

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**

**Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**

**Padrões limnológicos e do fitoplâncton nas fases de  
enchimento e de estabilização dos reservatórios do  
APM Manso e AHE Jauru (Estado de Mato Grosso)**

Daniela Maimoni de Figueiredo

SÃO CARLOS - SP

2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**Padrões limnológicos e do fitoplâncton nas fases de  
enchimento e de estabilização dos reservatórios do  
APM Manso e AHE Jauru (Estado de Mato Grosso)**

Daniela Maimoni de Figueiredo

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas, área de concentração Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS - SP  
2007

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

F475pl

Figueiredo, Daniela Maimoni de.  
Padrões limnológicos e do fitoplâncton nas fases de  
enchimento e estabilização dos reservatórios do APM  
Manso e AHE Jauru (Estado de Mato Grosso). / Daniela  
Maimoni de Figueiredo. -- São Carlos : UFSCar, 2008.  
270 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos,  
2007.

1. Ecologia. 2. Mineralização. 3. Transição flúvio-lacustre .  
4. Sucessão. 5. Grupos funcionais. 6. Tempo de residência.  
I. Título.

CDD: 574.5 (20<sup>a</sup>)

Daniela Maimoni de Figueiredo

**Padrões limnológicos e do fitoplâncton nas fases de enchimento e de estabilização dos reservatórios do APM Manso e AHE Jauru (Estado de Mato Grosso)**

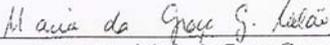
Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

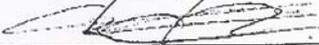
Aprovada em 08 de outubro de 2007

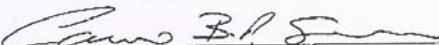
**BANCA EXAMINADORA**

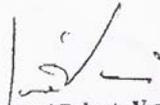
Presidente   
Prof. Dr. Irineu Bianchini Júnior  
(Orientador)

1º Examinador   
Profa. Dra. Odete Rocha  
PPGERN/UFSCar

2º Examinador   
Profa. Dra. Maria da Graça Gama Melão  
PPGERN/UFSCar

3º Examinador   
Prof. Dr. Raoul Henry  
UNESP/Botucatu-SP

4º Examinador   
Prof. Dr. Cássio Botelho Pereira Soares  
Furnas Centrais Elétricas

  
Prof. Dr. José Roberto Verani  
Coordenador  
PPG-ERN/UFSCar

Prof. Dr. Irineu Bianchini Jr.

Orientador

Dedico esta conquista aos meus companheiros Léo e Théo.  
Sem eles eu não teria motivos para seguir,  
forças para superar, razões para viver.

“Rapadura é doce, mas não é mole não!”  
(Dito popular cuiabano)

## AGRADECIMENTOS

Ao meu estimado e paciente orientador, que mesmo com a distância, acreditou em meu potencial e me ensinou a repensar a limnologia.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais pelo apoio e atenção em todos os momentos que precisei.

A toda a equipe da HABTEC Engenharia Ambiental, especialmente ao Dr. Ricardo Tavares, que me contratou como consultora ou através da empresa Aquanálise, para executar as coletas e as análises de água dos programas de monitoramento limnológico do APM Manso e do AHE Jauru.

À FURNAS Centrais Elétricas, especialmente ao Dr. Cássio B. P. Soares, coordenador do programa de monitoramento do APM Manso, pela cessão dos dados, pelo incentivo profissional e amizade.

À QUEIROZ GALVÃO ENERGÉTICA por ter cedido os dados do AHE Jauru.

À equipe da Aquanálise, especialmente às minhas sócias Rúbia Fantin da Cruz e Ana Paula Salvaterra da Silva, pelo apoio ao longo do desenvolvimento dessa tese e pela amizade e profissionalismo que nos une.

Aos meus queridos pais pelo incentivo em buscar novos conhecimentos e pelos exemplos que sempre me deram.

À Dra. Marcela Bianchessi da Cunha Santino pelo apoio científico e atenção dispensada.

À Profa. Dra. Simoni Loverde-Oliveira pela amizade de longa data e auxílio fundamental que prestou nos capítulos de fitoplâncton.

À Profa. Dra. Carolina J. da Silva por ter me recomendado a este programa de pós-graduação e por sempre ter sido exemplo de coerência e competência profissional.

Ao meu querido irmão Josiel que ajudou a vencer os obstáculos da informática.

À tia Beatriz e aos primos Solange e Renner que acolheram a mim e a minha família em sua casa em São Carlos com muita alegria e conforto.

Ao Prof. Dr. Jerry Magno F. Penha pelo apoio na parte estatística da tese.

À Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso, em especial aos funcionários da biblioteca que me cederam valiosas informações.

A todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Obrigada!

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização do APM Manso e do AHE Jauru no estado de Mato Grosso .....	2
Figura 2: Mapa da área de entorno do APM Manso com a localização aproximada das estações de amostragem limnológica .....	16
Figura 3: Curva de enchimento do reservatório do APM Manso (dez/99-dez/00) .....	19
Figura 4: Mapa da área de entorno do AHE Jauru com a localização aproximada das estações de coleta .....	21
Figura 5: Variação mensal das temperaturas médias máxima e mínima do ar em Cuiabá, entre 1999 e 2002 .....	32
Figura 6: Variação mensal média da velocidade do vento em 2001 próximo ao reservatório de APM Manso .....	33
Figura 7: Variação da pluviosidade total mensal entre janeiro/99 e abril/03 em Cuiabá e próximo ao reservatório do APM Manso .....	34
Figura 8: Variação da vazão afluyente mensal ao reservatório de APM Manso, referente aos rios Manso e Casca, e pluviosidade mensal total próxima ao reservatório do APM Manso, entre janeiro/01 e abril/03 .....	35
Figura 9: Variação mensal das médias das temperaturas máxima e mínima do ar em Cáceres, entre julho/02 e abril/04 .....	36
Figura 10: Variação da pluviosidade total mensal entre julho/02 e abril/04 em Cáceres .....	37
Figura 11: Vazão mensal do rio Jauru, afluyente ao reservatório do AHE Jauru, entre fevereiro/02 e outubro/03 .....	38
Figura 12: Vazão média mensal do rio Jauru no local do AHE Jauru, entre 1931 e 1988 .....	38
Figura 13: Variação da temperatura da água nos rios Manso e Casca no momento da coleta, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	39
Figura 14: Variação da Zds nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	40

Figura 15: Variação da turbidez nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	40
Figura 16: Variação do material em suspensão nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	41
Figura 17: Variação da condutividade elétrica nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	43
Figura 18: Variação da alcalinidade total nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	45
Figura 19: Variação do potássio nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	46
Figura 20: Variação do sódio nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	46
Figura 21: Variação do magnésio nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	47
Figura 22: Variação do cálcio nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	47
Figura 23: Variação do pH nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	49
Figura 24: Variação do oxigênio dissolvido nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	50
Figura 25: Variação do fósforo total nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	51
Figura 26: Variação do nitrogênio Kjeldhal nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	52
Figura 27: Variação do nitrogênio amoniacal nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	53
Figura 28: Variação do nitrogênio orgânico nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	53
Figura 29: Variação do nitrato nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03 .....	54
Figura 30: Variação das temperaturas do ar e da água no momento da coleta no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04 ...	55
Figura 31: Variação Zds, da turbidez e do material em suspensão no rio	

Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04 .....	56
Figura 32: Variação da condutividade elétrica e da alcalinidade total no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04 .....	57
Figura 33: Variação do potássio, sódio, magnésio e cálcio no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04 .....	58
Figura 34: Variação do pH e do oxigênio dissolvido no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04 .....	59
Figura 35: Variação da série nitrogenada no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04 .....	61
Figura 36: Variação do fósforo total no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04 .....	61
Figura 37: Variação média da Zds nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	64
Figura 38: Variação média da turbidez nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	68
Figura 39: Variação média do material em suspensão nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	66
Figura 40: Variação média da condutividade elétrica nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	70
Figura 41: Variação média da alcalinidade total nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	72
Figura 42: Variação média do pH nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	74
Figura 43: Variação média do sódio nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	77
Figura 44: Variação média do potássio nos rios Manso e Casca e no	

reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	78
Figura 45: Variação média do cálcio nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	80
Figura 46: Variação média do magnésio nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	81
Figura 47: Variação média do oxigênio dissolvido nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	83
Figura 48: Variação média do NKT nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	85
Figura 49: Variação média da amônia nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	86
Figura 50: Variação média do nitrato nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	87
Figura 51: Variação média do fósforo total nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03) .....	89
Figura 52: Variação vertical da Resistência Térmica Relativa (RTR) na estação Man30 na fase de enchimento do reservatório do APM Manso .....	93
Figura 53: Variação vertical da Resistência Térmica Relativa (RTR) na estação Csc30 na fase de enchimento do reservatório do APM Manso .....	94
Figura 54: Variação vertical da Resistência Térmica Relativa (RTR) na estação Man40 na fase de enchimento do reservatório do APM Manso .....	95
Figura 55: Variação da densidade fitoplanctônica por classes taxonômicas no rio Manso Man10 (a) e rio Casca Csc10 (b), na fase de enchimento do reservatório do APM Manso .....	106
Figura 56: Variação da densidade fitoplanctônica por classes taxonômicas	

nas estações de transição do rio Manso Man20 (a) e do rio Casca Csc20 (b), na fase de enchimento do reservatório do APM Manso .....	107
Figura 57: Variação da densidade fitoplanctônica por classes taxonômicas nas estações da região limnética do reservatório do APM Manso durante a fase de enchimento (dez/99-dez/00), Csc30 (a), Man 30 (b) e Man40 (c) ...	109
Figura. 58: Variação vertical da RTR na estação Man30 na fase de operação do reservatório do APM Manso .....	122
Figura 59: Variação vertical da RTR na estação Csc30 na fase de operação do reservatório do APM Manso .....	124
Figura 60: Variação vertical da RTR na estação Man40 na fase de operação do reservatório do APM Manso .....	126
Figura 61: Variação da densidade fitoplanctônica por classes taxonômicas no rio Manso Man10 (a) e rio Casca Csc10 (b), na fase de estabilização do reservatório do APM Manso .....	143
Figura 62: Variação da densidade fitoplanctônica por classes taxonômicas nas estações de transição do rio Manso Man20 (a) e do rio Casca Csc20 (b), na fase de estabilização do reservatório do APM Manso .....	144
Figura 63: Variação da densidade fitoplanctônica por classes taxonômicas nas estações da região limnética do reservatório do APM Manso durante a fase de estabilização, Csc30 (a), Man 30 (b) e Man40 (c) .....	145
Figura 64: Resistência Térmica Relativa (RTR) da coluna d'água do reservatório do AHE Jauru nos meses de outubro (a) e dezembro/02 (b) e fevereiro/03 (c) .....	155
Figura 65: Variação da Zds no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru ..	157
Figura 66: Variação da turbidez no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água .....	158
Figura 67: Variação do material em suspensão no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água	158
Figura 68: Variação da condutividade elétrica no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água	160
Figura 69: Variação da alcalinidade total no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água .....	160
Figura 70: Variação do cálcio no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru	

, com desvio padrão da média da coluna d'água .....	161
Figura 71: Variação do potássio no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água .....	161
Figura 72: Variação do sódio no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água .....	162
Figura 73: Variação do magnésio no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água .....	162
Figura 74: Variação do pH no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água .....	164
Figura 75: Variação do oxigênio dissolvido no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água .....	164
Figura 76: Variação do nitrato no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água .....	165
Figura 77: Variação do nitrogênio Kjeldhal no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água .....	165
Figura 78: Variação da amônia no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água .....	166
Figura 79: Variação do fósforo no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água .....	168
Figura 80: Variação da densidade fitoplanctônica por classes taxonômicas no rio Jauru (Jau10) e no reservatório da AHE Jauru (Jau40) entre outubro/02 e abril/04 .....	171

## LISTA DE TABELAS

Tabela I: Descrição das amostragens limnológicas realizadas nas estações de coleta de APM Manso nas fases de enchimento-estabilização do reservatório .....	26
Tabela II: Resultados do perfil de temperatura da água nas estações do corpo central do reservatório do APM Manso na fase de enchimento (janeiro-dezembro/2000) .....	92
Tabela III: Resultados do perfil de oxigênio dissolvido nas estações do corpo central do reservatório do APM Manso na fase de enchimento (janeiro-dezembro/2000) .....	102
Tabela IV: Média e desvio padrão da densidade, riqueza e diversidade de espécies do fitoplâncton no reservatório do APM Manso durante a fase de enchimento .....	111
Tabela V: Porcentagens médias da densidade das principais espécies que formam os grupos funcionais do fitoplâncton nas estações de coleta do reservatório do APM Manso na fase de enchimento .....	116
Tabela VI: Comparação dos valores médios gerais das variáveis limnológicas medidas nas fases de enchimento (dezembro/99-dezembro/00) e estabilização (fevereiro/01-abril/03) no reservatório do APM Manso .....	131
Tabela VII: Resultados do perfil de temperatura da água e oxigênio dissolvido na estação Csc30 do APM Manso na fase de operação.....	136
Tabela VIII: Resultados do perfil de temperatura da água e oxigênio dissolvido na estação Man30 do APM Manso na fase de operação .....	137
Tabela IX: Resultados do perfil de temperatura da água e oxigênio dissolvido na estação Man40 do APM Manso na fase de operação .....	138
Tabela X: Média e desvio padrão da densidade, riqueza (táxons/amostra) e diversidade ( $\text{bits.mg}^{-1}$ ) do fitoplâncton no reservatório do APM Manso durante a fase de operação .....	148
Tabela. XI: Comparação entre as médias totais de densidade, riqueza e diversidade do fitoplâncton entre as fases de enchimento (dezembro/99-	

dezembro/00) e estabilização (fevereiro/01-abril/03) do reservatório do APM Manso .....	148
Tabela XII: Porcentagens médias da densidade das principais espécies que formam os grupos funcionais do fitoplâncton nas estações de coleta do reservatório do APM Manso na fase de estabilização .....	151
Tabela XIII: Resultados do perfil de temperatura da água e do oxigênio dissolvido obtidos no reservatório do AHE Jauru nos meses de outubro e dezembro/02 e fevereiro/03 .....	154
Tabela XIV: Variação média dos atributos da comunidade fitoplanctônica (densidade, diversidade e riqueza) nas estações amostradas do AHE Jauru entre 2002 e 2004, nos períodos de chuva e estiagem .....	170
Tabela XV: Porcentagens médias da densidade das principais espécies que formam os grupos funcionais (GF) do fitoplâncton nas estações de coleta do reservatório de Jauru entre 2002 e 2004, nos períodos chuvoso e de estiagem .....	173

## RESUMO

Esta tese foi desenvolvida durante as fases de enchimento e estabilização dos reservatórios do APM Manso (dez/99-abr/03) e AHE Jauru (out/02-abr/04), estado de Mato Grosso. Visou-se principalmente identificar padrões limnológicos similares nos dois reservatórios; analisar as influências da bacia hidrográfica, do tempo de residência e do processo de decomposição sobre esses padrões; verificar a sucessão dos grupos funcionais da comunidade fitoplanctônica e caracterizar limlogicamente os tributários desses reservatórios hidrelétricos. A área inundada do APM Manso é de cerca de 427 km<sup>2</sup>, o tempo de residência (TR) 429 dias; a área inundada da AHE Jauru é de cerca de 3 km<sup>2</sup> e o TR é 4 dias. No APM Manso foram realizadas 11 amostragens na fase de enchimento (dez/99-dez/00) e 13 na de estabilização (fev/01-abr/03), em duas estações de rio, duas na zona intermediária do reservatório e três na região limnética, sendo que nas de reservatório foram amostradas, comumente três profundidades na coluna d'água, servindo para cálculo da média, desvio padrão e ANOVA. Na AHE Jauru foram realizadas 7 amostragens, sendo que a primeira ocorreu um mês após o final do enchimento, que levou 3 dias; foram amostradas uma estação no rio e outra no reservatório, nessa última em três profundidades. Foram apresentadas e discutidas séries históricas de clima (precipitação, vento e temperatura do ar), de hidrologia (vazão) das bacias dos rios Manso e Casca, tributários do APM Manso, e do rio Jauru, tributário da AHE Jauru, bem como dados limnológicos desses rios no período estudado. Nos rios Manso e Casca observou-se forte influência da sazonalidade de chuvas sobre as principais condições físicas e químicas da água. No rio Jauru o controle deveu-se principalmente a ocorrência ou não de chuvas próximo às coletas. As condições dos rios foram influenciadas ainda pelas suas áreas de drenagem (geologia, solos) e usos do solo. As oscilações profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, a turbidez e o material em suspensão na zona de transição do APM Manso foram similares aos rios e na região limnética houve tendência de estabilização após março/00. A condutividade elétrica, a alcalinidade e o oxigênio dissolvido (OD) foram as principais variáveis indicadoras do processo de mineralização da matéria orgânica lábil no APM Manso (fase de enchimento) e no AHE Jauru (out-dez/02), com padrões similares em ambos os reservatórios, controlados principalmente pelas velocidades de decomposição. O OD manteve baixas concentrações no hipolímio dos reservatórios, mais evidentes no APM

Manso. Os íons potássio, sódio, magnésio e cálcio em Manso tenderam a estabilização a partir de março/00 nesse reservatório. Na AHE Jauru a concentração desses íons foi mais elevada em out/02, com poucas oscilações e baixas concentrações nos meses seguintes. Os compostos nitrogenados (nitrogênio Kjeldhal, amônia e nitrato) apresentaram incremento na fase de estabilização do APM Manso e em abril-junho/03 na AHE Jauru, devido principalmente aos processos de mineralização da matéria orgânica refratária, presente em grande quantidade na vegetação de cerrado inundada. O tempo de residência foi uma das forças controladoras dos processos de sedimentação e de estabilização. Os grupos funcionais do fitoplâncton foram, em geral, bons descritores das condições limnológicas predominantes nesses reservatórios e em seus tributários. Na AHE Jauru observou-se alternância de dominância desses grupos conforme a influência do rio Jauru, mais evidente na época de chuva. No APM Manso as clorofíceas predominaram na fase de enchimento e estabilização, porém, nessa última fase, destacou-se também a predominância das cianobactérias, possivelmente relacionado ao incremento de nutrientes e diminuição da alcalinidade. Os principais padrões limnológicos identificados nos reservatórios foram: i) aumento da condutividade elétrica e da alcalinidade nos reservatórios (braço do Casca no APM Manso e no AHE Jauru); ii) diminuição média do OD em relação aos tributários; iii) aumento da Zds e diminuição da turbidez e MS (somente na estiagem na AHE Jauru); iv) aumento da densidade fitoplanctônica (somente na estiagem na AHE Jauru). Os resultados sugerem que os padrões de variação no APM Manso e do AHE Jauru continuem a ocorrer nos dias atuais e que, após dez/00 e dez/02 esses ambientes encontravam-se estabilizados, respectivamente.

## ABSTRACT

This thesis was carried out during the filling and stabilization phases of the reservoirs of APM Manso (Dec/99-Apr/03) and AHE Jauru (Oct/02-Apr/04), in the state of Mato Grosso. It mostly aimed to identify limnological patterns similar to both reservoirs; analyze the influences of river basin, residence time and decomposition process on these patterns; verify the succession of functional groups in the phytoplankton community; and provide a limnological characterization of the tributaries of these hydroelectric reservoirs. In the APM Manso, the flooded area is about 427 km<sup>2</sup>, the residence time (RT) is 429 days; while in the AHE Jauru, the flooded area is about 3 km<sup>2</sup>, and the RT is 4 days. In the former, 11 samplings were conducted during the filling phase (Dec/99-Dezc/00), and 13 during the stabilization phase (Feb/01-Apr/03); the samplings were obtained from seven stations: two in the river, two in the intermediary zone and three in the limnetic zone of the reservoir. In the AHE Jauru, seven samplings were conducted, and the first one was performed one month after the filling was completed, which took three days; the samplings were obtained from two stations: one in the river and one in the reservoir. In both reservoirs, samplings were performed in three different depths in the water column in order to calculate mean, standard deviation and ANOVA. Historic series of weather (precipitation, wind, air temperature) and hydrology (discharge) in the basins of the tributaries of both the APM Manso (Manso and Casca rivers) and the AHE Jauru (Jauru river) as well as the limnological data of these rivers in the period studied were presented and discussed. In the Manso and Casca rivers, rain seasonality was shown to exert strong influence on the major physico-chemical water conditions. In the Juru River, the control was mainly due to the presence or absence of rain close to the collection states. The river conditions were also influenced by their drainage area (geology, soils) and soil uses. In the transition zone of the APM Manso, the oscillations in Secchi disc visibility, turbidity and suspended material were similar to the rivers, with tendency to stabilize in the limnetic zone after March/00. Electrical conductivity, alkalinity and dissolved oxygen were the main indicators of the mineralization process of labile organic matter in the APM Manso (filling phase) and AHE Jauru (Oct-Dec/02), and their patterns were similar to both reservoirs, being mostly controlled by the decomposition velocity. The DO concentrations remained low in the hypolimnion of the reservoirs, which was more noticeable in the APM Manso. The potassium, sodium,

magnesium and calcium ions in the APM Manso tended to stabilize after March/00 in this reservoir. In the AHE Jauru, the concentrations of these ions were higher in October/02, with few oscillations and low concentrations in the following months. The mineralization processes of refractory matter, which is abundant in the flooded *cerrado* vegetation, led to an increment of the nitrogen nutrients (Kjeldahl nitrogen, ammonia, and nitrate) in the APM Manso during the stabilization phase as well as in the AHE Jauru from April to June/03. The residence time was one of the forces which controlled the sedimentation and stabilization processes. The phytoplankton showed functional groups which were generally good describers of the predominant limnological conditions in these reservoirs and their tributaries. In the AHE Jauru, the dominancy among these groups depended on the influence of the Jauru River, which was more perceptible in the rainy period. In the APM Manso, the chlorophyceae were predominant in both filling and stabilization phases; however, the cyanobacteria were also predominant in the latter, possibly due to the increment of nutrients and the decrease in alkalinity. The major limnological patterns identified in the reservoirs were: i) increase in electrical conductivity and alkalinity in the reservoirs (arm of the Casca river in the APM Manso and AHE Jauru); ii) decrease in mean concentrations of DO in relation to the tributaries; iii) increase of Zds and decrease in turbidity and MS (only during drought in the AHE Jauru); iv) increase of phytoplankton density (only during drought in the AHE Jauru). The results suggest that variation patterns in the APM Manso and AHE Jauru continue to occur today and that these environments were stabilized after Dec/00 and Dec/02, respectively.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	13
3.1. Áreas de estudo .....	13
3.2. Inventário climático e hidrológico .....	24
3.3. Inventário limnológico .....	25
3.4. Apresentação e tratamento dos dados .....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
4.1. Variações climáticas e hidrológicas .....	31
4.1.1. Bacia do rio Cuiabá-Manso .....	31
4.1.2. Bacia do rio Jauru .....	36
4.2. Dinâmica limnológica dos rios e relações com a bacia hidrográfica ..	39
4.2.1. Rios Manso e Casca .....	39
4.2.2. Rio Jauru .....	55
4.3. Limnologia da fase de enchimento do reservatório do APM Manso ..	62
4.3.1. Variação longitudinal .....	62
4.3.2. Variação vertical .....	90
4.3.3. Comunidade fitoplanctônica .....	105
4.4. Limnologia da fase de estabilização dos reservatórios: variações longitudinais e verticais .....	121
4.4.1. APM Manso .....	121
4.4.2. AHE Jauru .....	153
4.5. APM Manso e AHE Jauru: padrões similares e estabilização .....	176
4.5.1. Variáveis físicas e químicas .....	176
4.5.2. Comunidade fitoplanctônica .....	180
4.5.3. Estabilização .....	183
5. CONCLUSÕES .....	185
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	188
7. ANEXOS .....	200

## 1. INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso possui grande potencial hidráulico para a geração de energia, devido à extensa rede de drenagem, ao regime regular das chuvas e ao potencial hídrico ( $522 \text{ km}^3 \text{ ano}^{-1}$ ), que é o terceiro maior do país, ficando atrás somente do Amazonas e do Pará (Rebouças, 1999). Além disso, o relevo apresenta desníveis favoráveis à exploração energética dos rios, devido à faixa de cadeias montanhosas e de chapadões que atravessam o território no sentido leste-oeste, destacando-se o Planalto dos Parecis, o Planalto dos Guimarães e a Província Serrana. Essas formações do relevo são divisores naturais de água, abrigando centenas de nascentes de três grandes regiões hidrográficas brasileiras: Amazônica, Araguaia-Tocantins e Paraguai (SEPLAN-MT, 1995; PNRH 2006) (Fig. 1).

A atual política energética do país, aliada a essas condições naturais, contribuiu com uma expressiva proliferação de empreendimentos energéticos nos últimos anos em Mato Grosso. Além disso, esse Estado está passando por uma nova fase de desenvolvimento, com a instalação de uma infinidade de empreendimentos industriais e com o desenvolvimento do agronegócio, gerando uma grande demanda por energia nessa região (Figueiredo, 2007).

A construção de pequenas usinas, denominadas PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas), cuja geração de energia varia entre 1 e 30MW (Resolução ANEEL nº 652 de 09/12/2003 da ANEEL), é uma tendência atual em Mato Grosso. Geralmente esses empreendimentos inundam pequenas áreas ou são do tipo *fio d'água*, ou seja, a liberação de água segue a mesma vazão de entrada no reservatório (Kikuchi, 2005). Das cento e dezenove PCHs em processo de licenciamento no órgão ambiental do Estado, vinte e seis estão em fase de instalação e trinta em operação (Oliveira, 2007).

Os empreendimentos de maior porte em relação ao total da energia gerada, denominados pelas siglas de UHE (Usina Hidrelétrica), AHE (Aproveitamento Hidrelétrico) ou APM (Aproveitamento Múltiplo), somam oito em operação em Mato Grosso (Oliveira, 2007). Desses, destacam-se dois, objetos deste estudo: i) AHE Jauru, que mesmo com curto tempo de residência (3 dias) e pequena área inundada ( $3 \text{ km}^2$ ), similar às condições de uma PCH, possui uma potência instalada de 121,5MW, favorecida pelo relevo da região; ii) APM Manso, que é o maior reservatório artificial do Estado, tanto em relação ao tamanho da área inundada ( $427 \text{ km}^2$ ) quanto ao tempo de residência (cerca de 429 dias) (Fig. 1).

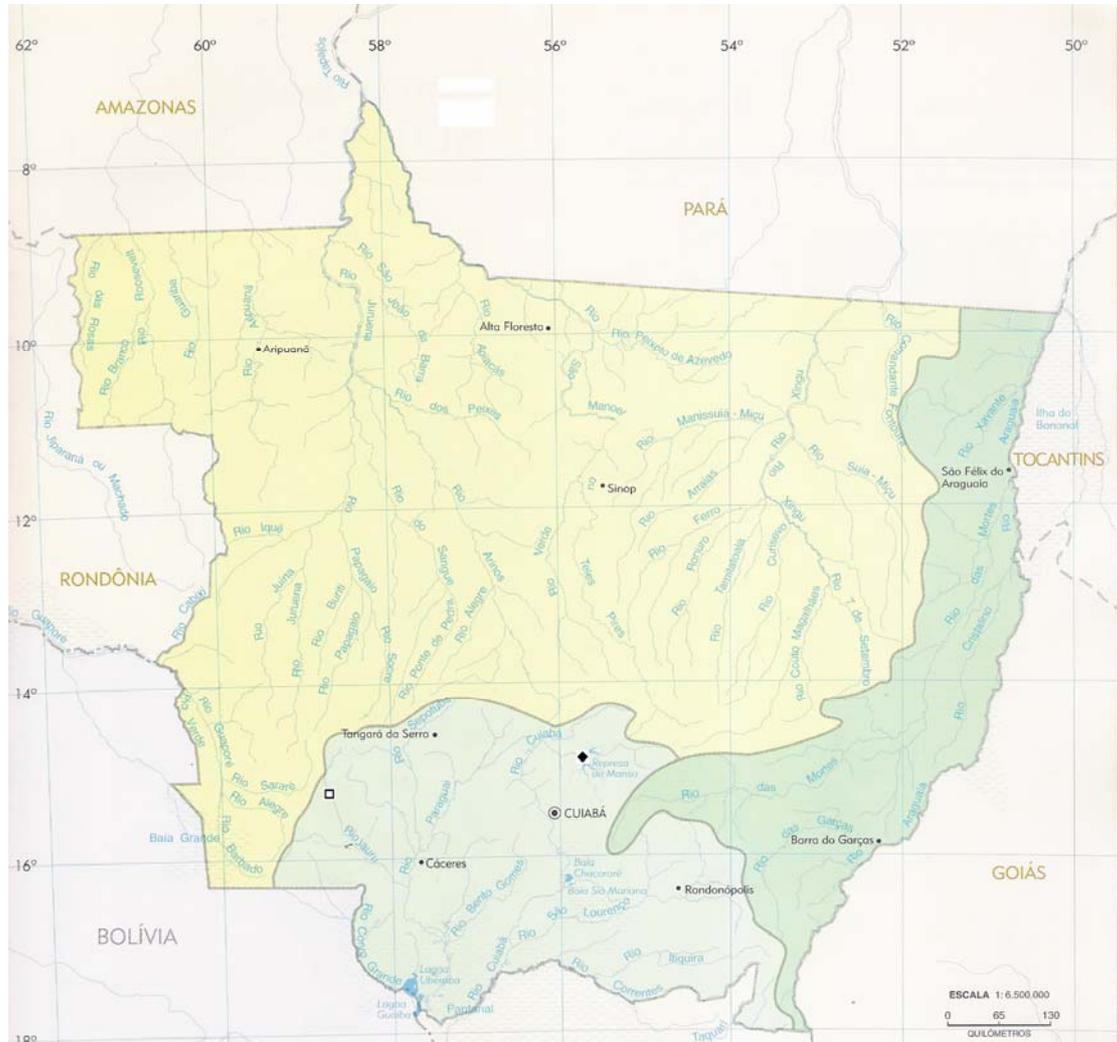


Figura 1: Regiões Hidrográficas do estado de Mato Grosso com a localização do APM Manso e do AHE Jauru (modificado de Miranda & Amorim, 2000). (Legenda: ◆ APM Manso; □ AHE Jauru; *amarelo*: Região Hidrográfica Amazônica; *verde*: Região Hidrográfica Araguaia-Tocantins; *azul*: Região Hidrográfica do Paraguai).

O APM Manso foi idealizado após uma grande cheia ocorrida em 1974, que causou enormes prejuízos a Cuiabá, levando a necessidade de se buscar alternativas para a contenção das inundações na área urbana da capital, provocadas pelo rio Cuiabá, do qual o Manso é o principal afluente. Com potência instalada de 212 MW, a usina foi projetada para atender ao conceito de usos múltiplos do reservatório e da água. Entre os benefícios de APM Manso, destaca-se o de regularizar os ciclos de cheias e secas do rio Cuiabá, contribuindo para reduzir os danos sócio-econômicos (FURNAS, 2007).

Sobre o histórico de Manso, convém mencionar que foi um dos primeiros EIAs-RIMAs (Estudos de Impacto Ambiental-Relatórios de Impacto Ambiental) elaborados no país, cujos estudos iniciaram em 1986, mesmo ano da publicação da Resolução 001/1986 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que estabelece “as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente” (MMA, 2007). A licença prévia foi liberada em 1987, a de instalação em abril de 1996 e a de operação em novembro de 1999, judicialmente (Figueiredo, 2007). A primeira fase da obra da barragem ocorreu em 1988, quando foram iniciadas as escavações em rocha das estruturas principais, ficando posteriormente paralisada até o início de 1998. A decisão em dar continuidade às obras foi favorecida, além de outros importantes fatores, pela grande cheia que ocorreu em 1996. No entanto, desde a retomada das obras até o ano em que ocorreu a maior parte do enchimento do reservatório (dezembro/99 a dezembro/00), houve intensa polêmica. Dentre os argumentos contra a construção de Manso, destacaram-se os publicados pelo jornal Diário de Cuiabá no dia 07 de dezembro de 1999: i) altos custos gerados pela inundação de uma grande área frente à baixa capacidade de geração de energia; ii) regularização da vazão do Manso, que é o principal afluente do rio Cuiabá, que por sua vez é um dos formadores do Pantanal Mato-grossense, a maior planície de inundação contínua do mundo, cujo funcionamento depende da variação anual do nível da água; iii) alteração da comunidade de peixes de *piracema* (reofilicos) que faziam o percurso até as cabeceiras do rio Manso e seus principais afluentes como parte do ciclo de vida, o que poderia comprometer o equilíbrio do ambiente aquático, os estoques pesqueiros e todo um grupo sócio-econômico que depende da pesca na bacia do rio Cuiabá.

O AHE Jauru foi construído com o barramento do rio Jauru, cuja formação do reservatório ocorreu em outubro/2002. O empreendimento insere-se na Amazônia Legal, mas do ponto de vista da bacia hidrográfica, faz parte da Região Hidrográfica do

Paraguai (PNRH, 2006), sendo o rio Jauru um dos principais afluentes do rio Paraguai. A grande distância dos principais centros urbanos de Mato Grosso, os poucos dias que demandaram para que ocorresse o enchimento e o pequeno tamanho do reservatório foram fatores que contribuíram para que não houvesse destaque desse empreendimento.

O EIA-RIMA foi elaborado em 1994, sendo que a construção ocorreu entre 2000-2002, executada pela Queiroz Galvão Energética SA, tratando-se na época do único empreendimento energético no rio Jauru. Conforme descrito no EIA-RIMA “o AHE Jauru será implantada numa das regiões de maior potencial de recursos naturais do estado de Mato Grosso, paradoxalmente carente em energia elétrica que possa proporcionar a exploração racional de seus recursos, numa perspectiva de desenvolvimento sócio-econômico sustentável” (GERAR, 1994). Nesse estudo de avaliação de impacto é mencionado ainda que esse aproveitamento energético apresenta uma das melhores relações custo/benefício existente no Brasil, não havendo a necessidade de realocação de obras de infra-estrutura viária ou mesmo de moradias, pois, apenas as terras de quatro grandes propriedades e três pequenas seriam atingidas pelo reservatório, e que os ecossistemas encontravam-se, em decorrência das atividades antrópicas desordenadas, em elevado grau de degradação na área de influência do empreendimento.

Atualmente nesse rio foram instaladas diversas PCHs em cascata, sendo que em operação encontram-se as PCHs Antônio Brennand I e Ombreiras a montante da AHE Jauru e a PCH Indiavaí a jusante. Além disso, estão em fase de construção ou obtiveram a licença prévia ou de instalação a PCH Antônio Brennand II a montante e a as PCHs Salto e Figueirópolis a jusante (Figueiredo, 2007). A existência de inúmeros empreendimentos com áreas de reservatórios pequenas, que necessitam de rios com elevada declividade, justifica a escolha do rio Jauru como local de implantação de diversos empreendimentos hidrelétricos (Figueiredo, 2007).

Os barramentos de rios para as construções de reservatórios destinados à hidreletricidade provocam uma série de impactos sociais, econômicos e ambientais, que são bem documentados para muitas bacias hidrográficas e estão relacionados ao tamanho, volume, tempo de retenção do reservatório, localização geográfica e localização no *continuum* do rio. Dentre os impactos positivos e negativos citam-se: *Positivos*: produção de energia elétrica, retenção de água regionalmente, aumento do potencial de água potável e de recursos hídricos reservados, criação de possibilidades de recreação e turismo, aumento do potencial de irrigação, aumento na produção de peixes

e na possibilidade de aqüicultura, regulação do fluxo e de inundações, aumento da possibilidade de trabalho para a população local. *Negativos*: inundação de áreas agricultáveis, perda de vegetação e da fauna terrestres, interferência na migração dos peixes, mudanças hidrológicas a jusante da represa, alterações na fauna do rio, interferência no transporte de sedimentos, perdas de heranças históricas e culturais, alterações nos usos tradicionais da terra (Tundisi *et al.*, 1999).

Especificamente quanto às alterações dos ambientes aquáticos, a construção de barragens provoca ainda importantes mudanças no perfil do sistema rio e na formação de novos padrões dentro do sistema (Barbosa & Espíndola, 2003). As implicações limnológicas mais diretas da construção de um reservatório estão relacionadas ao estoque e à retirada da água (De Filippo *et al.* 1999). Dessa forma, se a estocagem de água promove a retenção e estratificação de materiais e calor, a retirada de água promove a exportação e a mistura de calor e matéria, sendo que a alternância desses processos é que caracteriza um reservatório e, desse modo, esse sistema pode ser considerado um intermediário entre rio e lago (Barbosa & Espíndola, 2003).

Lagos típicos, ou seja, sistemas fechados nos quais os nutrientes podem ser reciclados e utilizados várias vezes pelos organismos aquáticos (Maier, 1978), raros no Brasil, apresentam pouca influência de um rio, longo tempo de residência, evolução natural ao longo de grandes intervalos de tempo e saída da água superficialmente (Straškraba & Tundisi, 2000). Já os reservatórios apresentam maior relação com as bacias hidrográficas e seus rios, dos quais se originaram; menor tempo de evolução e de residência e saída da água localizada em camadas mais profundas (Straškraba & Tundisi, 2000).

Visando compreender os fatores que controlam o metabolismo dos rios, diversas teorias foram elaboradas, destacando-se as propostas por Vannote *et al.* (1980) e Junk *et al.* (1981). Na prática, essas teorias tiveram por finalidade delinear uma estrutura conceitual, como um pano de fundo para a compreensão dos fenômenos ecológicos, sendo que ambas tem a característica da unidimensionalidade, ou seja, destacam um único fator (longitudinal ou lateral, respectivamente) como a principal função de força nos sistemas lóticos (Barbosa & Espíndola, 2003). Uma das mais completas teorias foi formulada por Ward em 1989 (*apud* Barbosa & Espíndola, *op. cit.*), que descreveu que os sistemas lóticos são tetradimensionais, isto é, possuem componentes laterais, verticais e longitudinais que se modificam ao longo do tempo (dimensão que se insere em todas as outras). Posteriormente, Boon em 1992 (*apud* Barbosa & Espíndola, *op. cit.*)

incorporou um quinto componente, a dimensão conceitual humana, como variável de controle no sistema rio.

A dimensão longitudinal tem como referencial físico a extensão da nascente à foz e muitos processos ecológicos são explicados a partir dos fenômenos de transporte (de matéria e energia) e da interação entre as paisagens que compõem a bacia hidrográfica (continuidade). A lateralidade diz respeito à relação entre o canal fluvial e sua área de entorno terrestre, que nos rios possui relação mais íntima com o sistema aquático quando comparado aos lagos, sendo que a formação da área de inundação e as matas ciliares são os dois principais componentes funcionais da dimensão lateral dos rios. A verticalidade está associada à dinâmica do lençol freático, que funciona como uma espécie de reservatório de água para os rios e diz respeito aos fenômenos ecológicos na zona abaixo da interface do sedimento (Barbosa & Espíndola, 2003). A dimensão conceitual é a concepção humana a respeito do meio ambiente e está embasada em aspectos culturais que definirão todas as ações de pesquisa e manejo (Boon, 1992 *apud* Barbosa & Espíndola, 2003). Todas as dimensões, exceto a dimensão vertical na maioria rios, se inserem ou mesmo se fundem a estrutura conceitual mencionada por vários autores para a bacia hidrográfica, um sistema de drenagem de rios, com entradas e saídas definidas, cujos limites são naturais e podem ser distinguidos na paisagem.

Do ponto de vista hidrológico, a bacia hidrográfica é definida como um sistema físico, no qual a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório. Consideram-se, nesse caso, como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente, tendo como papel hidrológico transformar uma entrada de volume concentrada no tempo (precipitação) em uma saída de água (escoamento) de forma mais distribuída no tempo (Silveira, 2001).

Cunha & Guerra (1966), num conceito mais amplo e inovador para a época, mencionam que as bacias hidrográficas contíguas, de qualquer hierarquia, estão delimitadas pelos divisores topográficos, formando uma rede na qual cada uma drena água, material sólido e dissolvido para uma saída comum ou pontual, que pode ser outro rio de hierarquia igual ou superior, lago, reservatório ou oceano. As bacias de drenagem recebem energia fornecida pela atuação do clima e da tectônica locais, eliminando fluxos energéticos pela saída de água, sedimentos e materiais solúveis. Esses autores comentam ainda que as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do

comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que mudanças significativas em qualquer dessas unidades podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída. Considera-se ainda que os campos, as florestas, as massas d'água e as cidades, interligadas por um sistema de riachos ou rios (ou às vezes, por uma rede subterrânea de drenagem), interagem como uma unidade prática, em nível de ecossistema, tanto para o estudo como para o gerenciamento (Odum, 1988).

Atualmente, a bacia hidrográfica como unidade de gestão vem sendo adotada por vários países, sendo a França um dos que possui administração bem sucedida dos recursos hídricos (Almeida & Oliveira, 2003), cujo modelo serviu de inspiração para a formulação da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433 de 1997. Essa lei faz parte dos “compromissos assumidos pelos países com o Plano de Implementação da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável de Johannesburgo, sendo que a esses esforços internacionais articula-se o ordenamento jurídico brasileiro” (PNRH, 2006).

Essa política representou um avanço na gestão dos recursos hídricos no Brasil, pois além de adotar a bacia hidrográfica como unidade de gestão, baseada na percepção da água como parte integral do ecossistema, inseriu a participação da sociedade na tomada de decisão e passou a considerar a água como um bem finito, dotado de valor econômico. No enunciado dessa lei são mencionados os instrumentos básicos para a sua implementação, quais sejam: enquadramento, outorga, cobrança e plano de recursos hídricos, bem como um sistema de informação, que serve como base para a aplicação dos outros instrumentos e para a tomada de decisão. Nesse contexto, a Limnologia insere-se como uma ciência fundamental para a efetiva gestão dos recursos, pois fornece as bases para o gerenciamento integrado, através da geração de conhecimentos sobre: i) as condições físicas, químicas e biológicas da água; ii) o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e iii) os fatores da bacia hidrográfica que controlam as variações dos corpos d'água, sejam esses naturais ou antrópicos.

Como os reservatórios são sistemas semi-abertos, sofrem controle dos rios e suas respectivas bacias hidrográficas a montante de onde se localizam. O rio transporta água, nutrientes, sedimentos e organismos a esse ambiente, em quantidade e em qualidade que dependerão da bacia hidrográfica, ou seja, do grau de relação com as diferentes dimensões em que se inserem. O reservatório em si é um coletor e digestor das entradas e dos efeitos existentes nas bacias hidrográficas, cujos efeitos incluem os processos

internos físicos, químicos e biológicos e suas conseqüências dentro do reservatório (Straškraba & Tundisi, 2000). Se por um lado o reservatório sofre influência da área de drenagem a montante, por outro influencia e conecta-se ao rio a jusante de onde está localizado na bacia. Contudo, mesmo considerando essa conexão, o barramento de um rio para a formação de um reservatório representa um rompimento em relação ao gradiente longitudinal existente anteriormente no sistema lótico, descrita no *Conceito da Descontinuidade Serial* desenvolvido por Ward & Stanford (1995). Esses autores mencionam que a montante e a jusante dos reservatórios ocorrem mudanças nos padrões e nos processos bióticos e abióticos e que a direção e a extensão dessas mudanças dependerão da variável de interesse e da posição do reservatório ao longo do *continuum* do rio.

Deve-se considerar também que essas mudanças dependerão ainda do tempo de residência (TR); quanto maior o TR menor a influência do rio e vice-versa. Straškraba (1999) exemplifica essa condição mencionando que em reservatórios de regiões temperadas, com TR menor do que 10 dias, no verão todo o sistema pode se transformar em uma zona de transição flúvio-lacustre, porém, em reservatórios com TR com maior do que 200 dias, a zona de transição é curta e a maior parte do ambiente se comporta como lago.

O tempo de residência (TR) é uma medida teórica média, que pode variar ao longo dos diferentes períodos hidrológicos anuais, que normalmente ocorrem em rios tropicais, e com as variações da operação da usina hidrelétrica. Straškraba (1999) classifica os reservatórios em três tipos quanto ao tempo de residência: i) Classe A, onde o TR é menor que duas semanas; ii) Classe B, com TR intermediário, entre maior que duas semanas e menor do que um ano; iii) Classe C que são reservatório com longo TR, maior do que um ano. Esse autor avalia as diferentes influências que o TR exerce sobre as variações limnológicas verticais e longitudinais de um reservatório, sobre o funcionamento desse ecossistema e sobre as conseqüências para o manejo da qualidade da água.

Os reservatórios têm importâncias econômicas, ecológicas e sociais, interferindo qualitativa e quantitativamente nas redes hidrográficas. Morfometria, escalas temporais e espaciais, localização no gradiente longitudinal do rio e tempo de residência são algumas das características que afetam a biodiversidade e estabelecem padrões tais como velocidade da corrente, flutuações de nível, heterogeneidade espacial, gradientes horizontais, padrões de circulação, dentre outros aspectos (Pereira, 2002). Por definição,

padrões simplesmente se referem a uma configuração recorrente de alguma coisa no espaço ou no tempo (Fisher, 1994).

Diversos estudos limnológicos em reservatórios buscam apontar padrões de variações (espacial ou temporal) física, química e biológica e identificar as principais forças controladoras desses padrões, sejam essas naturais ou antrópicas. Um exemplo desse tipo de estudo foi o desenvolvido por Rodrigues *et al.* (2005), que objetivou buscar padrões recorrentes em escalas espaciais e temporais em 31 reservatórios no estado do Paraná. Além das diferentes forças que podem favorecer a formação de padrões limnológicos em reservatórios, destaca-se que as primeiras fases de sua formação são fundamentais no estabelecimento de padrões futuros, ou seja, as condições em que ocorrem as fases de enchimento-estabilização de um reservatório irão influenciar nos seus futuros padrões de funcionamento (Tundisi, 2005).

As fases de enchimento e estabilização de um reservatório são consideradas críticas do ponto de vista da qualidade da água e do gerenciamento. Straškraba & Tundisi (2000) utilizaram o termo *envelhecimento* como sinônimo de *estabilização*, denominado também de *sucessão* por Odum (1988), para descreverem as rápidas alterações e a deterioração da qualidade da água que ocorrem durante os primeiros anos de formação de um reservatório. Segundo esses autores, em média, esse período varia entre 4 e mais de 10 anos, enfatizando que reservatórios amazônicos levam mais de 10 anos para atingir a estabilização, em função das baixas taxas de decomposição da floresta submersa. Consideram, ainda, que os problemas nessa fase, que denominam de período de *explosão trófica*, estão relacionados ao aumento nas concentrações de matéria orgânica dissolvida, nutrientes e produção fitoplanctônica e diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido; mencionando que os padrões de oscilação dessas variáveis, num reservatório localizado na República Tcheca lhes permitiram identificar três fases: enchimento, estabilização e estável.

No período de estabilização de um reservatório, comumente ocorre incremento de nutrientes, podendo criar condições iguais a ambientes eutróficos, cujo tempo de permanência e intensidade nesse estado dependem, principalmente, do tempo de residência da água. Em virtude do afogamento da cobertura vegetal e conseqüente degradação destes recursos durante a formação dos reservatórios, é freqüente ocorrer alterações na qualidade da água, tais como desenvolvimento de eutrofização e de anaerobiose, podendo limitar o potencial de utilização das águas (Bitar & Bianchini Jr., 1999). Essa limitação aos usos da água pode se intensificar com a proliferação excessiva

do fitoplâncton, favorecida pela disponibilidade de nutrientes, devido ao aumento dos níveis de toxicidade, sendo as cianobactérias as principais produtoras de toxinas (Beyruth *et al.* 1992; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 1992). Por outro lado, as algas desempenham um importante papel como base da cadeia alimentar, contribuindo com a oxigenação do ambiente, tamponando os efeitos redutores do metabolismo saprofítico dos microorganismos e sendo importantes durante a sucessão autotrófica (Magrin, 1993); sendo esse processo sucessional possível de ser verificado no monitoramento das primeiras etapas de formação do reservatório.

O processo de envelhecimento ou estabilização de um reservatório não é consequência apenas do aumento dos nutrientes e de matéria orgânica ao longo dos seus primeiros anos de existência. Um papel importante do processo são as diferentes taxas de desenvolvimento dos grupos mais importantes de organismos (Straškraba & Tundisi, 1999). Nesse contexto, no envelhecimento de reservatórios os princípios teóricos de sucessão ecológica são aplicáveis e as maiores mudanças evolutivas do sistema ocorrem nos primeiros anos de formação, sendo que nos posteriores a evolução é mais lenta, caracterizada pela contínua sedimentação do reservatório e por outros efeitos.

As variações do ambiente conduzem a diferentes respostas dentro de um mesmo grupo taxonômico do fitoplâncton, devido à diversidade morfológica e fisiológica existente dentro do grupo. Assim, as modificações nas condições ambientais dos corpos d'água podem ser previstas, utilizando agrupamentos de espécies que respondem a tais modificações em função de suas similaridades de requerimentos, morfologia e processos funcionais (Loverde-Oliveira, 2005). Desse modo, as respostas biológicas dessa comunidade, de acordo com esta autora, ocorrem por meio de variações na composição e biomassa de grupos de espécies adaptadas às características em mudança, definidas como grupos funcionais. Reynolds *et al.* (2002) agruparam o fitoplâncton em trinta e um grupos funcionais, identificados por um código alfa-numérico, descritoras de diferentes condições ambientais. Assim, é provável encontrar espécies ou grupos de espécies dominantes com diferentes níveis de estabilidade de acordo com as características ambientais (Kruk *et al.*, 2002 *apud* Loverde-Oliveira, 2005). Ainda que tal hipótese tenha sido desenvolvida para regiões temperadas, sua aplicação nos trópicos tem sido testada com relativo sucesso para reservatórios e rios (Silva, 2004; Soares, 2002 *apud* Loverde-Oliveira, 2005).

Considerando que, os estudos limnológicos brasileiros encontram-se bastante avançados, com uma proeminente produção científica gerada principalmente nos

centros de pesquisa do sudeste e do sul do país, e a importância em se conhecer os processos metabólicos das primeiras fases da formação de reservatórios, são diversos os trabalhos que abordam os períodos de enchimento-estabilização desses ecossistemas *in loco*. Dentre esses, destacam-se os realizados por Magrin (1993) na UHE Samuel, localizada no estado de Rondônia; Marinho *et al.* (1993), na lagoa de Juturnaíba (RJ); Moreno (1996) na UHE Balbina, no estado do Amazonas; De Filippo *et al.* (1999) na UHE Serra da Mesa, Kikuchi (2006) e Pereira (2002) na UHE Lajeado, ambos os reservatórios no estado do Tocantins; e Pagioro *et al.* (2005) no reservatório de Irai, localizado no estado do Paraná. Por outro lado, a técnica de realização de ensaios de decomposição, em conjunto com os estudos de simulação matemática, tem sido empregada com pouca frequência, contudo fornece importantes informações sobre as alterações da qualidade da água e das demais características limnológicas do futuro reservatório (Bitar *et al.*, 2002).

Com relação ao conhecimento limnológico dos reservatórios artificiais existentes no estado de Mato Grosso, são escassos os estudos, tanto na fase de enchimento, de estabilização ou estável, restringindo-se a relatórios de diagnóstico e de execução de planos ambientais, exigidos pelo órgão de controle ambiental, como é o caso dos estudos realizados no reservatório do AHE Jauru.

Especificamente no APM Manso, foram publicados apenas dois trabalhos, que são pioneiros em estudos de reservatórios no estado de Mato Grosso; neles avaliaram-se as condições desse ambiente na fase de enchimento próximo a barragem e logo a jusante (Soares *et al.*, 2001; Lopes, 2003). Nesse contexto, a presente tese se constitui num dos primeiros estudos de reservatórios hidrelétricos de Mato Grosso, contribuindo ainda com o conhecimento limnológico e da comunidade fitoplanctônica de reservatórios brasileiros nas fases de enchimento e estabilização, cujos trabalhos ainda são incipientes frente à importância das primeiras etapas de formação desses ambientes, tanto do ponto de vista limnológico quanto do gerenciamento ambiental. Nessa tese admitiram-se duas hipóteses: i) Os padrões limnológicos dos reservatórios do APM Manso e do AHE Jauru, durante as fases de enchimento e estabilização, serão diferentes e determinarão os futuros padrões desses ecossistemas; ii) as características da água nas fases de enchimento e estabilização desses reservatórios determinarão o surgimento de uma comunidade fitoplanctônica, constituída de grupos funcionais descritores dessas características.

