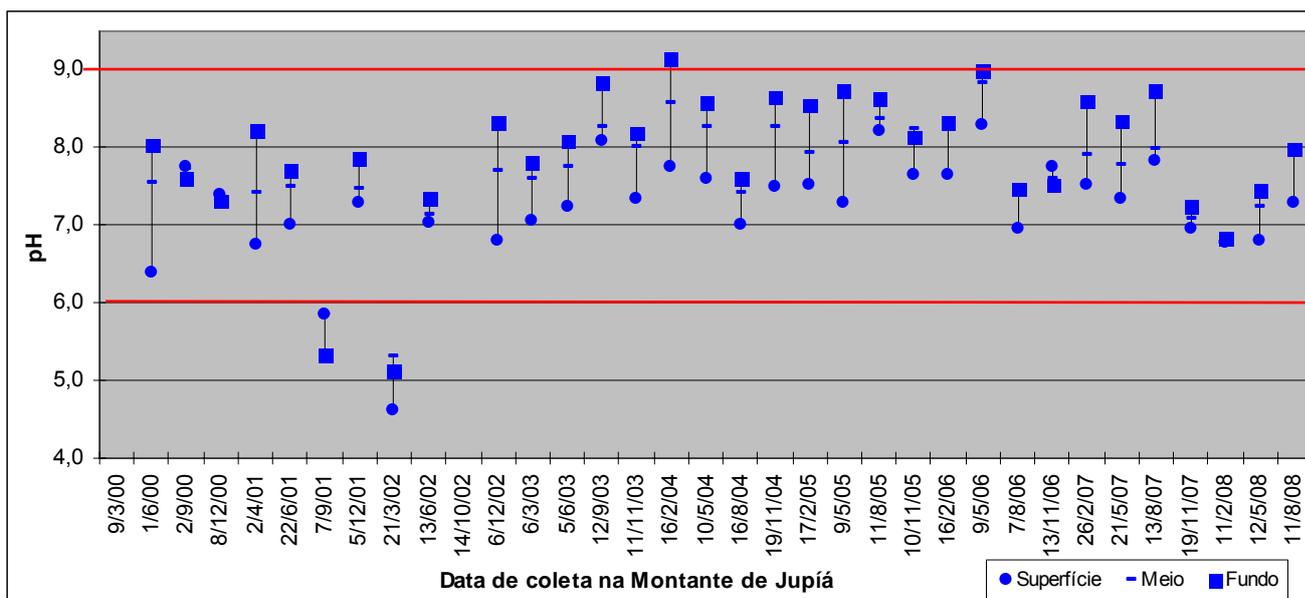
GRÁFICO 33 - Valor de pH na água da Estação de Coleta Sucuriú, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

Na estação de Sucuriú, os dados de fundo de 11/05/04 e 23/11/04, apresentaram valores mais ácidos do que a referência do CONAMA nº 357/05 com, respectivamente, 9,3 e 9,4. E, em 04/12/01 o valor de superfície (5,9) estava mais alcalino do que a recomendação. As demais amostras estão na faixa estipulada no CONAMA nº 357/05.

GRÁFICO 34 - Valor de pH na água da Estação de Coleta Montante de Jupuí, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

Em Montante de Jupuí, a maioria das amostras aponta que as águas desta estação estão dentro da faixa recomendada pelo CONAMA nº 357/05 (6 a 9), exceto 16/02/04 com valor de fundo de 9,1, e 07/09/01 e 21/03/02 com amostras mais alcalinas do que a referência, com 5,9 de superfície e 5,3 de fundo e 5,3 de meio e 4,6 de superfície, respectivamente. Nota-se também que nessas duas amostras houve uma estratificação química, na qual os valores de fundo não foram os mais elevados quando comparados aos de meio e superfície.