## **2. OBJETIVOS**

2.1. Descrever a dinâmica limnológica dos rios Manso e Casca, afluentes ao reservatório do APM Manso, e do rio Jauru, afluente ao reservatório do AHE Jauru, e identificar as relações com as diferentes dimensões das respectivas bacias hidrográficas.

2.2. Comparar os padrões das variáveis limnológicas nas escalas espacial (longitudinais e verticais) e temporal destes reservatórios nas fases de enchimento e estabilização.

2.3. Verificar a sucessão dos grupos funcionais da comunidade fitoplanctônica durante as fases iniciais destes reservatórios.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Áreas de estudo

##### 3.1.1. APM Manso

O reservatório do APM Manso localiza-se no estado de Mato Grosso, aproximadamente entre as coordenadas UTM 631.450-685.380 X e 8.334.228-8362.150 Y, pertencendo a Região Hidrográfica do Paraguai (PNRH, 2006), conhecida regionalmente como Bacia do Alto Paraguai (BAP) (Fig. 1).

Geomorfologicamente, a BAP contempla quatro unidades: dos Planaltos (dos Guimarães e dos Parecis), das depressões, com destaque à Baixada Cuiabana, na qual ocorrem os usos mais intensos do solo e da água e onde se encontra a maior concentração populacional, principalmente urbana; a Província Serrana, de onde nascem cursos d'água compondo cabeceiras e nascentes que dão origem ao rio Manso; e o Pantanal Mato-grossense, que recebe as águas das terras altas, formando a maior área alagável contínua do mundo. A BAP reveste-se de importância no contexto estratégico da administração dos recursos hídricos do Brasil, particularmente por compreender o Pantanal, uma das maiores extensões de áreas alagadas do planeta, declarada Patrimônio Nacional pela Constituição Brasileira de 1988, sítio designado pela Convenção de Áreas Úmidas RAMSAR no ano de 1993 e Reserva da Biosfera pela UNESCO no ano de 2000 (Figueiredo & Salomão, *no prelo*).

A bacia do rio Cuiabá, que é uma sub-bacia da BAP, possui uma área de drenagem de cerca de 28.732 km<sup>2</sup>, das nascentes até a cidade de Barão de Melgaço no Pantanal, onde estão inseridos total ou parcialmente 14 municípios, sendo que até a cidade de Cuiabá a área de drenagem é de 21.730 km<sup>2</sup> (PCBAP, 1997).

A maior parte da bacia do rio Cuiabá encontra-se no Domínio Morfoclimático do Cerrado, estando apenas a porção inferior dela no Domínio do Complexo do Pantanal. Está sob a influência do clima tropical continental alternadamente úmido e seco, com caráter mesotérmico quente úmido no terço superior da bacia e megatérmico úmido passando para megatérmico sub-úmido em seu terço médio/inferior. Essas condições climáticas regionais somadas às peculiaridades dos tipos de solos, litologias e características das formas de relevo resultam em variações fitofisionômicas-ecológica do Cerrado, que pode ser ora mais denso, ora mais ralo, ora com porte mais alto, ora

mais baixo, ora mais lenhoso, ora mais herbáceo. Assim, em função de peculiaridades edáficas, topográficas e climáticas do Domínio dos Cerrados, pode-se distinguir pelo menos 4 tipos de Cerrado, ou de Savana na bacia do rio Cuiabá: i) Campos Limpos (Savana Gramíneo-Lenhosa); ii) Campo Cerrado ou Campos de Murundus (Savana Parque); iii) Cerrado Propriamente Dito (Savana Arborizada *sensu strictu*); iv) Cerradão (Savana Florestada). Outro aspecto do Domínio dos Cerrados tem-se a presença das Florestas de Galeria (ou Matas Ciliares). Estas começam, em geral, em ambientes encharcados das nascentes de drenagens superficiais, sendo comum sob a forma de alamedas (“veredas” de buritis, *Mauritia* sp). Ao longo dos cursos d’água, as veredas vão progressivamente adquirindo outras espécies de árvores, encorpando e ocupando gradualmente as “rampas” dos interflúvios (Barros & Cavalheiro, *no prelo*).

O clima da bacia do rio Cuiabá classifica-se como Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco, com seis meses de estiagem (maio-outubro), controlados por sistemas Tropicais Continentais (50 a 60%), Equatoriais Continentais (20 a 30%) e Extra Tropicais (10 a 20%), onde a temperatura média anual varia entre 25,4 a 24,3°C. No mês de janeiro a média da temperatura do ar oscila entre 25,6-24,9°C e no mês de julho entre 23,5-21,3°C. A precipitação total anua varia de 1.200-1.500mm (Maitelli, 2005).

O rio Cuiabá e seus afluentes [incluindo o rio Manso] são regidos pelo regime climático de chuvas, que reflete em uma variação também sazonal das vazões e nível d’água dos rios de forma semelhante, uma vez que as respostas dos rios, principalmente nas partes alta e média da bacia, são quase concomitantes à ocorrência das chuvas (Figueiredo & Salomão, *no prelo*).

As atividades econômicas desenvolvidas na bacia do rio Cuiabá são variadas e compreendem agricultura, pecuária, extrativismo mineral (garimpo de diamante, extração de areia e calcário), extrativismo vegetal, piscicultura, pesca, indústria e turismo. O setor industrial encontra-se em fase de desenvolvimento, sendo os setores predominantes na região: abastecimento público, laticínios, frigoríficos, bebidas, óleos vegetais, curtumes, produtos químicos, PVC e beneficiamento de madeira. A área mais industrializada da bacia encontra-se nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, sendo que as indústrias dispõem em sua maioria de algum tipo de tratamento de resíduos (SEMA, 2005).

O rio Manso é um dos principais afluentes do rio Cuiabá, compondo parte de sua bacia hidrográfica, com uma área de drenagem que é quase 40% do total dessa bacia,

considerando as nascentes até a cidade de Cuiabá, e aproximadamente 2% da BAP (Neto *et al.*, 1993) (Fig. 2). O Manso, a jusante da confluência com o rio Casca, adquire características de rio de planície, isto é, sua largura aumenta, enquanto que a declividade diminui, sendo que sua área de drenagem total até a foz no rio Cuiabá é de 9.364 km<sup>2</sup> (Neto *et al.*, 1993).

Com base nos dados meteorológicos determinados periodicamente por FURNAS, observa-se que, especificamente na região do APM Manso, as temperaturas médias entre os meses de dezembro/1999 e dezembro/2000, oscilaram entre 22,0 °C (julho/2000) e 26,9 °C (agosto e outubro/2000). As velocidades médias dos ventos situaram-se em torno de 1,8 km h<sup>-1</sup> durante quase todo o período, alcançando valores entre 2,1 e 2,7 km h<sup>-1</sup> de maio a setembro.

O reservatório de APM Manso é formado por dois rios principais, Manso e Casca, que confluíam próximo ao local onde hoje é a barragem, o que permitiu a formação de um lago bifurcado, cujas condições hidrogeoquímicas são distintas em cada um dos braços (Neto *et al.*, 1993), e dendrítico.

Além desses rios, no reservatório deságuam ainda o rio Quilombo no braço do Casca e o rio Palmeiras no braço do Manso, cujos efeitos no lago foram desconsiderados neste trabalho, pois a vazão desses rios é muito pequena se comparada à dos dois rios principais.

O rio Manso, segundo Neto *et al.* (1993), nasce a aproximadamente 800 m de altitude, entre as serras Azul e Mutum, e possui uma extensão de cerca de 200 km até a confluência com o rio Cuiabá, no trecho médio, onde a declividade é menor.

As áreas de drenagem dos rios Manso e Casca, a montante do reservatório, bem como parte do reservatório estão localizados nas unidades de paisagem denominadas Compartimentos Morfopedológicos MP1 e MP3 da bacia do rio Cuiabá. Porém, uma pequena parte das cabeceiras do Manso, pertencem ao MP5, que está inserido na Unidade Morfoestrutural da Província Serrana contida na bacia do rio Cuiabá, compreendendo um conjunto de relevos condicionados por estruturas dobradas e falhadas, originando uma sucessão de anticlinais e sinclinais alongadas, e nítidas rupturas de declive nas encostas e escarpas, fortemente dissecadas pelos processos erosivos (Salomão *et al.*, *no prelo*).

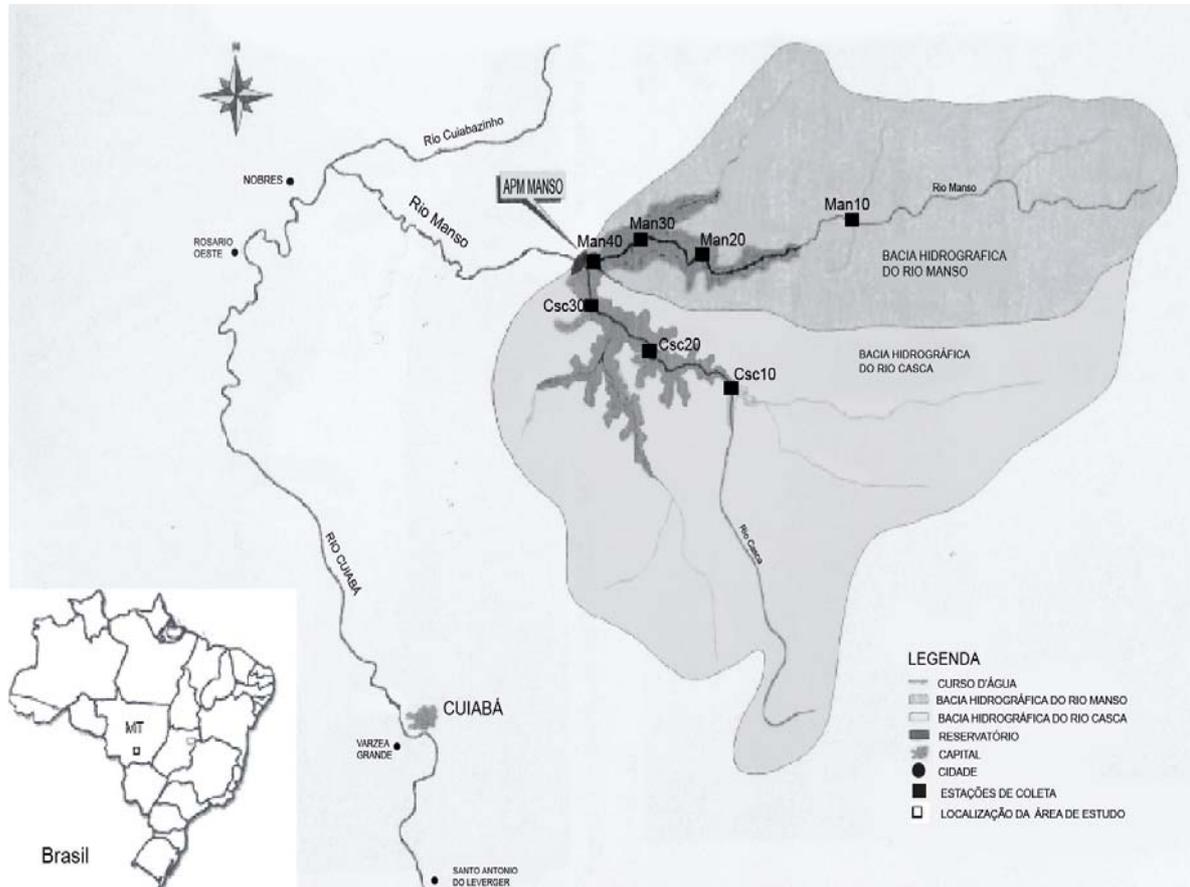


Figura 2: Mapa da área de entorno do APM Manso com a localização aproximada das estações de amostragem limnológica. (modificado de HABTEC-FURNAS, 2001).

O MP 1 ocorre em superfícies de cimeira do Planalto dos Guimarães, associadas à substratos constituídos por arenitos essencialmente quartzosos, com espessa cobertura pedológica, o que não permite o seu afloramento, mesmo em grande parte de fundo de vales. O relevo, constituído de colinas amplas e chapadas, apresenta extensos interflúvios, topos aplanados, vertentes com perfis retilíneos, ligeiramente convexos de grande extensão, e declividades muito baixas, inferiores a 3% nas posições superiores e, no máximo, 12% no restante da vertente. As drenagens se apresentam com baixa densidade de ocorrência e vales abertos. A cobertura pedológica é dominada, desde o topo da vertente até sua posição mais inferior, por solo essencialmente arenoso, caracterizado por Areia Quartzosa (Neossolo Quartzarênico Órtico), passando, no fundo de vales, a solos hidromórficos, em geral constituídos por Areia Quartzosa Hidromórfica (Neossolo Quartzarênico Hidromórfico) e Glei Pouco Húmico (Gleissolo). Essas características de relevo e solo muito permeável, devido à alta porosidade inter grãos, sugerem comportamento hídrico das vertentes com predomínio da infiltração vertical das águas de chuva. Tal infiltração abastece continuamente o lençol freático, que se encontra muito profundo, excetuando os fundos de vales, onde se encontra sub-aflorante, podendo associar-se a amplas áreas ligeiramente deprimidas constituídas por veredas/campos úmidos (Salomão *et al.*, *no prelo*).

O compartimento morfopedológico MP3, de acordo com Salomão *et al.* (*no prelo*), caracteriza-se pela predominância de relevo relativamente suave, com domínio de colinas e superfícies tabulares de baixa amplitude, entretanto, nas zonas de transição da Baixada Cuiabana com o Planalto dos Guimarães e com a Suíte Intrusiva de São Vicente, o relevo é muito movimentado, com elevações topográficas residuais, testemunhos do recuo erosivo das escarpas planálticas. A cobertura pedológica é pouco profunda a rasa com substrato pedogenético constituído por pavimentos detríticos especialmente de seixos e blocos de quartzo e de laterita, sobre rochas pouco alteradas, praticamente impermeáveis, do Grupo Cuiabá, e por couraças ferruginosas em processo de degradação. Tais características dificultam a infiltração das águas de chuva, que permanecem retidas pelo substrato pedogenético à pequena profundidade, favorecendo alagamentos, em condições propícias para a instalação de ecossistemas de campos úmidos e veredas.

O reservatório de Manso apresenta, em média, as seguintes características morfométricas e hidrológicas (FURNAS, 2007), que permitem classificá-lo como *médio* em relação à área inundada e ao volume e como pertencente à Classe C, devido ao

longo tempo de retenção ( $RT > \text{um ano}$ ), conforme classificação de Straškraba (1999): i) nível máximo normal: 287,0m; ii) nível mínimo normal: 278,0m iii) área inundada (NA máx.): 427 km<sup>2</sup>; iv) volume total: 7,4 bilhões de m<sup>3</sup>; v) profundidade média: 19 m; vi) tempo de residência de ca. 429 dias; vii) potência instalada: 212 MW. A área do reservatório pertence a dois municípios mato-grossenses, Chapada dos Guimarães, onde a maior parte está inserida, e Nova Brasilândia.

O início do enchimento ocorreu em 30 de novembro de 1999 estendendo-se até dezembro de 2000. Até março-abril/00 o incremento da cota foi rápido e acentuado, período em que ocorreu a inundação de todas as estações de coleta de reservatório (item 3.3.1.), devido à influência do relevo da região, tendo em vista que, no início do processo de enchimento, foram alagadas áreas de maior declividade, correspondentes ao talvegue principal dos rios Manso e Casca.

Nos meses seguintes até dezembro/00 o aumento da cota continuou a ocorrer, porém de forma mais suave, sendo que a partir de dezembro/00 observou-se estabilização no incremento da cota (Fig. 3). Na última campanha da fase de enchimento, realizada nesse mês, o nível d'água do reservatório estava na cota 273,0m, o que corresponde a curva de enchimento com 90% de probabilidade de ocorrência estimada em projeto (HABTEC-FURNAS, 2001).

O funcionamento da primeira turbina ocorreu somente em fevereiro de 2001. A área inundada foi predominantemente de vegetação de campo cerrado, intermeado por florestas de galeria. A ocupação do solo era principalmente para pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

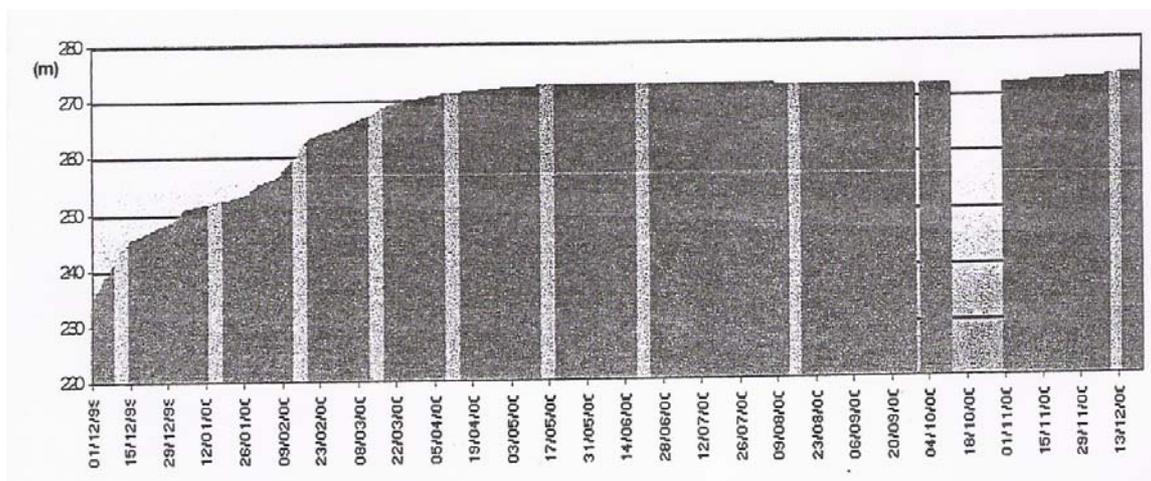


Figura 3: Curva de enchimento do reservatório do APM Manso (dez/99-dez/00) (de 11-30/10/00 não foi medida a cota do reservatório) (Fonte: HABTEC-FURNAS, 2001).

No trecho a jusante do reservatório até o encontro com o rio Cuiabá, o rio Manso possui cerca de 60 km; foram avaliadas as condições limnológicas durante o enchimento do reservatório, constatando-se que pH, oxigênio dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), turbidez e transparência de Secchi sofreram alterações devido às condições limnológicas do reservatório. Nessa fase, especialmente nos primeiros meses de enchimento, nas duas estações de coleta subseqüentes a barragem, num total de cinco estações até a confluência com o rio Cuiabá. Nesse estudo, foi constatado ainda que o rio Manso apresentou concentrações relativamente altas de OD, geralmente acima de 5,0 mg/L, nessas duas estações de coleta (Cruz, 2002).

O “Túnel Verde”, um dispositivo hidráulico criado para a manutenção de vazão à jusante da barragem durante o enchimento, foi eficaz na recuperação dos teores de oxigênio dissolvido (Soares *et al.*, 2001). O mecanismo de funcionamento desse dispositivo permitiu que a água em seu interior fosse fortemente aerada, o que garantiu as concentrações de OD observadas à jusante (Cruz, 2002).

Com relação aos usos da água, o reservatório de Manso, atualmente, vem sendo destinado principalmente à hidroeletricidade, à balneabilidade, aos esportes náuticos, à pesca amadora, ao abastecimento de comunidades rurais e de empreendimentos de lazer e a dessedentação animal, além de ser um importante atrativo turístico da região. Esses usos são permitidos em corpos d’água da classe 2, a qual pertence o reservatório, de

acordo com o estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais; especificamente o Art. 42, que menciona que “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2”.

### **3.1.2. AHE Jauru**

O reservatório da AHE Jauru localiza-se no estado de Mato Grosso, entre as coordenadas 15° 14' 08" de latitude sul e 58° 43' 43" de longitude oeste (Fig. 4). Considerando o conjunto barramento, casa de força e reservatório, o empreendimento ocupa terras dos municípios de Jauru, Indiavaí e Araputanga. O local do barramento situa-se a 30 km da cidade de Jauru. Do ponto de vista geopolítico, a região pertence à Amazônia Legal, que abrange a totalidade dos estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Pará, Roraima, Amapá e Tocantins, além de áreas de Goiás, Maranhão e Mato Grosso, nesse caso ao norte do paralelo 16° (HABTEC-QUEIROZ GALVÃO ENERGÉTICA, 2001).

A bacia do rio Jauru é uma das sub-bacias da Região Hidrográfica do Paraguai (PNRH, 2006), assim como a do Cuiabá-Manso (Fig. 1). A área de estudo abrange trechos de duas das quatro regiões geomorfológicas da BAP, a dos Planaltos, cujo destaque é a Chapada dos Parecis, e a das depressões, que pode ser visualizada a jusante do eixo da barragem, onde se localiza, em grande desnível, a cachoeira da Fumaça. No trecho a montante do reservatório o rio Jauru apresenta leito encaixado e em corredeiras, com matas ciliares alteradas ou suprimidas em vários segmentos das margens.

O clima da bacia do Jauru classifica-se como do tipo Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco, o mesmo considerado para a região do Manso; porém, a média anual da temperatura do ar oscila entre 22,2-24,3 °C, sendo que em janeiro situa-se entre 23,2-24,3 °C e em julho 20,1-22,5 °C, meses mais quentes e frios, respectivamente. A precipitação total anual varia entre 1.500-1.800 mm, com a estação de estiagem entre abril e setembro (Maitelli, 2005).

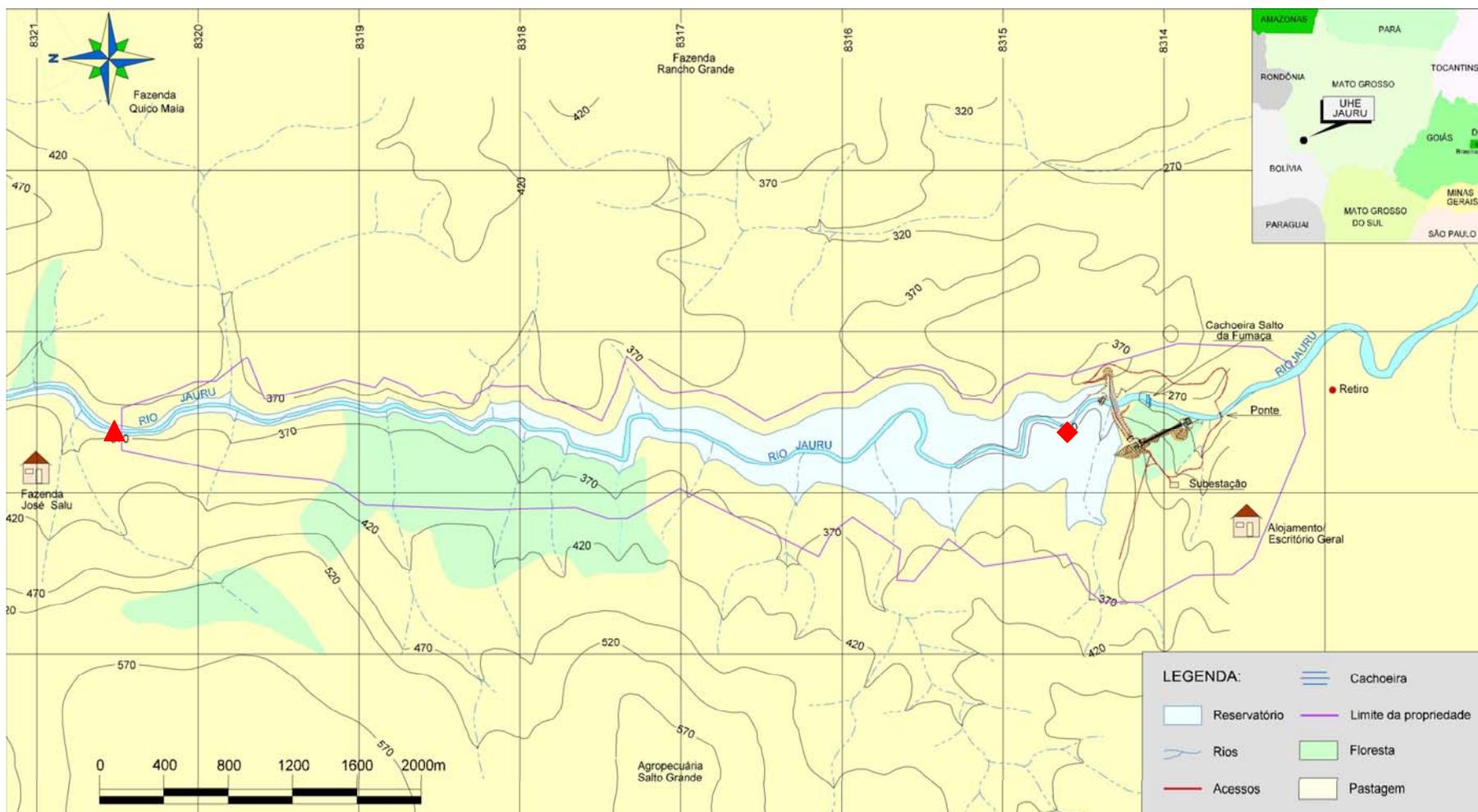


Figura 4: Mapa da área de entorno do AHE Jauru com a localização aproximada das estações de coleta.

Legenda: ▲ Jau10; ◆ Jau40. (modificado de HABTEC-QUEIROZ GALVÃO ENERGÉTICA, 2001).

O rio Jauru nasce na Chapada dos Parecis, às margens da rodovia BR 364. Próximos às suas cabeceiras nascem os rios Guaporé (afluente do rio Madeira que por sua vez deságua no rio Amazona em sua margem direita), Juruena, Arinos e Sangue (que formam o rio Tapajós) e, ainda, os rios Juba, Sepotuba e Santana que são, junto com o Jauru, afluentes do rio Paraguai. A proximidade entre essas nascentes decorre da horizontalidade do relevo, gerando suposições no local sobre a existência do fenômeno das *águas emendadas* (HABTEC-QUEIROZ GALVÃO, 2001). O solo dessa região de cabeceiras que se desenvolve sobre litologias do Grupo Parecis (arenitos da Formação Utiariti) é extremamente arenoso, recoberto por uma vegetação de transição floresta/cerrado, com predomínio de campo-cerrado, coincidente com a transição climática regional. As Areias Quartzosas estão recobertas por campos-cerrado na sua maior parte e, onde ocorrem em associação com Latossolos Vermelho-Amarelos, a cobertura vegetal passa da fitofisionomia de cerrado para floresta, caracterizando terras com alta fragilidade potencial (PRODEAGRO, 1995).

Especificamente sobre a vegetação, o empreendimento está inserido numa região de ecótono, mais precisamente no contado de Cerrado Arbóreo Denso com a Floresta Submontana Estacional Semidecidual. No entanto, a onde se localiza o reservatório, esteve recoberta por pastagens artificiais, com pequenos remanescentes florestais (GERAR, 1994).

A área de captação do reservatório do AHE Jauru é de cerca de 2.409 km<sup>2</sup>, sendo 29,6% áreas antropizadas, nas quais predomina a pecuária extensiva (17%) em pastagens artificiais com ou sem manejo; 8,55% são recobertos por Floresta Estacional Semi-Decidual e Mata de Galeria, 43,0% por Savana Arborizada Densa, 18,8% por Savana Arbustiva antropizada e campo sujo e 1,35% por campo natural e campo limpo (HABTEC-QUEIROZ GALVÃO ENERGÉTICA, 2001). A agricultura restringe-se as áreas mais altas da Chapada dos Parecis, próximo às cabeceiras do Jauru, onde predominam Latossolos Vermelho-Escuro com plantio de soja e milho. A pecuária extensiva ocorre principalmente nas redondezas do reservatório e das cidades circunvizinhas. Essa atividade é uma das principais responsáveis pelos intensos processos erosivos que ocorrem na bacia do rio Jauru, favorecidos pela fragilidade dos solos e retirada de vegetação de áreas de preservação permanente. Os usos da água a montante do reservatório restringem-se a dessedentação animal, recreação de contato primário e abastecimento de propriedades e comunidades rurais. O reservatório possui as seguintes características: i) Área inundada: ca. 3 km<sup>2</sup>; ii) Tempo de residência: 4 dias,

classificado como Classe A (Straškraba, 1999); iii) Potência instalada: 121,5 MW; iv) Tempo de enchimento: *ca.* 4 dias.

## **3.2. Inventário climático e hidrológico**

### **3.2.1. APM Manso**

Os dados de clima entre 1999 e 2002 para a região do APM Manso foram cedidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia, 2007), obtidos diretamente na estação meteorológica localizada na cidade de Cuiabá, 9º Distrito de Meteorologia, que dista cerca de 90 km da usina. Entre janeiro e abril/03, os dados foram cedidos pelo Departamento de Meio Ambiente de FURNAS e referem-se às medições realizadas na estação meteorológica instalada por essa empresa próximo à barragem. Dessa estação foram utilizados dados sobre temperatura média máxima e mínima do ar e pluviosidade total mensal durante todo o período deste estudo, bem como velocidade média mensal dos ventos para o ano de 2001.

Quanto às informações hidrométricas, foi possível obter os resultados das medições mensais de vazão afluente ao reservatório, considerando os rios Manso e Casca, de janeiro/01 até abril/03, também cedidos pelo Departamento de Meio Ambiente de FURNAS.

### **3.2.2. AHE Jauru**

Os dados de temperatura do ar e de precipitação para a região onde se insere o AHE Jauru foram cedidos pelo INMET (2007) e referem-se às medições realizadas na estação meteorológica de Cáceres, que dista cerca de 200 km da usina, entre julho/02 a abril/04.

Os resultados de vazão do rio Jauru a montante do reservatório foram cedidos por HABTEC-QUEIROZ GALVÃO ENERGÉTICA para o período deste estudo, cujas medições foram pontuais referentes ao dia da amostragem. Um histórico das vazões médias mensais foi obtido nos dados constantes do RIMA (GERAR, 1994) entre 1931 e 1988, medidos no rio Jauru no local onde foi implantada a hidrelétrica.

### 3.3. Inventário limnológico

#### 3.3.1. APM Manso

Durante o enchimento do reservatório do APM Manso, foram realizadas 11 campanhas de monitoramento, sendo que, entre 1-150 dias após o barramento do rio, as amostragens foram efetuadas mensalmente (dez/99 até abr/00) e entre 151-410 dias, bimestralmente (mai/00 e dez/00). Posteriormente a essa fase, mais 13 campanhas foram realizadas até abril de 2003, num total de 1.250 dias desde dez/99.

As coletas foram realizadas em sete estações de amostragem, sendo duas em ambiente lótico, nos rios Casca e Manso a montante do reservatório (Csc10 e Man10), duas nas zonas de transição flúvio-lacustre (Csc20 e Man20) e três no corpo central do reservatório (Csc30, Man30 e Man40) (Fig. 2). No rio as coletas foram feitas somente na superfície e nas estações de transição e de reservatório em diferentes profundidades, sendo que nas estações com profundidade abaixo de 20m, foram coletadas amostras de superfície e fundo, enquanto que naquelas com profundidades superiores a 20 m, com características de reservatório, as amostras foram coletadas na superfície, meio e fundo (Tab. I). O critério utilizado para a definição das diferentes profundidades de coleta refere-se à profundidade total da coluna d'água e a importância do local de coleta. Com isso, em Man40, estação de maior profundidade, mais próxima da barragem e que representa a junção dos dois braços do reservatório, foram amostradas até cinco profundidades na coluna d'água.

As variáveis: temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), turbidez (UNT), condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) e pH foram determinadas em campo com a sonda múltipla (YSI). A profundidade de desaparecimento do disco de Secchi- Zds (m) foi também determinada. Para as coletas de água nas diferentes profundidades para determinação das outras variáveis limnológicas, utilizou-se garrafa de Van Dorn. Visando a caracterização térmica e do perfil de oxigênio dissolvido (OD) do reservatório, foi utilizada uma Sonda Multiparâmetros (YSI) para Man40-30 e Csc30. A sonda determinou a temperatura e as concentrações de OD de 5 em 5 segundos, ao longo da coluna d'água.

Os procedimentos analíticos para as determinações do material em suspensão ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), da alcalinidade total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), do nitrogênio Kjeldhal-NKT ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), da amônia ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), do nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), do fósforo total-Pt ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), do potássio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ),

sódio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), magnésio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e do cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) seguiram os métodos descritos em AWWA/APHA (1995). A determinação do nitrogênio orgânico foi feita pela diferença entre o NKT e o nitrogênio amoniacal para os rios Manso e Casca, conforme descrito em NBR 13796/1997 (ABNT, 1997).

Tabela I: Descrição das amostragens limnológicas realizadas nas estações de coleta de APM Manso nas fases de enchimento-estabilização do reservatório.

Estações de coleta	Tipo de ambiente	Mês/ano do enchimento	Profundidades de coleta	Período amostrado
Man10	Lótico	-	Superfície	dez/99-abr/03
Csc10		-		
Man20	Transição flúvio-lacustre	Abril/00	Superfície	dez/99-abr/03
Csc20		Março/00	Superfície e Fundo	fev/01-abr/03
Man30	Lêntico	Janeiro/00	Superfície	dez/99-abr/03
Csc30		Janeiro/00	Meio e Fundo	fev/00-abr/03
Man40	Lêntico	Dezembro/99	Superfície e Fundo	dez99-jan/00
			Superfície, Meio e Fundo	fev/00-dez/00
			Quatro profundidades	fev/01-out/01
			Cinco profundidades	dez/01-abr/03

As amostras destinadas à análise quantitativa do fitoplâncton foram obtidas com frascos de polipropileno, a aproximadamente 30 cm da superfície; o material coletado foi fixado em solução de lugol acético (Willén, 1962). O método empregado para a determinação da densidade foi o proposto por Utermöhl (1958), pelo qual o material coletado foi sedimentado em câmaras tubulares e, posteriormente, examinado em microscópio óptico invertido. A densidade celular foi estimada em número de indivíduos por mililitro ( $n^{\circ}$  ind.  $\text{ml}^{-1}$ ). A diversidade foi calculada de acordo com o índice proposto por Shannon-Wiener (Odum, 1988). A riqueza foi obtida com os dados das análises quantitativas.

### 3.3.2. AHE Jauru

O monitoramento limnológico do rio Jauru e do reservatório foi realizado nos meses de outubro/02 (30 dias após o final do enchimento), dezembro/02, fevereiro,

abril, julho e outubro/03 e abril/04. Foi selecionada uma estação no rio Jauru (Jau10), a montante do reservatório, e uma no reservatório, na região limnética, a cerca de 200 m da barragem (Jau40) (Fig. 3).

As concentrações de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) foram determinadas em campo com oxímetro WTW, nas três profundidades. Porém, nas campanhas de outubro e dezembro/02 e em fevereiro/03 os resultados de OD e temperatura da água na coluna d'água foram obtidos através do perfil com sonda multiparâmetros YSI. A Zds (m) foi também determinada. Para coleta de água nas profundidades de meio e fundo do reservatório, utilizou-se garrafa de Van Dorn. As variáveis analisadas e os métodos adotados são os mesmos mencionados para o reservatório de Manso.

As amostras destinadas à análise quantitativa do fitoplâncton foram obtidas com frasco de polipropileno, a aproximadamente 30 cm da superfície e o material coletado foi fixado em solução de lugol acético (Willén, 1962). Os estudos para identificação e contagem dos organismos em laboratório seguiram as mesmas metodologias descritas para o reservatório de Manso.

### **3.4. Tratamento dos dados**

#### **3.4.1. APM Manso**

Para a análise temporal das variáveis físicas e químicas dos rios Manso e Casca, os resultados mensais do período estudado foram discutidos num capítulo separado das estações do reservatório, devido as fortes relações com a bacia hidrográfica, que são distintas das observadas no reservatório. As estações de reservatório, por sua vez, foram discutidas em conjunto com os rios, tendo em vista a influência que esses exercem sobre o reservatório, a importância em se analisar o perfil longitudinal no sentido rio-barragem e as modificações ocorridas com a formação desse ambiente, tendo o rio como *back ground*.

Tendo em vista analisar as variações limnológicas longitudinais no sentido rio-barragem, nas duas fases selecionadas (enchimento e estabilização), foram avaliadas as médias temporais para todas as estações de coleta, porém para os rios e Man20 e Csc20 na fase de enchimento, foram usados os valores absolutos. A fase de estabilização corresponde ao início da operação da usina, cuja primeira campanha foi realizada em fev/01, estendendo-se até abr/03. Nessa fase, como foram feitas duas amostragens nas

estações de transição a variação temporal foi feita com amostras da superfície e de fundo. Nas outras estações de coleta em que sempre foram contemplados os perfis verticais em ambas as fases do reservatório, ao menos com duas amostragens na coluna d'água, a média considerada foi calculada a partir de todos os pontos, desde a superfície até o fundo.

Para a análise das variações verticais, foram calculados os desvios padrão das médias para cada variável, em cada estação de coleta do reservatório, em ambas as fases estudadas (enchimento e estabilização). O DP foi calculado somente para as estações do corpo central do reservatório (Man40-30 e Csc30), ou seja, que tiveram mais de duas amostragens verticais.

O tempo zero foi dezembro/99, quando começou o enchimento em Man40. Para as outras estações de coleta, as variações iniciaram-se no mês do respectivo enchimento (Tab. I).

Para verificar a existência de estratificação térmica nas estações do corpo central do reservatório (Csc30, Man30-40), calculou-se a Resistência Térmica Relativa (RTR). Para tanto, foram utilizados os dados de temperatura da água obtidos no perfil vertical. Essa relação indica quantas vezes seria maior a energia (*e.g.* velocidade do vento) para desestratificar a coluna d'água, em relação a um sistema no qual a estratificação situa-se entre 4 e 5 °C (Schäfer, 1985). Esses cálculos foram feitos com o intuito de definir as camadas de diferentes densidades, ou seja, a ocorrência de estratificação da coluna d'água e a identificação de epilímnio e hipolímnio. Em todas as estações em maio/00 e abril/01, não foram obtidos esses dados.

As variações longitudinais rio-barragem e as verticais da coluna d'água foram apresentadas em capítulos separados na fase de enchimento. Contudo, na fase de estabilização foram apresentadas conjuntamente, pois as variações verticais foram similares à fase anterior, não havendo necessidade de novos detalhamentos.

Para os resultados abaixo do limite de detecção do método analítico, para fins de construção das figuras e tratamento estatístico, adotou-se o valor do limite, sendo: NKT, nitrato e fósforo total 0,02 mg.L<sup>-1</sup>, amônia 0,01 mg.L<sup>-1</sup>, material em suspensão 2,0 mg.L<sup>-1</sup>, potássio, sódio e magnésio 1,0 mg.L<sup>-1</sup>, cálcio 0,1 mg.L<sup>-1</sup>. A Análise de Variância (ANOVA) foi utilizada como ferramenta estatística para se identificar as variações significativas espaciais (longitudinais e verticais) e temporais. Para tanto, comparou-se a época de chuva com a de estiagem e a fase de enchimento (dez-99-dez00) com de estabilização do reservatório (fev-01-abr-03). Em cada uma dessas

etapas, foram verificadas as diferenças espaciais longitudinais e verticais, bem como as diferenças entre uma fase e outra etapa (chuva e estiagem ou enchimento e estabilização) numa mesma estação de coleta. Com isso, considerou-se a hipótese  $H_0$  como verdadeira quando as comparações entre as médias fossem diferentes, para  $p \leq 0,005$ . Antes da aplicação da ANOVA, calculou-se a grau de normalidade dos dados através de programa estatístico (Systat 11.0).

Para Man40, compararam-se entre si os resultados obtidos na superfície, meio e fundo nas fases de enchimento e estabilização, com o intuito de verificar as variações entre uma fase e outra numa mesma profundidade de coleta. A definição do *meio* foi feita considerando a metade da coluna d'água, a partir da profundidade máxima do local no momento da amostragem, e foi adotada no tratamento estatístico em Man40 visando permitir a comparação entre as duas fases, uma vez que em ambas foram, em praticamente todas as coletas, feitas no mínimo esses três pontos na coluna d'água. Permitiu ainda comparações entre as estações Man30 e Csc30, onde foram amostradas essas três profundidades em quase todo o período de estudo. Com isso, especificamente em Man40, os gráficos de variação temporal entre fevereiro e outubro/01 foram confeccionados com a média de quatro profundidades e, a partir de outubro/01 até abril/03, a média foi calculada utilizando-se os dados obtidos nas cinco profundidades da coluna d'água e não somente em três (superfície, meio e fundo) usadas nas ANOVA. Ressalta-se que, nas amostragens com quatro profundidades em Man40, os resultados do *meio* da coluna d'água referem-se à média entre a terceira e a quarta profundidade.

Outra ferramenta estatística utilizada foi o Índice de Correlação de Pearson, aplicado entre algumas variáveis climatológicas, hidrológicas e limnológicas e entre estações de coleta para uma mesma variável limnológica, onde foram considerados significantes os resultados com índice acima de 80%.

Especificamente para o fitoplâncton, os dados foram discutidos conjuntamente entre os rios e as estações do reservatório, tendo em vista a ocorrência restrita dessa comunidade nos ambientes lóticos e a necessidade em se fazer comparações com as estações do reservatório, o que tornaria repetitiva a discussão. Na abordagem dessa comunidade, tanto para o reservatório de Manso como para o de Jauru, adotou-se o conceito de modelo de habitat que vem sendo aplicado ao fitoplâncton (*sensu* Reynolds *et al.*, 2002; Anexo 7). Nesse caso, foram utilizadas diferentes características biológicas com o intuito de incluir espécies em grupos funcionais coerentes, cuja performance reflita importantes processos como crescimento, perda, absorção de nutrientes e

permitam predizer características diferentes dos ambientes (Huszar & Caraco, 1998; Southwood, 1977 *apud* Loverde-Oliveira, 2005).

### **3.4.2. AHE Jauru**

Os resultados das variáveis físicas e químicas do rio Jauru foram plotados e discutidos separadamente em gráficos de variação temporal, assim como foi feito com os dos rios Manso e Casca.

Para o reservatório, foram gerados gráficos de variações temporais juntamente com os dados do rio Jauru, adotando o tempo zero como sendo a primeira campanha após o final do enchimento, realizada em outubro/02. Para verificar a significância dos resultados, utilizou-se a ferramenta ANOVA pela qual se compararam as variações das épocas de chuva e estiagem no rio e no reservatório separadamente e esses dois ambientes entre si para os dados de superfície da água. Foram ainda feitas comparações entre as três profundidades amostradas no reservatório (superfície, meio e fundo). Adotaram-se as mesmas validações de hipótese usadas em Manso e o mesmo teste de normalidade.

Para algumas comparações adotou-se o índice de correlação de Pearson, considerando significativo valor acima de 80%.

No reservatório de Jauru, não foi possível separar as fases de enchimento e estabilização, pois a primeira durou cerca de 5 dias e a amostragem inicial após a formação do reservatório foi realizada um mês depois. Com isso, tem-se somente a fase de estabilização, na qual as variações longitudinais e verticais foram apresentadas em conjunto. Os dados de perfil de temperatura da coluna d'água e OD, obtidos com a sonda nos meses de dezembro/02 e fevereiro/03, foram usados para cálculo do RTR e plotados em gráficos com a profundidade da coluna d'água. Em fevereiro/03 não foi obtido perfil de OD.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Variações climáticas e hidrológicas

#### 4.1.1. Bacia do rio Cuiabá-Manso

A variação histórica da média da temperatura do ar na cidade de Cuiabá oscila entre 23,2 e 25,6 °C, valores considerados relativamente altos que são influenciados principalmente por fatores geográficos, como a continentalidade, latitude e altitude e pela circulação atmosférica regional, onde a distância da costa brasileira impede a ação moderadora dos oceanos, o que condiciona a região à ocorrência de altas temperaturas (Maitelli, 2005).

Nas épocas chuvosas, o elevado teor de umidade do ar, aliada à nebulosidade, resulta em maior equilíbrio térmico, diminuindo as amplitudes diárias (Maitelli, 2005) e, por conseguinte, as amplitudes mensais de temperatura do ar, visto pela menor diferença entre a média das máximas e das mínimas observado no decorrer deste estudo, entre os meses de fevereiro e março e novembro e dezembro (Fig. 5). As menores médias da temperatura do ar foram registradas entre os meses de maio e julho. Nesses meses até setembro ocorreu também uma maior amplitude térmica na região. O menor valor da média das mínimas desse período foi registrado em julho (17 °C) e o maior valor da média das máximas em setembro (34,4 °C) (Fig. 5). Maitelli (2005) menciona que as temperaturas máximas em Mato Grosso coincidem com o final da estiagem (setembro e outubro), porque o Sol, em seu caminho aparente, está sobre os paralelos da região Centro-Oeste, causando intensa radiação. A autora comenta que as maiores amplitudes térmicas e menores temperaturas médias coincidem com as menores taxas de precipitação (Fig. 6) e tem relação com a ocorrência de resfriamentos significativos devido à influência da Frente Polar que avança. Esse fenômeno é conhecido regionalmente como *frente fria* ou *friagem*, que influencia de forma expressiva na estrutura vertical de reservatórios com até 30m de profundidade, aliado à ação dos ventos (Tundisi, et al. 2004), sendo ambas as funções de força importantes na época da estiagem, cujos efeitos nas fases de enchimento e estabilização do reservatório do APM Manso foram observados.

Os resultados das medições do vento na estação meteorológica de FURNAS em 2001 indicaram que, na época chuvosa, a velocidade média registrada foi de  $1,6 \text{ m.s}^{-1}$ , oscilando entre  $1,5 \text{ m.s}^{-1}$  (dezembro) e  $1,8 \text{ m.s}^{-1}$  (abril) e na estiagem a média foi de  $2,06 \text{ m.s}^{-1}$ , oscilando entre  $1,7 \text{ m.s}^{-1}$  (outubro) e  $2,3 \text{ m.s}^{-1}$  (junho) (Fig. 6). As velocidades das rajadas de vento variaram entre  $11,5 \text{ m.s}^{-1}$  (novembro) e  $19,7 \text{ m.s}^{-1}$  (junho e outubro), sem uma nítida tendência sazonal. Porém, destaca-se que velocidades acima de  $10,0 \text{ m.s}^{-1}$  durante mais de 3 horas seguidas só foram registradas na época da estiagem, sem ocorrência de chuvas, sendo que em junho (dia 17) e julho (dia 27) ventos acima desse valor foram medidos por 21 horas seguidas, quando houve também brusca queda da temperatura do ar. Por outro lado, no período chuvoso, velocidades acima de  $10 \text{ m.s}^{-1}$  foram observadas por no máximo 3 horas seguidas, quase sempre com ocorrência de chuva e com discreta diminuição da temperatura do ar.

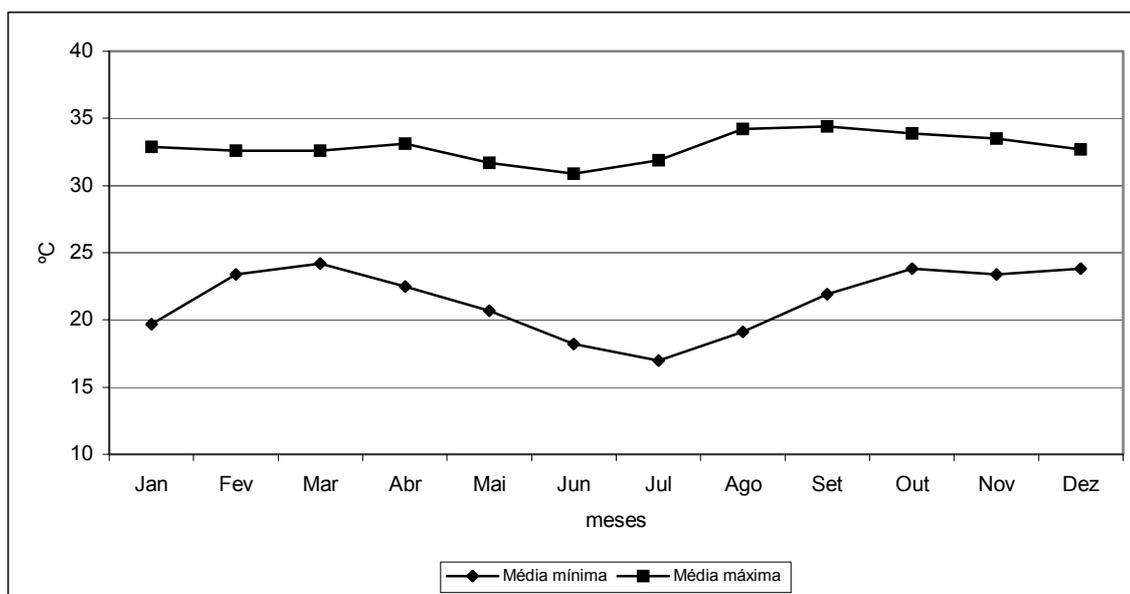


Figura 5: Variação mensal das temperaturas médias máxima e mínima do ar em Cuiabá, entre 1999 e 2002 (Fonte: INMET, 9º Distrito de Meteorologia).

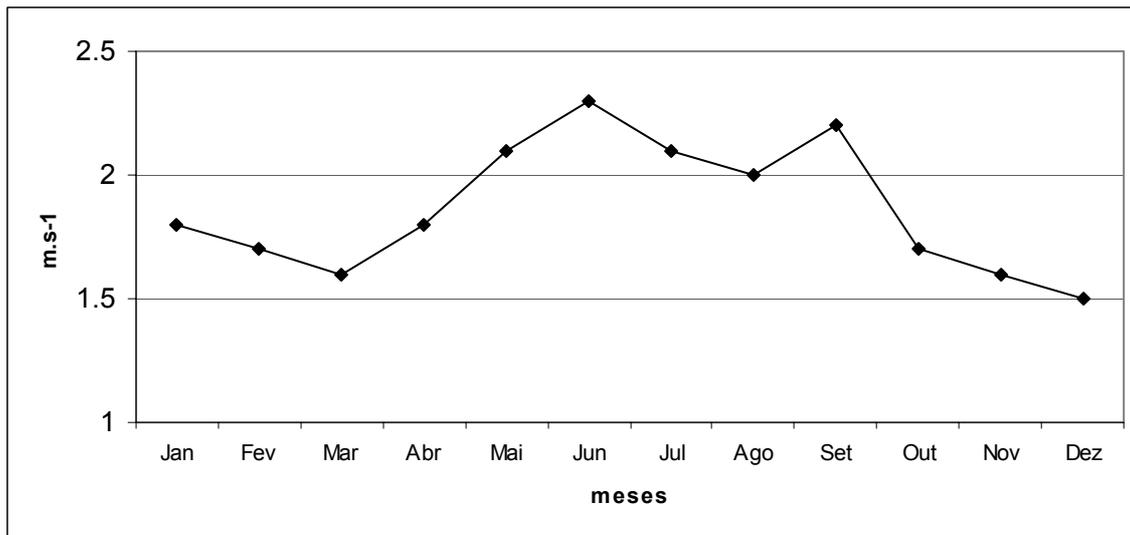


Figura 6: Variação mensal média da velocidade do vento ( $m.s^{-1}$ ) em 2001 próximo ao reservatório do APM Manso (Fonte: Estação Meteorológica de FURNAS no APM Manso).

O regime de chuvas na bacia do rio Manso é nitidamente sazonal, como em toda a bacia do rio Cuiabá e na Região Hidrográfica do Paraguai. No entanto, o período de transição entre a época chuvosa e de estiagem varia entre os anos. Por exemplo, em abril/02 choveu ao todo 30,2 mm, mas no mesmo mês de 2001, a pluviosidade total foi de 178,8mm, maior que meses tipicamente chuvosos, como fevereiro/01, quando choveu somente 35,0 mm (Fig. 7). Considerando a dificuldade em definir claramente o período do ano pertencente aos meses de transição (abril e outubro), optou-se por situar abril como mês chuvoso e outubro como de estiagem, uma vez que nos meses anteriores a esses predominaram condições hidrológicas nos corpos d'água referentes a cada um dos períodos, chuva e estiagem, respectivamente.

A sazonalidade de chuva na região pode ser considerada uma das principais forças controladoras da dinâmica hidrológica dos rios da bacia do Cuiabá, uma vez que as respostas desses ambientes, principalmente nas partes alta e média das bacias, são quase concomitantes à ocorrência das chuvas (Figueiredo & Salomão, *no prelo*; Rocha, 2003). Essa condição é evidenciada comparando-se a variação do somatório das vazões dos rios Manso e Casca, a montante do reservatório de Manso, com a quantidade de chuva na bacia no mesmo período (Estação Meteorológica do APM Manso), como apresentado na Figura 8. Com base na Análise de correlação de Pearson, considerando

todos os meses, obteve-se um percentual entre essas variáveis de 81,7%. Retirando os meses de transição (abril e outubro), a correlação aumentou para 86,7%.

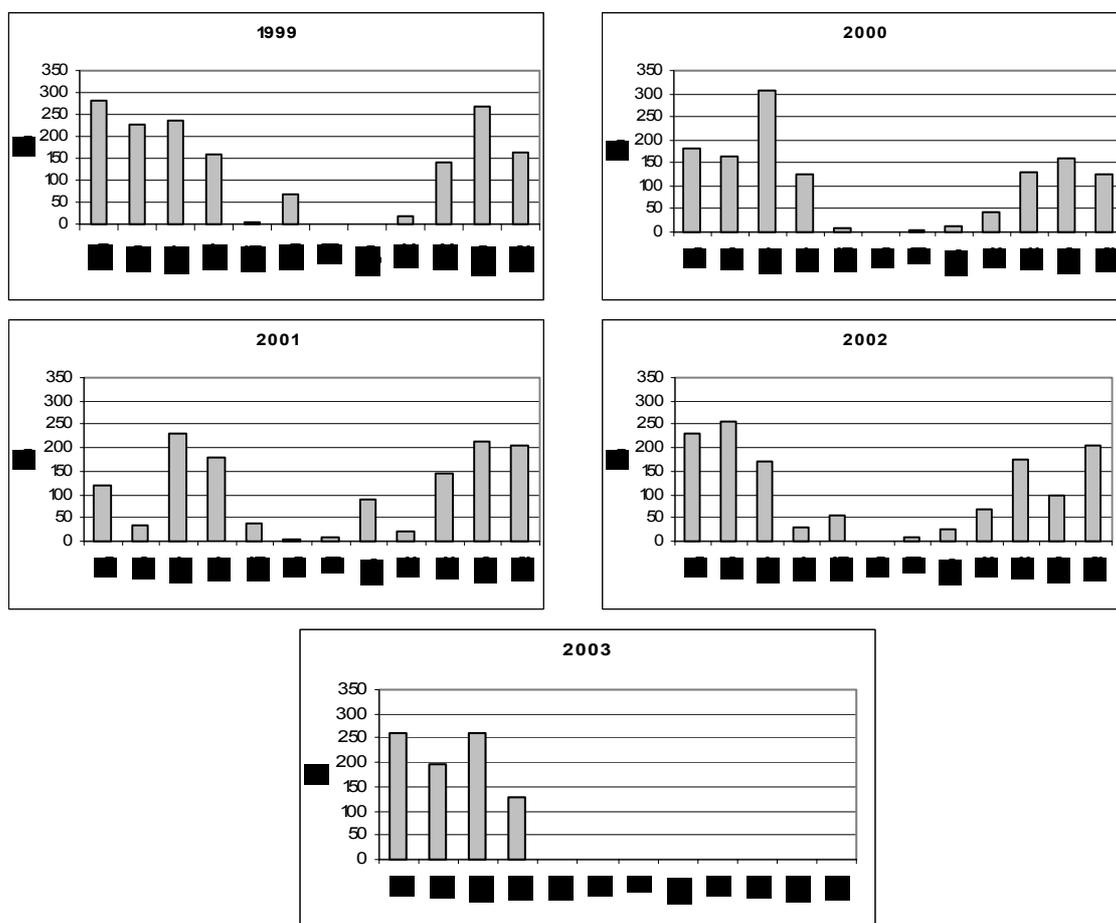


Figura 7: Variação da pluviosidade mensal entre janeiro/1999 e abril/2003 em Cuiabá e próximo ao reservatório do APM Manso (Fonte: INMET, 9º Distrito de Meteorologia até dez-02 e Estação Meteorológica de FURNAS no APM Manso).

As sub-bacias de Manso e Casca são semelhantes quanto à conformação topográfica e área de drenagem (Neto *et al.*, 1993), contudo, o curso principal do rio Manso se desenvolve sobre metassedimentos de fácies finas e de baixa permeabilidade (Cinturão Orogênico Paraguai-Araguaia), ou seja, ocupando parte do MP5 e parte do MP1, e a maior parte do rio da Casca se desenvolve sobre formações areníticas, com alto índice de permeabilidade (Bacia Sedimentar do Paraná) onde se inserem quase que totalmente no compartimento morfoedológico MP1, localizado nas partes altas do Planalto dos Guimarães (Salomão *et al.*, *no prelo*). Essa diferenciação geológica implica

em um regime mais torrencial no rio Manso em relação ao Casca, com picos de cheia mais elevados e estiagens mais pronunciadas (Neto *et al.*, 1993).

Se o regime de chuvas provoca uma rápida resposta, dada pela vazão dos rios da bacia do Manso no trecho avaliado, também ocasionará mudanças nas características físicas, químicas e biológicas desses ambientes. As chuvas alteram o fator de diluição da água, com o aumento do volume dos rios, e aumentam os aportes de materiais da bacia de drenagem para dentro desses corpos d'água, com o aumento do escoamento superficial na bacia, sejam esses materiais de origem orgânica ou inorgânica, natural ou antrópica. Com isso, ocorrem importantes mudanças na concentração de substâncias e no funcionamento dos ecossistemas aquáticos, com implicações nas características dos tributários e do reservatório (rios Manso e Casca).

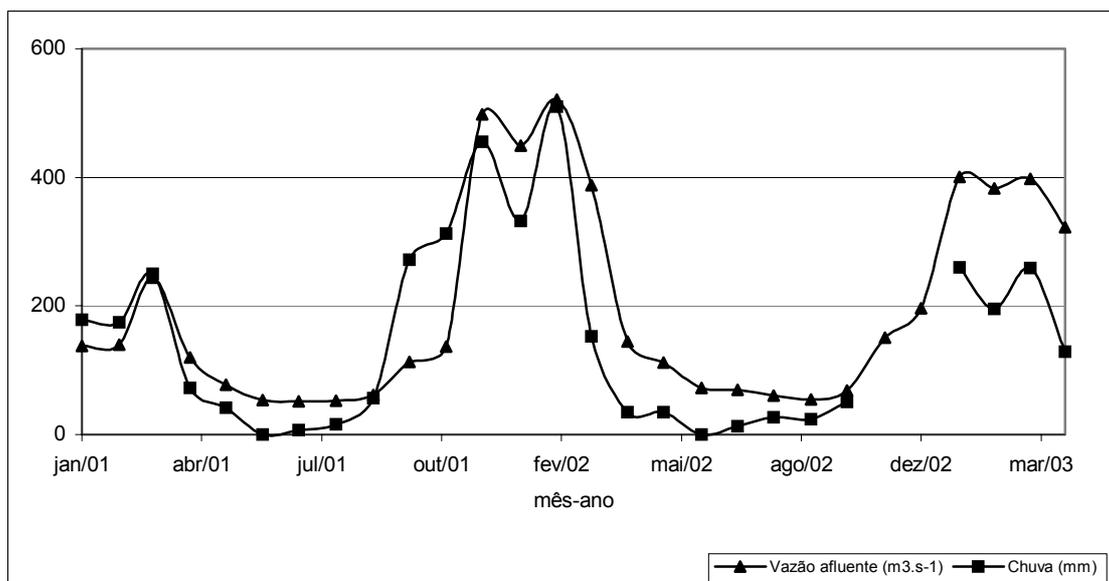


Figura 8: Variação da vazão afluente mensal ao reservatório de APM Manso, referente aos rios Manso e Casca, e pluviosidade mensal total próxima ao reservatório do APM Manso, entre janeiro/01 e abril/03 (Fonte: Estação Meteorológica de FURNAS no APM Manso).

#### 4.1.2. Bacia do rio Jauru

O clima na bacia do rio Jauru é similar ao do rio Cuiabá, sendo ambos classificados como Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco (Maitelli, 2005). As variações médias das temperaturas máximas e mínimas do ar, medidas na estação meteorológica mais próxima ao AHE Jauru (Cáceres), oscilaram entre 31,2 (julho/02)-36,3 °C (outubro/02) e 16,0 (agosto/03)-24,0 °C (março/04), respectivamente. As maiores amplitudes térmicas foram verificadas entre os meses de maio e setembro, que coincidem com o período de estiagem na região (Fig. 9), cujos fenômenos atmosféricos são os mesmos que ocorrem na bacia do rio Cuiabá.

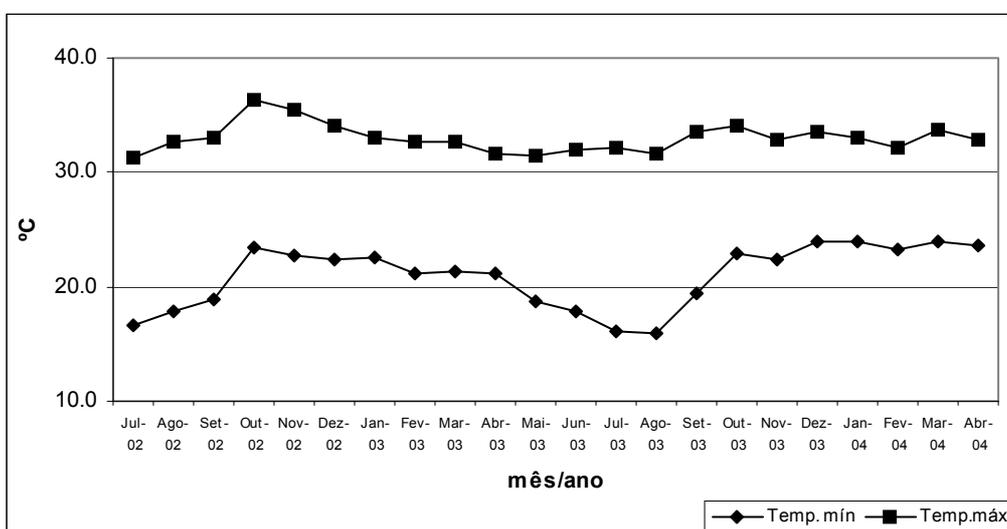


Figura 9: Variação mensal das médias das temperaturas máxima e mínima do ar em Cáceres, entre julho/02 e abril/04 (Fonte: INMET, 9º Distrito de Meteorologia).

A precipitação total entre os anos de 2002 e 2003 foi nitidamente sazonal, porém no final de 2003 e início de 2004, a pequena quantidade de chuvas em dezembro/03 foi atípica para o período. Os meses de abril e maio podem ser considerados de transição entre a época de chuva e estiagem na região (Fig.10).

A vazão do rio Jauru, a montante do reservatório, nos meses em que foram feitas as medições, oscilou entre 61,14 (outubro/02) e 102,7  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (fevereiro/01, Fig. 11). Essas medições foram pontuais e referiram-se aos dias da amostragem, coincidentes com as coletas limnológicas, uma vez que, imediatamente após a chuva ou durante a sua ocorrência, observou-se elevação do nível da água do rio Jauru de forma abrupta, com

diminuição na mesma velocidade, com extremas oscilações no mesmo mês, especialmente no período chuvoso, devido ao regime fortemente torrencial desse rio, como pode ser observado *in loco*. Essa oscilação é favorecida pela declividade do relevo, localização do rio na bacia, leito em vale encaixado e intensas precipitações em poucas horas. Além disso, os usos do solo na bacia podem acentuar as variações do nível da água do rio Jauru, pois a retirada de praticamente toda a vegetação nativa na área de entorno ao rio, inclusive de matas ciliares, e o manejo inadequado do solo para a pecuária, intensifica o escoamento superficial e a velocidade com que as enxurradas chegam ao rio aumenta. Outra característica da bacia que favorece essas variações de vazão é o tipo de solo predominante na área de entorno, Latossolo Vermelho-Escuro, cuja textura argilosa tem boa resistência à erosão superficial e mais susceptível à erosão em profundidade (Moreira & Vasconcelos, 2007), condição que diminui a capacidade de infiltração e favorece o escoamento superficial.

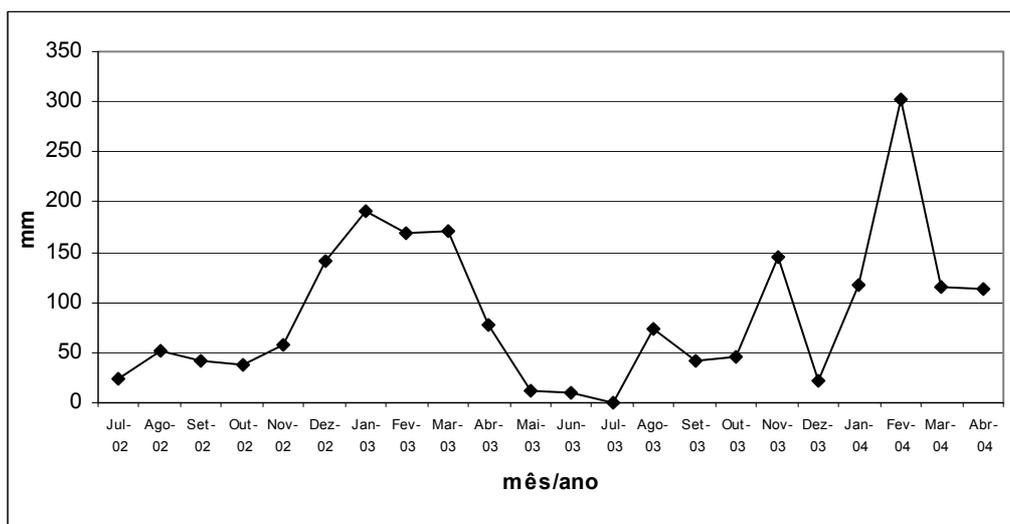


Figura 10: Variação da pluviosidade total mensal entre julho/02 e abril/04 em Cáceres (Fonte: INMET, 9º Distrito de Meteorologia)

Os resultados das médias históricas mensais de vazão líquida, que podem ser extrapolados para o período deste estudo, indicaram que as maiores médias ocorrem no mês de março ( $89,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), quando há um pico na vazão, e as menores em novembro ( $44,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), com diminuição gradual entre esses meses (Fig. 12). A correlação entre a vazão média histórica e a quantidade de chuvas durante o ano de 2003 foi baixa (61%),

condição que se explica principalmente pelo regime fortemente torrencial do rio Jauru, onde a amplitude da vazão num mesmo mês é grande.

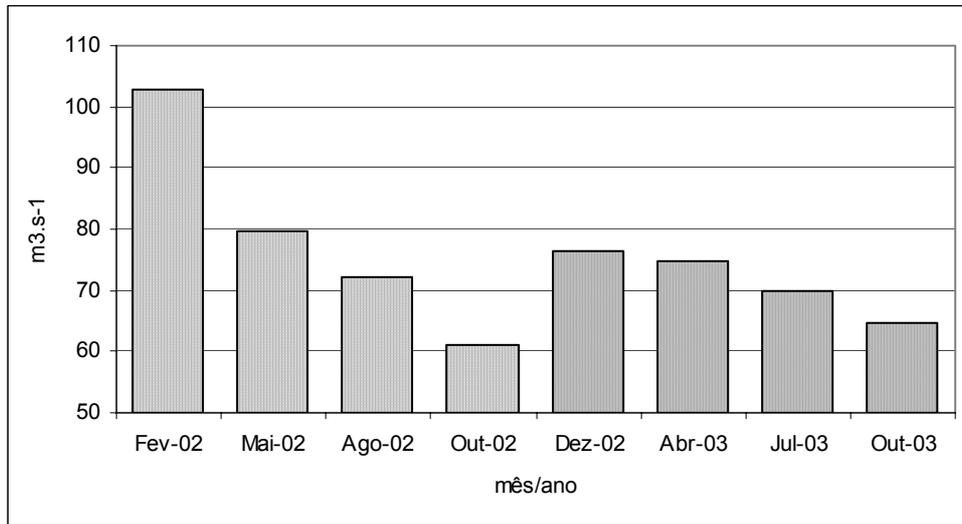


Figura 11: Vazão mensal do rio Jauru, afluente ao reservatório do AHE Jauru, entre fevereiro/02 e outubro/03.

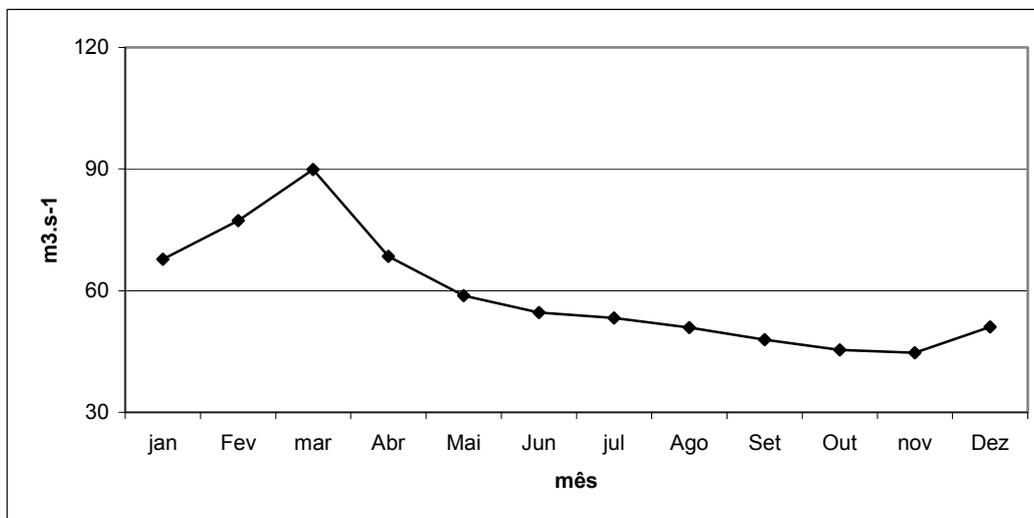


Figura 12: Vazão média mensal do rio Jauru no local do AHE Jauru, entre 1931 e 1988 (Fonte: GERAR, 1994).

## 4.2. Dinâmica limnológica dos rios e relações com as bacias hidrográficas

### 4.2.1. Rios Manso e Casca

Nos rios Manso e Casca, principais afluentes ao reservatório de APM Manso, a temperatura da água registrada no momento da coleta oscilou entre 23,0 (junho/02)-30,1 (outubro/02) e 22,6 (junho/00)-27,9 (outubro/01), respectivamente. Apesar dos menores resultados terem ocorrido em junho, que coincidem com as menores temperaturas médias do ar, não houve significativa variação sazonal, mas verificou-se uma tendência de menores valores entre maio e agosto e maiores em outubro e abril (Fig. 13). Os resultados no rio Manso foram nitidamente maiores do que no rio Casca. Dois aspectos básicos devem ter contribuído para esses resultados: i) temperatura do ar, uma vez que é um dos principais fatores responsáveis pela variação da temperatura da água em rios, sendo que em 14 das 21 campanhas de monitoramento, os resultados dessa variável no momento da coleta foram maiores no rio Manso; ii) tendência de maiores resultados de material em suspensão no rio Manso em relação ao Casca, condição que eleva o conteúdo de calor na água, pois esses materiais absorvem radiação subaquática (Reid & Wood, 1976 *apud* Maier, 1978).

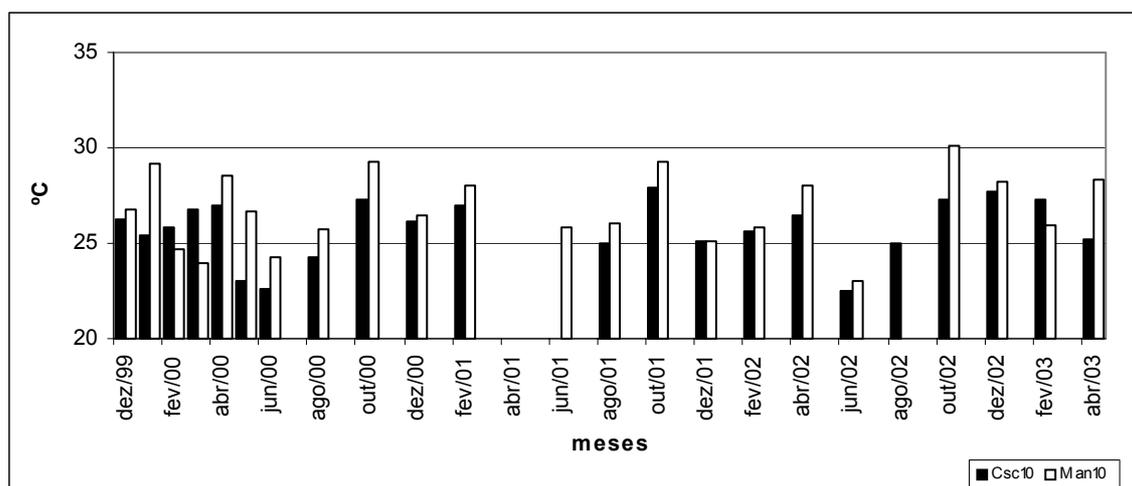


Figura 13: Variação da temperatura da água (°C) nos rios Manso e Casca no momento da coleta, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

Estes rios apresentaram resultados significativamente maiores de turbidez e material em suspensão (MS) e menores de Zds nos meses chuvosos em relação à estiagem (Figs. 14-16).

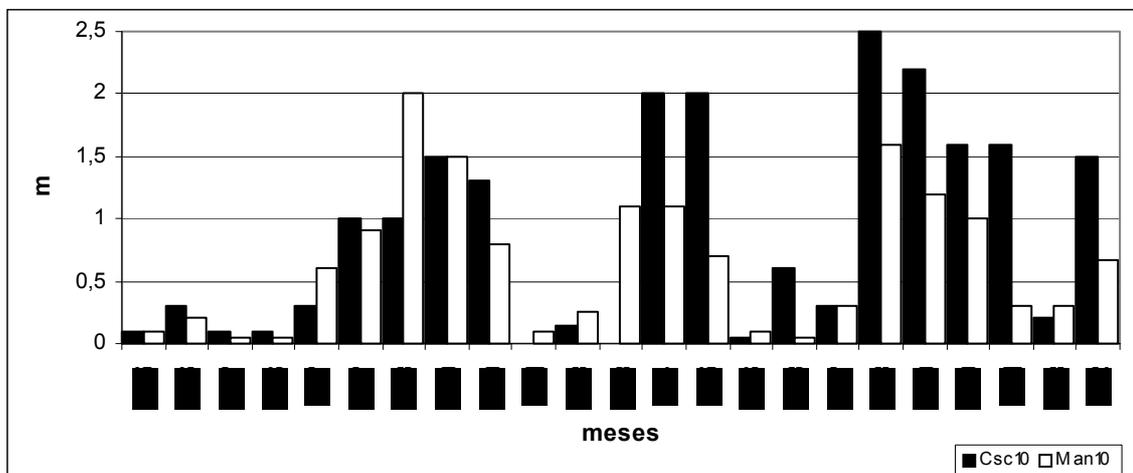


Figura 14: Variação da Zds (m) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

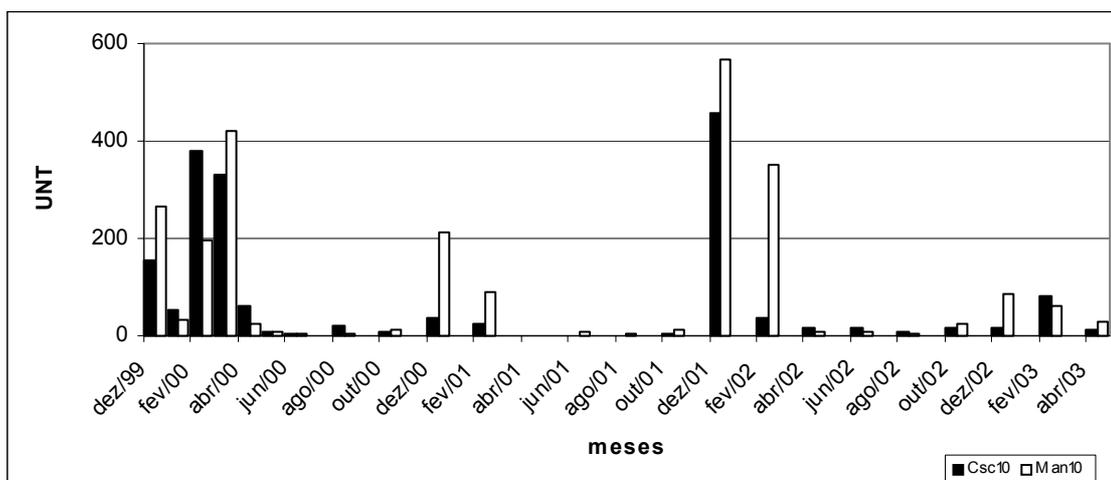


Figura 15: Variação da turbidez (UNT) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

Na época das chuvas, aumenta o escoamento superficial nas bacias hidrográficas, levando ao incremento no aporte de materiais para os corpos d'água que modificam as condições dessas variáveis em relação à estiagem. Esse escoamento superficial é favorecido, na área de drenagem dos rios Manso e Casca, pela predominância de solos do tipo Areias Quartzosas (exceto nascentes do rio Manso),

susceptíveis à erosão superficial e profunda (Moreira & Vasconcelos, 2007). Além dessa característica, deve-se considerar ainda a dimensão humana, pois os intensos usos da terra pelas atividades agropecuárias e mineradoras, ambas comumente adotando práticas inadequadas de manejo do solo, intensificam o aporte de materiais para o leito dos rios Manso e Casca com as chuvas.

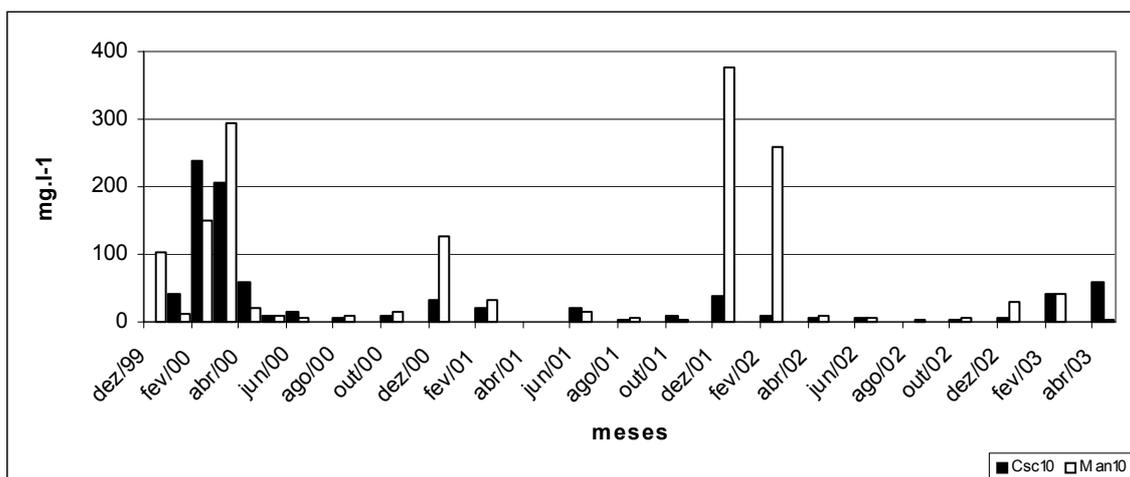


Figura 16: Variação do material em suspensão ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

Em uma bacia hidrográfica, a topografia e a composição dos solos exercem razoável influência sobre o aspecto ótico das águas dos rios que a compõem, onde durante o período de chuva, grandes quantidades de partículas são erodidas do solo da bacia e carregadas pelas águas, resultando num acentuado aumento da turbidez (Maier, 1978), bem como na concentração de MS e na diminuição da Zds, todas variáveis correlatas. O uso e a ocupação do solo por agricultura em larga escala e mineração na sub-bacia do rio Manso, pode ter influenciado no aumento do aporte de materiais para o rio Cuiabá, principalmente no período chuvoso, quando aumenta a erosão pela ação da chuva, indicado pelos valores de turbidez, fósforo e material em suspensão na água (Figueiredo, 1996).

No rio Mogi-Guaçu, Brigante *et al.* (2003) observaram elevadas concentrações médias de material em suspensão inorgânico, que indica a soma das contribuições tanto naturais, representada pelo intemperismo físico e químico das rochas, quanto antrópica, associada à erosão e à lixiviação do solo da bacia e ao seu transporte, por meio da área de drenagem, favorecidas por práticas agrícolas inadequadas.

No Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP, 1997) é mencionado que a fonte de sedimentos mais ativa do rio Cuiabá localiza-se na bacia do rio Manso, cujo rio principal produz em média  $272 \text{ t/km}^2 \cdot \text{ano}^{-1}$ , medido próximo à foz no rio Cuiabá, sendo a quarta maior produção dessa bacia em relação aos onze rios monitorados. A jusante do reservatório, o rio Manso passa a ter comportamento de rio planície, o que significa que a maior parte da produção de sedimentos atualmente ocorre a montante do reservatório de Manso.

Os mais altos resultados de Zds (2,5m em junho/02) e os mais baixos de turbidez (2 UNT em agosto/01) e MS ( $1 \text{ mg.L}^{-1}$  em agosto/02) foram mensurados no rio Casca (Figs. 14-16) na estiagem. A maior capacidade de infiltração da água da chuva na bacia do Casca em relação ao Manso é um fator que influencia também na menor capacidade de escoamento superficial dessa bacia que, por conseguinte, desfavorece o aporte de materiais que diminuem a transparência e aumentam a turbidez e o material em suspensão do rio Casca e afluentes. Por outro lado, é possível também que, aliado às condições mencionadas, o estado de conservação da bacia, especialmente das áreas de preservação permanente (matas ciliares, nascentes, encostas), tenham influência sobre os resultados dessas variáveis nesses dois rios. Porém, algumas observações *in loco* sugerem que na área de drenagem do rio Manso ocorram mais áreas degradadas pelo manejo inadequado do solo que na do Casca, que drena parte de duas unidades de conservação, o Parque Nacional de Chapada dos Guimarães e a Área de Proteção Ambiental Estadual de Chapada dos Guimarães.

A condutividade elétrica da água constitui uma das variáveis limnológicas mais importantes, visto que pode fornecer informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, como sobre fenômenos importantes que ocorram em sua bacia de drenagem (Esteves, 1998). Quanto ao conceito pentadimensional mencionado por Barbosa & Espíndola (2003), a condutividade elétrica dos rios tem relação com todas as dimensões citadas, uma vez que: i) as condições geológicas das nascentes até a foz podem influenciar a liberação de íons para o rio de forma que a concentração se altere no sentido longitudinal; ii) o tipo de solo, o estado de conservação das matas ciliares e a vegetação da bacia disponibilizam maior ou menor quantidade de íons que serão transportados até os rios (dimensão lateral); iii) se um rio possui forte relação com o lençol subterrâneo, as condições hidrogeoquímicas da água irão influenciar a condutividade desse rio (dimensão vertical); iv) as atividades antrópicas de uso do solo e da água, nesse caso relacionada principalmente a diluição pontual ou difusa de

resíduos, tende a aumentar a condutividade elétrica dos rios; v) o período de chuvas em uma bacia (dimensão temporal) pode, por um lado, aumentar o fator de diluição de íons na água diminuindo a condutividade e, por outro, aumentar o aporte de materiais pelo escoamento superficial aumentando a condutividade.

A análise dessa variável limnológica nos rios afluentes ao reservatório indicou que os resultados no Manso foram significativamente maiores que no Casca (Fig. 17) e que os principais íons responsáveis por esse resultado foram o cálcio e o magnésio, cujas concentrações também foram maiores no rio Manso. As nascentes do rio Manso localizam-se em uma formação geológica distinta do rio Casca, pertencente ao compartimento morfopedológico MP5 (Salomão *et al.*, *no prelo*). Nessa unidade de paisagem ocorrem rochas carbonáticas da Formação Araras menos resistentes ao intemperismo químico, onde, em geral, vertentes de serras e morros apresentam baixa infiltração das águas de chuva. Com isso, além das condições geológicas, infere-se que o escoamento superficial elevado também favoreça o aumento da disponibilidade de íons para o rio Manso. Já nas cabeceiras do rio Casca e em quase toda a sua área de drenagem, a predominância de solos do tipo Areias Quartzosas [que são muito pobres em íons, com capacidade baixa de troca de cátions e de saturação de bases (Moreira & Vasconcelos, 2007)] disponibiliza poucos íons aos corpos d'água da bacia, mantendo as águas com condutividade sempre menor do que no Manso.

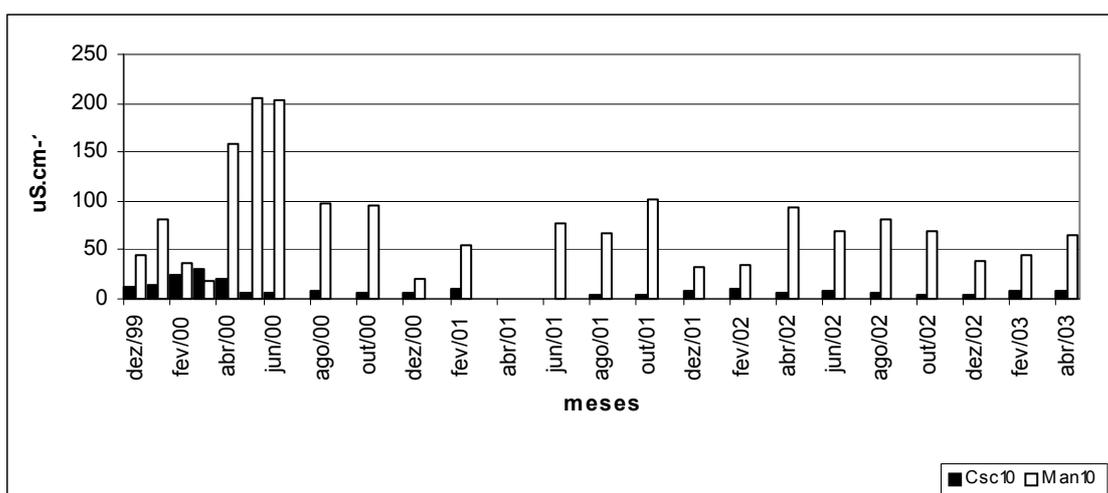


Figura 17: Variação da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

Com relação à variação temporal da condutividade elétrica da água, não foi observada diferença significativa entre as épocas de chuva e estiagem para ambos os rios, porém, houve tendência de valores mais elevados no Manso entre os meses de abril-outubro e no Casca entre dezembro e abril (Fig. 17). Essa condição quase inversa da variação temporal da condutividade nesses rios, possivelmente relaciona-se ao fato de que no Manso predomina o fator de diluição-concentração nas épocas de chuva-estiagem, respectivamente.

No rio Casca, como a condutividade é muito baixa, o aporte de materiais da bacia de drenagem na época da chuva tende a aumentar a concentração de íons em relação à estiagem, mas essa permanece relativamente baixa em comparação com o rio Manso. Os estudos de Neto *et al.* (1993) corroboram com essa hipótese, pois os autores encontraram uma forte correlação positiva entre a descarga líquida do rio Casca com a condutividade, “devido à lixiviação dos solos durante a época chuvosa, onde provavelmente o aumento no teor de sólidos em suspensão ocasiona um aumento no teor de íons nas águas desse rio, contrapondo-se à influência de seu fluxo de base eletroliticamente pobre que predomina na época da seca”.

Os principais elementos responsáveis pela condutividade elétrica, cálcio e o magnésio, estão sob a forma de carbonatos e bicarbonatos, que também resultaram em uma alcalinidade significativamente maior no rio Manso em comparação com o rio Casca (Fig. 18). Essa alcalinidade tem relação com a formação geológica, devido a ocorrência de rochas calcáreas na área de captação do rio Manso, como citado para a condutividade elétrica. Destaca-se que, segundo Payne (1975), o cálcio e o magnésio compreendem mais de 70% do total de cátions e bicarbonato mais de 50% do total de ânions em ambientes lóticos. Porém, Maier (1978) menciona que o sódio e o potássio também podem fazer parte do sistema carbonato-bicarbonato e podem influenciar nos resultados da alcalinidade, condição que talvez ocorra no rio Manso, mas em menor proporção do que para o cálcio e o magnésio, pois estes elementos não apresentaram concentrações maiores nesse rio em relação ao Casca, como verificado para a alcalinidade, o cálcio e o magnésio.

Analisando-se separadamente os íons, as maiores concentrações de potássio nos rios Manso e Casca foram observadas em fevereiro/00, seguido pelo mês de janeiro do mesmo ano, que foram os únicos com valores acima de  $5,5 \text{ mg.L}^{-1}$  verificados durante todo o período de estudo (Fig. 19). É provável que esses resultados tenham relação com a ocorrência de forte precipitação pouco antes da coleta ou de algum outro fator de uso

do solo. Neto *et al.* (1993) mediram maiores concentrações de potássio na bacia do rio Manso no início do período chuvoso, que pode ser segundo Payne (1986), decorrente da mineralização da matéria orgânica dos solos, responsável pelo aumento dos íons na água por ocasião das primeiras chuvas. Nos outros meses deste estudo, houve uma discreta tendência de maior concentração de potássio no rio Manso e baixas oscilações na concentração desse metal em ambos os rios (Fig. 19).

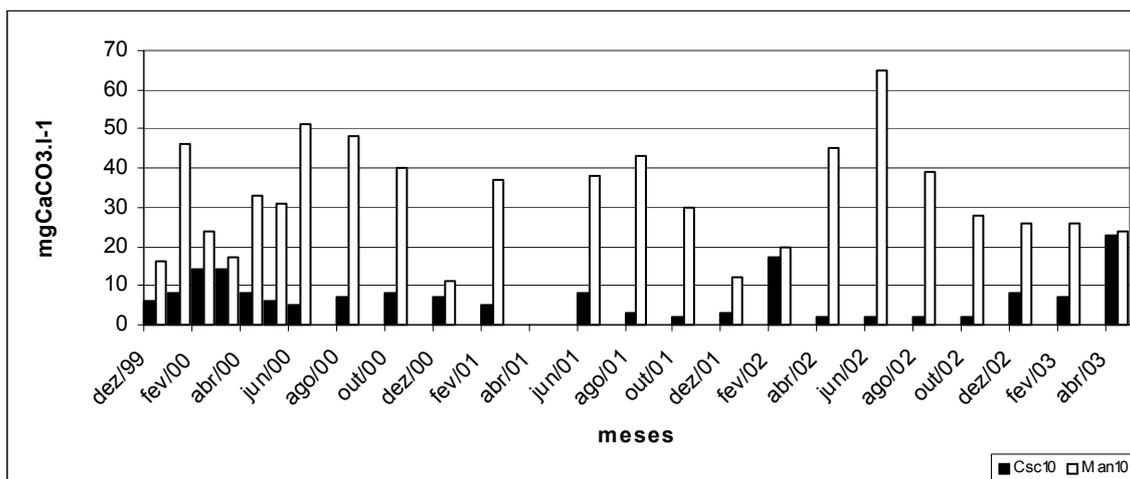


Figura 18: Variação da alcalinidade total (mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

As maiores concentrações de sódio no rio Manso ocorreram nos meses de fevereiro/00 (12,8 mg.L<sup>-1</sup>), que coincidiram com as concentrações elevadas de potássio e com a maior concentração de sódio no rio Casca (7,47 mg.L<sup>-1</sup>), e de junho/01 (16,5 mg.L<sup>-1</sup>). As concentrações de sódio foram comumente maiores ou iguais no rio Manso em relação ao rio Casca (Fig. 20).

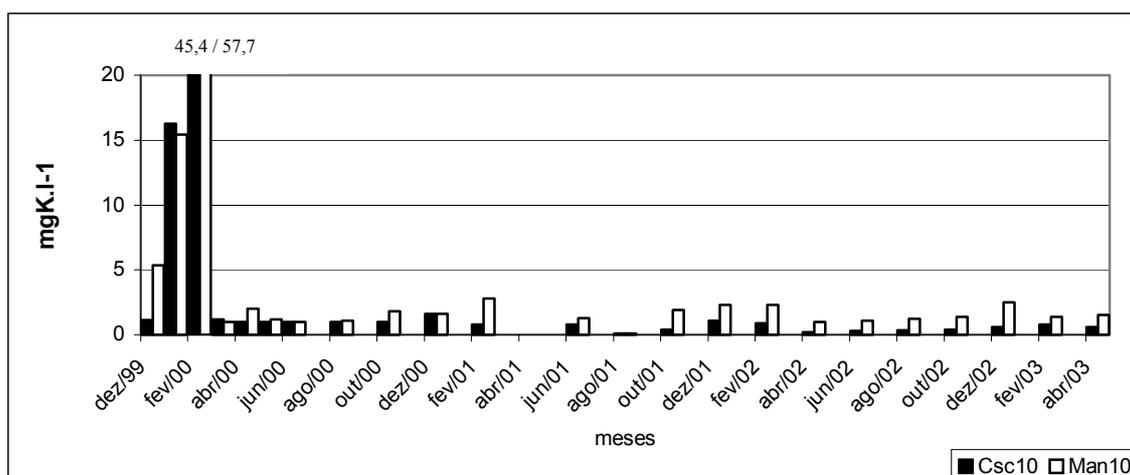


Figura 19: Variação do potássio ( $\text{mgK.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

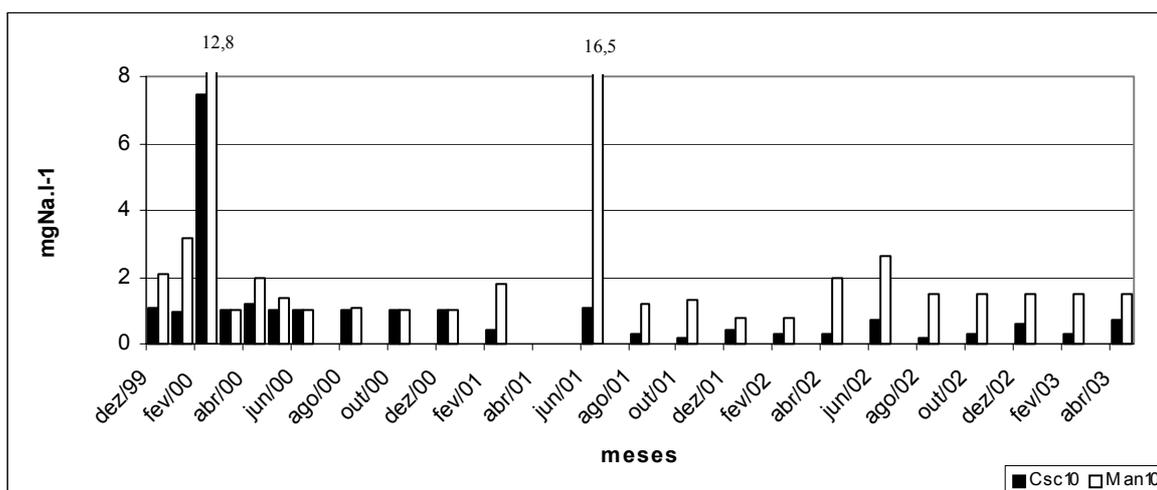


Figura 20: Variação do sódio ( $\text{mgNa.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

As concentrações de magnésio no rio Manso foram significativamente maiores do que no rio Casca, devido às características geoquímicas das bacias mencionadas para a condutividade e a alcalinidade. Nesse rio registrou-se a maior concentração em junho/01 ( $18,7 \text{ mg.L}^{-1}$ ; Fig. 21). Assim como neste estudo, em outro levantamento não foi observado um padrão definido de sazonalidade para esse metal nos rios Manso e Casca (Neto *et al.*, 1993).

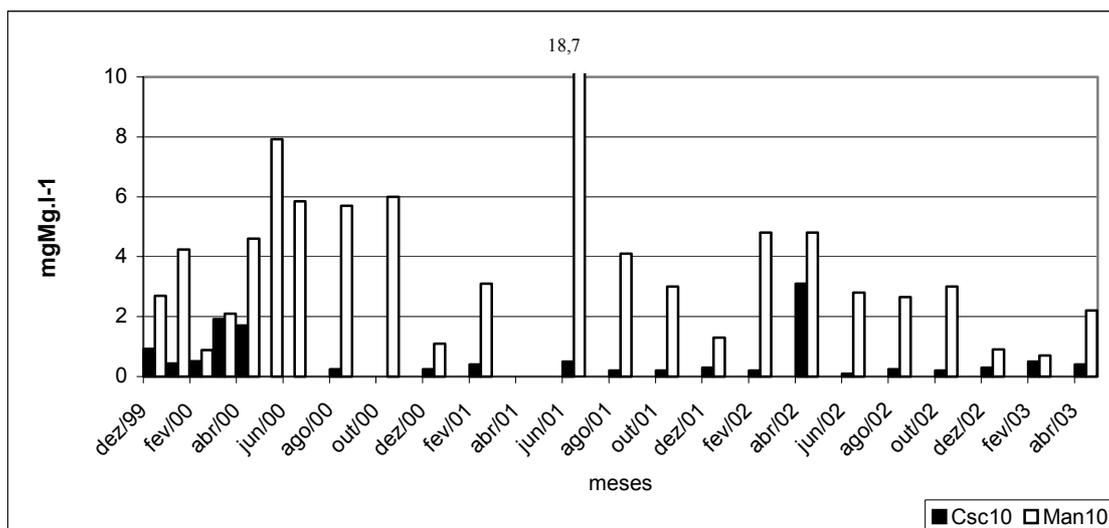


Figura 21: Variação do magnésio ( $\text{mgMg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

As concentrações médias de cálcio no rio Manso foram significativamente maiores do que as do rio Casca, condição relacionada também às maiores médias de condutividade e alcalinidade determinadas nesses ambientes lóticos, que são coincidentes com os resultados encontrados por Neto *et al.* (1993) (Fig. 22).

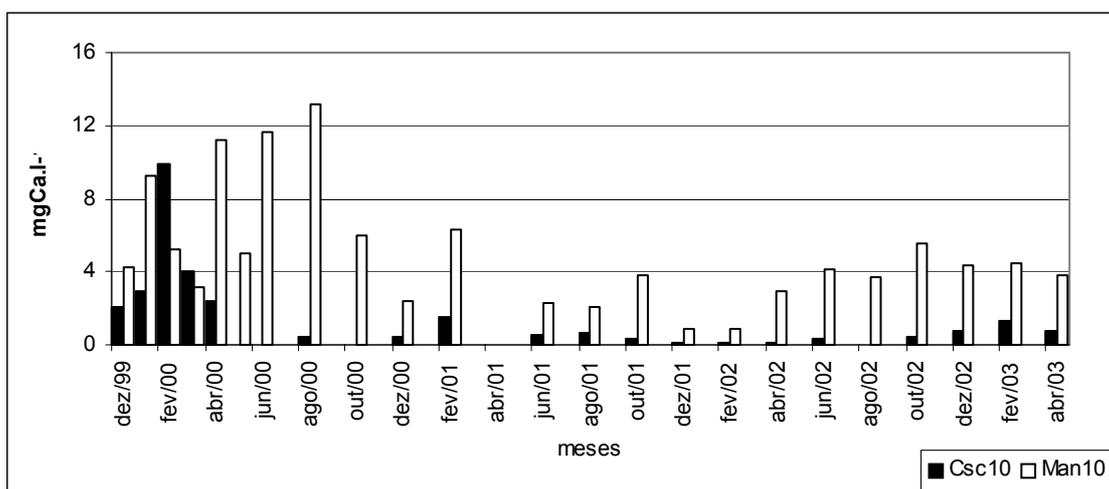


Figura 22: Variação do cálcio ( $\text{mgCa.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

As maiores concentrações dos íons analisados no rio Manso ocorreram, em sua maioria, nos meses de estiagem, indicando a possibilidade de que predomina nesse sistema o fator diluição-concentração nas épocas de chuva-estiagem, respectivamente.

No entanto, alguns resultados mais elevados de potássio, sódio, magnésio e cálcio no período chuvoso provavelmente tenham relação com a ocorrência de chuva muito próxima ao horário da coleta, favorecendo rápidos aumentos nas concentrações desses cátions, que podem diminuir na mesma velocidade e manter-se relativamente estável nessa época do ano. Em síntese, as variações espacial e temporal observadas nos rios Manso e Casca indicaram que as condições geoquímicas, climáticas e hidrológicas das áreas de drenagem desses rios foram fatores controladores fundamentais sobre a condutividade elétrica, a alcalinidade total, potássio, sódio magnésio e cálcio. É provável que a dimensão humana também se insira como um fator importante, especificamente relacionada aos usos do solo nas bacias dos rios Manso e Casca, mas não há dados suficientes neste trabalho para afirmar essa hipótese.

Com relação às variações de pH nos rios Manso e Casca (Fig. 23), não foram verificadas diferenças significativas entre as épocas de chuva e estiagem e entre esses rios. No rio Casca, os resultados variaram entre 5,0 (agosto/02) e 8,0 (dezembro/01, fevereiro/02 e abril/03) e no rio Manso entre 5,1 (maio/01) e 7,9 (outubro/00 e fevereiro/02). A oscilação semelhante do pH entre os rios, ao que tudo indica, não tem influência somente dos fatores geoquímicos da bacia, pelos quais os complexos carbonatos-bicarbonatos poderiam interferir, especialmente em Manso, e favorecer uma diferença entre esses ambientes lóticos. Com isso, é provável que os processos de decomposição das matérias orgânicas, advindas dos sistemas terrestres adjacentes, que se acumularam sob a forma de detritos no leito desses rios, constituíram-se também em um fator que tenha influenciado as variações de pH. Maier (1978) comenta que em rios nos quais a alcalinidade é baixa e insuficiente para tamponar alterações de pH devidas ao acúmulo de dióxido de carbono [que pode ser proveniente da decomposição], o pH do meio tende a permanecer ácido. Entretanto, essa autora ressalta que o equilíbrio atmosfera-água regula essencialmente o conteúdo de dióxido de carbono de tal modo que o valor do pH em direção ao ácido é geralmente em torno de 6,0, que favorece a formação do ácido carbônico, condição que pode explicar em parte os resultados dessa variável no rio Casca, onde a alcalinidade foi baixa.

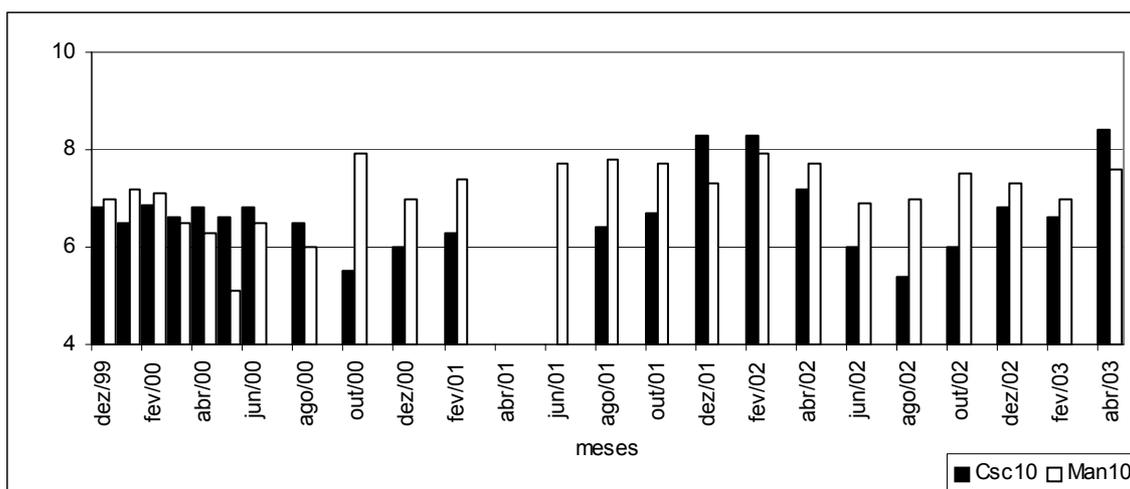


Figura 23: Variação do pH nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

A maioria dos resultados das concentrações de oxigênio dissolvido nos rios Manso e Casca foi acima de  $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$  e não houve diferenças significativas entre os períodos de chuva e estiagem na bacia (Fig. 24). Os segmentos monitorados desses rios situam-se nas porções médias das bacias; em áreas com certa declividade e ocorrência de alguns trechos em corredeira, aspectos que favorecem a oxigenação pelo fluxo durante quase todo o ano. Em rios, o OD normalmente encontra-se em equilíbrio com a atmosfera (Payne, 1975), que é a principal fonte desse gás para esse sistema. O aporte de matéria orgânica na época das chuvas, oriunda principalmente de restos vegetais das matas ciliares ou depositados nos solos da bacia, não ocasionou a diminuição nas concentrações de OD pelo processo de decomposição, ou seja, as entradas desse gás nesses sistemas lóticos foram maiores que as saídas pelo consumo, mesmo no período chuvoso. Ressalta-se que a oxigenação satisfatória dos rios Manso e Casca é um indicador da integridade desses ambientes e da ausência de fontes antrópicas de matéria orgânica na bacia (esgotos domésticos e industriais).