3.1.4.2.3 Índice de Estado Trófico

Segundo CETESB (2008), o Índice do Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. Das três variáveis citadas em alguns estudos para o cálculo do Índice do Estado Trófico, foram aplicadas apenas a Clorofila-a e Fósforo total, uma vez que os valores de Transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada Turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos.

A Clorofila-a é um dos principais pigmentos responsáveis pela fotossíntese e através de sua concentração pode-se obter indicações da biomassa fitoplanctônica. O Fósforo é importante no metabolismo dos seres vivos, participando dos processos de armazenamento de energia e estruturação da membrana celular (fosfolipídios), sendo também o principal fator limitante da produtividade dos ambientes aquáticos e o responsável pela eutrofização artificial desses ecossistemas.

Em corpos hídricos, onde o processo de eutrofização se encontra estabelecido, o estado trófico determinado com base na Clorofila-a provavelmente coincidirá com o estado trófico calculado por meio do Fósforo. Já nos corpos hídricos em que o crescimento de algas esteja limitado por outros fatores, tais como Temperatura da Água ou baixa

Transparência, o índice relativo à Clorofila-a irá refletir esse fato, classificando o estado trófico em nível inferior àquele determinado pelo índice do Fósforo (CETESB, 2008).

Os dados pontuais dos parâmetros Fósforo e Clorofila-a (exibidas nas **TABELAS 15 a 18**) permitem analisar as tendências quanto ao grau de eutrofização de todo o reservatório, e também suas variações nas diferentes estações de coleta ao longo do reservatório.

A **TABELA 20** apresenta os valores de estado trófico estabelecidos pela CETESB (2008) para as águas de reservatórios.

TABELA 20 - Classificação do estado trófico para reservatórios segundo Índice de Carlson, modificado.

Categoria de Estado Trófico	Índice de Carlson modificado		Especificação
	Fósforo Total [IET(P)] (mg/m ³)	Clorofila-a [IET(CL)] (mg/m ³)	
Ultraoligotrófico	$IET(P) \leq 8$	$IET(CL) \leq 1,17$	Corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	$8 < IET(P) \leq 19$	$1,17 < IET(CL) \leq 3,24$	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	$19 < IET(P) \leq 52$	$3,24 < IET(CL) \leq 11,03$	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	$52 < IET(P) \leq 120$	$11,03 < IET(CL) \leq 30,55$	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da Transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
Supereutrófico	$120 < IET(P) \leq 233$	$30,55 < IET(CL) \leq 69,05$	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa Transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos
Hipereutrófico	$233 < IET(P)$	$69,05 < IET(CL)$	Corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com conseqüências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: CETESB (2008).

A partir da **TABELA 20** é possível analisar os níveis tróficos de Fósforo e Clorofila-a no reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupia).

Em geral, no início da primavera, com o aumento da temperatura da água, maior disponibilidade de nutrientes e condições propícias de penetração de luz na água, é comum observar-se um incremento do processo, após o período de inverno, em que se mostra menos intenso (CETESB, 2008). Deste modo, serão apresentados os resultados mensais para cada ponto amostral.

Referente aos dados de Clorofila-a, a maioria das amostras coletadas apresentaram valor zero. Considerando que o Índice de Carlson Modificado trabalha com o logaritmo natural quando o valor da amostra é zero o cálculo não pode ser realizado. Em função disto, os gráficos apresentam déficit em relação às informações sobre Clorofila-a.

O **QUADRO 12** apresenta as equações de Carlson modificada para as variáveis de Fósforo e Clorofila-a.