Com relação a possível contribuição da produção primária da comunidade fitoplanctônica na oxigenação desses rios, é provável que seja muito pequena, uma vez que densidades maiores do que  $300 \text{ ind.mL}^{-1}$  nos rios Manso e Casca foram raramente verificadas em 4 e em 1 das 23 amostragens, respectivamente. Além disso, o ambiente lótico apresenta condições pouco favoráveis ao estabelecimento dessa comunidade,

devido à baixa disponibilidade de luz e constante turbulência, sendo que a principal fonte de oxigênio em rios tropicais provém (Payne, 1986).

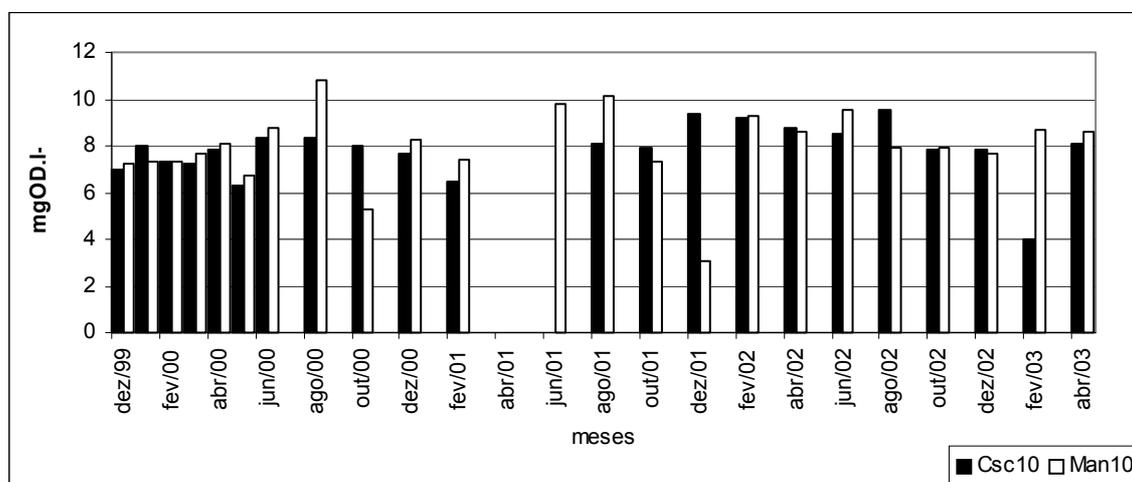


Figura 24: Variação do oxigênio dissolvido (mgOD.L<sup>-1</sup>) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

No rio Manso, as maiores concentrações de fósforo total ocorreram entre os meses de dezembro e abril, sendo que as concentrações em todo o período estudado oscilaram entre < 0,010 e 0,75 mg.L<sup>-1</sup>. Mesmo não tendo sido verificada diferença significativa entre as épocas de chuva e estiagem, houve uma tendência nesse rio de maiores resultados com as chuvas e menores na estiagem (Fig. 25). No rio Casca, as concentrações deste nutriente variaram entre < 0,010 e 0,40 mg.L<sup>-1</sup>, as diferenças entre os resultados de fósforo da época de chuva e estiagem também não foram significativas, porém, resultados acima de 0,1 mg.L<sup>-1</sup> foram registrados somente entre nos meses de outubro, dezembro e fevereiro, ou seja, quando começam as primeiras chuvas e em alguns meses chuvosos.

É provável que o intemperismo das rochas nas áreas de drenagem tenham favorecido o discreto incremento do fósforo na época das chuvas nesses rios. Mesmo com tal incremento, grande parte das concentrações pode ser considerada relativamente baixa e compatível com rios que drenam solos e rochas pobres quanto à disponibilidade desse nutriente. Destaca-se, no entanto, os picos de concentração de fosfato, ocorridos no rio Manso (0,58 e 0,75 mg.L<sup>-1</sup> em fevereiro e abril/02, respectivamente) e no Casca (0,4 mg.L<sup>-1</sup> em outubro/02). Alguns estudos fazem inferência quanto às relações dos usos do solo em áreas agrícolas com o aumento na concentração de fósforo em rios,

advindos de fontes difusas (Figueiredo, 1996; Brigante *et al.* 2003), condição que possivelmente influenciou nas altas concentrações, destoantes da média, observadas nos rios Manso e Casca. Considerando ainda que a principal fonte de fósforo para os ecossistemas aquáticos continentais provém das rochas da bacia hidrográfica (Esteves, 1998), torna-se difícil distinguir qual o grau de influência das condições naturais e antrópicas na variação do fosfato nesses ambientes aquáticos.

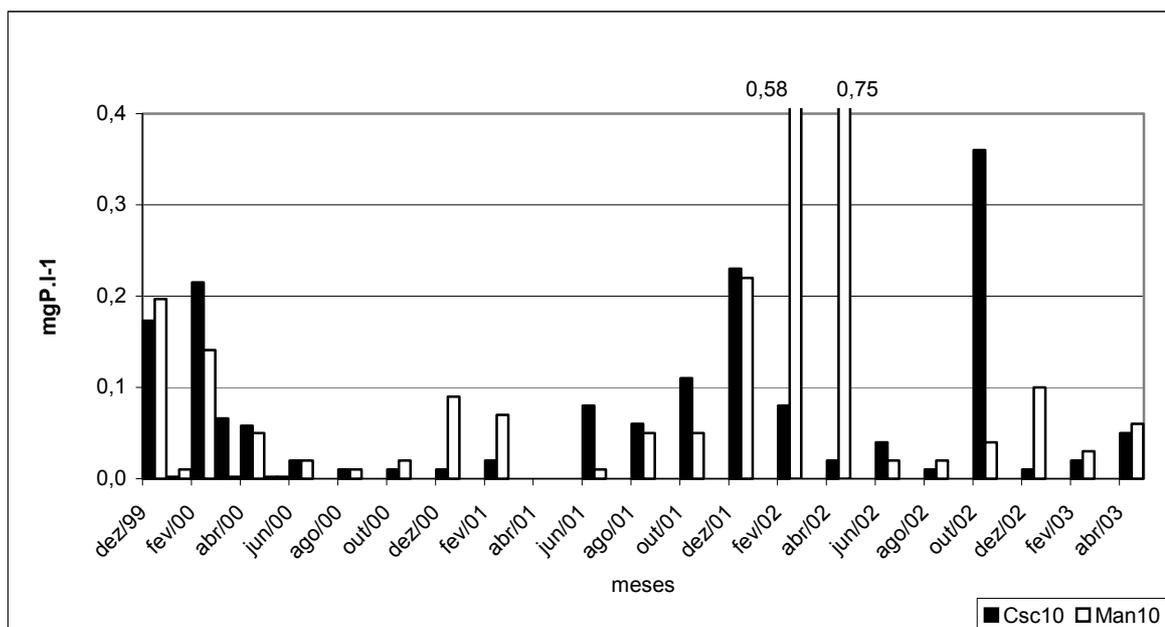


Figura 25: Variação do fósforo total (mgP.L<sup>-1</sup>) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

De acordo com Rios (1993), fatores naturais e antrópicos controlam as características físicas, químicas e biológicas da água dos rios. Porém, é difícil quantificar qual a contribuição de cada fator. Mesmo assim, certas variáveis são mais influenciadas por um ou mais fatores que podem ser verificados com certa facilidade, como mencionado para a condutividade elétrica, alcalinidade e íons principais nos rios Manso e Casca, o que não foi possível verificar para a maioria dos nutrientes, inclusive para as formas nitrogenadas.

As concentrações de NKT acima ou iguais a 1,0 mg.L<sup>-1</sup> no rio Manso foram observadas em três anos seguidos no mês de dezembro (1999, 2000 e 2001), sendo que no rio Casca não foi registrado esse valor em nenhuma amostragem (Fig. 26). Em todas as 24 campanhas de monitoramento, resultados acima de 0,5 mg.L<sup>-1</sup> foram registrados no rio Manso em 7 amostragens (agosto/00, abril e junho/02 e abril/03, além das

citadas), e no rio Casca em 4 (março, abril, agosto e dezembro/00 e fevereiro/02 e 03). Com isso, mesmo considerando que não houve diferença significativa de NKT para esses rios, observou-se uma tendência de maiores resultados no rio Manso. Os picos de concentração observados em dezembro no rio Manso, caracterizado como um mês em que ocorre maior quantidade de dias chuvosos, maior precipitação total e aumento do escoamento superficial em relação ao mês anterior; tais eventos normalmente provocaram incremento de matéria orgânica para o rio, oriunda de material depositado no solo das áreas de entorno por um período relativamente longo, quando as condições não favoreciam o transporte de quantidades expressivas de detritos orgânicos para os corpos d'água que pudessem alterar as concentrações de NKT. Aliada a essa condição, menciona-se ainda a capacidade relativamente alta de escoamento superficial na área de drenagem do Manso em relação ao Casca. Destaca-se que restos de vegetação, queimados pelo uso do fogo, que comumente ocorre na bacia do Manso e Casca na época de estiagem, pode representar uma fonte significativa de nitrogênio para esses rios (Hynes, 1970 *apud* Rios, 1993).

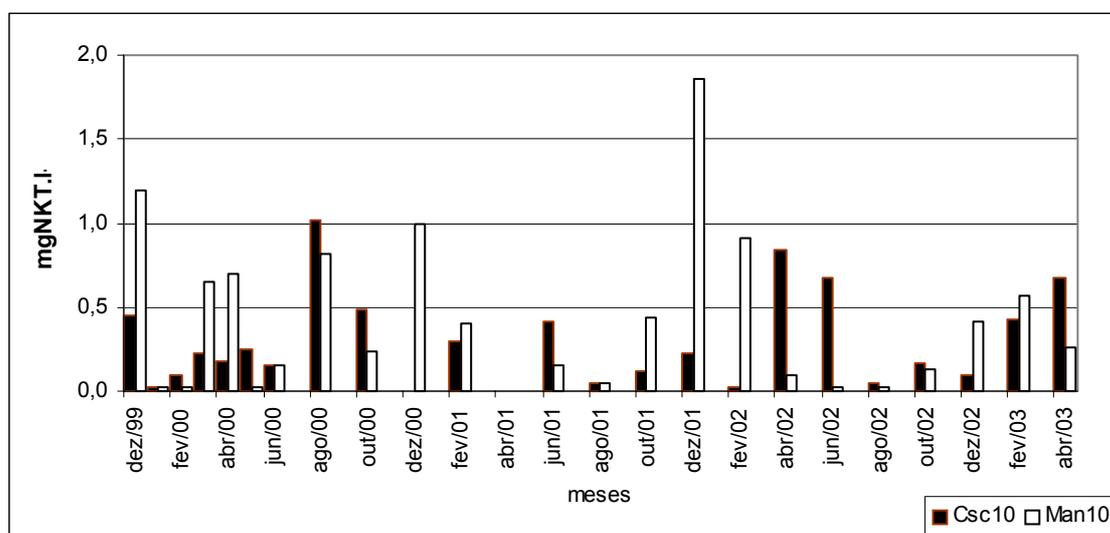


Figura 26: Variação do nitrogênio Kjeldhal ( $\text{mgNKT.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

Considerando que o NKT refere-se ao somatório das formas amoniacal e orgânica, nota-se nas Figuras 27 e 28 que a forma orgânica, na maioria das amostragens nestes rios, foi a fração predominante, cujos resultados acima de  $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$  no rio Manso ocorreram em dezembro/00 -01 e no rio Casca em agosto/00.

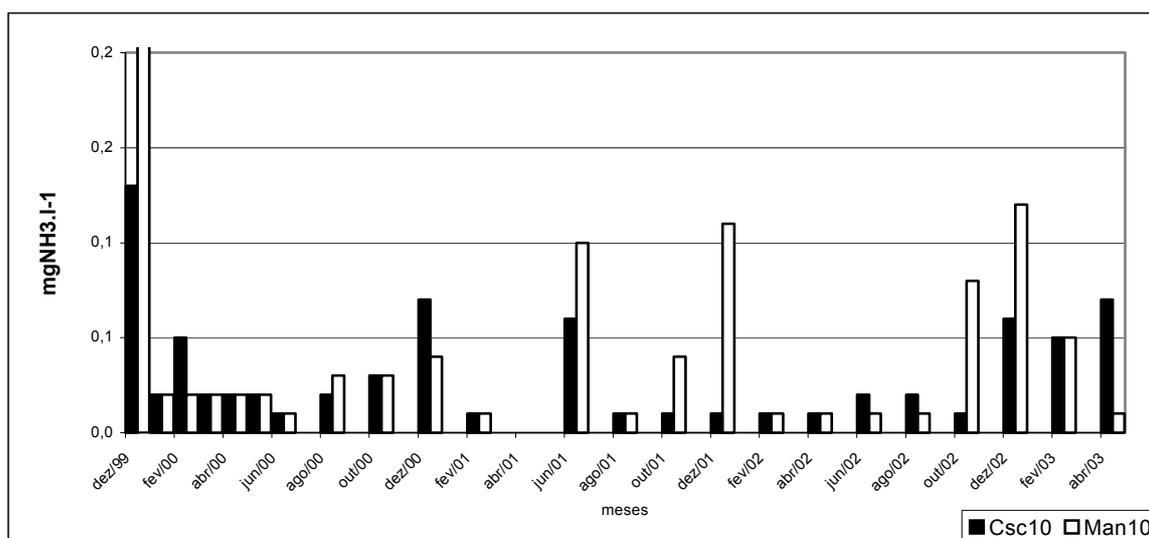


Figura 27: Variação do nitrogênio amoniacal ( $\text{mgNH}_3.\text{L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

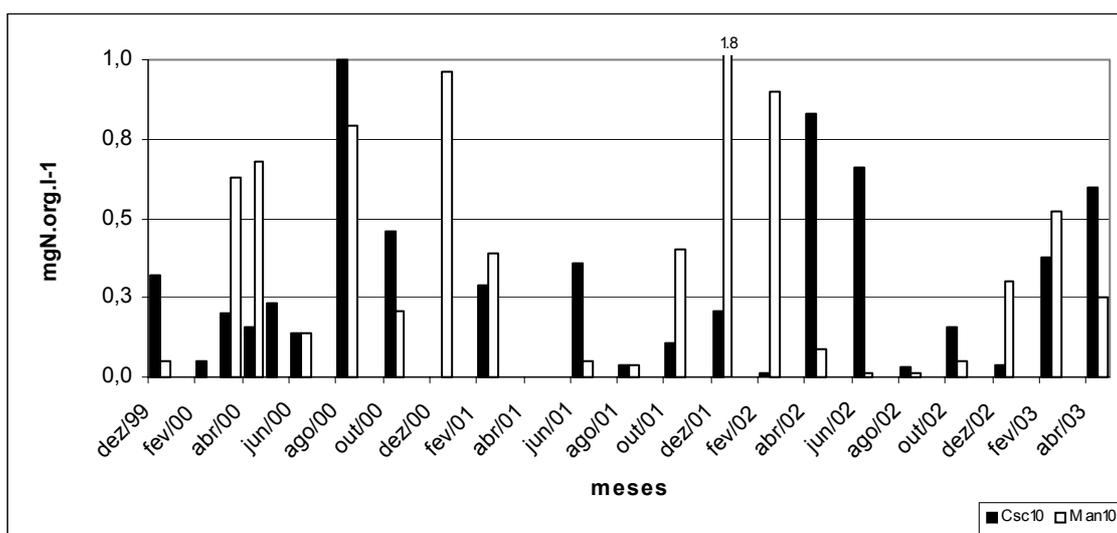


Figura 28: Variação do nitrogênio orgânico ( $\text{mgN.org.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

Os picos de amônia no rio Manso, acima de  $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ , também ocorreram no mês de dezembro (1999, 2001 e 2002) e no rio Casca em dezembro/99. Em geral, as concentrações desses íons foram baixas nesses rios, uma vez que em ambientes bem oxigenados os compostos de amônia são rapidamente oxidados a nitrato (Maier, 1978).

O nitrato também apresentou tendência de maiores concentrações no rio Manso em relação ao Casca, com maiores resultados em fevereiro/02 ( $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e abril/03

(0,24 mg.L<sup>-1</sup>). Nesse rio, as concentrações acima de 0,1 mg.L<sup>-1</sup> ocorreram entre outubro e abril e no rio Casca nos meses de junho/01, dezembro/01 e abril/03 (Fig. 29); normalmente as concentrações de nitrato em águas correntes são baixas porque os íons são rapidamente absorvidos pelas plantas (Rios, 1993).

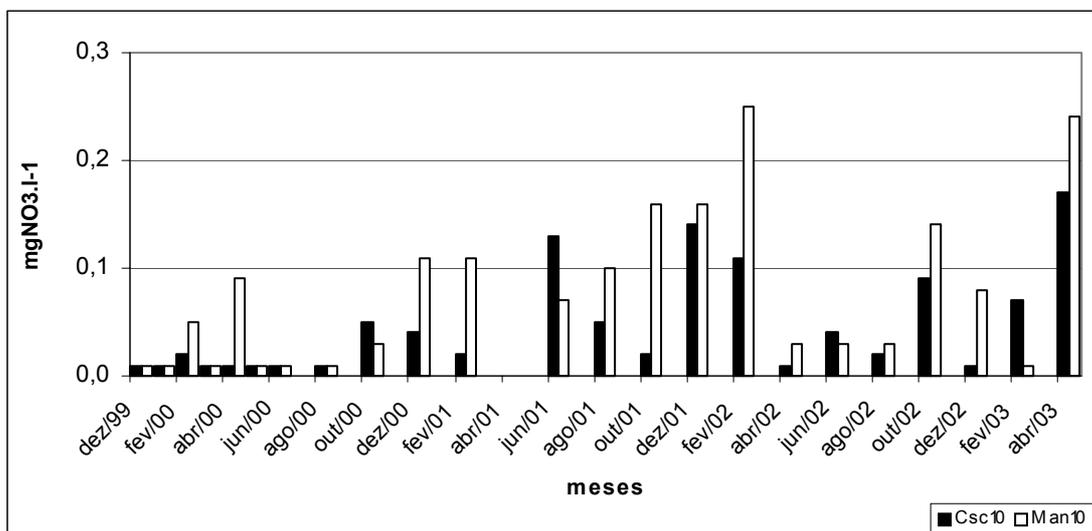


Figura 29: Variação do nitrato (mgNO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>) nos rios Manso e Casca, a montante do APM Manso, entre dezembro/99 e abril/03.

Excetuando os picos de concentração das formas nitrogenadas, que devem ter sido registradas devido a ocorrência de chuva próximo ao evento das coletas, a maioria das concentrações das formas nitrogenadas dos rios Manso e Casca foi baixa, condição que tem relação com os seguintes aspectos da bacia: i) matéria orgânica predominantemente refratária (restos vegetais das matas ciliares), de difícil decomposição e em baixa quantidade, devido as condições de escassez de nutrientes e de degradação dos solos da bacia; ii) velocidade da corrente, que transporta rapidamente para jusante o material de montante da bacia, provocando oscilações de difícil detecção em amostragens com periodicidade mensal; iii) fontes de nitrogênio de origem antrópica pontual ou difusa insignificantes.

#### 4.2.2. Rio Jauru

A temperatura da água do rio Jauru, medida no momento da coleta, oscilou entre 24,0 °C em abril e julho/03 e 26,6 °C em outubro/02, coincidindo com os meses onde as temperaturas médias do ar são as menores e as maiores do ano, respectivamente. A temperatura do ar no momento da coleta certamente teve forte influência sobre esses resultados da temperatura da água no rio Jauru (Fig. 30).

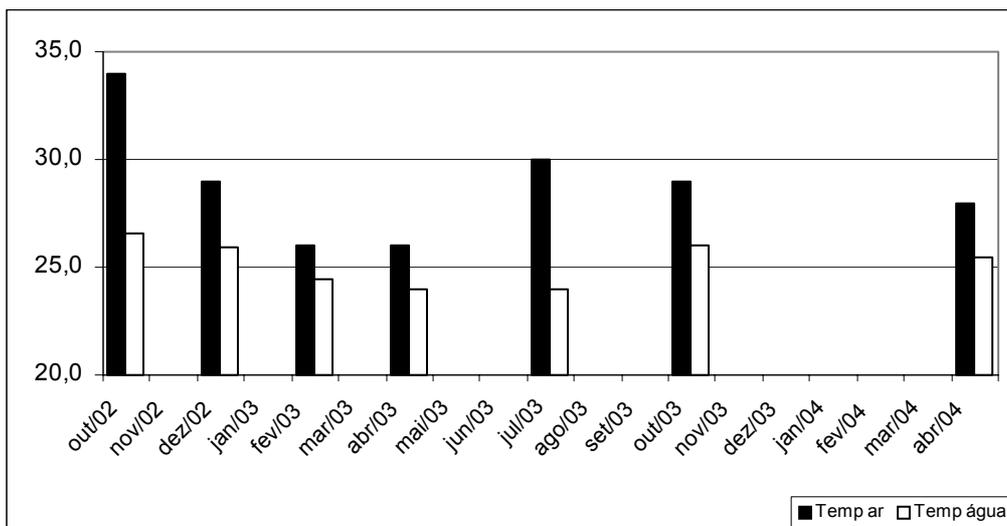


Figura 30: Variação das temperaturas do ar e da água (°C) no momento da coleta no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04.

A profundidade no sítio de amostragem no rio Jauru sempre foi menor do que a Zds (profundidade de desaparecimento do disco de Secchi), com valores de 2m no local, exceto em abril/04, que foi de 1m (Fig.31). Nesse caso, houve a ocorrência de chuvas poucas horas antes da amostragem pode ter favorecido a diminuição da Zds, bem como aumento da turbidez, cujo resultado foi de 10 UNT, próximo ao valor máximo registrado (dezembro/02, 14 UNT), e incremento do material em suspensão, que teve o maior resultado também nesse mês ( $70 \text{ mg.L}^{-1}$ ) (Fig. 31). Nos outros meses, essas variáveis nem sempre apresentaram oscilações correlatas, o que pode estar relacionada às características do leito do rio Jauru no local da coleta. As corredeiras em rocha e o fundo arenoso favorecem a resuspensão do sedimento, contribuindo para um aumento nos resultados de material em suspensão e da turbidez, nem sempre acompanhados pela diminuição da transparência da água.

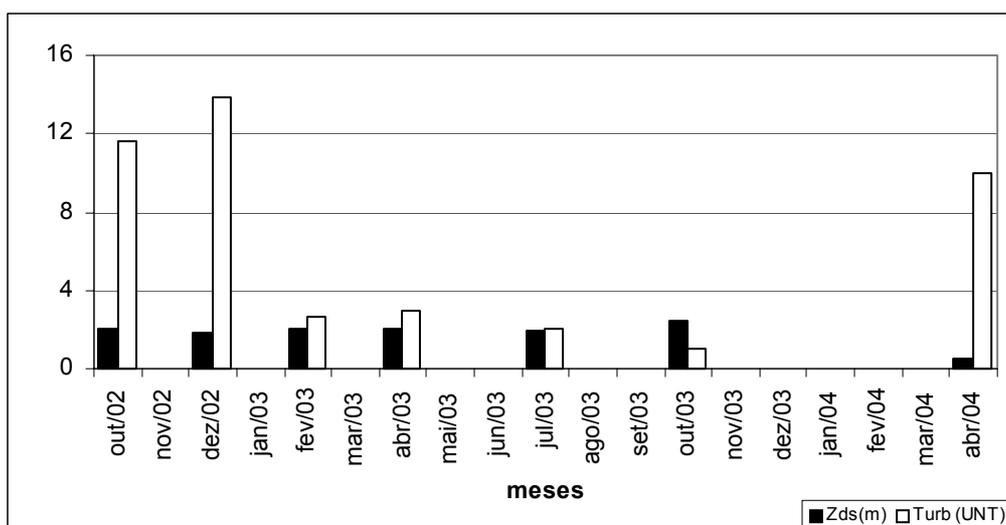


Figura 31: Variação Zds (m), da turbidez (UNT) e do material em suspensão ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04.

Todos os resultados dessas três variáveis, no entanto, podem ser considerados baixos e relacionados aos tipos de solo da bacia, que mesmo degradados, apresentam menor risco de erosão concentrada nas vertentes (PCBAP, 1997) e de erosão laminar (Moreira & Vasconcelos, 2007). Medições de descarga sólida no rio Jauru em Porto Espiridião (jusante do reservatório), apontam valor médio de cerca de  $1.717 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , um dos menores de todos os 21 locais avaliados nos principais rios da BAP (PCBAP, 1997).

As variações temporais da Zds, da turbidez e do MS (Fig. 31) não foram nitidamente sazonal, devido principalmente ao regime torrencial do rio Jauru, que com as chuvas aumenta consideravelmente a vazão, acompanhado de discreto aumento da turbidez, sendo que no intervalo entre dois eventos de chuva, as condições do rio nos meses de maior precipitação são similares à época de estiagem. Mesmo sem dados específicos para afirmar, convém destacar a probabilidade de que a resuspensão do material do fundo do leito do rio Jauru encubra os efeitos do aporte de material proveniente da bacia, uma vez que o transporte de material erodido pelos rios pode se dar de várias maneiras. As partículas mais pesadas deslocam-se sobre (ou junto ao) o fundo por rolamento, deslizamento ou eventualmente por saltos curtos, que constituem a chamada descarga sólida de fundo ou arraste. As mais leves deslocam-se no seio do escoamento e constituem a descarga sólida em suspensão, que podem provir do escoamento superficial da bacia ou do fundo e paredes das calhas, enquanto o arraste é

exclusivamente constituído de material encontrado no fundo (Bordas & Semmelmann, 2001).

A condutividade elétrica do rio Juru apresentou discreta oscilação entre as amostragens ( $3\text{-}5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , Fig.32) e valores baixos, relacionados à geoquímica da bacia, na qual o tipo de solo predominante possui características de atração magnética fraca ou inexistente (Moreira & Vasconcelos, 2007). A ausência de formações calcáreas e a ocorrência principalmente de litologias areníticas na área de drenagem, também influenciaram nesses resultados e nos de alcalinidade total, cuja variação entre os meses de amostragem foi praticamente nula ( $2\text{-}3 \text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ) e com resultados próximos ao limite de detecção do método adotado ( $2 \text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ).

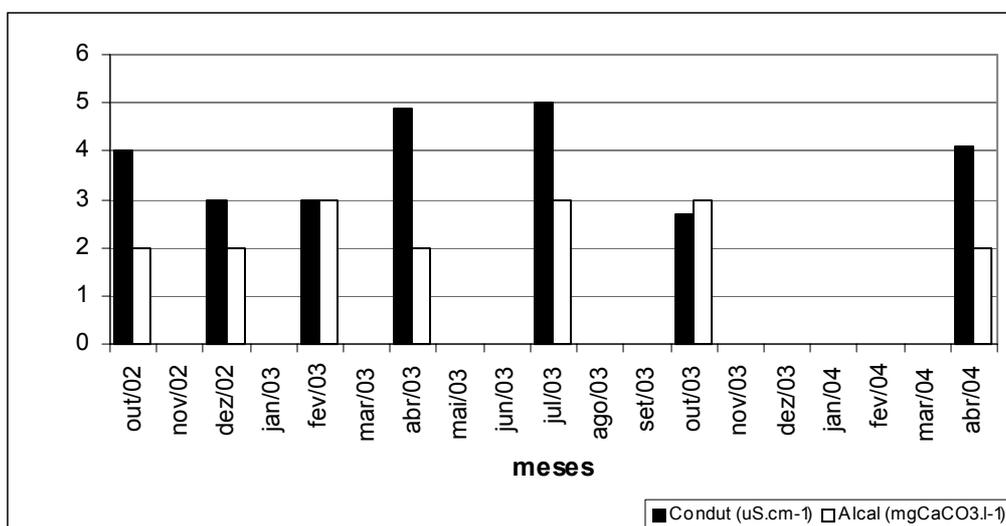


Figura 32: Variação da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) e da alcalinidade total ( $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ) no rio Juru, a montante do AHE Juru, entre outubro/02 e abril/04.

Maier (1978) destaca que os compostos minerais existentes nas águas correntes originam-se principalmente da dissolução e do intemperismo das rochas da bacia de drenagem e que o valor médio de condutividade encontrado nos rios da América do Sul varia entre  $12,7$  e  $108,2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e de alcalinidade entre  $16$  e  $35 \text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ .

Destaca-se que, mesmo com o regime hidrológico intensamente torrencial do rio Juru e com grandes áreas de solo degradado no entorno, os valores de condutividade elétrica e de alcalinidade mantiveram-se quase estáveis ao longo deste estudo, inclusive nos meses quando houve chuva nas últimas 24 horas ao horário da coleta (dezembro/02,

fevereiro/03 e abril/04, anexo), aspecto que pode ter relação também com a baixa disponibilidade de matéria orgânica nos solos, devido à supressão da vegetação nativa e trechos de matas ciliares.

Com base na freqüência de coleta, a maior parte dos resultados dos íons analisados, potássio, sódio, magnésio e cálcio, foram abaixo de  $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ , com discreto aumento de cálcio em outubro e dezembro/02 (Fig. 33), condizentes, portanto, com os resultados de condutividade elétrica e alcalinidade, que são todos relacionados a hidrogeoquímica da bacia.

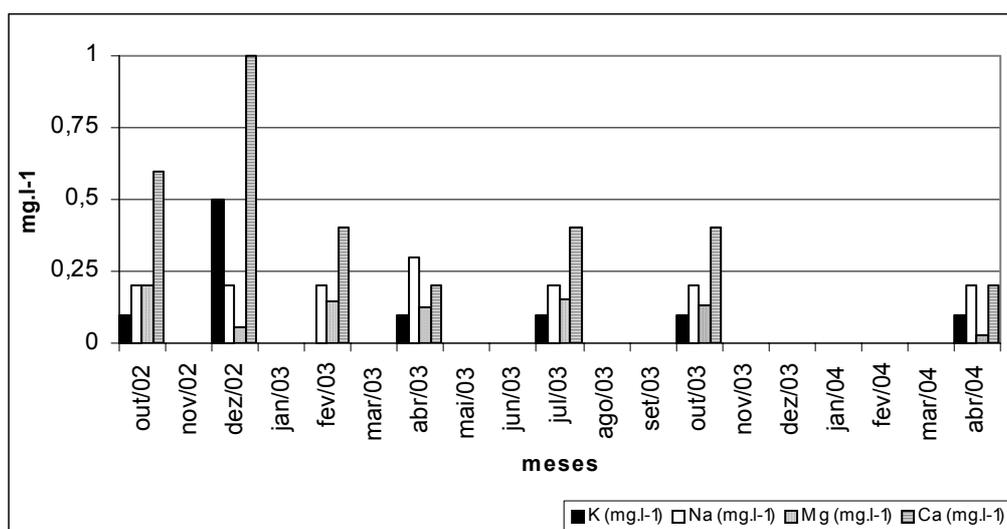


Figura 33: Variação do potássio, sódio, magnésio e cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04.

As variações dos resultados de alcalinidade, condutividade elétrica e dos íons selecionados não foram, portanto, significativamente sazonais, ou seja, não oscilaram com o regime de chuvas na bacia, mas tiveram marcada influência das condições geológicas e pedológicas da bacia. Destaca-se que essas variáveis não apresentaram relação com a ocorrência de chuva 24 horas antes ou durante a realização das coletas (dez/02, fev/03 e abr/04), uma vez que resultados similares foram obtidos nas outras amostragens.

A maioria dos resultados de pH foi menor que 7,0, exceto em dezembro/02 (7,2) e fevereiro/03 (8,2), sendo que nos outros meses a variação foi discreta, entre 6,0 e 6,6 (Fig. 34). Esteves (1998) comenta que o pH é uma das variáveis ambientais mais importantes, ao mesmo tempo uma das mais difíceis de se interpretar devido ao grande número de fatores que podem influenciá-la, sendo que na maioria das águas naturais, o

pH das águas é influenciado pela concentração de íons  $H^+$ , originados da dissociação de ácido carbônico, [que pode ser oriundo da decomposição da matéria orgânica], gerando valores baixos, ou das reações de íons carbonatos e bicarbonato com a molécula de  $CO_3^{2-}$  com a molécula de água, inferidos pela alcalinidade, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina. É possível que o pH próximo ao neutro no rio Jauru tenha relação com o equilíbrio dessas reações devido aos seguintes aspectos: i) baixa quantidade de matéria orgânica no meio, disponibilizando assim pouco ácido carbônico; ii) baixa concentração de íons carbonatos.

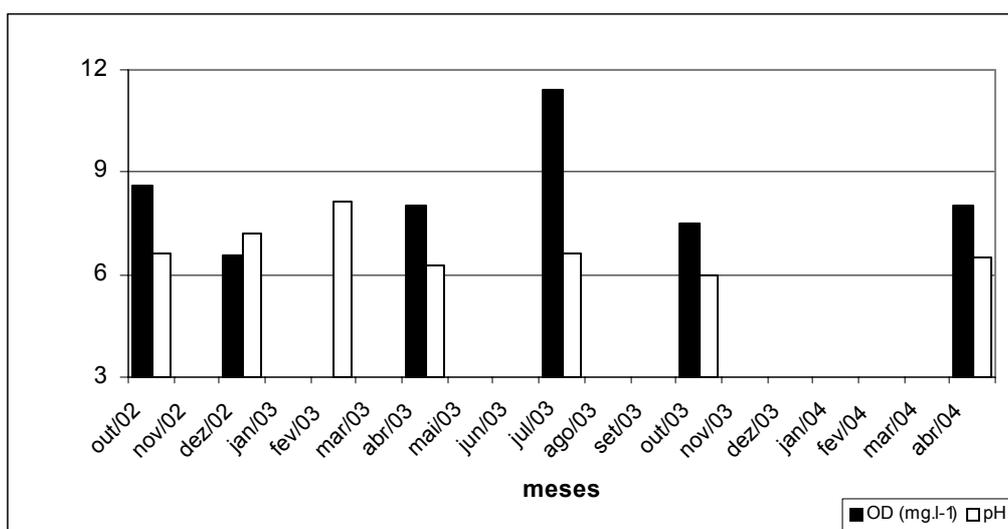


Figura 34: Variação do pH e do oxigênio dissolvido ( $mgOD.L^{-1}$ ) no rio Jauru, a montante do AHE Jauru, entre outubro/02 e abril/04.

As concentrações de oxigênio dissolvido no rio Jauru variaram entre 6,57 e 11,4  $mg.L^{-1}$ ; condizentes com as características físicas do leito, para o qual as corredeiras contribuem com a aeração pelo fluxo, que é a principal fonte de OD para esse rio (Fig. 34), uma vez que a densidade da comunidade fitoplanctônica, que poderia ser outra fonte possível de OD, foi extremamente baixa, menor do que  $100 ind.mL^{-1}$  em todas as amostragens (item 4.3.3.2.).

Os nutrientes nitrogenados apresentaram no rio Jauru concentrações baixas, especialmente de nitrogênio amoniacal, cujo maior valor foi  $0,034 mg.L^{-1}$  em outubro/02 e, em 4 das 7 amostragens, menores do que o limite de detecção do método analítico adotado ( $0,001 mg.L^{-1}$ ). O NKT oscilou de 0,02 a  $< 0,02 mg.L^{-1}$  em 5 das 7 amostragens, com maior resultado de  $0,12 mg.L^{-1}$  em abril/03. Com isso, verifica-se que a fração orgânica representou a maior parte do NKT (50% em abril/04 a 99% em

abril/03), mas ainda assim essa fração também teve baixas concentrações (Fig.35). A boa oxigenação do rio Jauru pode ter contribuído para que, mesmo com baixas concentrações, o nitrogênio orgânico fosse rapidamente transformado em nitrato, cujos resultados foram de 0,02 ou  $< 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  em 5 das 7 amostragens e de  $0,073 \text{ mg.L}^{-1}$  em abril/03 (Fig.35).

Maier (1978) comenta que em rios, o fosfato autóctone é proveniente de processos biológicos e químicos ao longo de seu curso. Nos períodos de chuva há aumentos das superfícies de escoamento nos solos e nos leitos dos rios, proporcionando a introdução de substâncias alóctones contendo compostos de fósforo. Esses compostos podem estar sob a forma orgânica, de origem natural ou antrópica, mas principalmente, são oriundos do intemperismo das rochas da bacia de drenagem (Esteves, 1998).

Como o aporte de material orgânico para o rio Jauru é incipiente e o intemperismo natural das rochas da bacia é discreto, os resultados de fosfato foram baixos, com concentrações sempre menores do que  $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ , exceto em julho/03 ( $0,029 \text{ mg.L}^{-1}$ ), que não teve relação com a ocorrência de chuva na bacia (Fig. 36).

Todos os resultados dos compostos de nitrogênio e fósforo foram baixos no rio Jauru, condição relacionada a pouca disponibilidade de matéria orgânica na bacia, seja advinda de fontes naturais, como solo e vegetação, como de atividades antrópicas, como efluentes domésticos urbanos ou rurais e industriais, cujas fontes geradoras não ocorrem ou são insignificantes na área de drenagem a montante do local amostrado.

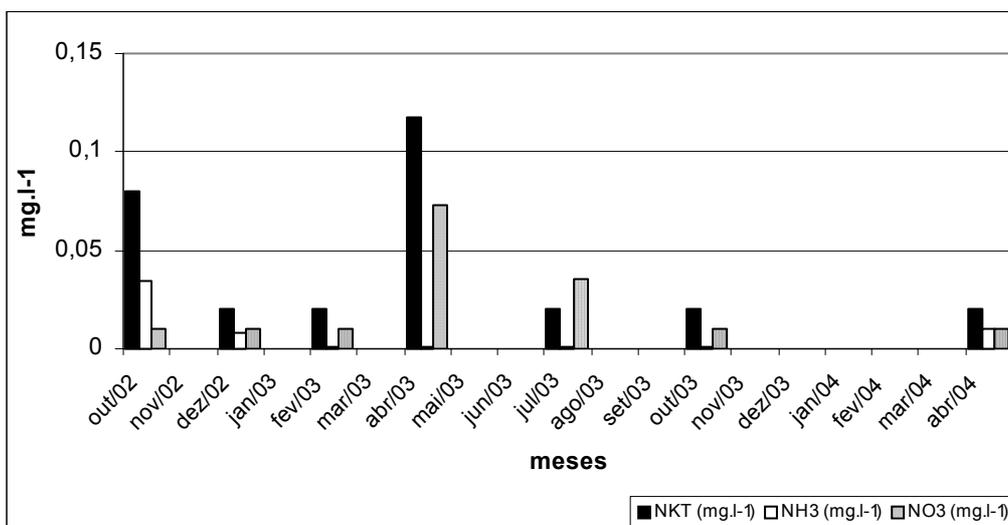


Figura 35: Variação das formas compostas de nitrogênio (mg.L<sup>-1</sup>) no rio Juru, a montante do AHE Juru, entre outubro/02 e abril/04.

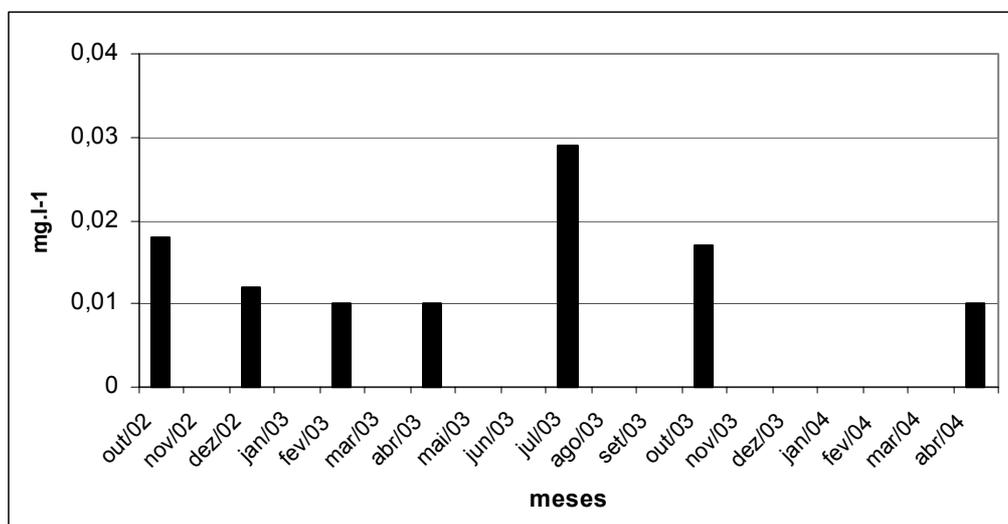


Figura 36: Variação do fósforo total (mgP.L<sup>-1</sup>) no rio Juru, a montante do AHE Juru, entre outubro/02 e abril/04.

### **4.3. Limnologia da fase de Enchimento do reservatório do APM Manso**

#### **4.3.1. Variação longitudinal**

No reservatório do AHE Jauru o tempo de enchimento foi de cerca de 4 dias, devido à pequena área inundada e ao curto tempo de residência, sendo que a primeira amostragem nesse ambiente foi realizada 30 dias depois, não havendo, portanto, dados sobre esse reservatório nesta fase.

Com relação ao reservatório do Aproveitamento Múltiplo de Manso, o início do enchimento (tempo zero-dezembro/99 em Man40) levou cerca de um ano, sendo que a última campanha dessa fase foi realizada em dezembro de 2000.

Na primeira etapa após o represamento de um rio, durante o enchimento para a formação de um reservatório, ocorrem intensas alterações limnológicas e hidráulicas em relação à condição anterior predominante no sistema lótico. Durante essa fase, quando a vegetação nativa da área de inundação é encoberta, ocorre uma expressiva liberação de elementos minerais e orgânicos derivados do processo de decomposição (Bianchini Jr. & Cunha-Santino, 2005). As árvores e os arbustos, que compõem a vegetação terrestre inundada da área de um reservatório em formação, contêm grande quantidade de material resistente à decomposição, sendo que a composição estrutural da vegetação submersa pode permanecer praticamente inalterada por vários anos; porém, as folhas e pecíolos (partes verdes) da vegetação são as que possuem maior quantidade de elementos facilmente biodegradáveis, *i.e.* lábeis (Bitar *et al.* 2002), sendo essas estruturas as primeiras a se decompor, liberando substâncias que irão alterar as condições limnológicas nos primeiros dias ou meses de enchimento-estabilização de um reservatório.

Tundisi & Straskraba (2000) discutem que os processos físicos e químicos que ocorrem nessa fase são controlados pelo volume, tempo de retenção, total de matéria orgânica acumulada durante o enchimento, atividades existentes na bacia hidrográfica [naturais e antrópicas] e o total de matéria em suspensão.

O volume, o tempo de retenção e parte do material em suspensão são aspectos relacionados à hidráulica rio-reservatório e atuam em conjunto ou mesmo em sinergia com as outras forças controladoras mencionadas por estes autores, o que dificulta o dimensionamento do grau de interferência de cada uma sobre as variações limnológicas

longitudinais que ocorrem nesta fase. No entanto, para algumas variáveis analisadas no reservatório de Manso e/ou para determinados ambientes desse sistema (transição flúvio-lacustre ou região limnética-corpo central) foi possível identificar a principal função de força que controlou os padrões limnológicos longitudinais identificados.

Durante o ano de enchimento desse reservatório, as mudanças hidráulicas geraram um ambiente com longo tempo de residência e baixa velocidade da corrente, provocando respostas diferentes de algumas variáveis limnológicas de acordo com a localização longitudinal no reservatório; nesse caso, foi dada ênfase àquelas cujo desvio padrão da média obtida na coluna d'água foi baixo, ou seja, para as quais a média foi representativa para o estudo do perfil longitudinal do reservatório de Manso (as variáveis que tiveram alto desvio padrão serão discutidas no item 4.3.2.).

A Zds em Man40, região limnética mais próxima da barragem, aumentou gradualmente depois de um mês de enchimento, alcançando valores acima de 1m até junho (estiagem), quando houve queda para 0,5 m (Fig. 37). Nesse mês, a desestratificação da coluna d'água, provocando mistura na coluna d'água, pode ter sido a principal função de força que resultou nessa diminuição (item 4.3.2.). Em outubro foi registrada a maior profundidade de Zds em Man40 (2,5 m). Em relação aos rios Manso e Casca, a Zds foi significativamente maior durante todo esse período.

Observou-se diminuição média da turbidez nos primeiros três meses do enchimento em Man40 em relação ao rio Manso (Fig. 38), mas as oscilações ainda foram similares ao rio. A partir de março-abril/00 constatou-se uma diminuição da influência dos rios quanto a turbidez e, nos meses seguintes, os resultados médios foram sempre menores do que 3 UNT até o final do enchimento, sem padrão sazonal como verificado no rio. A variação foi similar à curva de enchimento do reservatório (Fig.3), indicando que o acentuado incremento da cota nos três-quatro primeiros meses após o barramento do rio Manso influenciou as oscilações da turbidez devido ao revolvimento de material do solo inundado e lixiviação da matéria orgânica lábil, além da influência do rio.

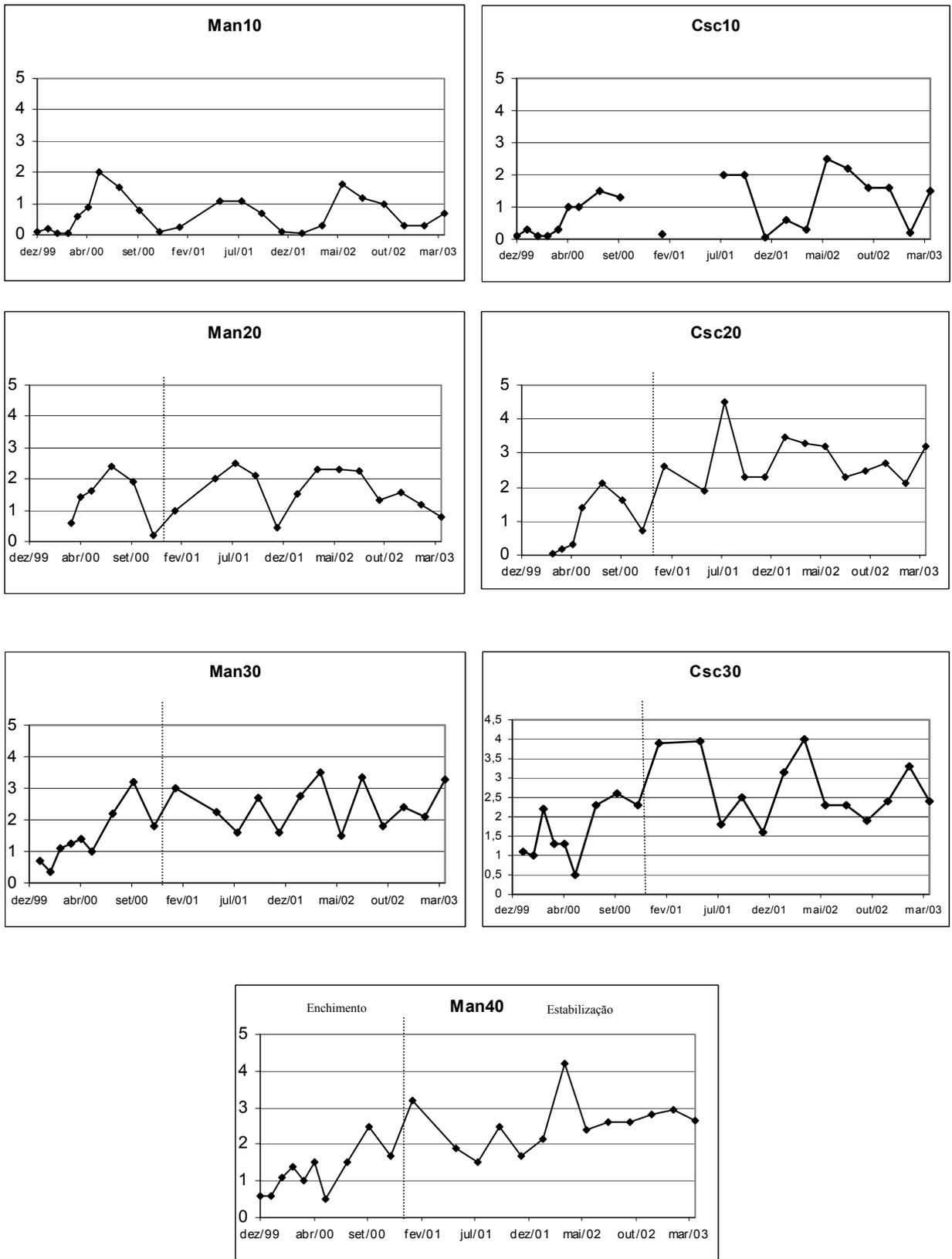


Figura 37: Variação média da Zds (m) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

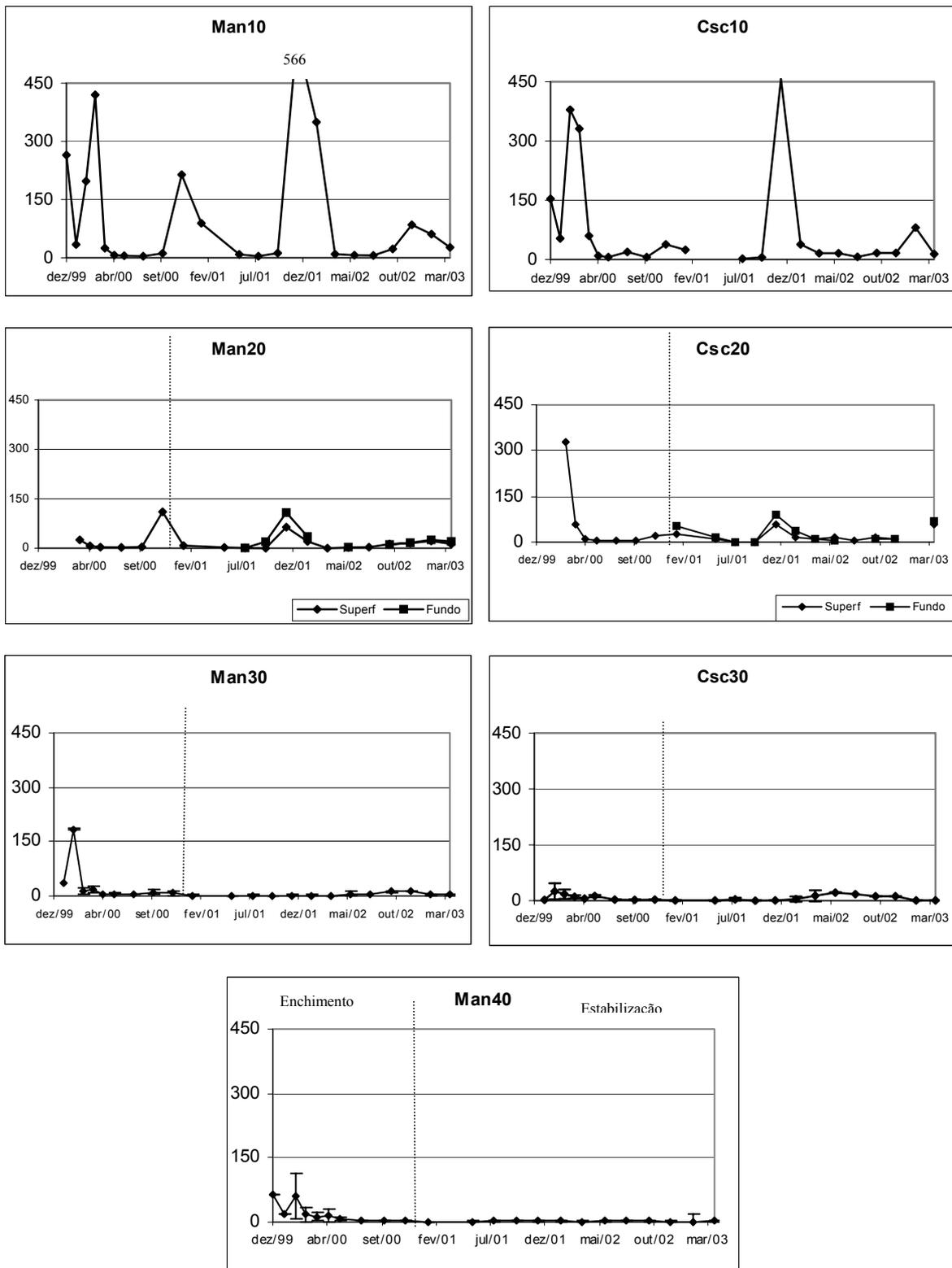


Figura 38: Variação média da turbidez (UNT) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

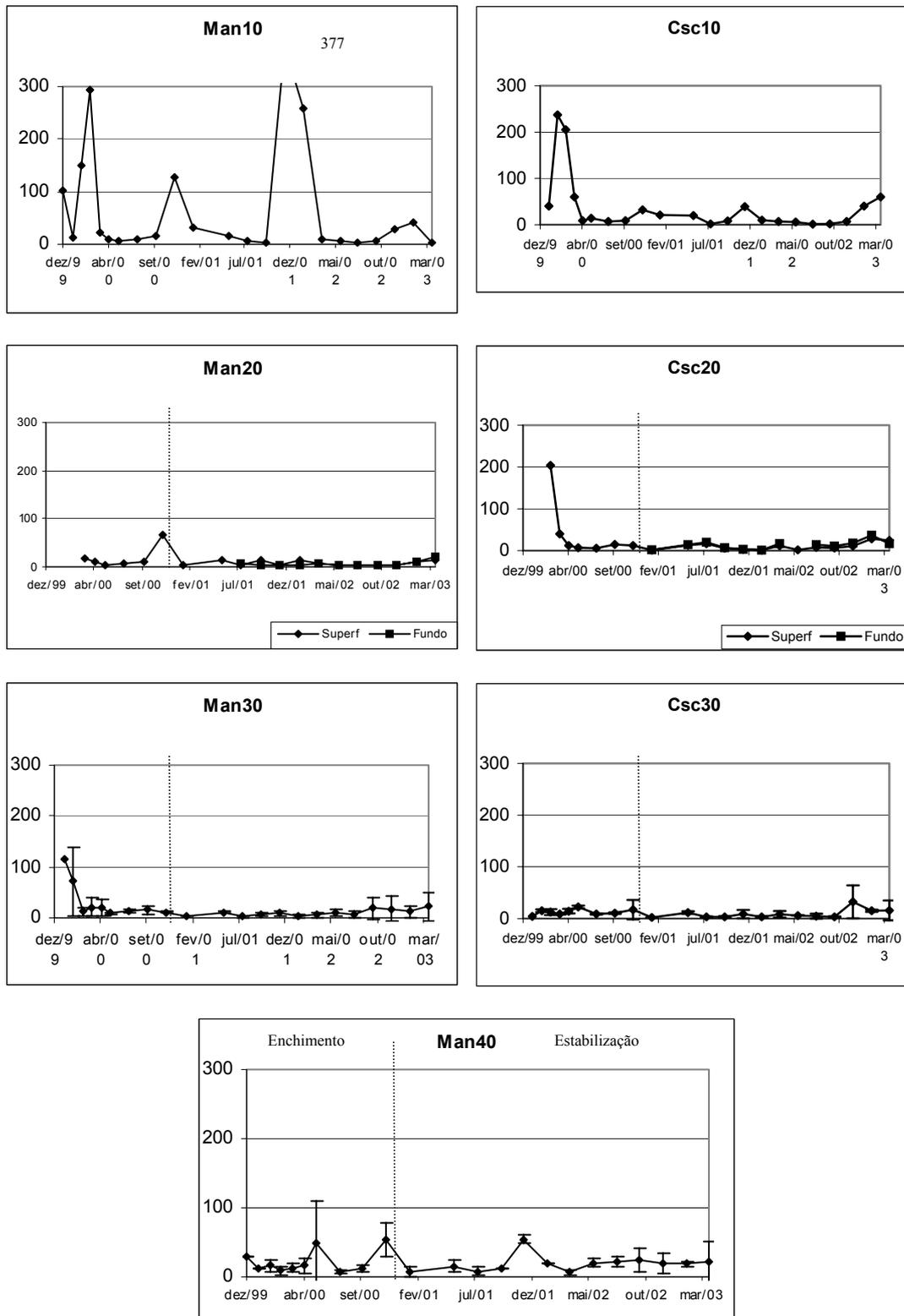


Figura 39: Variação média do material em suspensão ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

A concentração média do MS nessa estação de coleta apresentou padrão de variação similar à turbidez, com queda de 28 para 11,5 mg.L<sup>-1</sup> nos primeiros 30 dias de enchimento, porém, na última campanha dessa fase (dezembro/00), observou-se discreto incremento em relação ao mês anterior, passando de 12,3 a 54,7 mg.L<sup>-1</sup> (Fig. 39).