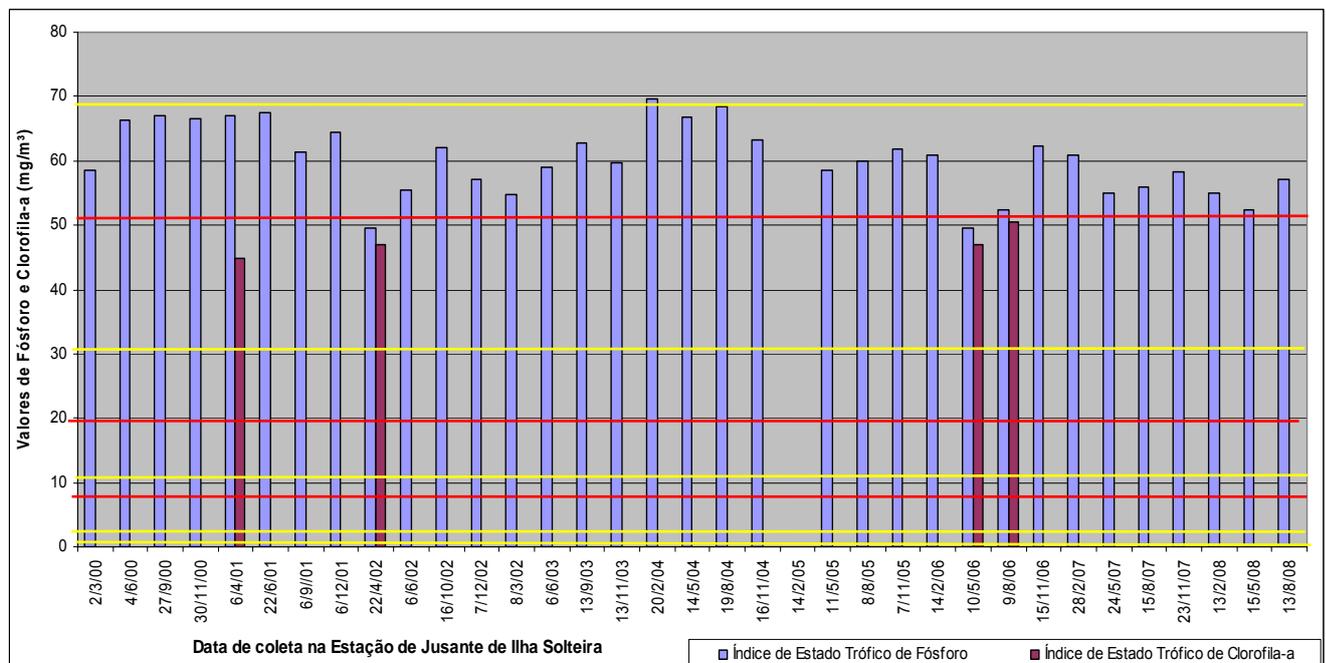
QUADRO 12 - Determinação do Índice de Estado Trófico segundo a Equação de Carlson modificada para as variáveis de Fósforo e Clorofila-a

Variáveis	Equação de Carlson
Fósforo	$IET (P) = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln P) / \ln 2))$
Clorofila-a	$IET (CL) = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln CL)) / \ln 2))$

Fonte: CETESB, 2008.

Os **GRÁFICOS 35 a 38** apresentam os Índices de Estado Trófico de Fósforo e Clorofila-a para cada estação do reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupia). As linhas alternadas em amarelo e vermelho indicam a os limites das categorias de estado trófico para a Clorofila-a e o Fósforo, respectivamente, conforme é indicado na **TABELA 20**.

GRÁFICO 35 – Valores de IET(P) e IET(CL) calculados na Estação de Jusante de Ilha Solteira, para o período de 2000-2008.