No corpo central do reservatório, nas estações Man30 e Csc30, Zds foi maior do que 1m a partir de março e nitidamente maior do que a dos rios até maio (Fig.37). Em junho, em ambas as estações de coleta, registraram-se diminuições da Zds, relacionada com a mistura do epilímnio com o hipolímnio devido à desestratificação térmica da coluna d'água, ocasionada pelas mudanças climáticas no período. Essa diminuição da zona fótica influenciou também na densidade do fitoplâncton (item 4.3.3.).

Nas estações de coleta Man30 e Csc30 foram observados aumentos médios da turbidez similares aos rios nos primeiros meses de enchimento, passando de 34 e 2 UNT em janeiro para 185 e 25 UNT na amostragem de fevereiro, respectivamente, indicando em ambos os locais do reservatório influência dos rios Manso e Casca por cerca de 60 dias após o início do enchimento. Nos meses seguintes, essa variável manteve-se quase estável e menor do que 17 UNT em ambas as estações (Fig. 38).

Como o enchimento das estações de transição flúvio-lacustre (Man20 e Csc20) começou entre a campanha de março e abril, época de chuva, a influência dos rios nos primeiros meses foi mais evidente em relação às estações de coleta do corpo central do reservatório. A variação da Zds na zona de transição foi nitidamente sazonal como nos rios, com maiores resultados na estiagem em relação à época de chuva durante o enchimento e com correlação positiva com a variação dos rios, próximo a 80%, mas a maioria dos resultados nessa zona do reservatório foi maior do que nos rios na estiagem, exceto em junho/00 em Man20 (1,6m) em relação ao rio Manso (2,0m) (Fig. 37).

Especificamente em Man20, o enchimento começou a ocorrer no final do período chuvoso (abril/00), quando a turbidez já vinha apresentando tendência de decréscimo no rio Manso. Em Csc20, observou-se decréscimo significativo dessa variável a partir de maio, similar ao ocorrido no rio Casca na época da estiagem, com valores menores que 10 UNT até outubro. Em dezembro, a turbidez aumentou para 23 UNT em Csc20 e para 110 UNT em Man20, demonstrando que ainda havia influência dos rios Casca e Manso sobre essa zona do reservatório quase 8 meses após o início do enchimento nesses locais, mesmo com resultados menores do que nesses rios (38 e 215 UNT, respectivamente) (Fig. 38).

A turbidez nestas estações de coleta apresentou 99,8% de correlação positiva com o MS na fase de enchimento, sendo que os resultados dessas duas variáveis também indicaram influências dos rios Manso e Casca em suas respectivas zonas de transição flúvio-lacustre. Em Csc20 a maior concentração de MS foi mensurada em março (204 mg.L<sup>-1</sup>) e a menor em agosto (6 mg.L<sup>-1</sup>). Em Man20 a maior concentração também foi mensurada no mês do início do enchimento (abril, 18 mg.L<sup>-1</sup>) e a menor em junho (5 mg.L<sup>-1</sup>) (Fig. 39).

Os resultados da Zds, turbidez e MS indicaram que, no corpo central do reservatório, a influência dos rios foi observada por até 60 dias após o início do enchimento. Porém, a diminuição da velocidade da água e o aumento do tempo de residência favoreceram a sedimentação das partículas na coluna d'água, aumentando assim a transparência e diminuindo a turbidez e a concentração do MS após esse período.

A sedimentação é a principal rota por meio da qual o material alóctone que aporta ao reservatório é removido e umas das principais funções de força que regem a distribuição de partículas e a zonação nos reservatório (Pagioro *et al.*, 2005a). Com isso, o fator hidráulico (e não o processo de decomposição) foi a principal força controladora dos padrões identificados de Zds, do MS e da turbidez no reservatório de Manso. Constatou-se condição inversa de oscilação dessas variáveis no reservatório da UHE Balbina, que inundou uma grande área de floresta tropical úmida (Moreno, 1996). Nesse caso observaram-se valores médios de Zds no primeiro ano de enchimento menores do que 1m no corpo central do reservatório, com acentuado aumento da turbidez e do MS do início dessa fase, entre dezembro/87 quando começou a encher o reservatório, até junho/89, foi mencionado que essas variáveis tiveram relação com o material detrital em suspensão, oriundo da decomposição da biomassa da floresta inundada.

Nas estações de transição no reservatório de Manso, essa alteração não foi mensurada para estas variáveis limnológicas, pois a influência dos rios manteve-se como a principal força controladora das oscilações da transparência, turbidez e MS durante toda a fase de enchimento, indicando claramente um padrão de zonação no reservatório, tanto no braço do Manso como no do rio Casca.

Henry (2003) define essa zona de transição como um ecótone *água/água*, em função da heterogeneidade espacial na região de desembocadura de um tributário em uma represa, que se caracteriza por redução acentuada da velocidade da corrente e da quantidade de sedimentos em suspensão e por elevadas taxas de sedimentação de

material particulado, dando como exemplo a afluição do rio Paranapanema na represa de Jurumirim.

A condutividade elétrica em Man40 apresentou maiores médias da fase de enchimento entre abril-junho, oscilando de 101,0 a 144,1  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Fig. 40). Padrão similar foi observado para o magnésio, que apresentou, durante o enchimento do reservatório em Man40, 83% de correlação positiva com a condutividade. De agosto até dezembro nota-se gradual diminuição dessa variável, com média passando de 66,7 para 42,3  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  nesse período. Com isso, nota-se que as oscilações da condutividade observadas em Man40 foram semelhantes as ocorridas em Man30 e Csc30.

Na região limnética de cada um dos braços do reservatório (Man30 e Csc30), a condutividade elétrica teve maiores resultados médios entre abril e junho/00, com valor mais alto em Man30 em junho (150,2  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). A partir desse mês a média caiu para 69,0  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  em agosto, mantendo-se quase estável até o final da fase de enchimento. Em Csc30 as variações foram similares, com maior média em abril/00 (96,0  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). De junho a agosto/00 a média caiu de 83,0  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para 39,0  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , chegando a 31  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  em dezembro/00 (Fig. 40).

Em todas as estações do corpo central do reservatório, a condutividade média apresentou tendência de aumento na estiagem em relação à época de chuva, semelhante ao registrado nos rios. No entanto, a variação sazonal dessa variável em Man30-40 e Csc30 provavelmente deve-se muito mais ao processo de decomposição da matéria orgânica do que a influência das precipitações na bacia, onde a tendência de sazonalidade foi constatada somente no rio Manso (Man10) e onde os resultados do rio Casca foram menores do que em Csc30, corroborando com o mencionado, pois no braço do Casca (Csc30), as variações da condutividade foram similares a todas as estações do corpo central do reservatório.

A influência dos rios sobre a variação da condutividade na zona de transição não foi tão evidente como para as variáveis mencionadas anteriormente. No rio Casca, entre maio-junho, os resultados foram baixos (6,1 e 6,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), mas houve incremento em Csc20 (35,0 e 25,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , respectivamente), indicando que a maior parte dos íons nessa zona de transição teve origem no processo de decomposição, mesmo não tendo sido feitas medições no fundo em Csc20 na fase de enchimento. Por outro lado, em Man20 foi registrado o maior resultado de condutividade em junho/00 (216  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), próximo ao mensurado no rio Manso (205  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), com queda acentuada a partir de agosto (107

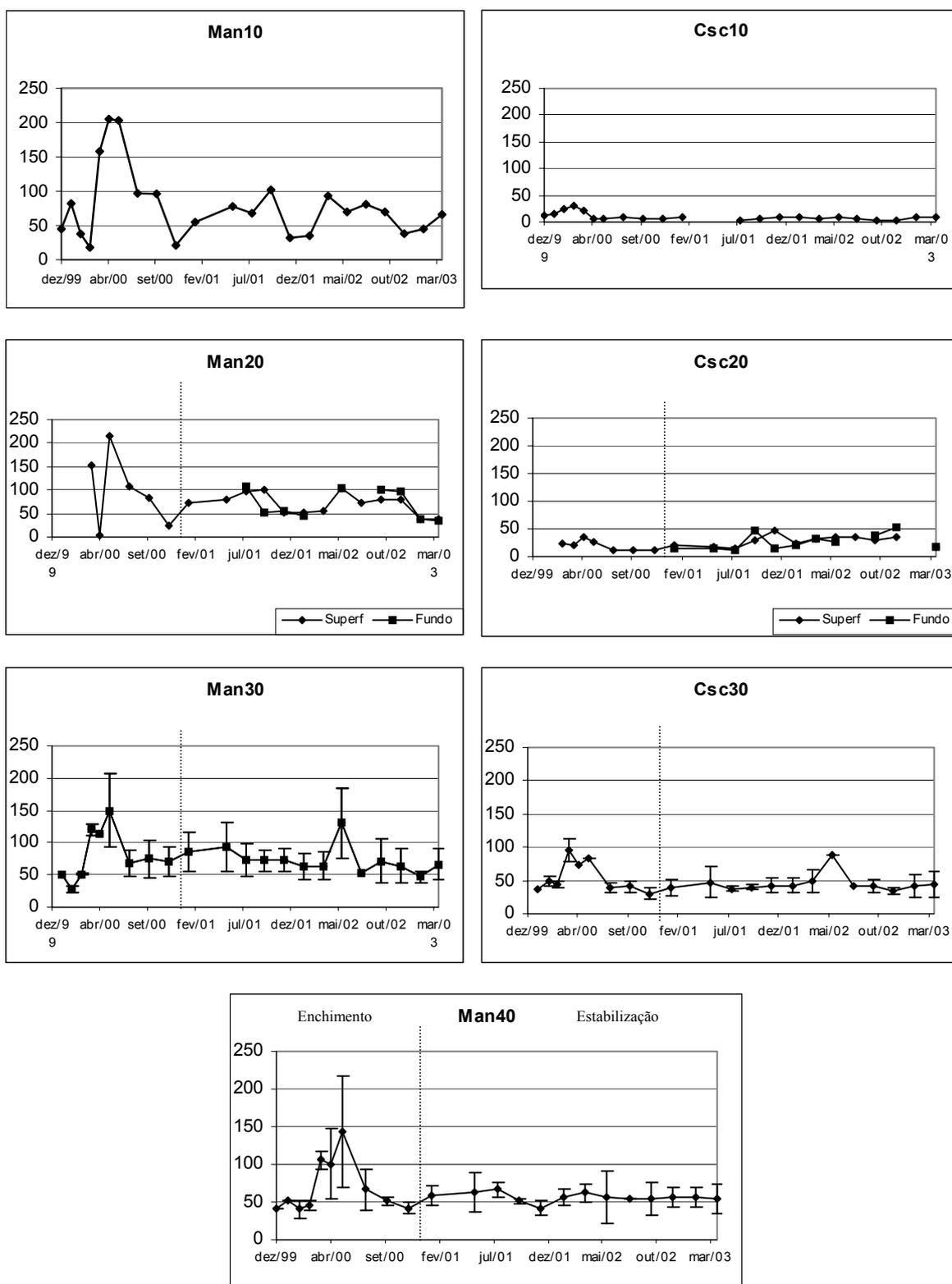


Figura 40: Variação média da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) até dezembro/00 ( $24 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), similar ao rio, sendo que nesse braço do reservatório foi quase impossível distinguir qual dessas forças preponderou na zona de transição, ação fluvial ou o processo de decomposição da vegetação inundada no reservatório.

Em comparação com os rios, nas estações Man20, 30 e 40 não se constatou diferença significativa da condutividade com o Manso, porém, em Csc30 essa variável foi nitidamente maior do que no rio Casca (Csc10) e em Csc20 no período de enchimento. Os incrementos nos valores de condutividade elétrica nas primeiras etapas de degradação da matéria orgânica estão relacionados à formação de  $\text{CO}_2$  e à liberação de compostos minerais decorrentes do processo de lixiviação, principalmente das folhas (Cunha-Santino & Bianchini Jr., 2002). Certamente o processo de decomposição que ocorreu no braço do Manso levou a liberação de íons, no entanto, a prospecção da lixiviação deve ter sido minimizada.

Com relação à alcalinidade, durante toda a fase de enchimento os resultados médios em Man40 foram significativamente menores do que no rio Manso (Fig. 41). Houve tendência de aumento a partir de fevereiro até junho/00, mês em que foi obtida a maior média ( $29 \text{ mg}\cdot\text{CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ). A partir daí diminuiu gradualmente, com menor resultado na última campanha dessa fase ( $15 \text{ mg}\cdot\text{CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ). Tendência similar foi observada em Man30, com maior média em agosto ( $32 \text{ mg}\cdot\text{CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ). Já em Csc30, o aumento foi brusco no 1º mês de enchimento em relação ao rio Casca (Csc10), passando de  $8 \text{ mg}\cdot\text{CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$  para  $25 \text{ mg}\cdot\text{CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ , com tendência de queda como nas outras estações de coleta, até dezembro/00, onde foi mensurado o menor resultado de alcalinidade da fase de enchimento nessa estação de coleta ( $13 \text{ mg}\cdot\text{CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ). Mesmo com maiores resultados em relação rio Casca, durante todo o enchimento, a média da alcalinidade em Csc20 foi menor do que em Man30-40. Por outro lado, nessas duas estações de coleta, os resultados foram sempre menores do que no rio Manso, ou seja, no braço do Casca houve aumento da alcalinidade em relação ao rio e no braço do Manso decréscimo (Fig. 41).

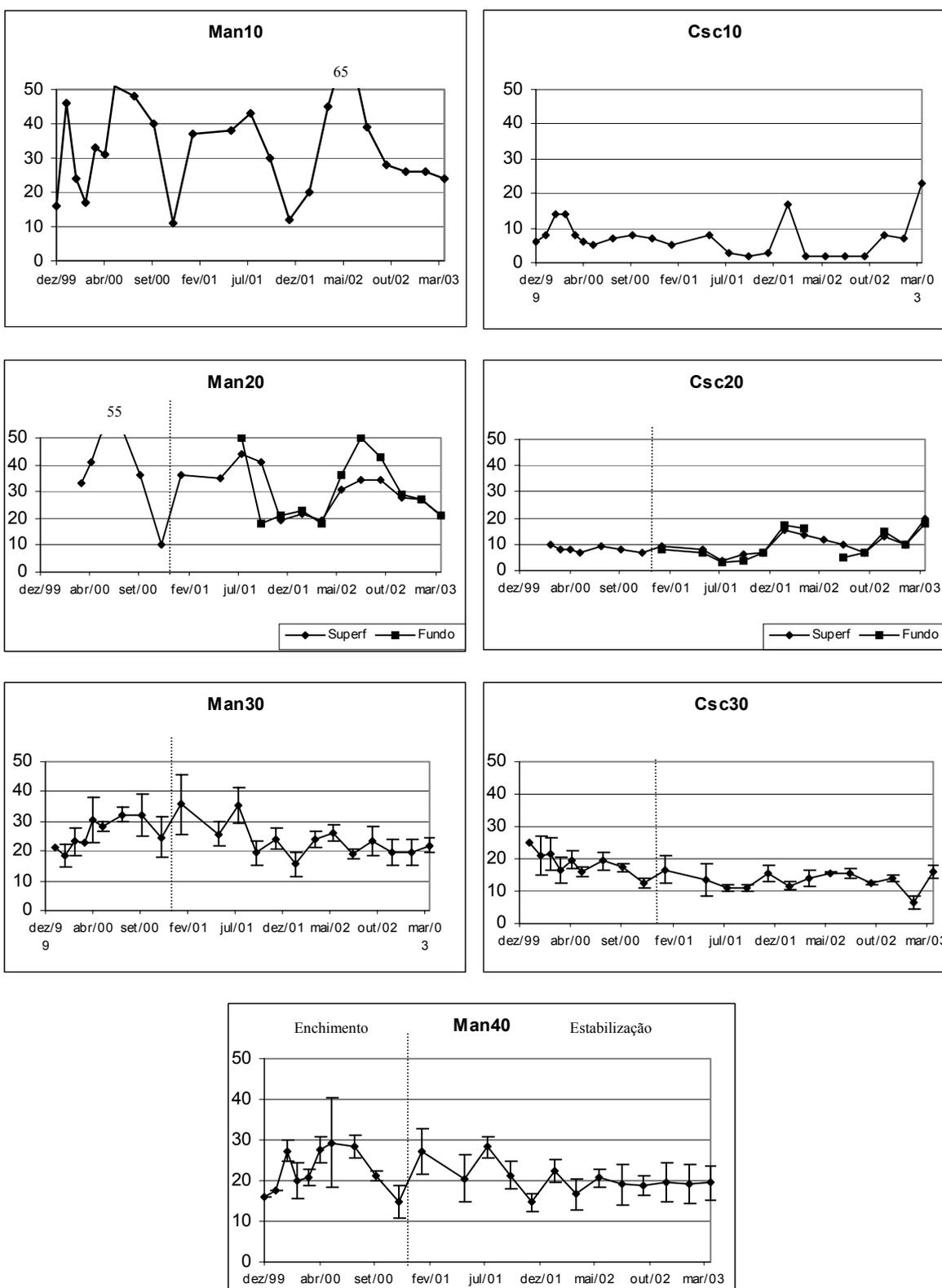


Figura 41: Variação média da alcalinidade total (mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

A alcalinidade total nas estações de transição flúvio-lacustre foi maior em Man20 do que em Csc20 em toda a fase de enchimento, similar a comparação entre os rios Manso e Casca, respectivamente. Os resultados mais altos em Man10 e Man20 foram mensurados em junho e agosto, variando entre 48-55 mg.CaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>. Em Csc20 o maior resultado foi em março (10 mg.CaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>), início do enchimento e coincidente com o maior resultado em Csc10 (14 mg.CaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>) (Fig. 41), sendo que para essas estações de coleta na fase de enchimento o índice de correlação positiva foi de 81%, com discreta tendência de maiores resultados na zona de transição em relação ao rio Casca. Entre Man10 e Man20, esse índice foi de 94%.

O padrão de variação da alcalinidade nos primeiros meses de formação do reservatório do APM Manso só pode ser compreendido nas suas relações com o pH e íons, principalmente de cálcio e de magnésio. Esteves (1998) comenta que na maioria das águas naturais o pH é influenciado pela concentração de íons H<sup>+</sup> originados da dissociação de ácido carbônico ( $H_2CO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{2-}$ ), que gera valores baixos de pH, e das reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água ( $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$ ;  $H_2CO_3 + OH^-$ ), que elevam os valores de pH para a faixa alcalina. O equilíbrio dessas reações e suas influências sobre a alcalinidade num reservatório recém formado, cujas condições são diferentes em cada um dos braços, por influência de rios geoquimicamente diferentes, e onde, em ambos, ocorrem intensos processos de decomposição da vegetação afogada, é complexo e de difícil detalhamento, além da própria dificuldade em se interpretar o pH, como ressaltado por Esteves (1998).

Durante a fase de enchimento em Man20, o pH apresentou 91,9% de correlação positiva com o rio Manso (Man10), ambos com menores resultados em agosto (5,1 e 5,3) e maiores em outubro (7,9 e 8,0), respectivamente (Fig. 42). Esse resultado indica, mais uma vez, forte influência do rio nesse ambiente de transição. Essa correlação elevada não foi verificada entre o rio e as estações Man30-40, com tendência de menores resultados no reservatório nos primeiros dois meses do início do enchimento (janeiro-fevereiro), quase iguais em março, maio e outubro, e maiores nessas estações em relação ao rio Manso em junho, agosto e dezembro/00. A aplicação da ANOVA não resultou em diferenças espaciais ou temporais significativas de pH no braço do Manso; porém, aplicando-se o Índice de Correlação de Pearson, obteve-se 93,7% de valor

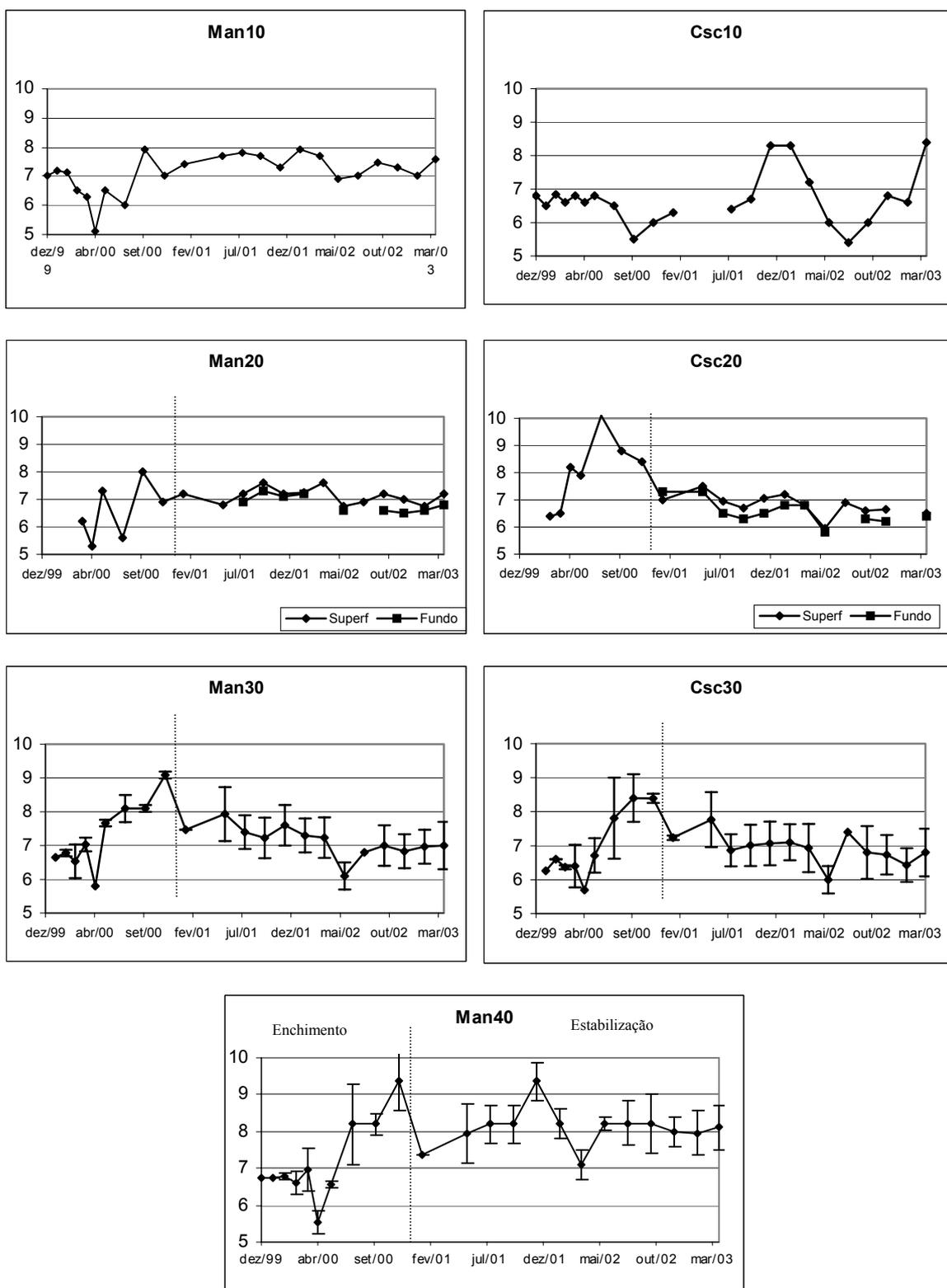


Figura 42: Variação média do pH nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

positivo entre essas duas estações de coleta. Nesse contexto, os resultados de pH no corpo central do reservatório sob influência do rio Manso sugerem a existência dos seguintes padrões: i) em Man30 e Man40 o pH oscilou de maneira similar e com baixa influência do rio Manso, porém, o pH basal inicial teve origem nesse rio; ii) a alta alcalinidade do rio Manso desfavoreceu a acidificação do meio pelo processo de decomposição, mantendo resultados próximos ao neutro nos primeiros meses do enchimento, exceto em abril/00, quando houve discreta acidificação do meio; iii) a formação de ácido carbônico da decomposição da biomassa inundada possivelmente levou a liberação de íons  $H^+$  e bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), sendo que o primeiro foi neutralizado pela alcalinidade natural da água e o segundo composto pode ter se ligado ao cálcio ou ao magnésio (Carmouze, 1994), elementos disponíveis no rio Manso, posteriormente precipitados.

Esteves (1998) descreve em detalhe os caminhos desse bicarbonato, citando que a solubilidade do bicarbonato de cálcio, um dos compostos que confere alcalinidade, é dependente da concentração de  $CO_2$  dissolvido, sendo que quando se adiciona mais  $CO_2$  ao sistema, como aconteceu em Manso pela liberação desse gás proveniente do processo de decomposição, são liberados íons cálcio e bicarbonato. No entanto, quando o  $CO_2$  for retirado da água pela fotossíntese ou elevação da temperatura, que também ocorreu em Manso na fase de enchimento, visto pela expressiva densidade fitoplanctônica (item 4.3.3.), o bicarbonato de cálcio é convertido a carbonato de cálcio insolúvel, de fácil precipitação, e  $CO_2$ . Além disso, esse autor explica que em  $pH < 6,4$ , a proporção de  $CO_2$  livre é alta, predominando ácido carbônico, a partir de 6,4-10,3 predomina o íon bicarbonato ( $HCO_3^-$ ).

No braço do rio Casca, o padrão de variação do pH foi distinto ao observado no braço do Manso, sendo que em Csc20 os resultados foram discretamente menores do que no rio Casca nos primeiros dois meses de enchimento (6,4-6,5). A partir de maio/00, o pH aumentou expressivamente, com resultado de 10,1 em agosto e 8,4 em dezembro/00. Na estação Csc30 a média de pH também se manteve discretamente abaixo do mensurado no rio Casca até junho/00, oscilando entre 5,70-6,71. Entre agosto-dezembro/00 todos os resultados em Csc30 foram nitidamente maiores do que no rio Casca, variando entre 7,23-8,40 (Fig. 42). As reações ácido-base descritas para o braço do rio Manso também ocorreram no braço do Casca, porém, a baixa alcalinidade natural nesse rio, deixa uma incógnita quanto a posterior elevação do pH, uma vez que era de se esperar valores similares ao rio ou mais baixos, pois o processo de

decomposição da matéria orgânica lábil tende a acidificar o meio. No entanto, em Csc20-30 os resultados de alcalinidade foram sempre mais altos do que no rio Casca na fase de enchimento, condição que amplia a dúvida: de onde viria essa alcalinidade em Csc30? É provável que o abrupto aumento na concentração de cálcio e sódio no rio Casca em fevereiro, que também resultou em aumento acentuado desses cátions em Csc30, pois o rio nesse mês ainda exercia forte influência sobre essa região do reservatório, tenha favorecido a formação de bicarbonato de sódio e cálcio, conferindo alcalinidade ao meio, sendo que esse bicarbonato teve origem principalmente da dissociação do ácido carbônico proveniente da decomposição da matéria orgânica lábil. O potássio por sua vez, que também teve alta concentração nesse mês em Csc10 e Csc30 (Fig. 45), bem como o cálcio, pode ter se ligado ao sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ), pois as maiores concentrações desse ânion nessas estações de coleta (2,5-3,0  $\text{mg.L}^{-1}$ ), registradas entre janeiro-fevereiro, foram as mais altas da fase de enchimento (HABTEC-FURNAS, 2001). Deve-se considerar ainda que a produção primária no reservatório, que certamente é maior do que nos rios, visto pela maior densidade do fitoplâncton nesse ambiente (item 4.3.3.1.), também deve ter contribuído para a elevação do pH e da alcalinidade do meio.

As hipóteses criadas para os sistemas hídricos do Manso e Casca podem explicar o equilíbrio ácido-base na fase de enchimento, mas não se pode afirmar com certeza se esses processos químicos foram os predominantes, uma vez que outros fatores não avaliados neste trabalho podem ter interferido nesse complexo processo.

Dos íons analisados no reservatório do APM Manso, o sódio e o potássio tiveram correlação positiva, acima de 90%, entre os rios e todas as estações de coleta, Man20, 30 e 40 com o rio Manso e Csc20-30 com o rio Casca. Os picos de concentração desses elementos em fevereiro/00 no rio Manso (12,84  $\text{mg.L}^{-1}$  e 59,7  $\text{mg.L}^{-1}$ ), muito acima dos valores médios observados durante o enchimento, influenciou em todas as estações do braço do Manso, pois nesse mês em Man30 ainda estava iniciando o enchimento e Man40 ainda sofria influência lótica, sendo registrado 10,7  $\text{mg.L}^{-1}$  de sódio e 64,6  $\text{mg.L}^{-1}$  de potássio em Man30 e 12,8  $\text{mg.L}^{-1}$  de sódio e 46,9  $\text{mg.L}^{-1}$  de potássio em Man40 (Figs. 43-44).

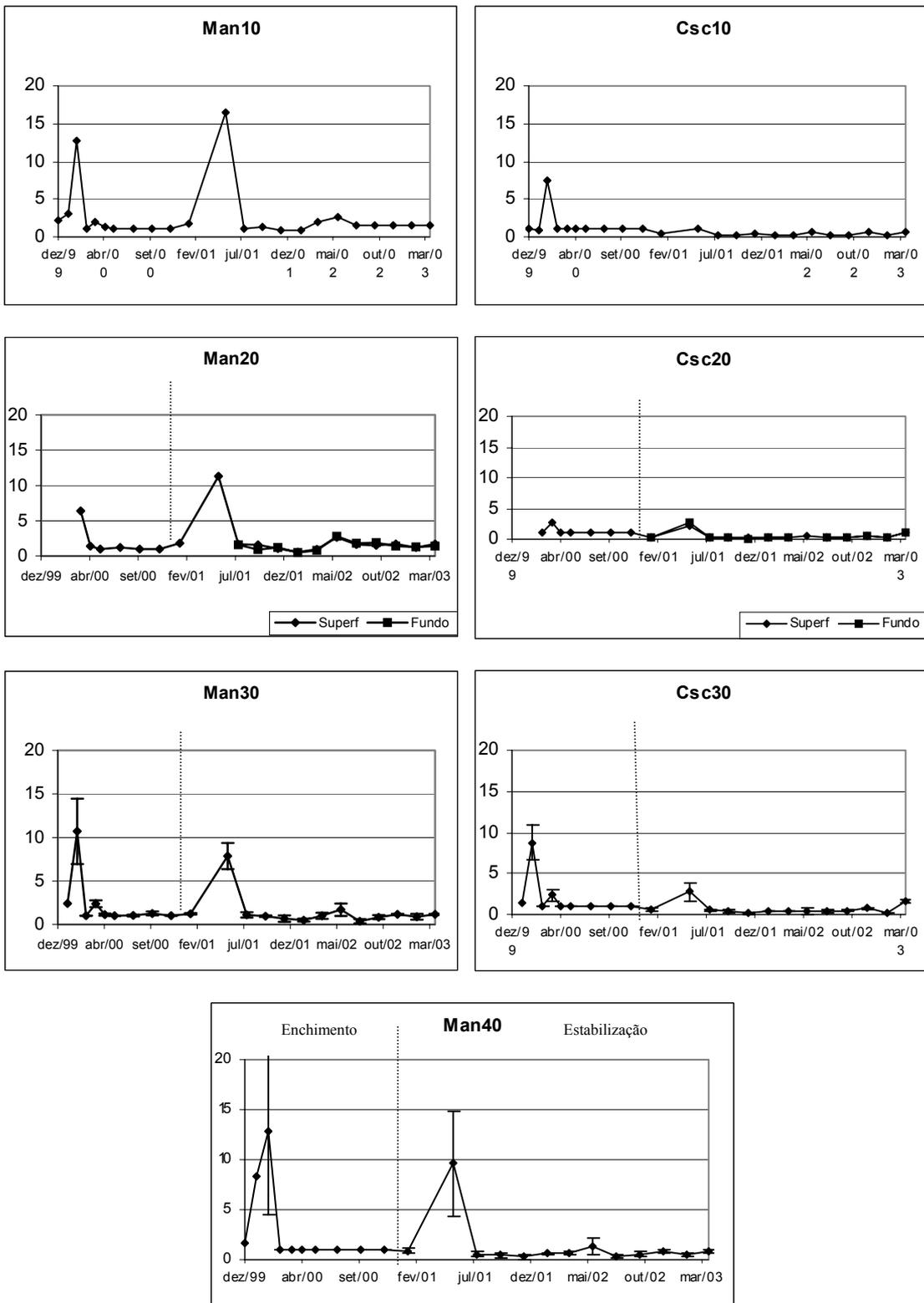


Figura 43: Variação média do sódio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

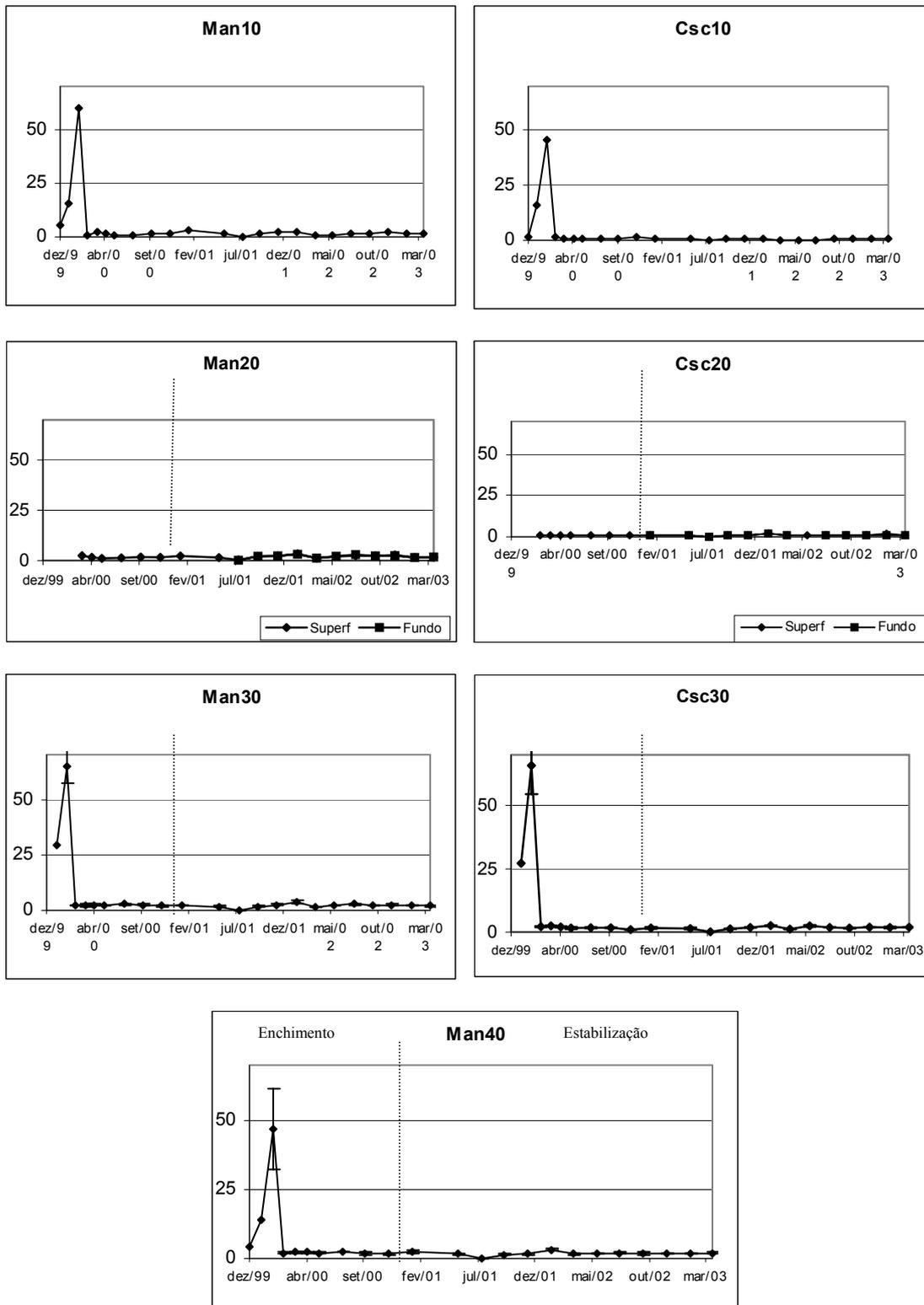


Figura 44: Variação média do potássio (mg.L<sup>-1</sup>) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

No rio Casca os picos de concentração desses elementos também ocorreram nesse mês, refletindo em aumento somente em Csc30, pois em Csc20 o enchimento começou em março. Os resultados nesta estação de coleta em fevereiro foram de 8,7 mg.L<sup>-1</sup> e 65,7 mg.L<sup>-1</sup>. Nos meses seguintes, esses cátions tiveram concentrações baixas e praticamente estáveis em todas as estações de coleta, mesmo naquelas onde o rio não exercia mais influência nesse período (Figs. 43-44). Isso indica que não houve outra fonte significativa de sódio e potássio ao reservatório na fase de enchimento que não seja dos rios Manso e Casca.

Quanto ao cálcio e ao magnésio, a correlação positiva foi verificada somente entre o rio Manso e a estação Man20, sendo de 90,3 e 89,1%, respectivamente. Os maiores resultados de cálcio nessa estação de coleta foram registrados em junho e agosto/00 (13,6 mg.L<sup>-1</sup>) e de magnésio em agosto (7,5 mg.L<sup>-1</sup>), com resultado em junho muito próximo a esse valor máximo (7,05 mg.L<sup>-1</sup>) (Figs. 45-46). Nas outras estações de coleta situadas na região limnética (Man30-40 e Csc30), bem como em Csc20, não houve correlação positiva desses cátions com os resultados mensurados nos rios. A participação do cálcio e, possivelmente do magnésio, nas reações ácido-base mencionadas anteriormente e a provável liberação de magnésio da molécula de clorofila da vegetação inundada, devem ter sido os principais fatores que alteraram as concentrações no reservatório em relação aos rios. No entanto, o padrão no braço do Casca foi diferente do braço do Manso. Como o teor de cálcio em Csc10 foi baixo, em Csc30, a partir de abril a média foi sempre maior do que no rio até dezembro. Já em Man30-40, os resultados médios foram quase sempre menores do que no rio Manso. No sistema lótico de Manso, a concentração de cálcio e magnésio é alta e no reservatório, como citado, pode ter ocorrido perda por precipitação sob a forma de bicarbonatos de cálcio e magnésio (Carmouze, 1994).

Os intensos processos de decomposição da matéria orgânica lábil nos primeiros meses da fase de enchimento implicaram também em consumo de oxigênio dissolvido (OD) em toda a coluna d'água, refletindo em menores concentrações médias desse gás no reservatório para maioria dos resultados, inclusive nas estações de transição flúvio-lacustre (Fig. 47).

No corpo central do reservatório, no braço do Manso (Man30-40), os valores médios de OD na coluna d'água foram nitidamente menores do que no rio Manso, sendo

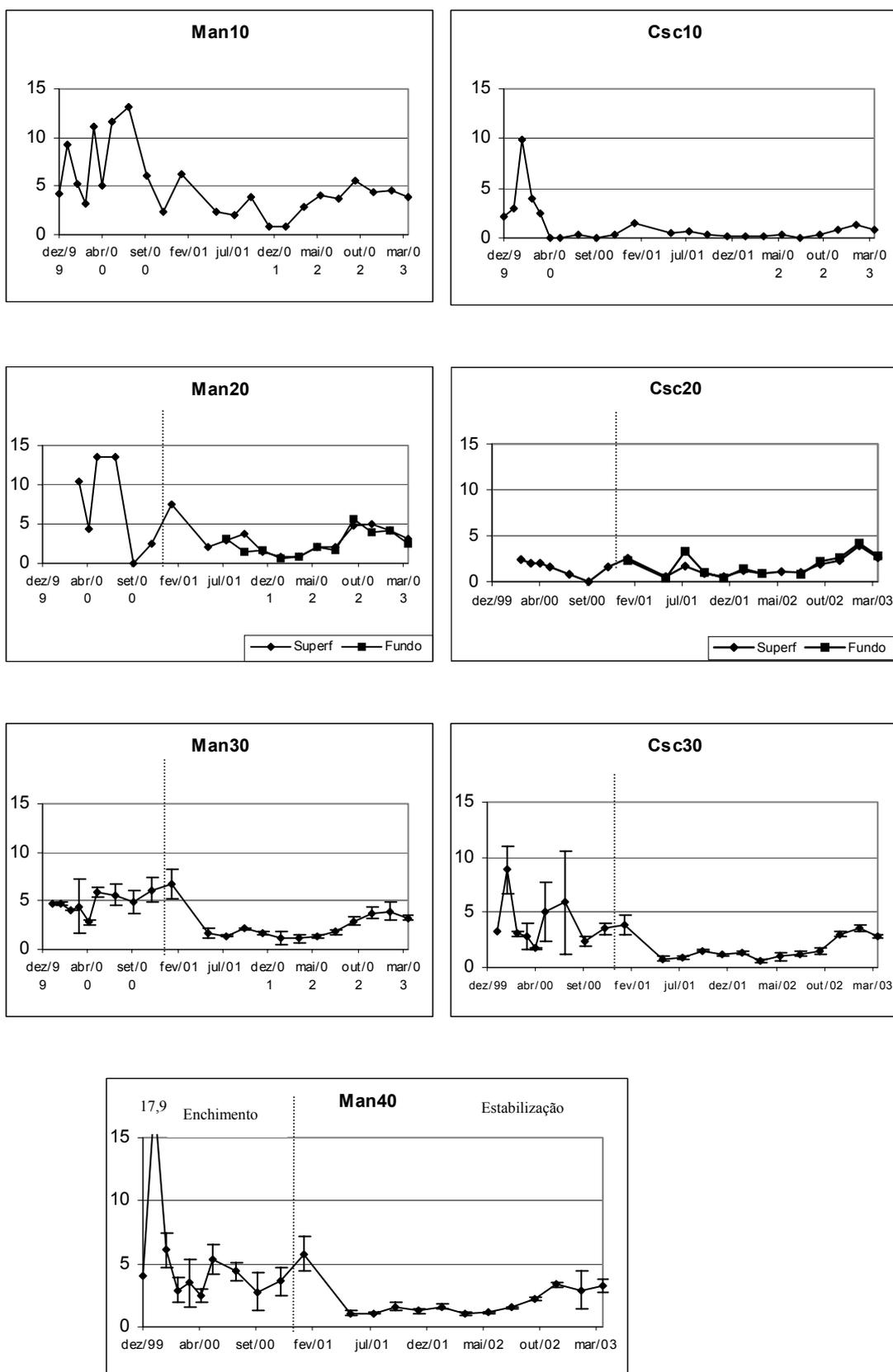


Figura 45: Variação média do cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

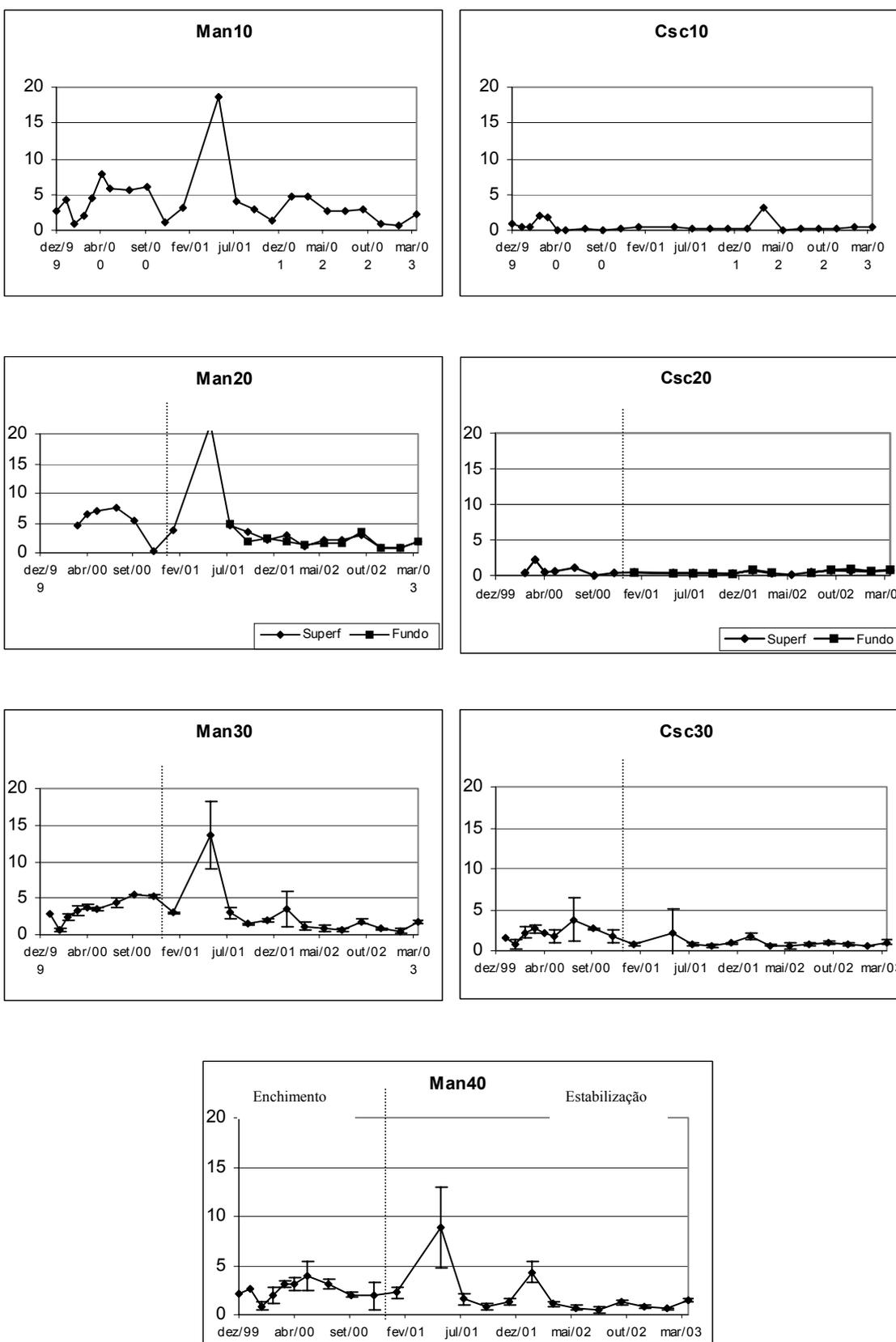


Figura 46: Variação média do magnésio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

sendo que em ambas as estações de coleta as menores concentrações foram registradas em março/00, 1,7 e 1,5 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Nos outros meses em Man30-40 os resultados médios foram sempre menores do que 5,0 mg.L<sup>-1</sup>, porém no rio Manso todos foram acima de 6,0 mg.L<sup>-1</sup>, exceto em outubro/00 (5,3 mg.L<sup>-1</sup>) (Fig. 47).

No braço do rio Casca o decréscimo médio do OD na coluna d'água em relação ao rio Casca também ficou evidenciado, com acentuada queda a partir do primeiro mês de enchimento, com valores abaixo de 1,0 mg.L<sup>-1</sup> em fevereiro e março em Csc30. Em todos os meses da fase de enchimento, os teores médios de OD nessa estação de coleta foram sempre menores do que 4,0 mg.L<sup>-1</sup>, exceto em janeiro, início do enchimento (Fig. 47).

Em Man20 as menores concentrações foram registradas cerca de dois meses após o início do enchimento nesse local (4,50 mg.L<sup>-1</sup>), sendo que a partir de junho até dezembro os resultados foram acima de 5,0 mg.L<sup>-1</sup>. Em Csc20 o decréscimo do OD no primeiro mês de enchimento foi acentuado (1,0 mg.L<sup>-1</sup>), com posterior restabelecimento nos meses seguintes acima de 5,0 mg.L<sup>-1</sup>, exceto em junho (3,8 mg.L<sup>-1</sup>). Como não foram feitas medições de OD no hipolímnio nessas estações de coleta durante o enchimento, é provável que esses resultados pudessem ser, em média, menores, por outro lado, a forte influência da cunha fluvial em Man20 e Csc20 nessa fase, pode ter favorecido uma mistura da coluna d'água, mantendo resultados similares entre superfície e fundo (Fig. 47). De Filippo *et al.* (1999) verificaram, na fase de enchimento na zona de transição do reservatório de Serra da Mesa, mistura completa da coluna d'água, provocada pela força da intrusão fluvial, o que desfavoreceu baixos níveis de oxigenação com o processo de decomposição nos primeiros meses de formação desse reservatório.

A amônia e o NKT em Man40 apresentaram altas concentrações em dezembro/99 (1,15 e 1,27 mg.L<sup>-1</sup>), similar ao observado no rio Manso (1,15 e 1,2 mg.L<sup>-1</sup>). No mês seguinte o teor de amônia caiu abruptamente nessas duas estações de coleta (0,03 mg.L<sup>-1</sup>), mas o NKT manteve-se maior em Man40 (0,30 mg.L<sup>-1</sup>) do que no rio (< 0,02 mg.L<sup>-1</sup>) (Fig. 48). Nota-se com isso que até janeiro/00 o rio Manso era a principal fonte de amônia em Man40, mas ainda nesse mês, o aporte de nitrogênio orgânico, oriundo da decomposição da matéria orgânica do reservatório em formação, provocou aumento do NKT. Nos meses seguintes até o final da fase de enchimento (dez/00), observou-se tendência de aumento gradual nas concentrações médias de amônia e NKT

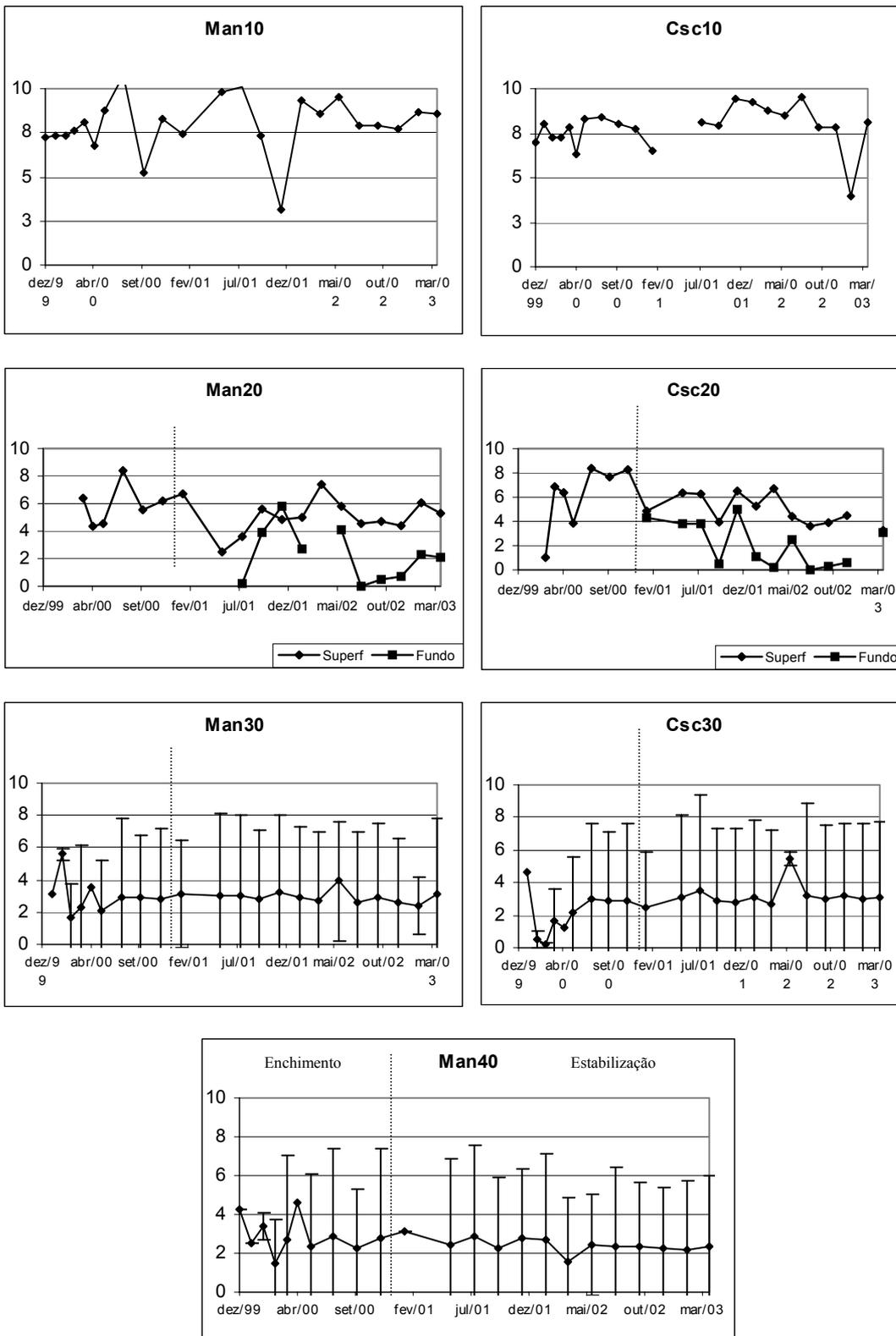


Figura 47: Variação média do oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

nessa estação de coleta, quase sempre acima do que no rio Manso, com resultados em dezembro de 1,31 mg.L<sup>-1</sup> de NKT e 0,48 mg.L<sup>-1</sup> de amônia (Figs. 48 e 49).

Em Man30 esse padrão de variação da amônia e do NKT durante o enchimento foi similar a Man40, exceto para o NKT nos primeiros dois meses de enchimento nesse local do reservatório, onde a concentração manteve-se acima da mensurada no rio Manso (0,3 mg.L<sup>-1</sup>), ou seja, a fonte de nitrogênio orgânico nesse período teve incremento do processo de decomposição em Man30.

A média de nitrato em Man40 foi sempre menor do que 0,05 mg.L<sup>-1</sup> durante toda a fase de enchimento, com oscilações muito discretas no período (Fig. 50). Em Man30 até outubro o padrão foi o mesmo, porém no último mês dessa fase a média foi de 0,1 mg.L<sup>-1</sup>. Na zona de transição (Man20), resultados médios acima de 0,05 mg.L<sup>-1</sup> foram mensurados somente nos meses de abril (0,07 mg.L<sup>-1</sup>) e dezembro (0,25 mg.L<sup>-1</sup>), devido aos aumentos observados no rio Manso nesses mesmos meses, indicando aporte de fósforo a essa zona do reservatório advindo do sistema lótico.

No braço do rio Casca, os resultados médios de NKT no corpo central do reservatório (Csc30) foram maiores do que no rio, exceto em março, que foi praticamente o mesmo (0,22 mg.L<sup>-1</sup>), e em agosto que foi menor do que no Casca (0,70 mg.L<sup>-1</sup> e 1,02 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente).

Os resultados de amônia em Csc30 foram sempre acima do mensurado no rio, exceto no primeiro mês de enchimento, que foi igual a esse ambiente lótico (0,02 mg.L<sup>-1</sup>) (Fig. 49). Na estação Csc20 os valores de NKT foram semelhantes ao rio Casca até junho e de amônia até agosto. Em outubro, observa-se um pico concomitante na concentração desses compostos nitrogenados, com valores idênticos (0,92 mg.L<sup>-1</sup>), indicando entrada de amônia ao sistema. As fontes desse NH<sub>3</sub> nessa zona de transição em outubro podem ter sido do incremento de N.orgânico do processo de decomposição no próprio reservatório.

Os resultados de nitrato no braço rio do Casca foram baixos em quase todo o período de enchimento, tanto na zona de transição (Csc20) como no corpo central do reservatório (Csc30). Um discreto aumento foi observado em abri/00 em Csc20 (0,06 mg.L<sup>-1</sup>) e em junho em Csc30 (0,11 mg.L<sup>-1</sup>), sendo que no rio Casca os resultados foram

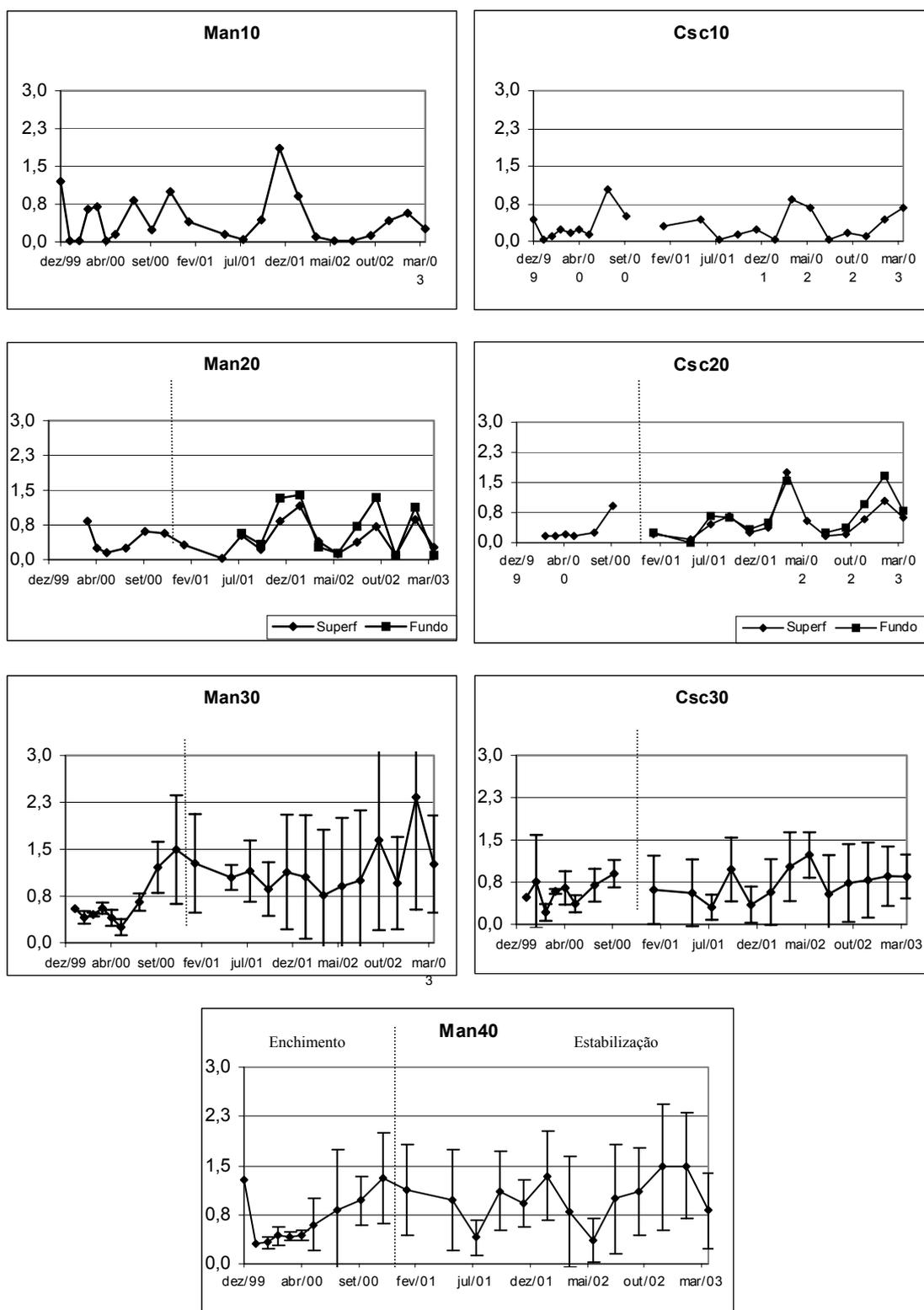


Figura 48: Variação média do NKT ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

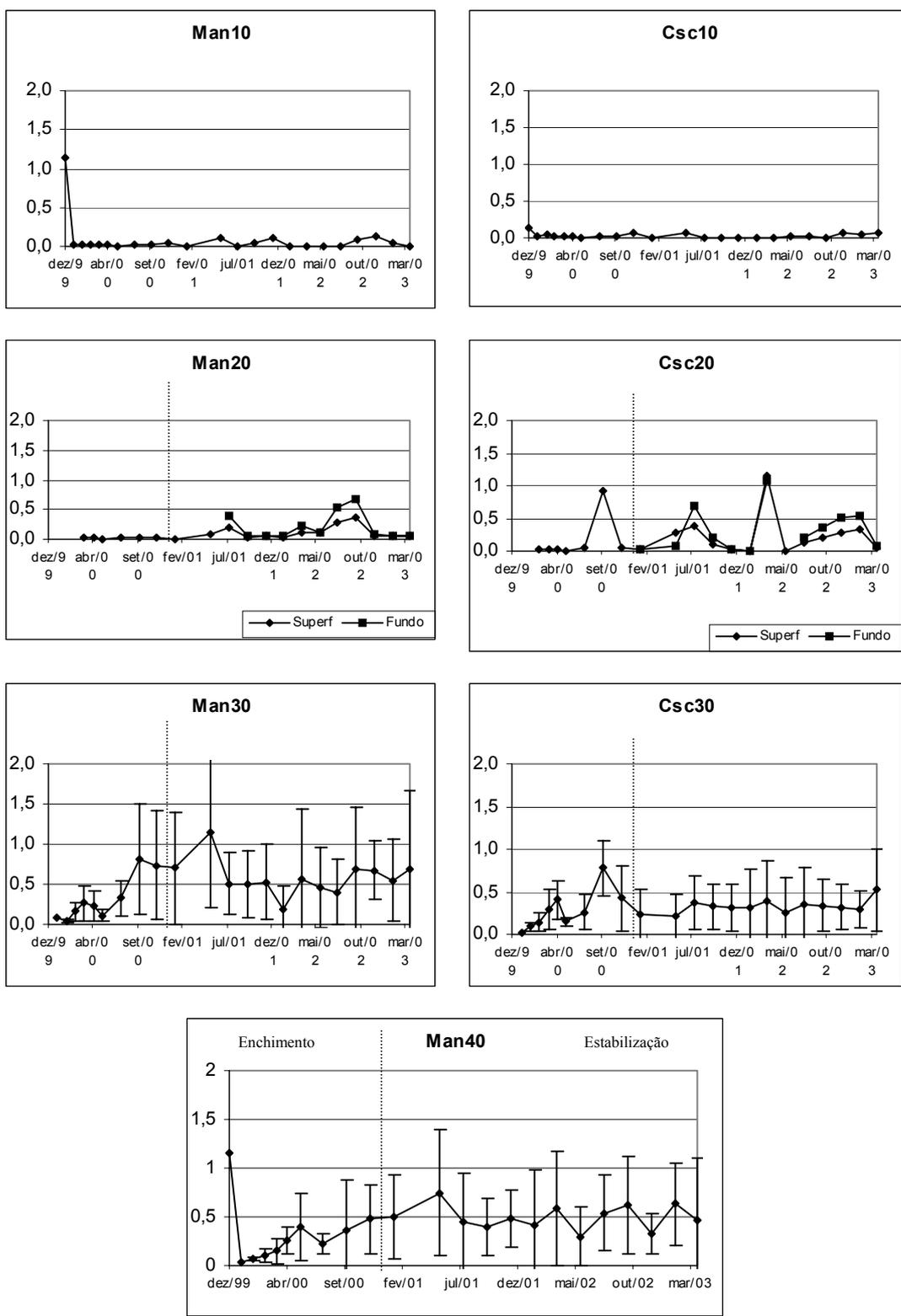


Figura 49: Variação média da amônia ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

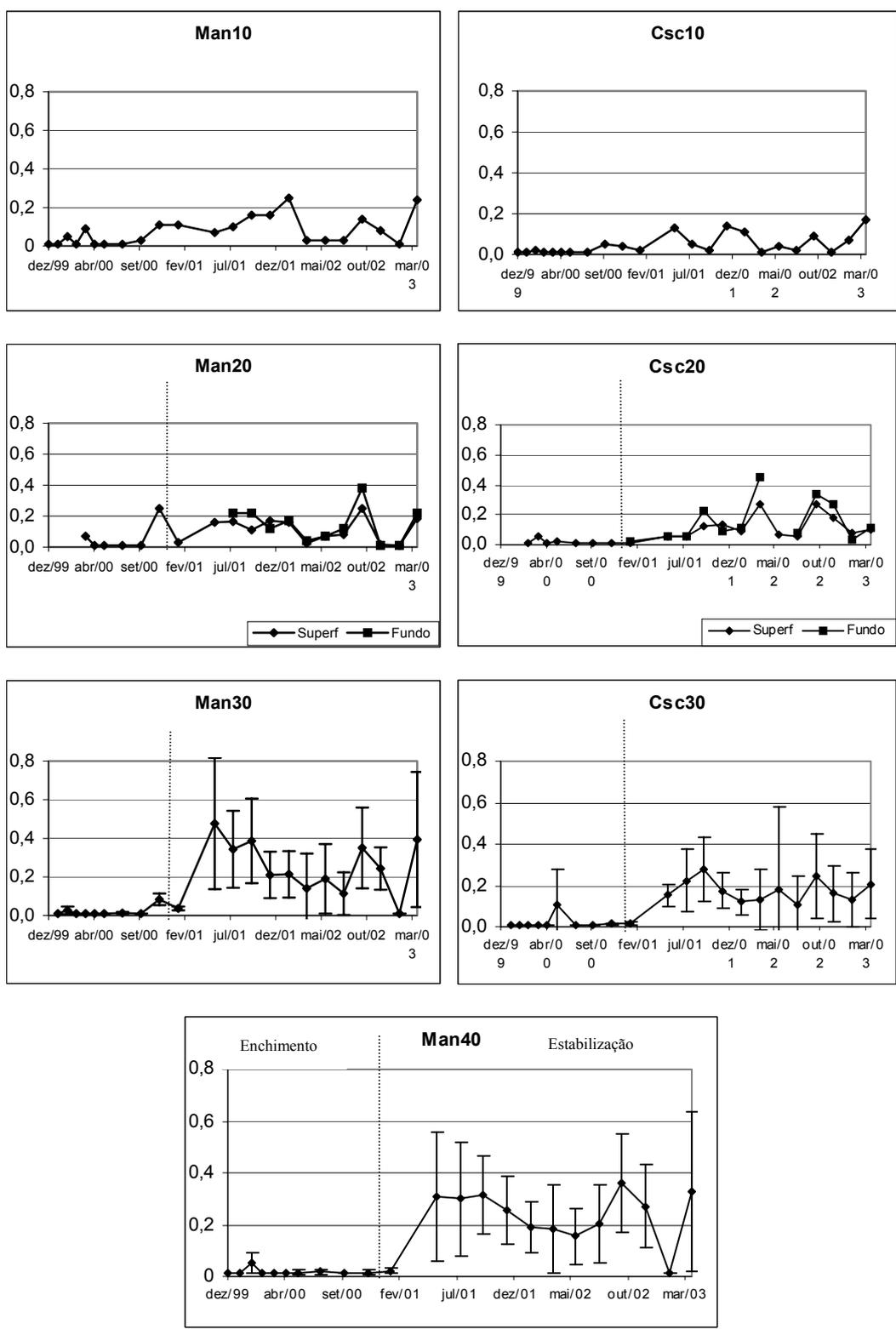


Figura 50: Variação média do nitrato (mg.L<sup>-1</sup>) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

sempre abaixo de  $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  nesse período; basicamente a formação de nitrato a partir da amônia ocorre em presença de OD.

As variações médias de fósforo total em todas as estações do reservatório não apresentaram significativas diferenças temporais, quanto às épocas de chuva e estiagem, ou espaciais, entre as estações de coleta, inclusive em comparação com os rios Manso e Casca. Em Man40, o fosfato total (Pt) oscilou entre  $< 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  em julho/00 e  $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$  em agosto e junho/00. Na estação Man30 a maior concentração média foi observada em fevereiro e a menor em agosto. Considerando somente os meses em que começou o enchimento em Man20, o maior teor médio de Pt em Man30 ocorreu em outubro ( $0,11 \text{ mg.L}^{-1}$ ) mesmo mês e mesmo valor observado nessa estação de transição (Fig. 51).

No sistema hídrico do Casca, o maior resultado em Csc30 foi observado no mês do enchimento (jan/00,  $0,14 \text{ mg.L}^{-1}$ ), quando foi realizada medição somente na superfície. Nesse mês o rio Casca ainda exercia influência expressiva nessa região do reservatório, porém, a baixa concentração no rio ( $< 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ ) indica que o processo de decomposição da matéria orgânica inundada foi a principal fonte desse nutriente. A partir de abril/00 os valores médios de Pt em Csc30 mantiveram-se sempre maiores do que no rio Casca na fase de enchimento (Fig. 51).

Na estação de transição Csc20, os resultados variaram entre  $< 0,02$  (maio) e  $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$  em março e abril, apresentando 96,5% de correlação positiva com o rio Casca. Isso indica que uma das principais fontes de fosfato para essa zona do reservatório foi do ambiente lótico.

Os resultados dos nutrientes nitrogenados e fosforados nas zonas de transição flúvio-lacustre sugerem que as intrusões fluviais dos rios Manso e Casca promoveram misturas das colunas d'água, mantendo concentrações similares da superfície ao fundo, mesmo considerando que possam ser provenientes de duas fontes na fase de enchimento: os rios e o processo de decomposição no reservatório.

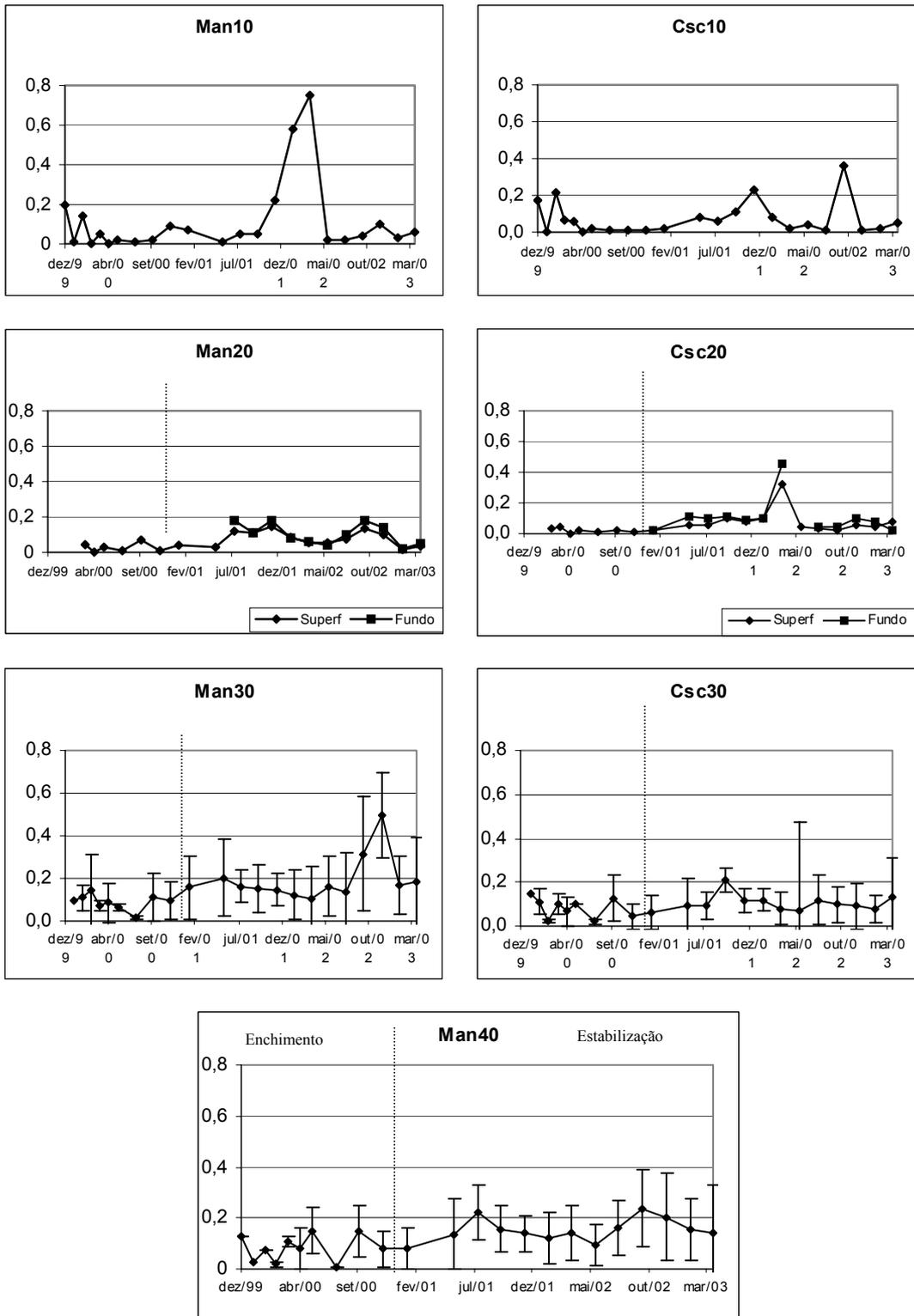


Figura 51: Variação média do fósforo total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos rios Manso e Casca e no reservatório do APM Manso nas fases de enchimento (dez/99-dez/00) e estabilização (fev/01-abr/03).

### 4.3.2. Variação vertical

As árvores e os arbustos que compõem a vegetação terrestre inundada da área de um reservatório em formação contêm grande quantidade de material resistente à decomposição, sendo que a composição estrutural da vegetação submersa pode permanecer praticamente inalterada por vários anos; porém, as folhas e pecíolos (partes verdes) da vegetação são as que possuem maior quantidade de elementos facilmente biodegradáveis, isto é, lábeis (Bitar *et al.* 2002), sendo essas estruturas as primeiras a se decompor, liberando substâncias que irão alterar as condições limnológicas nos primeiros dias ou meses de enchimento-estabilização de um reservatório.

Durante a fase de enchimento do reservatório do APM Manso, com o represamento dos rios Manso e Casca, a grande área inundada de vegetação de cerrado entremeada por matas de galeria e pastagens, promoveu acentuadas alterações limnológicas nos primeiros meses de formação desse reservatório, em relação às condições anteriores dos rios.

As alterações no reservatório de Manso foram verificadas principalmente para a condutividade elétrica, alcalinidade total, íons, pH, oxigênio dissolvido e alguns nutrientes, cujas variações médias longitudinais foram discutidas (item 4.3.1.). Tais valores médios representaram as variações de toda a coluna d'água e permitiu comparações com os diferentes ambientes do reservatório e com os rios afluentes. Contudo, as variações na coluna d'água em cada estação de coleta, especificamente as situadas no corpo central do reservatório (Csc30, Man30-40), só podem ser conhecidas com os perfis verticais, feitos neste estudo através do cálculo do desvio padrão (DP) dessas médias para cada variável selecionada e com os dados de perfil de temperatura e OD determinados com sonda. Ressalta-se que os maiores valores médios foram sempre registrados no hipolímnio, exceto para as concentrações de OD e para alguns resultados de condutividade e alcalinidade, nos quais a situação foi inversa.

As diferenças de temperatura geram camadas d'água com diferentes densidades, que já em si formam uma barreira física, impedindo que se misturem, formando um ecossistema estratificado termicamente, no qual frequentemente os estratos formados estão diferenciados física, química e biologicamente. Em termos de trabalho do vento, para desestratificar massas de água com temperatura entre 29 e 30 °C é necessária mais energia (37 vezes) do que entre 4 e 5°C. Esse fenômeno tem enormes conseqüências

limnológicas, visto que em ecossistemas aquáticos com níveis mais elevados de temperatura (superiores a 20 °C), como é o caso do reservatório de Manso (Tabela II), não há necessidade de grandes diferenças de temperatura entre as sucessivas camadas para que se processe a estratificação térmica da coluna d'água (Esteves, 1998). Observou-se no perfil de temperatura em Man30-40 e Csc30 que as oscilações foram discretas da superfície ao fundo, com altas temperaturas da superfície ao fundo, típicas de reservatório tropicais profundos e com longo tempo de residência. No entanto, com o cálculo da RTR, identificou-se ocorrência de estratificação térmica nítida nesse reservatório.

A RTR em janeiro, até 11 m de profundidade em Man30-40, oscilou consideravelmente, com índice de até 57 em Man40 a 1m de profundidade e 47 em Man30 a 2m da coluna d'água, com queda brusca em 2m e 3m, respectivamente. A partir de 11m, houve tendência de estabilidade, com valores de  $RTR < 10$  (Figs. 52 e 53). Variação similar foi registrada em fevereiro nessas estações de coleta e também em Csc30 (Fig. 54), indicando a formação de duas a três camadas com densidades diferentes nesses meses no corpo central do reservatório de Manso.

Registraram-se discretas variações da RTR nas camadas mais profundas, em relação à superfície, somente em Man30-40 nos meses de janeiro e fevereiro e em fevereiro em Csc30, devido a influência da intrusão fluvial nas camadas mais profundas até cerca de três meses após o início do enchimento em Man40, sendo que em todas as outras amostragens até abril/03 o índice foi praticamente estável e próximo a zero nessas três estações de coleta (Figs. 52-54).

Straškraba & Tundisi (2000) comentam que os volumes afluentes misturam-se com as águas do reservatório tanto na superfície como quando mergulham e criam correntes em profundidades específicas ou correntes de fundo, ocorrendo mistura da água do rio também no hipolímnio do reservatório.

No mês de junho, a RTR foi negativa em até 2m de profundidade, com valores praticamente estáveis e próximos a zero até o fundo, indicando ausência de estratificação da coluna d'água, ou seja, sem barreira física a circulação completa da massa d'água (Esteves, 1998) em Man30-40 e Csc30, bem como perda de calor para a atmosfera, indicado pelos valores negativos. Nos primeiros 2 m os valores negativos têm relação com a ação do vento, que nesse mês tem maior velocidade média e mais dias consecutivos com velocidades mais altas, em relação aos outros meses do ano (item 4.1.1.), com força suficiente para quebrar a estratificação das camadas superficiais.

Tabela II: Resultados do perfil de temperatura da água ( °C) nas estações do corpo central do reservatório do APM Manso na fase de enchimento (janeiro-dezembro/2000).

Prof (m)	Jan		Fev			Mar			Abr			Jun			Ago			Out			Dez		
	Man40	Man30	Man40	Man30	Csc30																		
0	30.8	30.0	30.7	27.4	30.7	28.6	28.6	29.6	29.8	31.9	30.7	24.6	25.9	23.6	26.3	25.0	26.0	28.2	28.5	29.3	27.3	28.3	27.0
1	29.4	29.9	28.5	26.8	28.4	28.4	28.6	28.8	30.3	31.3	31.1	25.5	25.9	25.4	26.4	25.6	26.9	28.4	28.6	29.5	28.6	29.3	28.7
2	29.2	28.7	27.8	25.6	27.7	28.3	28.6	28.4	30.5	30.0	30.8	25.7	26.2	25.5	25.4	25.6	26.6	28.4	28.3	29.3	28.8	29.5	28.9
3	29.0	28.6	27.6	25.3	27.5	28.2	28.6	28.1	30.5	29.7	30.2	25.7	26.1	25.6	25.3	25.2	26.2	28.4	28.0	29.0	28.8	29.5	29.1
4	28.6	28.3	27.5	25.2	27.4	28.1	28.6	27.4	30.4	29.3	30.0	25.7	26.0	25.6	25.1	24.8	26.0	28.4	27.7	28.9	28.8	29.3	29.1
5	28.0	28.0	27.4	25.2	27.4	28.1	28.2	27.2	30.0	28.6	29.5	25.7	26.0	25.6	24.9	24.0	25.3	28.4	25.9	28.9	28.8	29.2	29.0
6	27.2	27.7	27.2	25.2	27.3	28.0	28.1	27.0	29.1	28.5	28.9	25.7	26.0	25.6	24.8	23.8	24.9	28.4	25.9	28.6	28.8	29.1	28.9
7	27.2	27.5	27.1	25.2	27.2	27.6	27.7	26.9	28.1	28.1	27.7	25.7	26.0	25.6	24.5	23.6	24.4	28.4	25.4	28.3	28.7	29.0	28.8
8	27.1	27.4	26.8	25.1	27.1	27.4	26.9	26.9	27.5	27.5	27.1	25.7	26.0	25.6	24.3	23.5	24.2	28.1	25.1	27.4	28.4	28.7	28.2
9	27.0	27.2	26.5	25.1	27.0	27.1	26.6	26.8	26.9	26.9	26.8	25.7	26.0	25.6	24.0	23.5	23.9	27.6	24.6	26.9	28.2	28.5	27.6
10	26.8	27.0	26.4	25.0	27.0	26.9	26.5	26.7	26.7	26.6	26.6	25.7	26.0	25.6	23.6	23.4	23.7	26.7	24.1	26.2	27.0	28.0	27.5
11	26.6	26.7	26.3	25.0	26.9	26.7	26.3	26.6	26.5	26.5	26.5	25.7	26.0	25.6	23.5	23.4	23.6	26.2	23.9	25.7	26.4	27.3	27.3
12	26.4	26.6	26.2	24.9	26.8	26.5	26.3	26.4	26.4	26.4	26.4	25.7	26.0	25.6	23.4	23.3	23.5	25.6	23.8	24.7	25.8	26.2	26.2
13	26.4	26.5	26.0	24.9	26.7	26.3	26.2	26.3	26.3	26.3	26.3	25.7	26.0	25.6	23.4	23.3	23.4	24.8	23.7	24.2	25.7	25.8	25.7
14	26.3	26.4	25.9	24.9	26.6	26.2	26.2	26.1	26.2	26.2	26.2	25.7	26.0	25.6	23.4	23.2	23.4	24.4	23.7	23.9	25.4	25.2	25.2
15	26.3	26.3	25.8	24.8	26.3	26.0	26.1	25.9	26.1	26.1	26.1	25.7	26.0	25.6	23.2	23.2	23.3	24.1	23.7	23.7	25.0	25.0	25.1
16	26.3	26.2	25.7	24.8	26.2	25.9	26.1	25.8	26.0	26.0	26.1	25.7	26.0	25.6	23.2	23.0	23.2	23.8	23.7	23.5	24.6	24.7	24.8
17	26.2	26.1	25.6	24.8	26.2	25.8	25.9	25.7	26.0	26.0	26.1	25.7	26.0	25.6	23.2	23.0	23.2	23.7	23.6	23.5	24.5	24.4	24.6
18	26.0	26.1	25.6	24.8	26.1	25.7	25.8	25.7	25.9	25.9	26.0	25.7	26.0	25.6	23.2	23.0	23.2	23.6	23.6	23.4	24.2	24.3	24.2
19	26.0	26.0	25.5	24.7	25.9	25.6	25.7	25.6	25.9	25.8	25.9	25.7	26.0	25.6	23.2	23.0	23.2	23.6	23.5	23.4	24.1	24.0	24.0
20	25.9	25.9	25.5	24.7	25.9	25.6	25.7	25.5	25.9	25.8	25.9	25.7	26.0	25.6	23.2	23.0	23.2	23.5	23.5	23.3	23.9	23.9	23.8
21	25.9	25.9	25.4	24.7	25.8	25.5	25.6	25.5	25.8	25.7	25.9	25.7	26.0	25.6	23.2	23.0	23.2	23.5	23.5	23.3	23.9	23.8	23.7
22	26.0	25.7	25.3	24.7	25.8	25.5	25.5	25.4	25.8	25.7	25.8	25.7	26.0	25.6	23.2	23.0	23.2	23.5		23.3	23.8	23.8	23.6
23	26.0	25.7	25.2	24.7	25.8	25.5	25.5	25.4	25.7	25.7	25.8	25.7	26.0	25.6	23.2	22.9	23.2	23.4		23.2	23.7	23.8	23.5
24	26.0	25.7	25.2	24.7		25.5	25.5	25.4	25.7	25.7	25.7	25.7	26.0	25.6	23.2	22.9	23.2	23.4		23.2	23.7	23.8	23.5
25			25.2	24.7		25.4		25.4	25.7	25.7	25.7	25.7	26.0	25.6	23.2	22.9	23.2	23.4		23.2	23.6	23.7	23.4
26			25.2	24.7		25.4		25.4	25.6	25.6	25.6	25.7	26.0	25.6	23.1	22.8	23.2	23.4		23.2	23.6	23.7	23.4
27			25.1	24.7		25.4		25.4	25.6	25.6		25.7	25.9	25.6	23.1		23.2	23.3		23.1	23.5	23.7	23.4
28			25.2	24.7		25.3			25.6	25.6		25.7	25.9	25.6	23.1		23.2	23.3		23.0	23.5	23.6	23.3
29			25.2	24.6					25.5	25.6		25.7	25.8	25.6	23.1		23.2	23.3		23.0	23.4	23.6	23.3
30			25.1	24.5					25.5	25.6		25.7	25.7	25.6	23.1		23.2	23.3		23.0	23.4	23.6	23.3
31			25.1	24.4					25.5	25.6		25.7			23.1			23.3		23.0	23.4	23.5	23.3
32			25.1	24.3					25.5	25.6		25.7			23.1			23.2		23.0	23.3	23.5	23.3
33			25.1	24.2					25.5	25.6		25.7			23.1			23.2		23.0	23.3	23.5	23.3
34			25.1	24.1					25.5	25.6		25.7			23.1			23.2		23.0	23.3	23.5	23.3
35			25.1	24.1					25.4	25.5		25.7			23.1			23.1		22.9	23.3	23.5	23.3
36			25.1	24.1					25.4			25.6			23.1			23.1		22.9	23.3	23.5	
37			25.1	24.1					25.4			25.6			23.0			23.0		22.9	23.3	23.5	
38			25.1	24.1					25.4			25.6			22.7			23.0		22.9	23.3	23.5	
39			25.1	24.1					25.4			25.6						23.0		22.9	23.3	23.5	
40									25.4			25.6						23.0		22.9	23.3		
41									25.4			25.6						23.0		22.9	23.3		

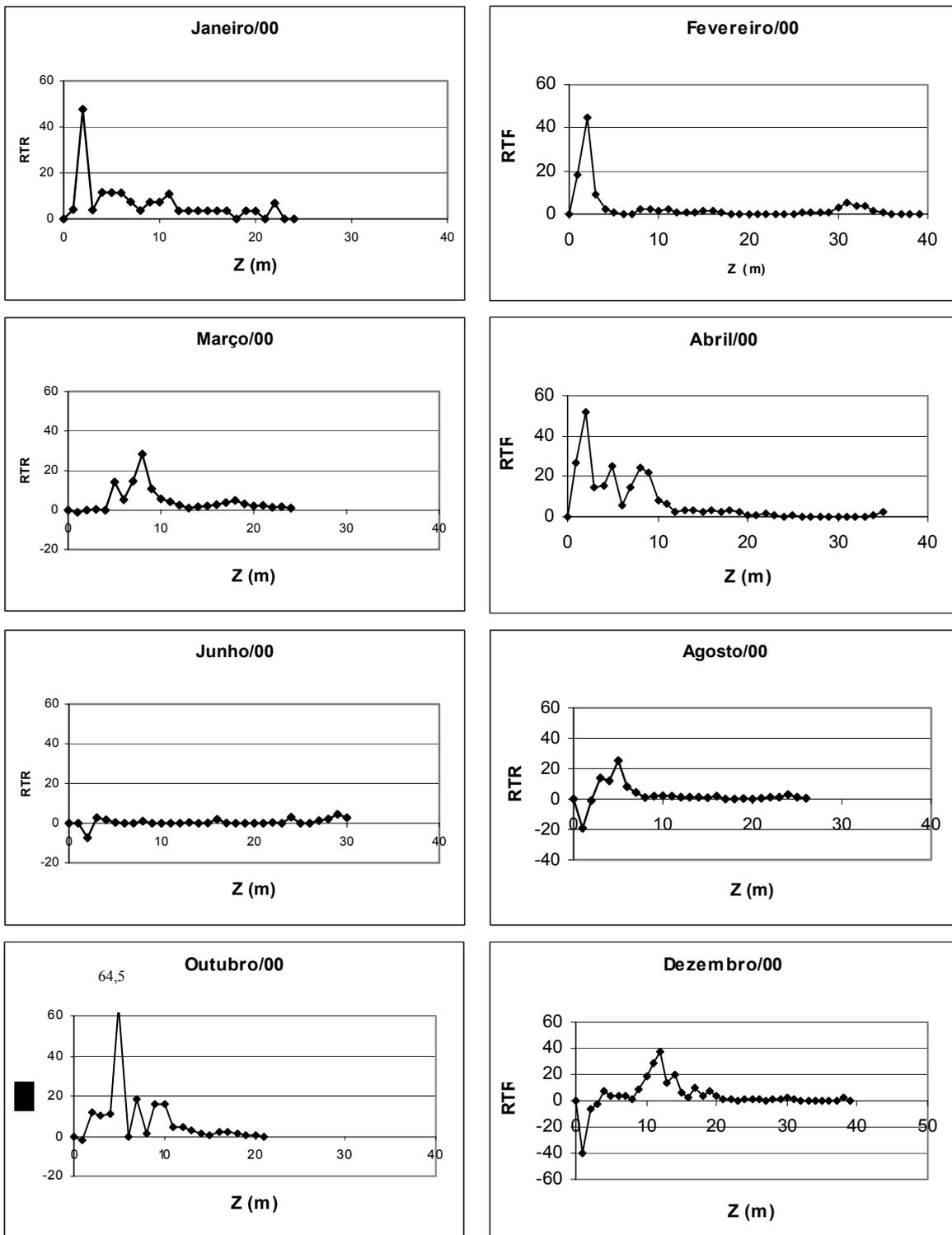


Figura 52: Variação vertical da Resistência Térmica Relativa (RTR) na estação Man30 na fase de enchimento do reservatório do APM Manso ( $Z$ =profundidade).

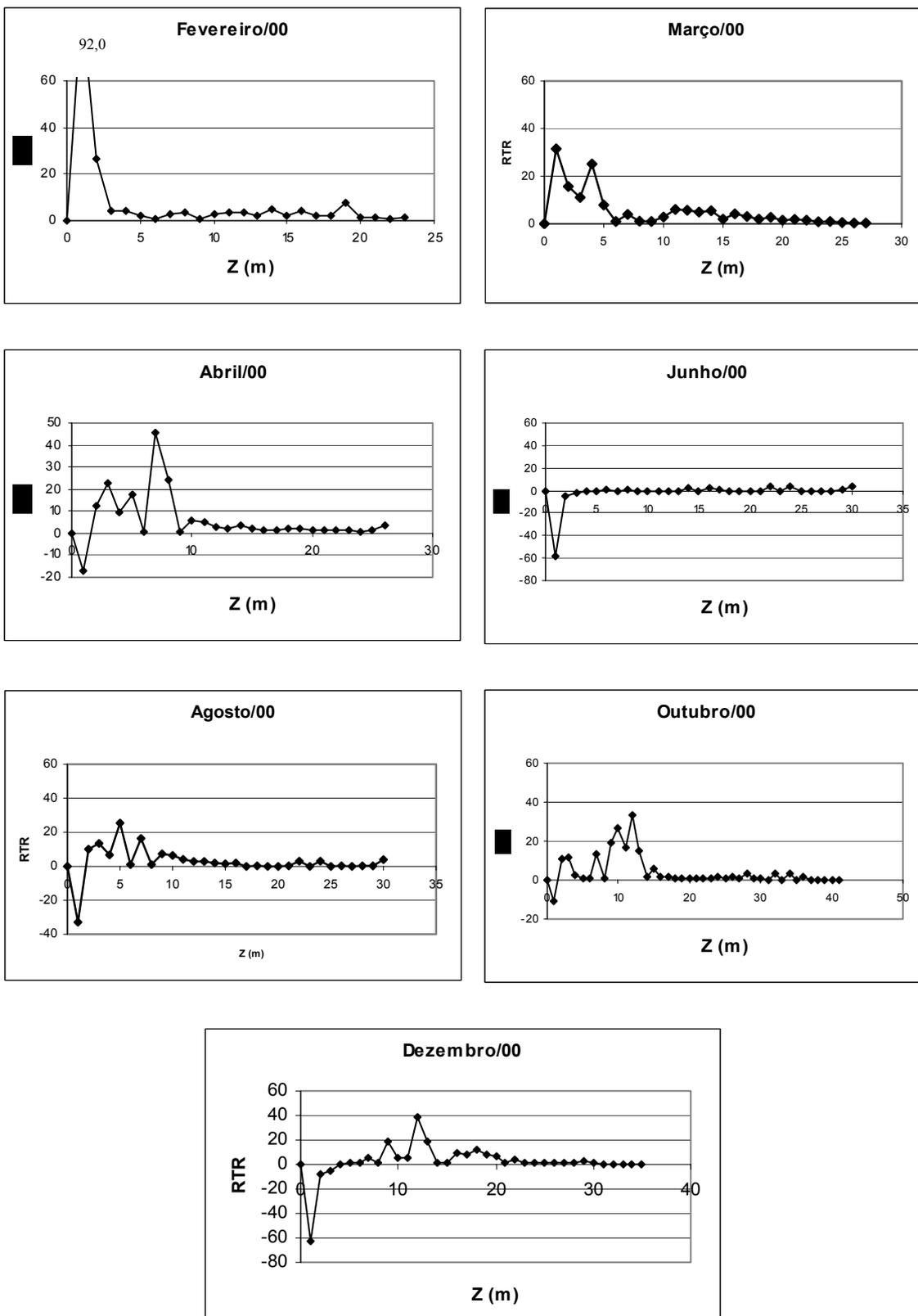


Figura 53: Variação vertical da Resistência Térmica Relativa (RTR) na estação Csc30 na fase de enchimento do reservatório do APM Manso ( $Z$ =profundidade).

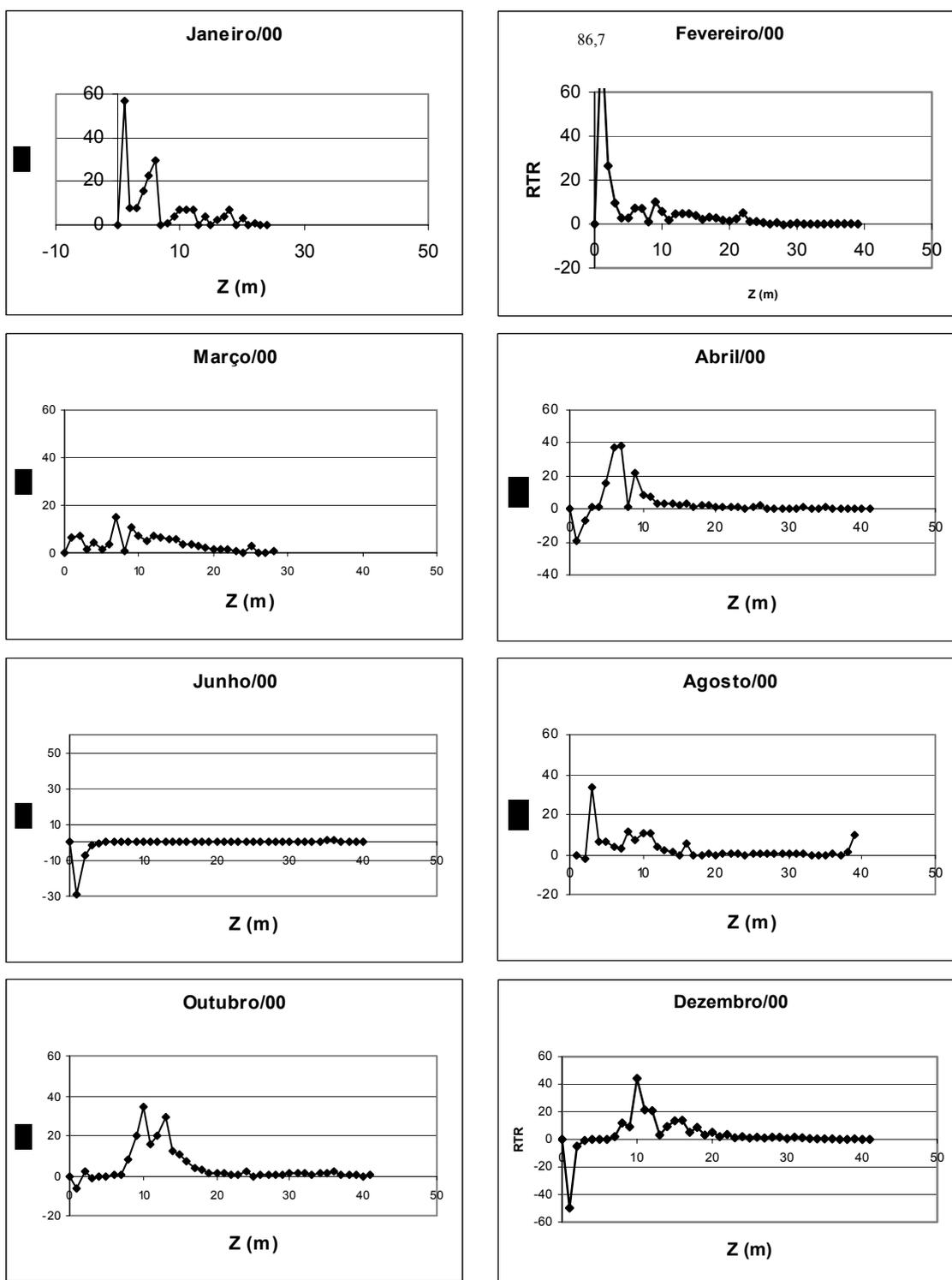


Figura 54: Variação vertical da Resistência Térmica Relativa (RTR) na estação Man40 na fase de enchimento do reservatório do APM Manso ( $Z$ =profundidade).

No mês de agosto, a RTR em Man30-40 indicou a presença de duas camadas com densidades distintas, uma até 3 a 5m de profundidade e outra até o fundo. Em outubro a camada superficial foi ampliada até cerca de 7-8 m (Figs. 52 e 53). Nesse mês são registradas as maiores temperaturas máximas absolutas do ar e intensa radiação solar da região (Maitelli, 2005), o que pode ter levado ao aquecimento em maiores profundidades da coluna d'água, que se estendeu até dezembro, quando o epilímnio se ampliou até 10 -12m da coluna d'água nas estações Man30-40 e Csc30.

Os maiores RTR em Man30-40 e Csc30 foram, em sua maioria, constatados nos 10-15 primeiros metros de profundidade da coluna d'água, definindo o epilímnio e o hipolímnio do reservatório, sendo identificada uma termoclina nítida entre uma camada e outra (estratificação múltipla).

Wetzel (1993) define que a ocorrência de termoclina está relacionada com a estabilidade da coluna d'água, ou seja, com a maior resistência à mistura das camadas superiores com as inferiores.

Os resultados da RTR na fase de enchimento do reservatório de Manso demonstraram ainda que, nos primeiros meses, os rios Manso e Casca ainda exerciam discreta influência na região limnética do sistema, mas a principal força controladora das estratificações ou desestratificações observadas foi o clima, especialmente a temperatura do ar e o vento. Os meses de maior temperatura média do ar e quando as amplitudes diárias são geralmente menores (janeiro-abril e agosto-dezembro) coincidiram com a ocorrência de estratificação, com duas camadas distintas, epilímnio e hipolímnio, sendo a primeira oscilando entre 3-12 metros de profundidade. A desestratificação em junho teve relação principalmente com os ventos, mas o decréscimo da temperatura média nesse mês, que levou a diminuição da temperatura da superfície da água, facilitou a ação do vento, ou seja, a mistura de camadas com densidades diferentes. Tundisi *et al.* (2004) constataram que durante as *frentes frias*, aumenta o estresse pelo vento e a radiação solar diminui, promovendo circulação vertical da massa d'água no reservatório do Lobo (Broa), estado de São Paulo, resultando em condições relativamente homogêneas de temperatura, OD, pH e condutividade elétrica.

Com relação à variação vertical da turbidez, obteve-se o maior DP na estação Man40 (53,2) em fevereiro/00. Em Man30 o maior DP foi de 10,2 em março e abril e de 21,6 em Csc30 em fevereiro. Nos meses seguintes o DP foi baixo frente à escala de grandeza dessa variável (Fig. 38). Dois fatores podem ter influenciado nessa variação

vertical da turbidez: i) intrusão fluvial nos primeiros meses de enchimento; ii) processos de decomposição da matéria orgânica lábil no fundo do reservatório, liberando substâncias que elevariam a turbidez no hipolímnio. Ressalta-se que ambos devam estar associados, principalmente nos primeiros meses, uma vez que nos meses seguintes, o DP diminuiu expressivamente em todas as estações de coleta, exceto em Man40, onde permaneceu com valores entre 10,0-17,0 até maio; nesse caso, provavelmente, devido à decomposição, pois é pouco provável que o rio ainda estivesse exercendo influência nessa zona do reservatório após 6 meses do início do enchimento.

Além disso, é possível que o entorno da estação Man40, por ser o mais próximo a barragem e o local onde foram medidas as maiores profundidades, estivesse funcionando, entre janeiro e maio/00, como um sítio de acumulação de detritos provenientes tanto das camadas superiores próximas quanto dos dois braços do reservatório, provocando incremento da turbidez no hipolímnio em relação ao epilímnio, indicado pelos maiores DP em relação a Man30 e Csc30, ou seja, alta turbidez no fundo.