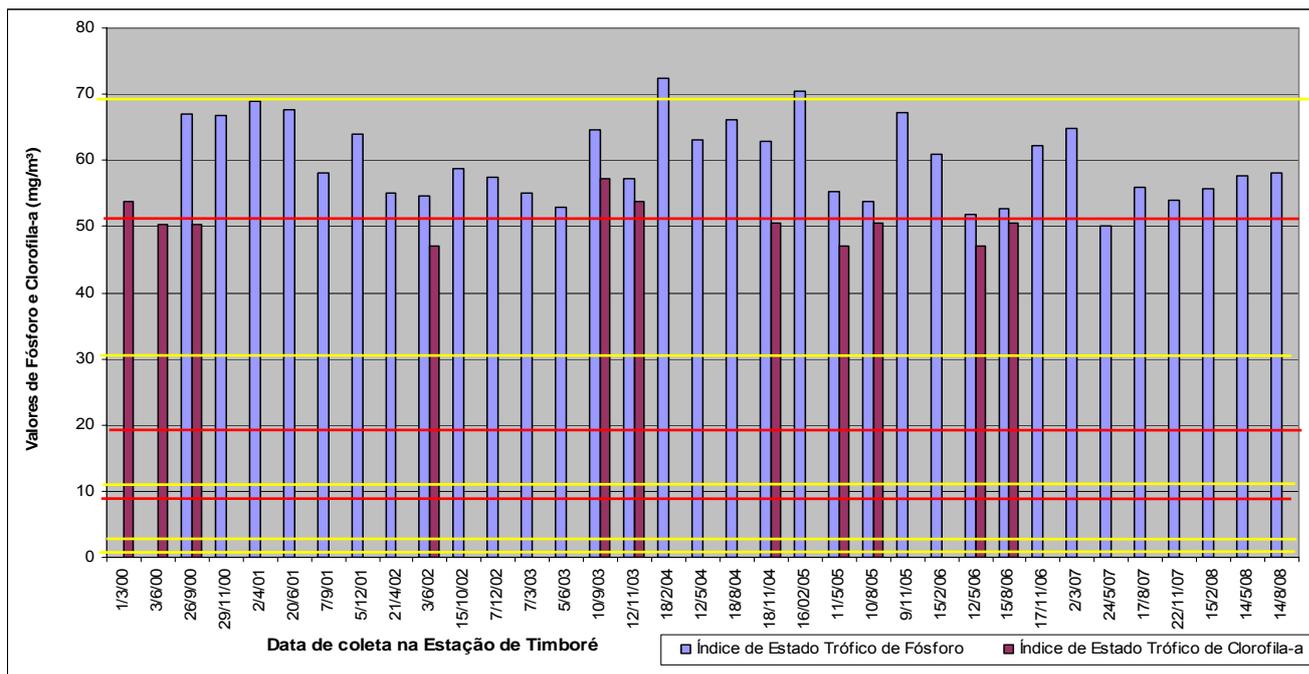


Fonte: CESP, 2008

Os dados pontuais para a Estação de Jusante de Ilha Solteira indicam que durante todo o período a categoria do estado trófico para o Fósforo total foi Eutrófico. Com exceção das medições de 22/04/02 e de 10/05/06, na quais os níveis de Fósforo foram inferiores situando as águas na categoria Mesotrófica. Com relação à Clorofila-a, todos os seus valores estão contidos na categoria Supereutrófico.