A variação vertical do material em suspensão (MS) na fase de enchimento em Man40 foi maior no mês de junho/00 (DP=61,2) e dezembro/00 (DP=54,7), em Man30 em fevereiro (DP=67,4) e em Csc30 em dezembro/00 (DP=18,8). Nos demais meses as variações foram pouco expressivas, indicadas pelos baixos valores de desvio padrão da média em todas essas estações de coleta (Fig. 39). A decomposição no hipolímnio deve ter sido o principal fator que influenciou nos maiores resultados de MS nesse estrato do reservatório.

Destaca-se que os meses de maior variabilidade do material em suspensão não coincidiram com os maiores de turbidez. Macêdo (2000) explica que a turbidez refere-se à quantidade de partículas na água maiores do que 1 $\mu$ m, em sua maioria suspensas, e que a cor mede partículas dissolvidas menores do que esse tamanho. Como não foi mensurada a cor neste estudo, supõe-se que no MS predomine sobre a fração dissolvida.

Bitar & Bianchini Jr. (1999) mencionam que quando da formação de um reservatório, as folhas seguidas da serapilheira são a principal fonte de carbono de fácil degradação, que compõe cerca de 12,5 e 9,8% da biomassa dessas partes vegetais, respectivamente, cabendo aos galhos e as cascas efeitos menos expressivos.

A vegetação afogada em Manso foi predominantemente de cerrado, caracterizada por espécies de caule grosso e recoberto de casca espessa e às vezes suberosa, com folhas coriáceas (Schwenk, 2005); ou seja, grandes porções de material

refratário à decomposição. Com isso, as folhas e a serapilheira, provavelmente se constituíram nos recursos críticos em termos de alteração da qualidade da água (Bianchini Jr., 1999) e foram as primeiras partes a entrarem em decomposição durante o início da formação desse reservatório. Durante a decomposição desses recursos, ocorre a liberação de produtos e subprodutos, refletindo na elevação dos valores médios do MS, que em Manso podem ser considerados relativamente baixos se comparados com reservatórios que inundaram vegetação de floresta tropical úmida, por exemplo.

Durante a formação do reservatório da UHE Balbina, estado do Amazonas, Moreno (1996) encontrou média geral de MS de  $47,4 \text{ mg.L}^{-1}$  e concentrações de superfície nas regiões centrais do reservatório entre  $30,0\text{-}70,0 \text{ mg.L}^{-1}$ , sendo que neste estudo essa média foi  $23,6 \text{ mg.L}^{-1}$ , com valores no epilímio entre  $5,0\text{-}25,0 \text{ mg.L}^{-1}$ , similar ao observado por Kikuchi (2005), durante o enchimento do reservatório de Lageado (TO), que inundou vegetação de cerrado. A autora mensurou valores médios na superfície das estações da região limnética menores que  $20,0 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Além da liberação de MS, durante o período inicial da degradação dos detritos, ocorre intensa liberação de eletrólitos para a água, provindos principalmente do processo de lixiviação e mineralização das folhas (Bitar & Bianchini Jr., 1999). Esses autores definem a lixiviação como a remoção dos compostos solúveis dos detritos e a mineralização ou catabolismo como as transformações de compostos orgânicos complexos a moléculas pequenas e simples, orgânicas ou inorgânicas. Esses eletrólitos conferem condutividade elétrica à água, cujos resultados mais elevados do DP da média da coluna d'água em Man40 ocorreram nos meses de maio, junho e agosto (DP=47, 74 e 27, respectivamente). Em Man30 o maior DP foi registrado em junho (56), mantendo-se acima de 20 até dezembro e menor que esse valor nos meses anteriores. Em Man30-40 os valores de condutividade aumentaram significativamente entre abril-junho/00, discutido no item 4.3.1., inclusive com altos resultados no epilímio, acima de  $100 \mu\text{S.cm}^{-1}$  e sempre mais elevados no hipolímio (até  $230 \mu\text{S.cm}^{-1}$  em Man40 em junho) (Fig. 40).

Em Csc30 o maior DP ocorreu em abril (18), sendo que nos outros meses foi sempre menor do que 10. Essas menores variações da condutividade na coluna d'água nessa estação de coleta certamente têm relação com a menor condutividade basal, conferida pelo rio Casca (Fig. 17).

É inequívoco que o processo de decomposição desempenhou importante papel na liberação de eletrólitos para a coluna d'água no corpo central do reservatório de

Manso. Como esse processo é mais intenso no hipolímnio, onde foram registrados os maiores resultados dessa variável, era de se esperar que no epilímnio as médias fossem mantidas baixas durante toda a fase de enchimento. Porém, a desestratificação da coluna d'água em junho/00 (Figs. 52-54), que talvez tenha ocorrido desde maio (não há dados de perfil nesse mês), e cujos efeitos podem ter se mantido até agosto, provavelmente favoreceram a circulação da massa d'água, disponibilizando eletrólitos do fundo para a superfície. Nesse período, foi possível observar *in loco* que a cor da água era marron-amarelada, típica de ambientes com presença de material orgânico dissolvido, como substâncias húmicas, subprodutos da decomposição, corroborando com os resultados de MS.

Os desvios padrão das médias de condutividade elétrica e de alcalinidade tiveram 83% de correlação positiva na fase de enchimento em Man40, com maior DP da alcalinidade em junho/00 (11,0) e menores do que 5,0 nos outros meses. Em Man30-40, entre janeiro e março/00, os valores dessas variáveis no epilímnio foram maiores do que no hipolímnio, quase iguais em abril e, a partir desse mês, houve inversão nessa variação vertical (Fig. 40 e 41). A forte influência do rio Manso (Fig. 17 e 18) possivelmente manteve esses resultados nos primeiros meses do enchimento, encobrindo os efeitos da decomposição sobre toda a coluna d'água. A partir de abril, três fatores podem ter contribuído para a variação vertical observada: i) aumento acentuado do processo de decomposição no fundo; ii) desestratificação da coluna d'água a partir provavelmente de maio, aumentando a alcalinidade e a condutividade da superfície ao fundo; iii) diminuição da influência do rio Manso nessa zona do reservatório.

Em Csc30 os maiores DP da alcalinidade total ocorreram nos primeiros meses do enchimento, com valores entre 5,0-6,0 entre fevereiro e abril e menores do que 3,0 nos meses seguintes. Os maiores resultados foram observados no hipolímnio, exceto em junho/00 (Fig. 41). A baixa alcalinidade do rio Casca (Fig. 18) e os intensos processos de decomposição no fundo contribuíram para essa variação vertical observada. Possivelmente a desestratificação da coluna d'água em junho/00 tenha aumentado a alcalinidade em toda a coluna d'água também nessa estação de coleta. Além disso, deve-se considerar ainda que o aumento da produção primária no reservatório, tendo em vista o expressivo incremento na densidade fitoplanctônica, certamente contribuiu para o aumento da alcalinidade, mais evidente no braço do rio Casca.

A variação vertical do pH no braço do Manso foi discreta na fase de enchimento, com maior DP em Man40, 0,6 em abril, e em Man30, 0,5 em março, favorecida pela alta alcalinidade basal do rio Manso, conforme detalhado no item 4.3.1., que foi suficientemente elevada para não permitir a diminuição do pH nem mesmo no hipolímnio (Fig. 42). Além disso, deve-se destacar que possivelmente a baixa quantidade e a natureza da matéria orgânica lábil da vegetação de cerrado, cujo processo de decomposição deu-se principalmente nessa fase de formação do reservatório, deve também ter desfavorecido a acidificação do fundo do reservatório. Já em Csc30 obteve-se um DP maior do que no braço do Manso, de 1,9 em agosto e 0,6 em abril, mas também não houve acidificação do hipolímnio pelo processo de decomposição (Fig. 42).

No enchimento do reservatório da UHE Lageado (TO) foram registrados na região limnética valores de pH acima de 7,0 na superfície e acima de 6,5 no fundo do reservatório, sendo que o pH basal, conferido pelo rio Tocantins e afluentes, oscilou geralmente entre 7,0-8,0 (Kikuchi, 2005). No reservatório da UHE Balbina (AM), os valores de pH superficial na zona limnética variaram principalmente entre 5,5-6,0, próximo ao encontrado para outros sistemas de água negras na Amazônia, mas com valores mais reduzidos no período inicial do enchimento (Moreno, 1996).

Com relação ao sódio e ao potássio, os maiores DP em Man30-40 e Csc30 foram registrados no mês de fevereiro, coincidentes com a maior média nessas estações de coleta, bem como nos rios Manso e Casca (item 4.3.1.). Nos outros meses da fase de enchimento a variação vertical foi discreta, com resultados de DP muito baixos (< 1) (Figs. 43 e 44), indicando que no processo de decomposição no hipolímnio a liberação desses íons foi pequena e insuficiente para provocar alterações na concentração desses elementos na coluna d'água ou nos resultados de condutividade, inclusive no hipolímnio, mesmo por que o potássio e o sódio estão presentes em baixas quantidades na biomassa vegetal.

Em Man30-40, os maiores DP do cálcio ocorreram em abril/00 (2,7 e 1,8, respectivamente) e do magnésio em junho/00 em Man40 (1,51), sendo que em Man30 o DP foi baixo em toda a essa fase do reservatório. Em Csc30 os maiores DP ocorreram em junho (2,6) e agosto (4,6) (Figs. 45 e 46). No braço do Manso, a influência do rio e a liberação de magnésio do processo de decomposição podem ter influenciado na variação vertical nas estações Man30-40. Em Csc30, é provável que a principal fonte de

Mg para o hipolímnio tenha sido do processo de decomposição e, em menor quantidade, do rio Casca nos primeiros meses do enchimento.

De todas as variáveis selecionadas, o OD foi a que apresentou as maiores variações verticais, indicadas pelos elevados resultados do DP em todos os meses da fase de enchimento na região limnética de Manso (Fig. 47 e Tab. III). Da ANOVA obteve-se diferença significativa entre o epilímnio e o hipolímnio em Man30-40 e Csc30 (camadas definidas a partir do índice RTR). As concentrações de OD no hipolímnio foram sempre muito baixas em quase todas as amostragens, exceto em fevereiro/00 no braço do Manso, possivelmente pelo aporte de OD procedente do rio Manso, mês em que o rio ainda exercia influência nessa região do reservatório. Nesse contexto, na fase inicial da formação de reservatórios são necessárias baixas concentrações de carbono para gerar grandes demandas de oxigênio, conseqüentemente o sistema aquático tende à anoxia (Cunha-Santino & Bianchini Jr., 2002).

No corpo central do reservatório, concentrações de OD maiores que 1,0 mg.L<sup>-1</sup> foram registradas entre 1-4m de profundidade em janeiro e fevereiro/00. A partir de abril, essa profundidade aumentou para cerca de 8m e acima de 10m no último mês da fase de enchimento (dezembro/00). A desestratificação térmica em junho/00, constatada pelo cálculo da RTR, não modificou o padrão de distribuição do OD na coluna d'água em relação aos outros meses. Esse déficit de OD certamente tem relação com o consumo pelo processo de decomposição da vegetação afogada durante a fase de enchimento do reservatório, especialmente da matéria orgânica lábil, cuja decomposição dos compostos de carbono demanda OD (Tab. III). Nesse caso, os tecidos vegetais são constituídos por compostos de difícil degradação, sendo que a lignina, que responde por cerca de 10-30% da biomassa, é o elemento mais resistente à degradação. No outro extremo, os açúcares (carboidratos: 1 a 5%; hemiceluloses: 10 a 28%; celulosas: 20 a 50%), as proteínas (10-15%), os amidos (1 a 5%), os lipídios, as graxas e os taninos (1 a 8%) se decompõem rapidamente, constituindo nas substâncias de importância imediata para as alterações na qualidade da água (Bianchini Jr., 1999). A vegetação de cerrado inundada no reservatório de Manso, além de não ser muito densa, possui em sua composição grandes quantidades de material de difícil degradação, aspectos que contribuíram para que não houvesse déficit prolongado de OD no epilímnio durante o enchimento desse reservatório. Com isso, infere-se que a demanda de OD na decomposição das partes lábeis da vegetação de cerrado não tenha sido tão alta a ponto

Tabela III: Resultados do perfil de oxigênio dissolvido (mg.l<sup>-1</sup>) nas estações do corpo central do reservatório do APM Manso na fase de enchimento (janeiro-dezembro/2000). Legenda: DP= Desvio Padrão.

Profun (m)	Jan		Fev			Mar			Abr			Jun			Ago			Out			Dez		
	Man40	Man30	Man40	Man30	Csc30																		
0	4.77	6.00	2.91	5.85	1.09	4.16	5.18	1.02	7.67	6.72	3.86	6.57	5.71	6.11	8.03	8.52	8.32	5.74	5.67	7.79	8.07	7.89	8.38
1	4.26	6.00	2.10	5.88	0.57	4.10	4.70	0.36	7.29	6.70	7.04	5.66	5.71	5.15	7.65	8.14	8.17	6.61	6.75	7.51	7.63	7.85	7.91
2	3.82	4.20	1.42	5.84	0.41	4.04	4.67	0.25	6.90	6.27	7.03	4.29	3.92	3.99	7.08	7.44	8.26	7.80	4.85	7.21	7.38	7.82	7.65
3	3.83	2.10	1.17	5.86	0.37	4.03	4.66	0.13	6.69	5.89	6.79	2.97	2.85	3.14	7.02	7.25	8.23	7.70	2.90	7.07	7.27	7.82	7.48
4	2.06	0.50	0.71	5.89	0.33	3.89	4.65	0.13	6.37	5.43	6.64	2.36	2.35	2.25	6.76	7.02	8.12	7.49	0.91	6.96	7.17	7.86	7.37
5	0.50	0.30	0.57	5.98	0.31	3.87	4.40	0.13	6.12	2.20	6.19	1.76	1.90	1.89	6.64	5.14	8.08	7.47	0.19	6.96	7.09	7.84	7.32
6	0.39	0.30	0.50	6.01	0.29	3.74	4.15	0.13	4.64	0.76	4.87	1.49	1.71	1.51	6.41	4.09	7.04	7.44	0.19	6.74	7.14	7.81	7.23
7	0.32	0.20	0.47	6.01	0.28	0.64	3.28	0.12	2.33	0.45	2.99	1.20	1.43	1.31	6.27	3.10	5.47	7.39	0.11	6.69	7.02	7.43	7.01
8	0.28	0.20	0.42	6.01	0.27	0.34	2.39	0.12	1.74	0.30	2.11	1.04	1.27	1.08	5.43	2.31	4.72	7.31	0.08	4.16	5.00	6.90	5.04
9	0.28	0.00	0.38	5.97	0.26	0.26	1.34	0.11	1.31	0.22	1.17	0.92	1.10	0.96	4.44	1.11	2.90	6.88	0.13	3.10	4.26	5.17	3.10
10	0.30	0.00	0.35	5.94	0.26	0.19	0.60	0.11	0.91	0.18	0.86	0.81	1.01	0.91	2.67	0.85	2.08	5.58	0.09	1.73	2.51	3.21	2.46
11	0.27	0.00	0.35	5.91	0.24	0.17	0.36	0.11	0.68	0.16	0.63	0.69	0.88	0.51	1.98	0.53	1.44	4.92	0.10	1.52	1.63	1.62	1.54
12	0.26	0.00	0.44	5.90	0.24	0.16	0.24	0.11	0.49	0.14	0.45	0.07	0.81	0.11	1.16	0.06	0.79	3.53	0.11	1.11	0.75	1.09	1.0
13	0.27	0.00	1.12	5.80	0.23	0.15	0.19	0.11	0.44	0.13	0.39	0.06	0.70	0.11	0.65	0.06	0.79	2.48	0.11	1.02	0.64	0.91	0.7
14	0.25	0.00	1.79	5.75	0.23	0.14	0.16	0.11	0.38	0.12	0.32	0.06	0.66	0.11	0.65	0.05	0.74	2.11	0.12	0.98	0.57	0.56	0.36
15	0.20	0.00	2.69	5.78	0.23	0.13	0.15	0.10	0.34	0.11	0.25	0.07	0.64	0.12	0.63	0.05	0.70	1.55	0.08	0.89	0.41	0.49	0.32
16	0.20	0.00	3.41	5.80	0.22	0.13	0.14	0.10	0.32	0.11	0.23	0.06	0.60	0.53	0.63	0.05	0.65	1.37	0.08	0.74	0.34	0.34	0.30
17	0.20	0.00	3.76	5.82	0.21	0.12	0.14	0.10	0.31	0.11	0.22	0.42	0.55	0.48	0.61	0.05	0.61	1.22	0.11	0.70	0.32	0.28	0.27
18	0.20	0.00	4.02	5.80	0.21	0.12	0.14	0.10	0.30	0.11	0.20	0.40	0.50	0.44	0.59	0.04	0.57	0.92	0.12	0.66	0.27	0.27	0.22
19	0.20	0.20	4.12	5.80	0.19	0.11	0.13	0.09	0.29	0.10	0.19	0.36	0.45	0.40	0.57	0.04	0.57	0.84	0.13	0.62	0.26	0.22	0.20
20	0.20	0.15	4.19	5.79	0.19	0.11	0.12	0.09	0.28	0.10	0.18	0.34	0.42	0.37	0.55	0.04	0.52	0.77	0.13	0.59	0.23	0.20	0.17
21	0.20	0.00	4.24	5.79	0.19	0.11	0.12	0.09	0.28	0.10	0.18	0.33	0.39	0.34	0.53	0.04	0.48	0.73	0.13	0.58	0.22	0.18	0.16
22	0.20	0.15	3.94	5.80	0.19	0.11	0.11	0.09	0.28	0.10	0.17	0.31	0.37	0.34	0.51	0.04	0.39	0.67		0.54	0.21	0.17	0.15
23	0.20	0.15	3.68	5.81	0.18	0.11	0.11	0.09	0.27	0.10	0.16	0.28	0.34	0.31	0.49	0.03	0.35	0.62		0.51	0.19	0.17	0.14
24	0.20	0.12	3.53	5.80		0.10	0.11	0.09	0.27	0.09	0.16	0.27	0.33	0.28	0.47	0.03	0.26	0.41		0.49	0.18	0.16	0.14
25			3.33	5.80		0.09		0.08	0.26	0.10	0.16	0.26	0.30	0.27	0.45	0.03	0.21	0.41		0.48	0.18	0.16	0.13
26			3.22	5.79		0.09		0.08	0.14	0.10	0.14	0.25	0.29	0.26	0.43	0.02	0.13	0.38		0.45	0.17	0.15	0.13
27			3.15	5.77		0.09		0.08	0.16	0.09		0.24	0.27	0.24	0.41		0.08	0.35		0.41	0.17	0.15	0.13
28			3.11	5.76		0.09			0.18	0.09		0.23	0.31	0.23	0.39		0.04	0.33		0.08	0.16	0.14	0.12
29			3.12	5.74					0.20	0.09		0.22	0.27	0.22	0.37		0.00	0.31		0.11	0.16	0.14	0.12
30			3.11	5.72					0.22	0.09		0.21	0.27	0.17	0.25		0.00	0.28		0.11	0.16	0.13	0.12
31			3.09	5.62					0.24	0.09		0.20			0.23			0.28		0.11	0.15	0.12	0.12
32			3.08	5.52					0.23	0.08		0.19			0.21			0.25		0.12	0.15	0.12	0.11
33			3.08	5.34					0.23	0.09		0.18			0.19			0.25		0.32	0.14	0.11	0.1
34			3.07	5.25					0.23	0.08		0.19			0.17			0.25		0.30	0.14	0.11	0.1
35			3.07	5.19					0.23	0.08		0.13			0.16			0.23		0.29	0.14	0.11	0.10
36			3.07	5.15					0.22			0.13			0.14			0.19		0.29	0.14	0.11	
37			3.06	5.13					0.22			0.14			0.06			0.17		0.27	0.14	0.11	
38			3.06	5.12					0.21			0.15			0.04			0.16		0.25	0.13	0.10	
39			3.06	5.10					0.21			0.15						0.13		0.26	0.13	0.10	
40									0.21			0.15						0.17		0.23	0.13		
41									0.20									0.16		0.23	0.12		

de provocar anoxia nos primeiros metros de profundidade e que a entrada de OD no sistema, através do contato água-ar e pela produção primária do fitoplâncton, foi maior do que a demanda no epilímnio. No reservatório de Serra da Mesa, que também inundou área de cerrado, a concentração de OD manteve-se acima de  $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$  a partir do sétimo mês de enchimento, nos primeiros 9 m de profundidade na estação próxima a barragem (De Filippo *et al.* 1999). Na UHE Lajeado, Matsumura-Tundisi (2006) constatou que a depleção do oxigênio no enchimento e logo após o enchimento não foi muito intensa, como ocorreu em outros reservatórios da região amazônica, por ter sido inundado vegetação de cerrado e por uma parte ter sido removida e queimada.

O fósforo foi o único nutriente que apresentou diferença significativa entre superfície e fundo nas estações Man30-40 e Csc30, com maior concentração no hipolímnio na maioria das amostragens da fase de enchimento. O DP em Man40 foi baixo até abril, aumentando a partir de maio para valores acima de 0,07, exceto em agosto (DP=0) (Fig. 51). A diminuição da influência do rio nesse mês pode ter favorecido o aumento na concentração de fosfato no fundo, tanto pela liberação do processo de decomposição quanto pelo aumento na sedimentação desse compostos devido à diminuição da velocidade da água. A desestratificação ocorrida em junho pode ter favorecido concentrações similares em toda a coluna d'água em agosto. Em Man30 e Csc30 essa condição foi verificada em junho e em agosto (DP=0,01).

Straškraka (1999) demonstrou que ocorre aumento na retenção de fósforo em reservatórios com aumento do tempo de residência (TR), independente do aporte de fósforo ao sistema. Vários fatores físicos e químicos interferem na precipitação (imobilização ou retenção) do fosfato no ambiente aquático, destacando-se as que possivelmente atuaram no reservatório de Manso: concentrações de íons ferro, compostos orgânicos, carbonatos, pH e condições de oxi-redução (Esteves, 1998). Por outro lado, a liberação de fósforo para a coluna d'água ocorre mais facilmente em condições de baixas concentrações de oxigênio e sobretudo em anaerobiose. Além das pressões sobre os organismos aeróbios, as condições de anoxia e de anaerobiose tendem a intensificar a eutrofização dos reservatórios, por meio do processo de autofertilização, no qual geram-se condições favoráveis à liberação do fósforo associado às estruturas/partículas do sedimento (Bianchini Jr., 1999).

Certamente as condições no hipolímnio de Manso favoreceram a manutenção de concentrações de Pt altas nessa camada e evitaram a imobilização desse composto no sedimento. Se por um lado a retenção ou imobilização do fosfato no sedimento pode

reduzir a produtividade do sistema (Esteves, 1998), por outro lado, é um dos principais agentes da eutrofização dos ecossistemas aquáticos.

O resultado médio de fósforo em Man30-40 e Csc30 na fase de enchimento foi de  $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$ , com tendência de menores concentrações a partir de agosto no epilímnio (Fig. 51). De acordo com a classificação de Von Sperling (1994 *apud* Ferreira *et al.*, 2005) esse resultado permite enquadrar o corpo central do reservatório de Manso como eutrófico na fase de enchimento. No entanto, a classificação trófica dos corpos d'água comumente é feita combinada às de nitrogênio e clorofila e variam conforme o autor. Neste estudo, não foram utilizados os dados desse pigmento, porém da série nitrogenada. O resultado médio obtido para a amônia em Man30-40 e Csc30 foi de  $0,307 \text{ mg.L}^{-1}$  e de nitrato foi de  $0,018 \text{ mg.L}^{-1}$ , que segundo Vollenweider (1968 *apud* Esteves, 1998), permitem enquadrar a região limnética do reservatório de Manso como mesotrófica para  $\text{NH}_3$  e oligotrófica para  $\text{NO}_3$  (Figs. 49 e 50).

Os desvios padrão do NKT e da amônia foram baixos em Man40 até junho e em Man30 até outubro, com subsequente aumento e nítidas diferenças entre superfície e fundo do reservatório. Em Csc30 o comportamento foi diferente, com maior DP em fevereiro, possivelmente pelo aporte de N.orgânico do rio Casca, pois os maiores DP de amônia ocorreram no final da fase de enchimento (Figs. 48 e 49).

O nitrato nas três estações de coleta apresentou baixos DP e baixas concentrações médias durante toda a fase de enchimento (DP=0,00-0,01), exceto pelo valor em junho/00 em Csc30 (DP=0,16) (Fig. 50). Porém, em todas essas estações de coleta verificou-se incremento de NKT e  $\text{NH}_3$  no hipolímnio cerca de 6 meses após o início do enchimento de cada um desses locais. A formação de amônia a partir do N.orgânico dá-se em condições de anaerobiose, que predominaram no reservatório a partir de março (Tabela III) e a formação de nitrato a partir da amônia ocorre com disponibilidade de OD, que foi baixa na coluna d'água de Manso, explicando os discretos valores médios e DP desse nutriente na fase de enchimento.

### 4.3.3. Comunidade fitoplanctônica

A partir da construção de barragens, o crescimento da comunidade fitoplanctônica é acelerado devido ao menor fluxo, à maior concentração de nutrientes e à maior penetração de energia luminosa, principalmente graças a maior disponibilidade de tempo para a sedimentação do material procedente dos rios (Payne, 1986). O reservatório funciona como uma cultura contínua de microorganismos, sendo que espécies diferentes de algas têm diferentes taxas de crescimento, diferentes necessidades de nutrientes, diferentes taxas de sedimentação e também são consumidas em variados graus pelo zooplâncton. A taxa de crescimento do fitoplâncton depende basicamente da intensidade luminosa, da temperatura e da concentração e volume dos nutrientes críticos (Straškraba & Tundisi, 1999).

Na fase de enchimento do reservatório do APM Manso foram identificados 158 taxons fitoplanctônicos em todas as estações de coleta (rio, zona de transição e reservatório), distribuídos entre Chlorophyceae (74), Bacillariophyceae (31), Cyanobacteria (18), Zygnemaphyceae (14), Euglenophyceae (07), Crysophyceae (05), Dinophyceae (04), Cryptophyceae (02), Oedogoniophyceae (01), Xanthophyceae (01) e Prasinophyceae (01).

No rio Manso verificou-se dominância das diatomáceas (Bacillariophyceae) em quase todo o período, exceto em janeiro, quando houve expressivo aumento das clorofíceas, e em agosto, quando houve dominância das criptofíceas. No rio Casca observou-se dominância das diatomáceas, seguida das crisofíceas em agosto e das clorofíceas em outubro (Fig. 55).

Na estação de transição Man20, cuja primeira amostragem ocorreu em abril/00, as clorofíceas dominaram nesse mês, com baixas densidades. Em maio e junho o fitoplâncton passou a ser dominado principalmente pelas criptofíceas e crisofíceas, respectivamente. Nos meses seguintes até o final da fase de enchimento, as clorofíceas dominaram nessa estação de transição, com maior densidade em outubro. Na zona de transição do rio Casca (Csc20) as clorofíceas dominaram no início e no final da fase de enchimento. Já entre julho e outubro, esta comunidade foi dominada pelas crisofíceas (Fig. 56).

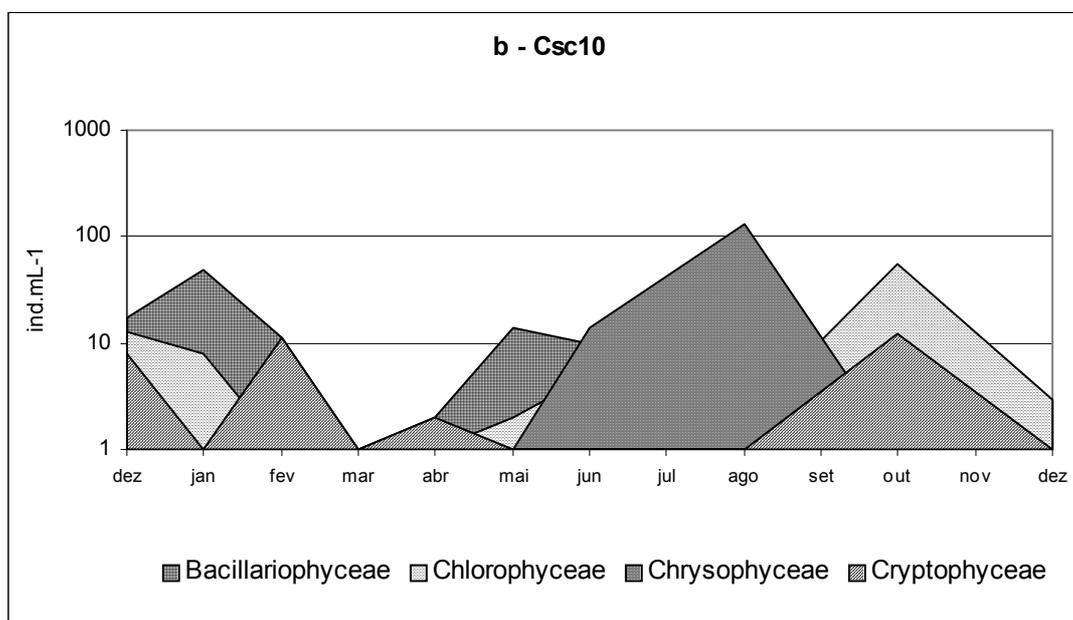
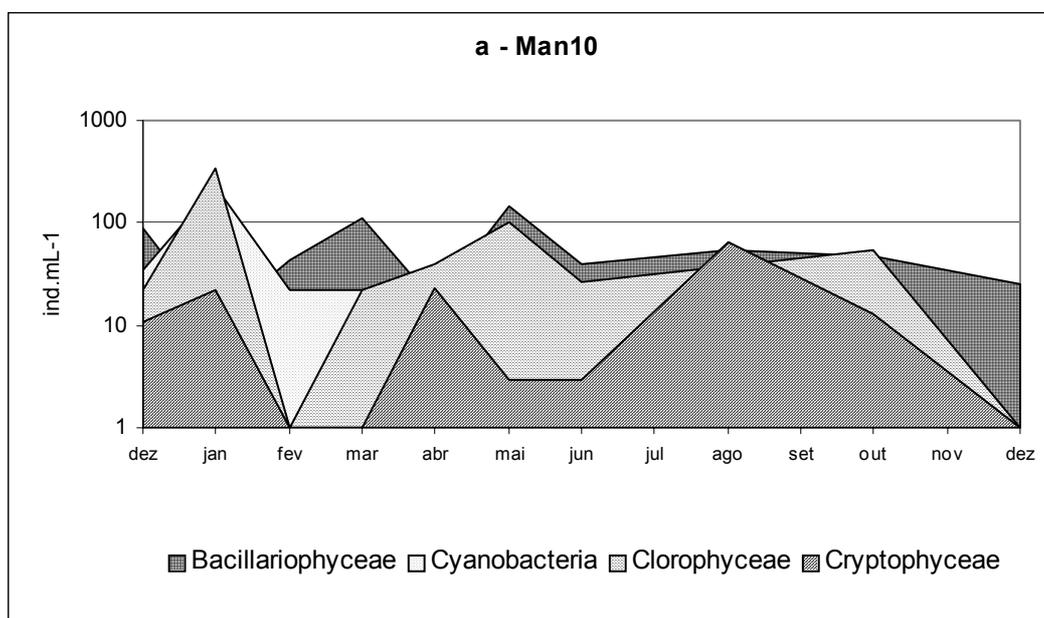


Figura 55: Variação da densidade fitoplanctônica (ind.mL<sup>-1</sup>) por classes taxonômicas no rio Manso Man10 (a) e rio Casca Csc10 (b), na fase de enchimento do reservatório do APM Manso (dez/99-dez/00).

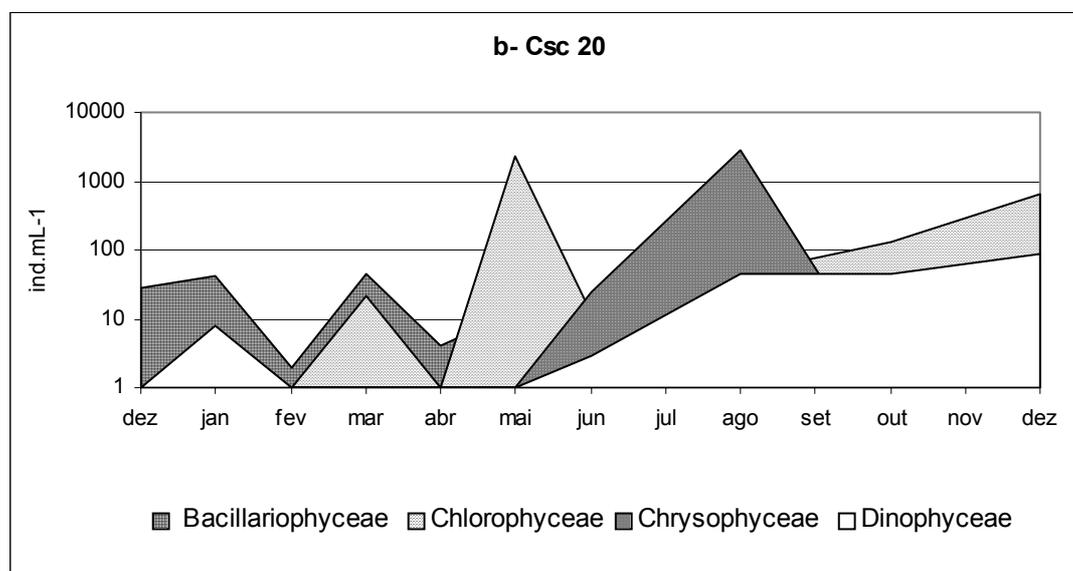
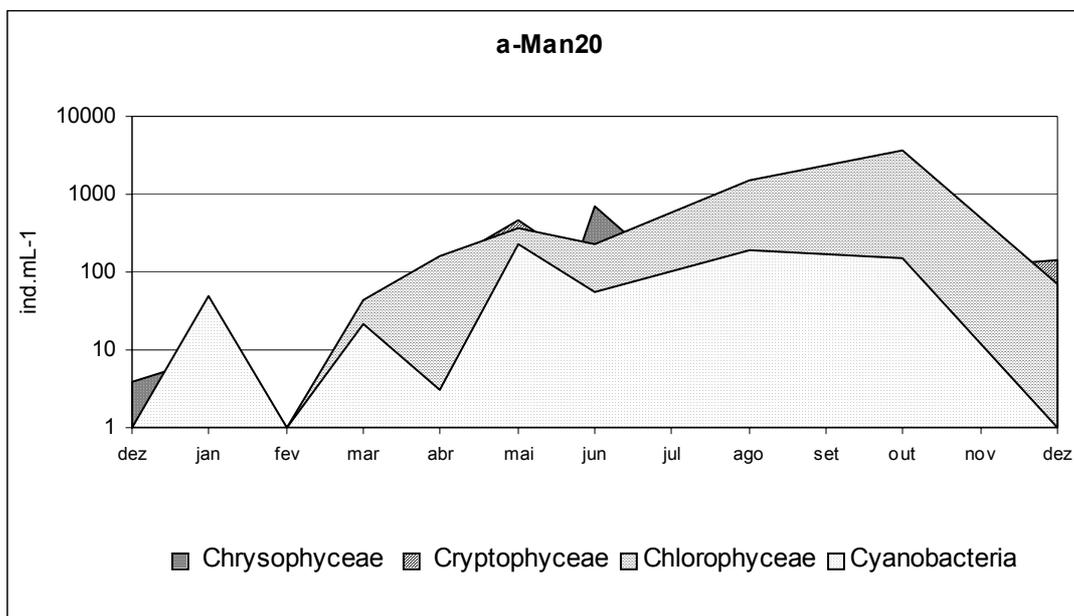


Figura 56: Variação da densidade fitoplanctônica (ind.mL<sup>-1</sup>) por classes taxonômicas nas estações de transição do rio Manso Man20 (a) e do rio Casca Csc20 (b), na fase de enchimento do reservatório do APM Manso (dez/99-dez/00).

No corpo central do reservatório, em Csc30, dominaram as clorofíceas durante todo o período de enchimento, com maiores concentrações em janeiro. Na estação Man30, esse grupo também foi freqüente nessa fase, com contribuições de dinofíceas entre dezembro/99 e fevereiro/00. Em Man40 as clorofíceas foram acompanhadas por criptofíceas entre janeiro e março (Figs. 57).

Nos rios Manso e Casca, o fitoplâncton foi marcado por densidades e riqueza relativamente baixas em relação aos ambientes do reservatório. No período chuvoso as densidades médias foram de 34 e 220 ind.mL<sup>-1</sup>, com riqueza específica variando entre 4 e 10 táxons/amostra e diversidade média de 0,7 bits.mg<sup>-1</sup>, em Csc10 e Man10, respectivamente. No período de estiagem a densidade média foi de 60 e 138 ind.mL<sup>-1</sup>, riqueza específica de 10 e 15 táxons/amostra e diversidade média de 0,7 bits mg<sup>-1</sup> em Man10 e Csc10, respectivamente (Tab. IV).

Nas estações Man20 e Csc20, as densidades médias totais foram nitidamente maiores na estiagem, com concentrações de 1.808 e 1.287 ind.mL<sup>-1</sup>, respectivamente. No período chuvoso essa concentração foi bem menor, com resultado médio em Man20 de 135 ind.mL<sup>-1</sup> e em Csc20 com 41 ind.mL<sup>-1</sup>. A riqueza também foi expressivamente mais elevada na época de estiagem, porém, foi discreto o aumento da diversidade nessa época do ano, com diferença entre uma época e outra de 0,3 em Man20 e 0,1 bits.mg<sup>-1</sup> em Csc20 (Tab. IV).

Na região lacustre do reservatório, a densidade média foi mais elevada do que nas estações de transição, porém não foi observada nítida variação sazonal em Csc30 e em Man30, mas em Man40, a densidade foi muito mais elevada na época chuvosa (7.524 ind.mL<sup>-1</sup>). A riqueza foi discretamente maior na estiagem em Csc30 e Man30 e igual nas duas épocas do ano em Man40. O índice de diversidade oscilou entre 0,7 em Man40 e 1,3 em Man30, ambos no período de chuva na região, com discreta tendência de maiores valores nessa zona do reservatório. Verificou-se uma tendência de maiores densidades no sentido rio-barragem nos dois braços do reservatório, exceto na época de chuva em Man20, quando o resultado foi discretamente menor do que em Man10.

As espécies que contribuíram com mais de 5% para a média da densidade total foram representadas por 13 grupos funcionais, conforme classificação de Reynolds *et al.* (2002), distribuídas entre as estações, diferentes ambientes e períodos climatológicos (Tab.V).

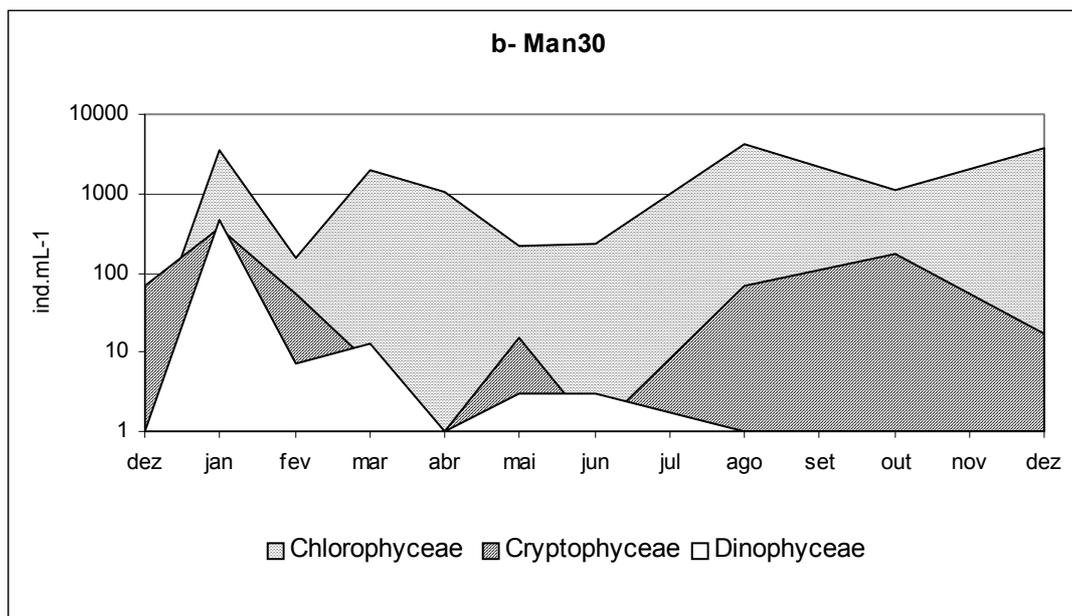
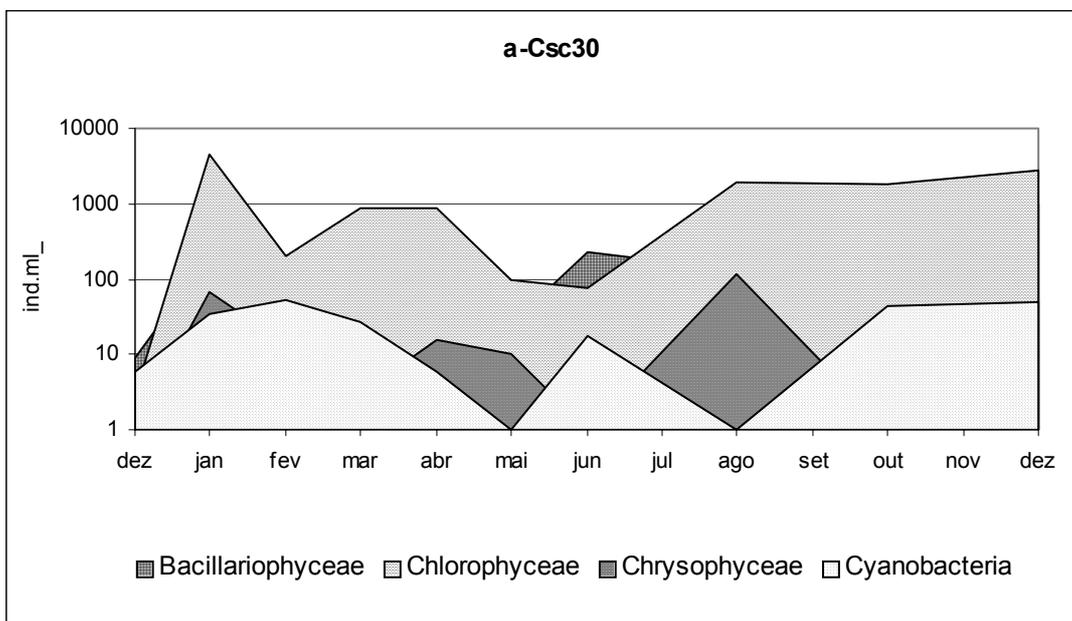


Figura 57: Variação da densidade fitoplanctônica (ind.mL<sup>-1</sup>) por classes taxonômicas nas estações da região limnética do reservatório do APM Manso durante a fase de enchimento (dez/99-dez/00), Csc30 (a), Man 30 (b) e Man40 (c).

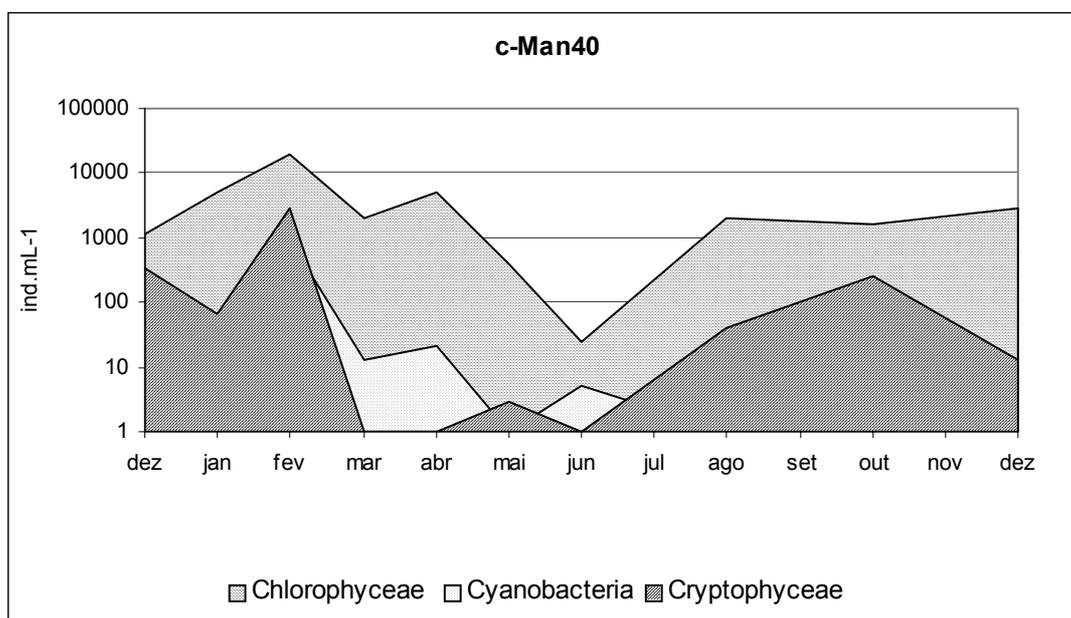


Figura 57: Variação da densidade fitoplanctônica (ind.mL<sup>-1</sup>) por classes taxonômicas nas estações da região limnética do reservatório do APM Manso durante a fase de enchimento (dez/99-dez/00), Csc30 (a), Man 30 (b) e Man40 (c) (continuação).

Tabela IV: Variação média e desvio padrão da densidade ( $\text{ind.mL}^{-1}$ ), riqueza (táxons/amostra) e diversidade ( $\text{bits.ind}^{-1}$ ) de espécies do fitoplâncton nos rios Manso (Man10) e Casca (Csc10) e no reservatório do APM Manso durante a fase de enchimento.

Ambiente	Rio				Transição				Reservatório					
Estação	Man10		Csc10		Man 20		Csc20		Man 30		Csc30		Man40	
Período	chuvoso	estiagem	chuvoso	estiagem	chuvoso	estiagem	chuvoso	estiagem	chuvoso	estiagem	chuvoso	estiagem	chuvoso	estiagem
Densidade ( $\text{ind.ml}^{-1}$ )	220 ± 223	138 ± 96	34 ± 31	60 ± 58	135 ± 125	1808 ± 1500	41 ± 36	1287 ± 1290	1661 ± 1831	2096 ± 2053	1407 ± 1915	1755 ± 1751	7524 ± 8855	1534 ± 251
Riqueza (táxons/amostra)	10 ± 6	15 ± 8	4 ± 3	10 ± 5	8 ± 7	23 ± 8	5 ± 3	14 ± 8	17 ± 6	21 ± 4	18 ± 7	21 ± 3	19 ± 5	19 ± 7
Diversidade ( $\text{bits.ind}^{-1}$ )	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,5	0,7 ± 0,5	0,7 ± 0,3	0,6 ± 0,4	0,9 ± 0,2	0,5 ± 0,4	0,6 ± 0,4	1,3 ± 0,8	0,9 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,9 ± 0,4

Tabela V: Abundância relativa média das principais espécies que formam os grupos funcionais do fitoplâncton nas estações de coleta do reservatório do APM Manso na fase de enchimento.

Ambiente	Estação	Chuva	%	GF	Estiagem	%	GF
Rio	Man10	Pennales	15	D	Pennales	28	D
		<i>Oscillatoria</i> sp	10	S	Volvocales	10	G
		<i>Cymbella</i> sp	9	D	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	10	Y
		<i>Gomphonema</i> cf. <i>constrictum</i>	7	P	<i>Cyclotella</i> sp	6	D
		<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>	5	D	<i>Monoraphidium contortum</i>	6	J
		<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	7	Y	<i>Navicula</i> sp <sub>1</sub>	5	D
		Volvocales	6	G			
		Chlorococcales unicelular	5	X1			
	Csc10	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	19	Y	<i>Dinobryon sertularia</i>	22	E
		<i>Navicula</i> sp <sub>1</sub>	11	D	<i>Peridinium</i> spp	16	L <sub>m</sub>
		<i>Fragilaria intermedia</i>	9	P	Chlorococcales unicelular	14	X1
		<i>Monoraphidium contortum</i>	9	J	Pennales	8	D
		<i>Oscillatoria</i> sp	8	S			
		<i>Nitzschia</i> sp <sub>1</sub>	8	C			
<i>Trachelomonas</i> sp		8	W				
Transição	Man20	Volvocales	14	G	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	17	Y
		<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	12	Y	Volvocales	13	G
		Pennales	11	D	Chlorococcales unicelular	11	X1
		<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>	8	D	<i>Synura uvella</i>	7	W1
		<i>Fragilaria intermedia</i>	8	P			
		<i>Fragilaria ulna</i>	7	P			
	Csc20	<i>Cymbella</i> sp	27	D	Pennales	19	D
		<i>Nitzschia</i> sp <sub>1</sub>	10	D	<i>Chorocystis</i> sp.	13	F
		Euglenales	7	W	<i>Mallomonas</i> sp	16	E
		<i>Amphora</i> sp	7	D	<i>Dinobryon sertularia</i>	11	E
		Limnética	Man30	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	15	Y	<i>Coelastrum reticulatum</i>
<i>Monoraphidium</i> sp	14			J	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	9	F
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	11			F	<i>Monoraphidium</i> sp	8	J
Volvocales	10			G	Chlorococcales unicelular	7	X1
<i>Choricystis</i> sp	8			F	<i>Ankyra ancora</i>	7	X1
Csc30	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>		14	F	<i>Aulacoseira distans</i>	17	D
	<i>Monoraphidium</i> sp.		12	J	<i>Coelastrum reticulatum</i>	12	J
	Chlorococcales unicelular		12	X1	Chlorococcales unicelular	10	X1
	<i>Schroederia setigera</i>		11	X1	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	9	F
	Volvocales		8	G	Volvocales	6	G
Man40	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>		8	Y	<i>Monoraphidium</i> sp.	6	J
	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>		25	F	<i>Coelastrum reticulatum</i>	18	J
	<i>Monoraphidium</i> sp		16	X1	<i>Ankyra ancora</i>	10	X1
	<i>Chlamydomonas</i> sp		13	X2	<i>Monoraphidium</i> sp	8	X1
	<i>Schroederia setigera</i>		10	X1	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	8	F
	Chlorococcales unicelular	8	X1	<i>Aulacoseira distans</i>	7	D	
				Chlorococcales unicelular	7	X1	

Na estação Man10, as diatomáceas estiveram representadas especialmente pelo grupo funcional **D**, composto por formas penadas e por espécies de *Cymbella* sp. e *Cyclotella* sp., tanto no período chuvoso quanto na estiagem, compreendendo 29% e 34%, da densidade total, respectivamente. No período chuvoso este grupo foi acompanhado por cianobactérias do grupo funcional **S** (*Oscillatoria* sp) e por clorofíceas do grupo funcional **G** (Volvocales) durante a estiagem (Tab.V).

Em Csc10, o período chuvoso teve dominância de criptofíceas do grupo funcional **Y** (*Cryptomonas*), que contribuiu com 19%, e de diatomáceas do grupo funcional **D** (*Navicula*), com 11% da densidade total. Na estiagem dominaram o grupo funcional **E** (*Dinobryon sertularia*), apresentando uma contribuição de 22%, associado às crisofíceas do grupo funcional **L<sub>m</sub>** (*Peridinium* spp) (Tab. V).

As velocidades da água dos rios Manso e Casca não favoreceram a colonização da comunidade fitoplanctônica, com isso, o perifiton ocupou o lugar do fitoplâncton (Payne, 1986), o que explica as baixas densidades em Man10 e Csc10 em relação ao reservatório e a predominância nesses ambientes lóticos de diatomáceas penadas, que são algas com diferentes adaptações à vida sésil. Algas perifíticas são aquelas que vivem aderidas a um substrato e que podem ser consideradas sinônimos de algas bentônicas, que vivem no fundo ou associadas a algum substrato (Stevenson, 1996 *apud* Pompêo & Moschini-Carlos, 2003).

A comunidade de algas perifíticas pode ser encontrada aderida ou colonizando diversos substratos no ambiente lótico, que com o fluxo, se desprendem e passam a compor o plâncton desses ecossistemas fluviais (Reynolds & Descy, 1996).