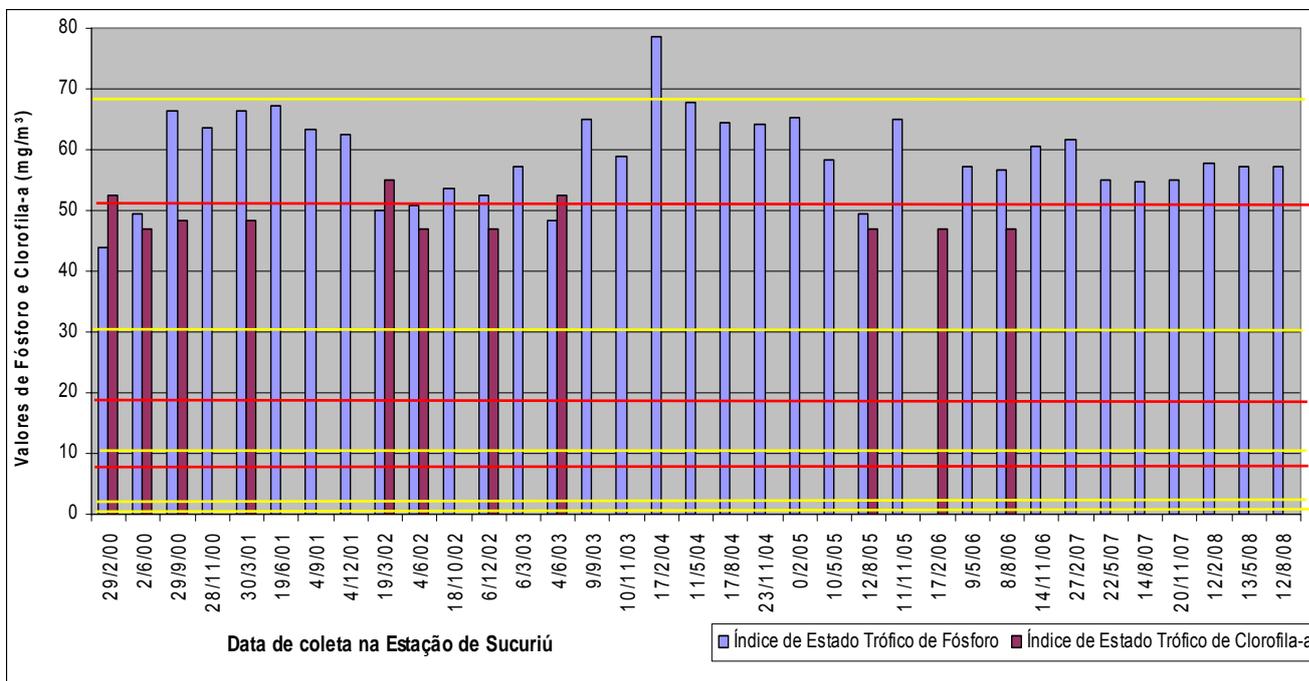
Os valores calculados de IET(P) para a Estação Timboré incluem suas águas na categoria Eutrófico, com exceção de duas medições que representam 6,1% da amostra. Estes dois casos se enquadram na categoria Mesotrófico, entretanto seus valores se aproximam do teto desta classe. As onze medições de Clorofila-a produziram valores de IET(CL) que mantiveram as águas neste ponto dentro da categoria Supereutrófico que indica um nível maior de estado trófico que os índices de Fósforo.

GRÁFICO 36 - Valores de IET(P) e IET(CL) calculados na Estação de Timboré, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

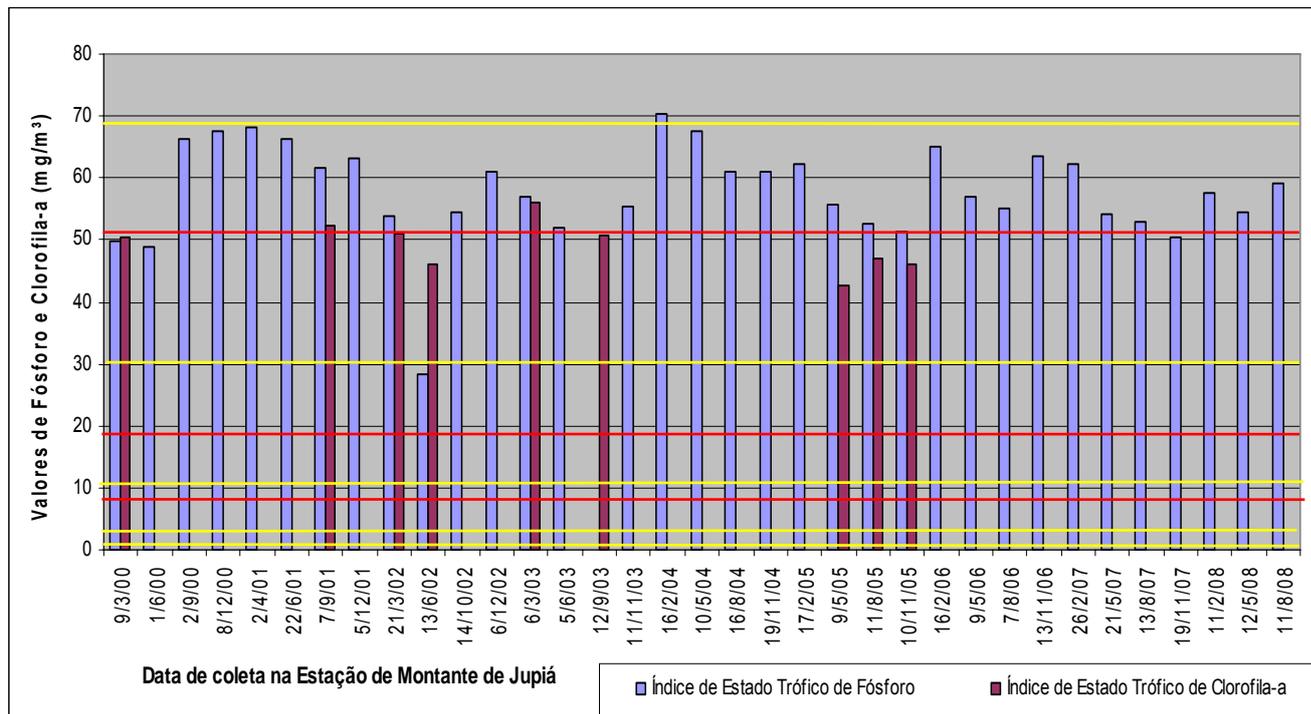
GRÁFICO 37 - Valores de IET(P) e IET(CL) calculados na Estação de Sucuriú, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

O cálculo do IET(P) na estação de Sucuriú indica valores (entre 43,8 a 78,62 mg/m³) na transição das categorias Mesotrófico e Eutrófico. Já os valores de IET(CL) enquadram estas águas na categoria Supereutrófico, com valores entre 54,94 a 47,6 mg/m³.

GRÁFICO 38 - Valores de IET(P) e IET(CL) calculados na Estação de Montante de Jupuíá, para o período de 2000-2008.



Fonte: CESP, 2008

Os valores calculados para o IET(P) na estação de Montante de Jupuíá enquadram suas águas na transição das categorias Mesotrófico e Eutrófico, com valores entre 28,35 a 70,46 mg/m³. Já os valores calculados para o IET(CL) situam-nas na categoria Supereutrófico, com valores entre 42,70 a 55,89 mg/m³.

Os valores de IET(P) calculados para o reservatório da UHE Eng. Souza Dias (Jupuíá), enquadram-no majoritariamente na categoria de estado trófico Eutrófico, o que significa que o corpo d'água possui alta produtividade em relação as condições naturais, bem como alterações indesejáveis na qualidade da água decorrente do aumento da concentração de nutrientes (Fósforo). Entretanto o enquadramento realizado através do IET(CL) indica estado trófico Supereutrófico, ou seja, o corpo d'água possui alta produtividade em relação as condições naturais, com freqüentes alterações indesejáveis na qualidade das águas, como a floração de algas, e interferência em seus múltiplos usos.

O IET(P) e o IET(CL) refletem a mesma coisa de dois pontos de vista: o da causa, no caso do nutriente Fósforo, e o do efeito no caso da Clorofila-a, indicador da presença de algas, e a teoria do processo de eutofização sugere que estes valores estão interligados. Porém, as adaptações realizadas para adequação das regiões de domínio de cada estado trófico para o clima tropical utilizam-se de valores médios e não refletem condições específicas de resposta dos corpos d'água, em termos de Clorofila-a ao estímulo provocado pelo incremento da presença de Fósforo.