A maior ocorrência do grupo funcional **D** em Man10, em ambos os períodos hidrológicos, em relação a Csc10, pode estar relacionada à maior disponibilidade média de sílica no rio Manso (4,48 mg.L<sup>-1</sup>) em relação ao Casca (3,14 mg.L<sup>-1</sup>) na fase de enchimento (HABTEC-FURNAS, 2001). A sílica é o material básico da composição da carapaça das células das diatomáceas.

O grupo funcional **Y**, predominante no rio Casca no período chuvoso, é caracterizado por algas pequenas, tolerantes a baixa intensidade luminosa e que vivem num largo espectro de habitats, mas são vulneráveis a predadores, como microcrustáceos, rotíferos e protistas (Reynolds *et al.*, 2002), cujas populações apresentaram densidades relativamente baixas nesse rio entre dezembro/99 e dezembro/00, com predominância de protozoários tecados (HABTEC-FURNAS, 2001). Além disso, a sazonalidade da penetração de luz no rio Casca, especificamente a menor

transparência de Secchi na época de chuva, não deve ter sido um fator limitante à ocorrência do grupo **Y** nesse ambiente nessa época do ano.

Na estiagem, a dominância do grupo funcional **E** em Csc10 possivelmente deveu-se às baixas concentrações de nutrientes e altas transparências, predominantes no rio Casca nessa época do ano, fatores que favorecem a ocorrência de *Dinobryon sertularia* (Reynolds *et al.* 2002).

Na estação de transição Man20 o período chuvoso caracterizou-se pela dominância de diatomáceas do grupo funcional **D** (19%), acompanhadas por clorófitas do grupo funcional **G** (Volvocales - 14%). No período de estiagem nesta estação foram dominantes as criptófitas do grupo funcional **Y** (*Cryptomonas*), contribuindo com 17%, seguidas por clorófitas do grupo funcional **G** (13%). No período chuvoso em Csc20 a comunidade foi marcada pela dominância do grupo funcional **D** representando 44% da densidade total. Na estiagem houve dominância de crisófitas do grupo funcional **E** (*Mallomonas* e *Dynobrium sertularia*), compreendendo 27% da densidade fitoplânctônica, juntamente com o grupo **D** (19%) (Tab. V).

As interferências dos rios nas zonas de transição na fase de enchimento do reservatório de Manso devem ter influenciado a ocorrência de grupos funcionais similares entre esses ambientes, principalmente na época de chuva, quando essa influência foi mais evidente (como já mencionado para algumas variáveis físicas e químicas), especialmente no que se refere a disponibilidade de luz (item 4.3.1.).

O expressivo aumento das densidades na época de estiagem em Csc20 e Man20 sugere diminuição do controle dos rios, favorecendo o estabelecimento de uma comunidade fitoplânctônica funcional, porém com predominância dos mesmos grupos que foram observados nos rios. Destaca-se que o grupo **G**, que teve expressiva ocorrência em Man20 em ambas as épocas do ano, e menor ocorrência no rio Manso, é caracterizado por espécies que vivem em ambientes ricos em nutrientes e que, baixas concentrações, tornam-se limitantes ao seu estabelecimento (Reynolds *et al.*, 2002).

Com isso, em Man20 e Csc20, a liberação de nutrientes do processo de decomposição da matéria orgânica inundada e a diminuição da influência dos rios nas zonas de transição na época de estiagem favoreceram o aumento na densidade do fitoplâncton, mas os grupos funcionais foram similares ao observado nos ambientes lóticos, exceto o grupo **F**, que teve expressiva ocorrência em Csc20 na estiagem (13%) e predominou nas estações do corpo central do reservatório.

Convém destacar a brusca diminuição na densidade do fitoplâncton em todas as estações do corpo central do reservatório no mês de junho/00, certamente relacionada ao decréscimo da zona fótica, indicada pela diminuição da transparência, devido a desestratificação da coluna d'água (item 4.3.2.). Essa condição provavelmente influenciou nas menores densidades médias da estiagem em Man40 em relação à época de chuva. Nesse caso, o crescimento das algas, a sucessão das espécies e a densidade do fitoplâncton nas zonas limnéticas de reservatórios são influenciados pela extensão e duração da mistura e pela estabilidade de coluna d'água (Tundisi *et al.*, 2004).

Nas estações Man30, Csc30 e Man40 as clorofíceas foram dominantes tanto no período chuvoso quanto na estiagem. Os grupos funcionais mais representativos em Man30 durante o período chuvoso foram **F**, *Sphaerocystis schroeteri* e *Choricystis* sp. (19%), seguido pelo grupo **Y** (15%); e na estiagem o grupo **J**, *Coelastrum reticulatum* (23%), **F** (*Sphaerocystis schroeteri*, *Oocystis lacustris*) e **X<sub>1</sub>** (*Chlorococcales unicelular*, *Ankira ancora*), este dois últimos contribuíram com 14% para a densidade total. Na estação Csc30 na época de chuva foram dominantes **X<sub>1</sub>** (*Schroederia setigera*, *Chlorococcales unicelular*) com 23% e grupo **F** (*Sphaerocystis schroeteri*) que representou 14% do total; na estiagem ocorreram especialmente os grupos **X<sub>1</sub>** (*Monoraphidium* sp.) e **J** (*Coelastrum reticulatum*) e **D** (*Aulacoseira distans*). Em Man40 também dominaram durante as chuvas os grupos funcionais **F** (25%) e **J** (16%) e na estiagem **J** (26%) e **X<sub>1</sub>** (17%) (Tab. V).

Train *et al.* (2005) verificaram, no reservatório de Irai, estabilizado, com tempo de residência maior do que um ano e eutrófico (Pagioro *et al.*, 2005), que Chlorophyceae foi o grupo mais bem representado taxonomicamente, principalmente pertencentes à ordem Chlorococcales (grupo funcional **X<sub>1</sub>**), organismos que são cosmopolitas e característicos de ambientes com elevadas concentrações de fósforo, confirmando as preferências ecológicas atribuídas a esse grupo (Happey-Wood, 1988 *apud* Train *et al.* 2005) e mencionadas por Reynolds *et al.* (2002).

Ressalta-se que o grupo **D** que ocorreu em Csc30, foi representado nessa estação de coleta pela espécie *Aulacoseira distans*, uma diatomácea centrica tipicamente planctônica, sem estruturas para adesão em substrato, diferente das diatomáceas penadas predominantes nos ambiente lóticos e nos zonas de transição.

No reservatório da UHE Lajeado, Pereira (2002) observou que a eutrofização nos primeiros meses de enchimento favoreceu o florescimento de cianobactérias das espécies *Microcystis aeruginosa* e *Cylindrospermopsis raciborski*. Considerando que os

níveis de concentração de nutrientes na fase de enchimento de Lajeado foram similares ao mensurado em Manso, era de se esperar a ocorrência mais expressiva de cianobactérias nesse reservatório.

Os modelos que relacionam a abundância fitoplanctônica à concentração de nutrientes consideram que o crescimento e a biomassa são controlados pela disponibilidade de fósforo e nitrogênio. Contudo, em reservatórios, é comum que outros fatores não relacionados a essa disponibilidade, determinem as taxas de produtividade (Train *et al.*, 2005). Caraco & Miller (1998) constataram que o aumento nas concentrações de CO<sub>2</sub>, com alcalinidade média e meio neutro, foram fatores limitantes ao desenvolvimento das cianobactérias, mesmo com nutrientes disponíveis. Talvez essas condições, que parecem ter prevalecido na fase de enchimento em Manso, dada tanto pela condição inicial dos rios como pelo processo de decomposição, possam explicar a baixa ocorrência de cianobactérias nesse reservatório na fase de enchimento.

Na fase de formação do reservatório de Serra da Mesa (TO), que a dominância de diatomáceas no rio, ambiente caracterizado por baixas densidades, foi substituída pela das clorofíceas e outros grupos que esporadicamente formaram densas populações (De Filippo *et al.*, 1999). De maneira geral, essa sucessão da comunidade fitoplanctônica foi observada na fase de enchimento do reservatório de Manso.

As variações dos grupos funcionais fitoplanctônicos do rio até a zona limnética e a sucessão no reservatório tiveram relação com as diferentes condições físicas e químicas no gradiente longitudinal e com a sucessão física e química da fase de enchimento do reservatório de Manso, sugerindo que: i) a diminuição da velocidade da água, o aumento da zona fótica e a diminuição da turbidez e do material em suspensão no sentido rio-barragem contribuíram com a predominância gradual do grupo funcional **F** de Csc20 (13% na estiagem)-Csc30 (14% na época de chuva) até Man40 (25% na época de chuva) em detrimento do grupo funcional **D** predominante nos rios; ii) a liberação de nutrientes do processo de decomposição da biomassa inundada favoreceu a colonização de espécies do grupo **J** de Man30 (15% na estiagem) e Csc30 (12% nas épocas de chuva e estiagem) até Man40 (16% na chuva e 18% na estiagem) e do grupo **X<sub>1</sub>** e **X<sub>2</sub>** somente em Man40, sendo que todos esses grupos são compostos por espécies que exigem condições eutróficas, com mistura da coluna d'água, tolerantes a estratificação (Reynolds *et al.*, 2002); iii) os aspectos físicos e químicos mencionados favoreceram conjuntamente o aumento da densidade, da riqueza e, de forma mais discreta, da diversidade no sentido rio-barragem.

#### **4.4. Limnologia da fase de estabilização dos reservatórios: variações longitudinais e verticais**

##### **4.4.1. APM Manso**

##### **4.4.1.1. Variáveis físicas e químicas**

A primeira campanha de monitoramento limnológico, após o início da geração de energia em APM Manso, foi realizada em fevereiro/01, quando mais de 90% do volume do reservatório havia sido completado (HABTEC-FURNAS, 2001). Porém, as primeiras determinações de temperatura no perfil da coluna d'água nas estações do corpo central do reservatório foram realizadas em junho/01. Nesse mês, nas estações Man30-40 e Csc30, as RTRs foram menores do que 20, exceto em Man30 a 16m de profundidade (RTR=22). Em Man40 e Csc30 a definição de camadas não ficou evidente como em Man30, onde o epilímnio pode ter-se mantido até cerca de 11m de profundidade, com uma região de instabilidade nas densidades das camadas até 23m e estabilidade até o fundo (Figs. 58-60). Em Man40 e Csc30 essa instabilidade foi verificada até cerca de 30m de profundidade da coluna d'água, com estabilidade até o fundo. Essa condição pode sugerir que nessas estações de coleta tenha ocorrido desestratificação alguns dias antes da medição, visto pelo padrão de mistura verificado em junho/01 e junho/02, quando a RTR foi quase nula ao longo de toda a coluna d'água nessas três estações de coleta. Nos outros meses de monitoramento, tanto em 2001 como em 2002, foi verificada formação de epilímnio entre 10-15m de profundidade no corpo central do reservatório, com RTR próxima a zero até o fundo. Exceção a esse padrão ocorreu em abril/03 na estação Man40, quando a variação vertical da RTR foi similar ao observado nos meses de junho, possivelmente devido a operação da usina, com liberação de água para jusante pelas turbinas e/ou vertedouro, visto que nos dias que antecederam a coleta não ocorreram *frentes frias* ou mesmo aumento na velocidade do vento na região. Como esse mês corresponde ao fim do período chuvoso, quando a quantidade de chuvas anteriores foi alta e o reservatório possivelmente encontrava-se em sua quota máxima, foi vertida e/ou turbinada grande quantidade de água, suficientes para provocar desestratificação da coluna d'água em Man40, principalmente pela exportação da camada superficial aquecida através do vertedouro para jusante.

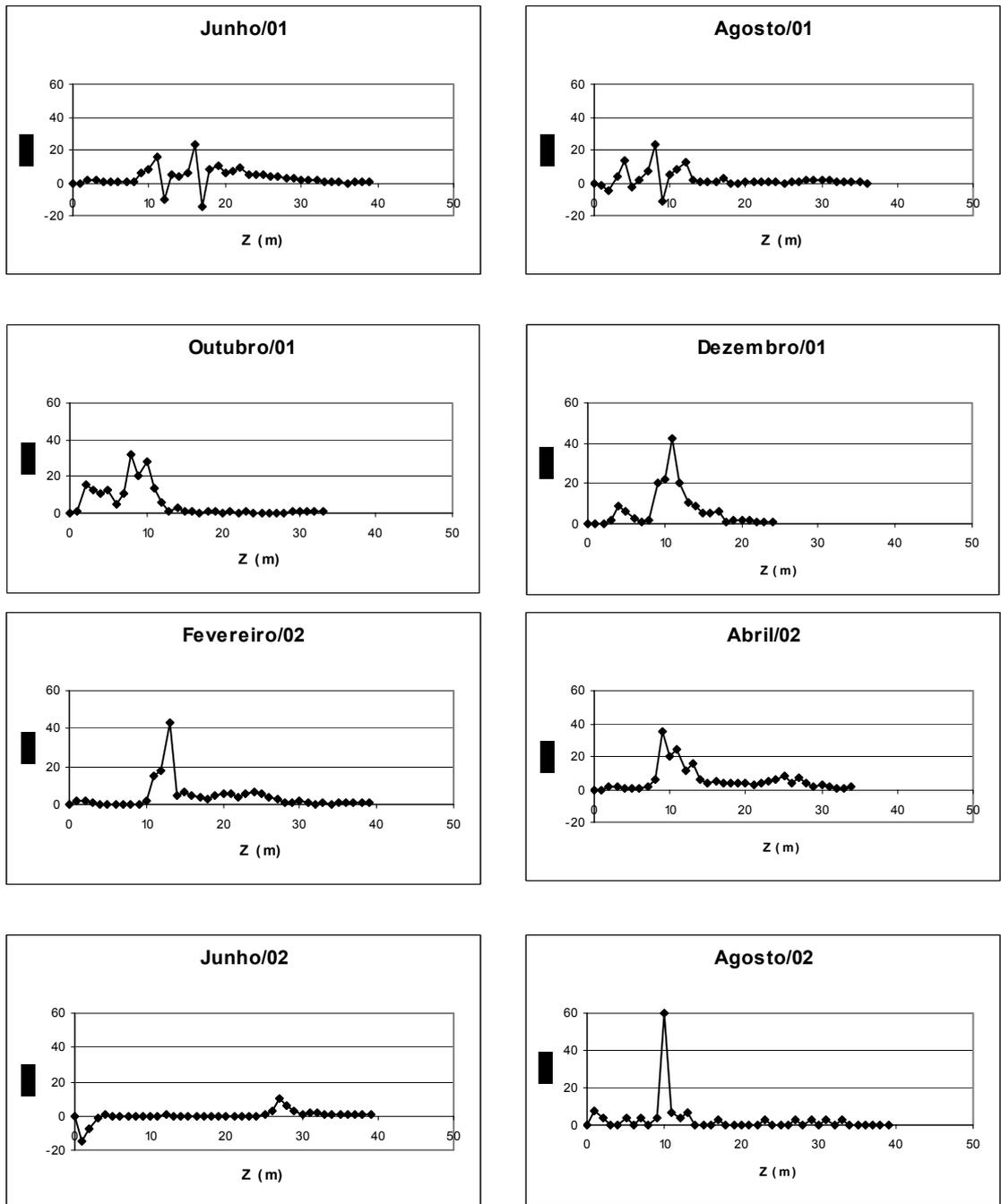


Figura. 58: Variação vertical da RTR na estação Man30 na fase de operação do reservatório do APM Manso ( $Z$ =profundidade).

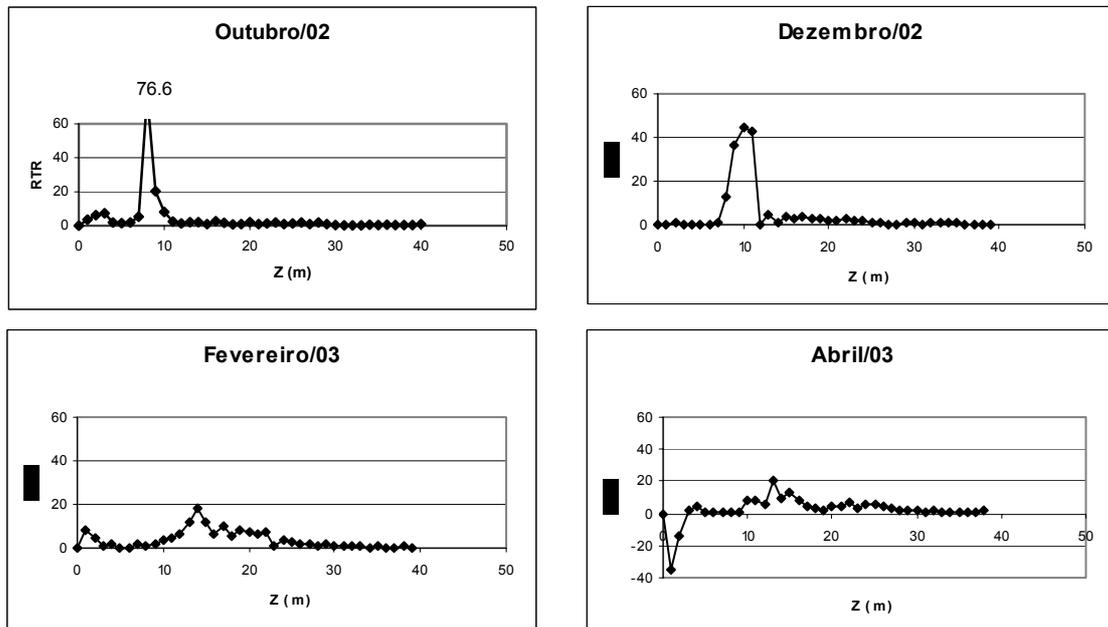


Figura 58: Variação vertical da RTR na estação Man30 na fase de operação do reservatório do APM Manso ( $Z$ =profundidade) (continuação).

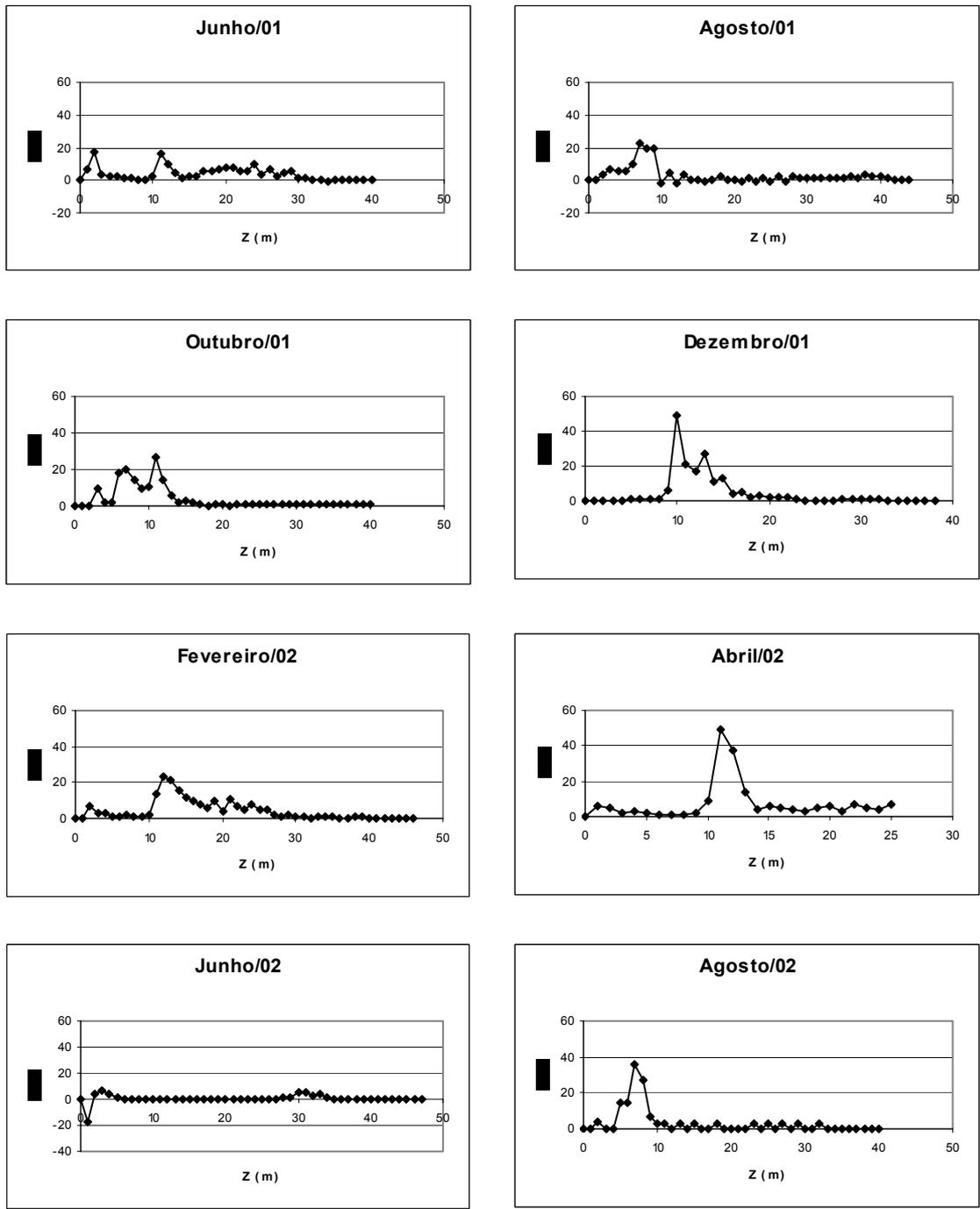


Figura 59: Variação vertical da RTR na estação Csc30 na fase de operação do reservatório do APM Manso ( $Z$ =profundidade).

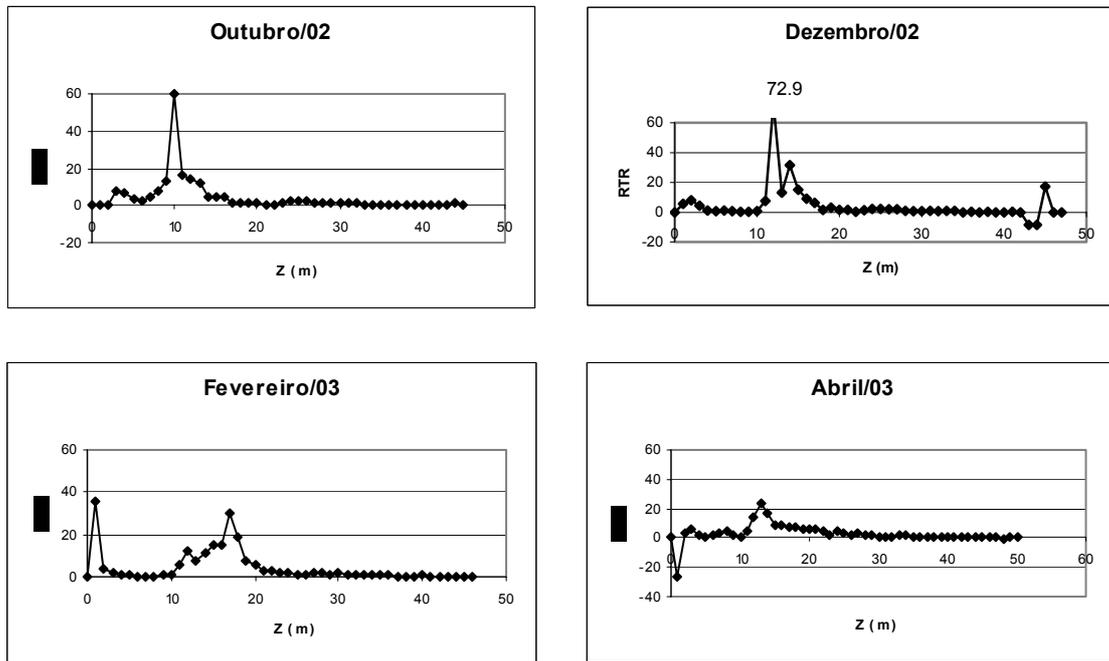


Figura 59: Variação vertical da RTR na estação Csc30 na fase de operação do reservatório do APM Manso ( $Z$ =profundidade) (continuação).

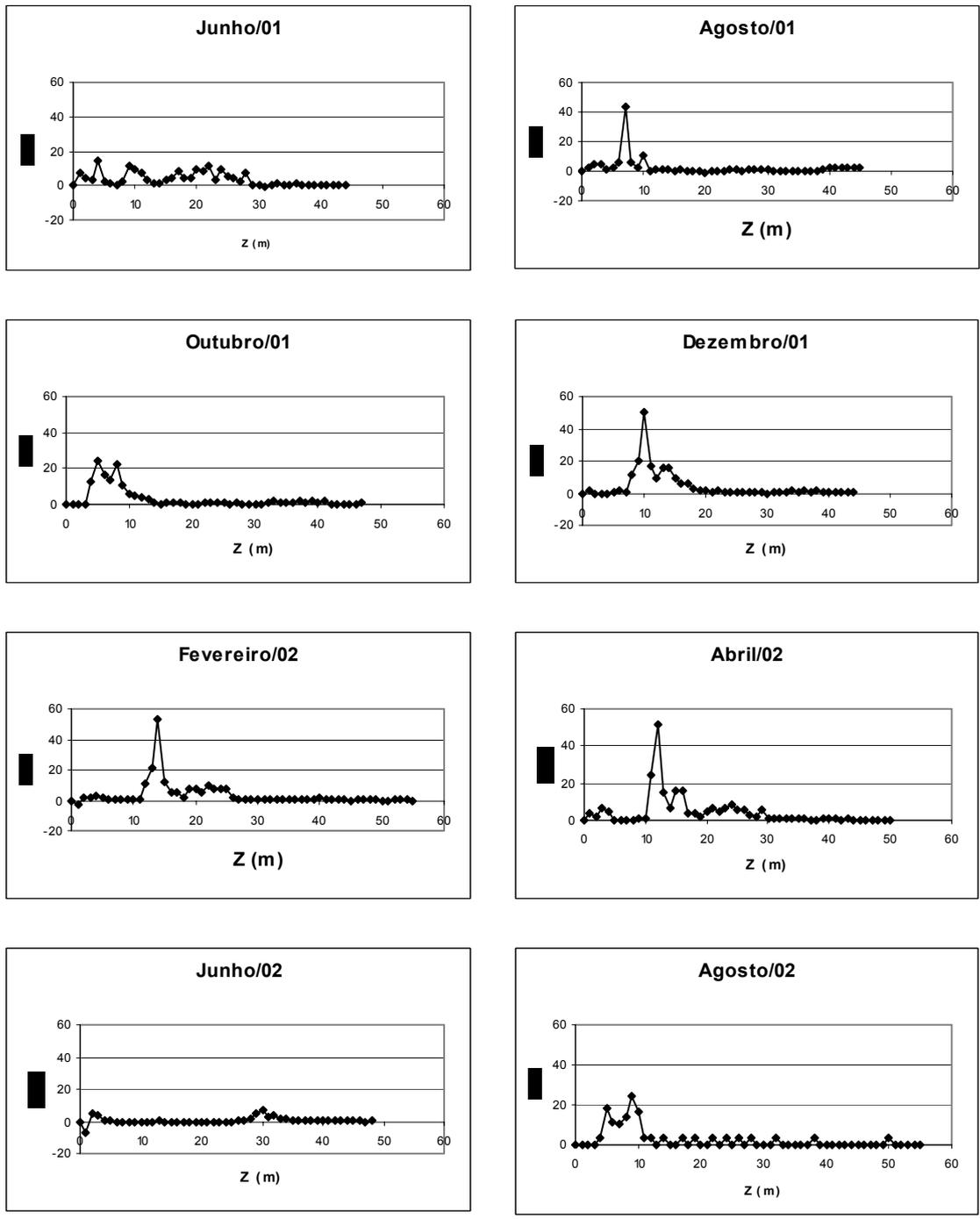


Figura 60: Variação vertical da RTR na estação Man40 na fase de operação do reservatório do APM Manso ( $Z$ =profundidade).

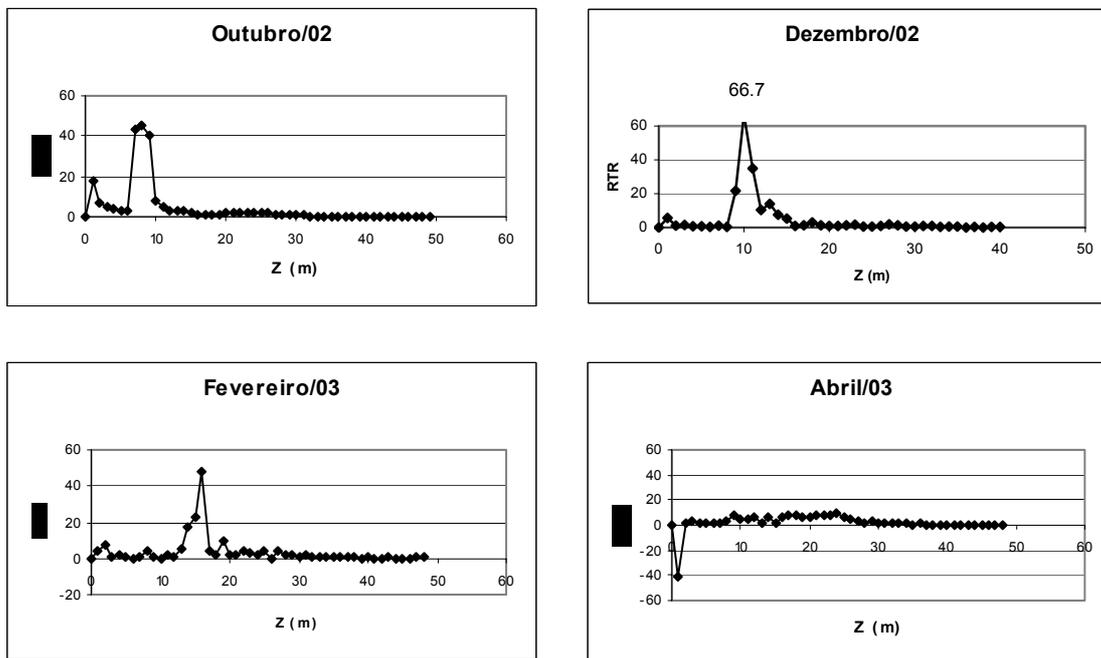


Figura 60: Variação vertical da RTR na estação Man40 na fase de operação do reservatório do APM Manso ( $Z$ =profundidade) (continuação)

Tundisi *et al.* (1999) definiram a zonação longitudinal de reservatórios em três regiões distintas: i) influência do rio (transição flúvio-lacustre); ii) influência da represa e das descargas (próxima a barragem); iii) localizadas no meio do reservatório com funcionamento de lago.

A estratificação vertical em reservatórios depende basicamente dos seguintes fatores: i) aquecimento térmico a partir da radiação solar; ii) profundidade média e máxima do sistema; iii) efeito do vento (força e direção) na quebra da estratificação e no estabelecimento dos padrões de mistura; iv) altura da tomada d'água para os vertedouros e turbinas e v) tempo de residência (Tundisi, 1990).

A estação Man40, mais próxima a barragem, apresentou várias características similares ao funcionamento de lago, com estratificação controlada pelos fatores mencionados acima, sendo que os resultados do perfil da RTR em abril/03 indicaram que pode haver influência das descargas da usina nessa zona do reservatório, menos evidente em Man30 e Csc30. Essa influência, por sua vez, nem sempre é previsível ou

sazonal, pois depende da operação da usina, dificultando assim a definição de padrões de estratificação típicos de lagos para o local mais próximo a barragem de Manso.

Esteves (1998) discutiu que o período de verão em regiões tropicais coincide, na maioria dos casos, como no do Manso, com a maior pluviosidade e, portanto, com nível d'água mais elevado desses ambientes, quando freqüentemente se observa estratificação duradoura. Esse fenômeno é resultante da pequena variação diária de temperatura do ar, que para o ecossistema aquático implica em reduzidas perdas de calor para a atmosfera, mesmo no período da madrugada. Outro fator que facilita a estratificação diária neste período é a maior profundidade da coluna d'água. Nesse sentido, os perfis de RTR no reservatório de Manso indicaram que este sistema pode ser enquadrado como monomítico quente, onde há uma circulação anual durante o inverno. Destaca-se, contudo, que no estado de Mato Grosso não se define claramente as quatro estações do ano (primavera, verão, outono e inverno), mas sim duas, estiagem e chuva, sendo que na estiagem ocorre a entrada das *frentes frias* e aumento na velocidade e freqüência dos ventos por dias seguidos, sendo essas as principais funções de força da desestratificação que registrada uma vez ao ano no reservatório de Manso.

Moreno (1996) verificou na região limnética do reservatório de Balbina (AM), mesmo durante a fase de enchimento, diferenças de temperatura entre superfície e fundo da coluna d'água, suficientes para manter o estrato superior relativamente isolado do inferior, sugerindo ocorrência de estratificação térmica sazonal e não decorrentes das condições diárias de aquecimento e resfriamento noturno, típicos de sistemas naturais rasos da região amazônica. Essas condições de estratificação, mistura e isoterminia diária foram também verificadas em lagoas de inundação do Pantanal Mato-grossense (Pinto-Silva, 1991).

No estado do Paraná, onde as estações do ano são mais definidas, Pagioro *et al.* (2005) observaram, em vários reservatórios hidrelétricos localizados no rio Iguaçu, nítida estratificação térmica na época de chuva-verão (novembro) e redução da estabilidade térmica na estiagem-inverno (julho).

A Zds na zona de transição flúvio-lacustre em Csc20 oscilou entre 1,9m em junho/01 e 4,5m em agosto/01, com valores acima de 2,0m nos outros meses. Em Man20, o menor resultado foi em dezembro/01 (0,45m) e o maior em agosto/01 (2,5m). Nas estações da região lacustre, Man30-40 e Csc30, a Zds também foi significativamente maior na fase de estabilização em relação à de enchimento, condição

relacionada principalmente a incipiente influência dos rios e contínua sedimentação na zona limnética (Fig. 37).

Com relação à turbidez, foi observado variação longitudinal no braço do Manso, com redução evidente do rio até próximo a barragem (Fig. 38). Os maiores resultados na zona de transição ocorreram no período chuvoso, porém o incremento foi discreto se comparado com o rio Manso, uma vez que em Man20 houve diminuição de 86,1% da turbidez média em relação à Man10. Já no braço do Casca, essa diminuição foi de 63,8% de Csc10 para Csc20, com média geral de 58 e 21, respectivamente, e de 7 UNT em Csc30. Contudo, os maiores resultados na zona de transição do braço do Casca também ocorreram em meses chuvosos (dezembro/01 e abril/03).

Essas diferenças de turbidez entre os rios e suas respectivas zonas de transição provavelmente estiveram relacionadas à morfologia do leito, da área de remanso do reservatório e à força da intrusão fluvial, que favorecem maior retenção ou transporte de sedimento. Essa condição é corroborada pelos resultados médios de material em suspensão (MS), que no braço do Manso tiveram redução de 88,8%, de Man10 a Man20, e no braço do Casca, do rio até Csc20, de 34,2% (Fig. 39).

A variação vertical da turbidez, dada pelo desvio padrão (DP), foi baixa em todas as estações do corpo central do reservatório na fase de operação. Já na zona de transição, a maior diferença entre os resultados de fundo com os da superfície foi obtida em dezembro/01, tanto em Man20 (28 UNT) como em Csc20 (44 UNT) (Fig. 38). Esse mês e o anterior são caracterizados como o início das grandes precipitações na bacia, com incremento do escoamento superficial e das descargas líquidas e sólidas dos rios (item 4.1.1.), aumentando com isso a força da intrusão fluvial na zona de transição do reservatório. Contudo, os resultados de MS não corroboraram com os de turbidez, sendo que essas diferenças foram pouco expressivas na fase de operação, principalmente em Csc20. A variação vertical do MS nas estações da região limnética, dada pelos DP, foi discreta, com baixos resultados em quase toda a fase de estabilização (Fig. 39).

Destaca-se que a ANOVA acusou resultados significativamente maiores de transparência e menores de turbidez e MS na superfície de Csc20 e de Man20 na fase de estabilização em relação à de enchimento. Essa condição certamente tem relação com diminuição da influência do rio na camada superficial dessa região do reservatório, favorecendo o processo de sedimentação das partículas trazidas pelos rios. Pode ainda estar relacionado ao enchimento tardio dessas estações de coleta, que apresentavam

condições lógicas entre dezembro/99-março/00, período de chuva, que fez com que as médias dessas variáveis fossem maiores na fase de enchimento (Fig. 40).

O padrão de variação longitudinal da condutividade elétrica no braço do Casca diferiu do braço do Manso. Nas estações Csc20-30 essa variável apresentou médias sempre maiores no reservatório em relação ao rio Casca ao longo dos anos deste estudo, similar ao observado na fase de enchimento, exceto em Csc20 em fevereiro/03, quando as intensas chuvas na bacia devem ter aumentado a influência do rio Casca, pobre em eletrólitos, nessa zona do reservatório. Já no braço do Manso constatou-se um padrão diferente; o aumento da condutividade no rio implicou em diminuição dessa variável nas estações Man20-30 nos meses de outubro/01, abril e agosto/02 e abril/03, sendo que a condição inversa foi observada nos meses de agosto e dezembro/01, junho e dezembro/02 e fevereiro/03.

É provável que esta oscilação quase inversa da condutividade média no braço do Manso em relação ao rio seja decorrência da alternância entre o predomínio dos efeitos da decomposição e das variações químicas que ocorrem sazonalmente no rio. A maior condutividade registrada em Man20-30 no perfil da coluna d'água foi no hipolímnio em junho/02 (105 e 175  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) e um dos maiores resultados de superfície também foi obtido nesse mês (102 e 70  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), quando houve desestratificação na coluna d'água e discreto aumento na concentração de OD nessa camada em relação aos outros meses (Tabela VI). Os maiores resultados foram sempre obtidos no hipolímnio em Man20-30, exceto em outubro/01. Com isso, a variação na oxigenação do fundo e a predominância dos processos de decomposição no sedimento, tendem a aumentar a liberação de eletrólitos para a coluna d'água.

Em Man40 observou-se tendência de estabilização da condutividade elétrica em relação às outras estações de coleta a partir de junho/02, dada pelas baixas oscilações da média da coluna d'água (53,7 a 56,5  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) e pelos DP relativamente baixos (DP=0,0-21,7), exceto em junho/02 (DP=34,5), devido a diminuição das RTRs, com desestratificação e mistura da coluna d'água nesse mês de junho deve ter favorecido a resuspensão de eletrólitos do sedimento de fundo (Fig. 58-60).

Tabela VI: Comparação dos valores médios gerais das variáveis limnológicas medidas nas fases de enchimento (dezembro/99-dezembro/00) e estabilização (fevereiro/01-abril/03) no reservatório do APM Manso.

<b>Estações de coleta</b>	<b>Variável</b>	<b>Transpar</b>	<b>Turbidez</b>	<b>OD</b>	<b>pH</b>	<b>Conductiv</b>	<b>MS</b>	<b>Alcalin</b>	<b>Pt</b>	<b>NKT</b>	<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>N-org.</b>	<b>NO<sub>3</sub></b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>
	<b>Unidade</b>	m	UNT	mg.l <sup>-1</sup>		μS.cm <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mgCaCO <sub>3</sub> .l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>
Csc20	Enchimento	0,9	62,5	6,0	8,0	19,9	42,2	8,1	0,02	0,31	0,16	0,15	0,02	1,0	1,2	0,7	1,4
	Operação	2,8	20,7	3,2	5,9	24,2	11,3	9,6	0,09	0,58	0,26	0,32	0,13	1,0	0,5	0,4	1,6
Man20	Enchimento	1,3	25,4	5,9	6,5	97,4	19,6	37,6	0,03	0,44	0,02	0,42	0,06	1,6	2,0	5,2	7,4
	Operação	1,6	17,8	3,6	6,3	63,6	6,6	29,8	0,09	0,59	0,17	0,42	0,13	1,9	1,4	2,1	2,5
Csc30	Enchimento	1,6	8,9	2,1	6,9	54,7	12,6	18,7	0,08	0,58	0,28	0,30	0,02	11,7	2,0	2,1	4,0
	Operação	2,7	6,6	3,1	6,9	45,6	8,9	13,3	0,10	0,72	0,32	0,40	0,16	1,6	0,7	0,9	1,7
Man30	Enchimento	1,4	31,3	2,9	7,3	80,9	31,8	25,9	0,09	0,66	0,31	0,35	0,02	12,2	2,4	3,5	4,8
	Operação	2,4	3,7	2,9	7,1	73,7	9,8	23,8	0,35	1,18	0,58	0,60	0,24	2,0	1,4	2,6	2,5
Man40	Enchimento	1,2	20,5	2,9	7,2	68,9	21,8	22,3	0,08	0,69	0,32	0,37	0,02	7,9	2,9	2,5	2,2
	Operação	2,6	1,9	2,5	8,1	56,4	19,2	20,6	0,15	0,99	0,50	0,49	0,22	1,8	1,3	1,9	2,1

Thornton *et al.* (1996) citam um padrão de variação da condutividade observado no lago Kariba no Zimbábue, no qual foi verificado um aumento considerável na fase de enchimento em relação ao rio, discreta diminuição posterior a essa fase e valores quase idênticos ao rio nas fases denominadas de transição e estabilização, porém com resultados sempre acima do observado no rio principal antes de seu barramento, similar ao padrão observado em Manso, especificamente na estação Man40.

Com relação à variação longitudinal da alcalinidade no braço do Casca, foi comumente mais elevado do que o observado no rio (Tab. VI e Fig. 41). As intensas formações de bicarbonatos, decorrentes do processo de decomposição na fase de enchimento, foram as principais funções de força que mantiveram o padrão de variação das médias da alcalinidade, bem como da condutividade elétrica, sempre acima do mensurado no rio Casca nos anos seguintes. No braço do Manso, no sentido longitudinal, houve decréscimo da média geral da alcalinidade do rio à barragem na fase de estabilização (Tab. VI e Fig. 41). Por outro lado, essas médias foram nitidamente menores do que na fase de enchimento, sendo que em Man40 essa diferença foi significativa na Análise de Variância.

Em Csc20 a diferença entre superfície e fundo oscilou entre 1-5 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> e em Csc30 o DP, a partir de agosto/01, variou entre 1-3. A menor variação da média da alcalinidade foi observada em Csc30 (11,0-17,0 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>, exceto em fev/02, 7,0 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>), indicando tendência de estabilidade dessa variável nessa estação de coleta na fase de estabilização, considerando o mensurado na fase de enchimento, onde a média variou entre 13,0-25,0 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>.

No braço do Manso, a alta correlação positiva da alcalinidade do rio com a estação Man20 na fase de enchimento não foi observada na de estabilização, corroborando com os resultados de MS e turbidez quanto a diminuição da influência do rio Manso na zona de transição flúvio-lacustre. Os valores médios de alcalinidade tenderam a estabilização a partir de agosto/02 em Man30 (19,0-23,3 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>) e a partir de junho/02 em Man40 (18,8-20,7 mgCaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>), onde os DPs foram menores do que 5,0 a partir de outubro e abril/01, respectivamente (Fig. 41).

Considerando os resultados de condutividade elétrica e de alcalinidade, que apresentaram tendência de estabilização e menores médias após a operação da usina (fev/01) em relação à de enchimento, é provável que ao redor de junho/01 a maior parte da matéria orgânica lábil tenha sido mineralizada na região lacustre do reservatório de Manso.

Na variação longitudinal do pH na fase de estabilização constatou-se que quase todos os resultados médios em Man20-30 foram menores do que o rio Manso. Em Man40, contudo, foram sempre maiores, exceto em abril/02, quando foi registrado o menor valor de toda a fase de operação nessa estação, 6,9 no hipolímnio. No braço do Casca os resultados oscilaram entre 6,0-7,7 nas estações Csc20-30, sem um padrão definido em relação à variação observada no rio Casca. Os resultados de pH foram significativamente maiores na superfície nas estações Man30 e Csc30 em relação a média obtida no meio e fundo da coluna d'água (Fig. 42).

Os resultados indicaram que não ocorreu acidificação expressiva da coluna d'água no reservatório de Manso, tanto na fase de enchimento como na de estabilização, o que era de esperar devido aos intensos processos de decomposição da biomassa inundada. Certamente, uma das principais forças reguladoras, que manteve o pH na faixa do neutro, foi a alcalinidade do sistema, o metabolismo ácido-base e a produção primária. Além disso, é provável que a natureza da vegetação inundada, predominantemente de cerrado, tenha influenciado nesses resultados, devido a baixa quantidade de matéria orgânica lábil nos galhos, folhas e serapilheira, o que influencia na quantidade de ácido carbônico e outros ácidos subprodutos da decomposição liberados frente à capacidade tampão do meio. Condição similar foi observada por Kikuchi (2005) no reservatório da UHE Lajeado (TO), que também inundou vegetação de cerrado, onde o pH do hipolímnio nas fases de enchimento e estabilização situou-se sempre acima de 6,5.

Os íons sódio, potássio, cálcio e magnésio, apresentaram menores concentrações médias gerais nesta fase em relação à de enchimento (Tab. VI e Figs. 43-46), mais evidente no corpo central do reservatório, com significância para o Ca e Na. As diminuições estiveram provavelmente relacionadas com seguintes fatores: i) diminuição da influência do aporte desses íons pelos rios; ii) precipitação e exportação, com a operação da usina, sob a forma de bicarbonatos.

As concentrações de OD na fase de estabilização variaram de forma similar à fase de enchimento na região central do reservatório, dado tanto pela média como pelos altos DPs, sempre com menores teores no hipolímnio. Em Csc30 e Man40 o menor DP foi registrado em junho/02 (0,4 e 2,6), quando houve desestratificação e mistura completa da coluna d'água, favorecendo um discreto aumento do OD do fundo à superfície. Mesmo considerando que o menor DP em Man30 não foi registrado nesse mês, foi observado aumento do OD no hipolímnio também ocasionado pela mistura da

coluna d'água. Nessas estações de coleta, a ANOVA indicou concentrações significativamente menores de OD no meio e fundo da coluna d'água em relação à superfície e maiores na superfície na fase de estabilização em relação a de enchimento. Nas camadas superficiais, a aeração de contato ar-água, a ação do vento e a produção primária foram provavelmente as principais fontes de OD para a região limnética do reservatório, acima das demandas (Fig. 47).

Nas zonas de transição flúvio-lacustre as concentrações de OD do fundo oscilaram em Man20 e Csc20 entre  $< 1,0 \text{ mg.L}^{-1}$  (agosto, outubro e dezembro/02) até  $5,8$  e  $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$  em dezembro/01, mês com intensas precipitações que podem ter favorecido os aportes de OD dos rios para essas zonas do reservatório. Por outro lado, os baixos resultados no hipolímnio desses sítios indicam que o processo de decomposição da matéria orgânica inundada também influenciou nas concentrações de OD.

No braço do rio Casca, analisando o gradiente longitudinal, todos os resultados médios foram menores do que os resultados do rio Casca na fase de estabilização do reservatório, com maiores médias em Csc30 em relação a Csc20 a partir de fevereiro/02. No braço do Manso esse padrão foi similar, com variação da média da coluna d'água decrescendo gradualmente no sentido rio-barragem, exceto em dezembro/01, quando houve decréscimo de OD do rio (item 4.2.1.) em relação as estações Man20, 30 e 40 (Fig. 47).

Com relação ao perfil de OD obtido com a sonda no corpo central do reservatório (Tabs. VII-IX), os resultados indicaram que concentrações acima de  $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$  foram registrados entre 9-18m de profundidade na coluna d'água, exceto em junho/02, quando essa oxigenação foi total, ou seja, ocorreu aporte de OD ao hipolímnio com a desestratificação e mistura das camadas em Man30-40 e Csc30. A menor profundidade da camada oxigenada foi obtida no mês seguinte (9-11m), possivelmente devido a alta demanda gerada pela resuspensão do material de fundo com a desestratificação no mês anterior. A anoxia de cerca de 70% da coluna d'água indicam que na fase de estabilização ainda havia alta e contínua demanda de OD em relação ao aporte, mas com tendência de aumento da camada oxigenada se comparado a fase de enchimento.

Tabela VII: Resultados do perfil de temperatura da água (°C) e oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) na estação Csc30 do APM Manso na fase de operação.

Prof. (m)	Jun-01		Aug-01		Oct-01		Dec-01		Feb-02		Apr-02		Jun-02		Aug-02		Oct-02		Dec-02		Feb-03		Apr-03		
	T	OD																							
	°C	mg.L <sup>-1</sup>	°C																						
0	28.3	8.9	26.8	10.2	28.0	7.1	28.7	8.0	29.4	8.7	30.1	8.0	24.6	8.8	27.9	9.7	29.4	8.1	29.9	8.2	29.8	8.4	28.4	8.7	
1	28.1	8.8	26.8	10.2	28.0	7.1	28.7	8.0	29.4	8.6	29.9	8.0	25.1	8.7	27.9	9.5	29.4	8.1	29.7	8.1	28.9	8.5	29.0	8.5	
2	27.7	8.7	26.7	10.3	28.0	7.1	28.7	8.0	29.2	8.5	29.8	8.0	25.0	6.4	27.8	9.5	29.4	8.1	29.5	8.2	28.8	8.5	29.0	8.5	
3	27.6	8.6	26.5	10.2	27.8	8.1	28.7	8.0	29.1	8.6	29.8	7.9	24.8	5.5	27.8	9.4	29.2	8.1	29.4	8.2	28.8	8.4	28.8	8.5	
4	27.5	8.5	26.4	10.1	27.7	8.0	28.7	8.0	29.0	8.5	29.7	7.8	24.7	4.7	27.8	9.3	29.1	8.1	29.4	8.2	28.7	8.3	28.8	8.4	
5	27.5	8.4	26.2	9.9	27.7	7.9	28.7	8.0	29.0	8.5	29.6	7.7	24.7	4.4	27.4	8.3	29.0	8.1	29.4	8.2	28.7	8.2	28.7	8.4	
6	27.4	8.3	25.9	8.9	27.2	7.4	28.6	8.0	29.0	8.5	29.6	7.6	24.6	4.1	27.0	7.0	28.9	8.1	29.3	8.1	28.7	8.2	28.7	8.3	
7	27.4	8.2	25.3	7.3	26.6	5.3	28.6	8.0	28.9	8.4	29.6	7.5	24.6	4.1	26.0	0.0	28.8	8.0	29.3	8.1	28.7	8.2	28.6	8.2	
8	27.4	8.1	24.7	4.2	26.2	4.2	28.6	8.0	28.9	8.4	29.6	7.5	24.6	4.0	25.2	1.9	28.6	7.9	29.3	8.0	28.7	8.2	28.5	7.7	
9	27.4	7.9	24.1	0.0	25.9	2.7	28.4	7.7	28.9	8.4	29.5	7.5	24.6	3.9	25.0	1.1	28.3	7.8	29.3	8.0	28.7	8.2	28.5	7.5	
10	27.3	7.8	24.2	1.7	25.6	1.7	27.1	4.2	28.8	8.3	29.3	7.2	24.6	3.9	24.9	1.1	26.6	7.8	29.3	8.0	28.7	8.2	28.4	7.5	
11	26.8	5.4	24.0	0.0	24.8	0.8	26.5	1.7	28.5	8.1	28.0	2.5	24.6	3.9	24.8	1.1	26.2	4.6	29.1	7.4	28.5	8.1	28.3	7.3	
12	26.6	3.4	24.1	0.7	24.4	0.6	26.1	1.1	27.9	6.2	27.0	0.9	24.6	3.8	24.8	0.0	25.8	3.5	27.2	6.2	28.2	7.6	28.0	5.8	
13	26.4	1.8	23.9	0.0	24.2	0.5	25.3	0.5	27.3	3.2	26.7	0.4	24.6	3.8	24.7	0.0	25.4	2.6	26.8	3.9	28.0	7.0	27.4	2.7	
14	26.4	1.4	23.9	0.1	24.2	0.5	24.9	0.4	26.9	2.3	26.5	0.3	24.6	3.8	24.7	0.0	25.3	2.3	25.9	2.5	27.7	5.8	26.9	1.3	
15	26.3	1.0	23.9	0.0	24.1	0.4	24.5	0.3	26.6	1.8	26.4	0.2	24.6	3.8	24.6	0.0	25.2	2.0	25.5	1.5	27.3	4.9	26.7	1.1	
16	26.2	0.7	24.0	0.3	24.0	0.4	24.4	0.3	26.3	1.4	26.2	0.2	24.6	3.8	24.6	0.0	25.0	1.3	25.2	1.2	26.9	4.0	26.4	0.9	
17	26.1	0.5	23.9	0.2	24.0	0.4	24.3	0.3	26.1	0.9	26.1	0.2	24.6	3.8	24.6	0.0	25.0	1.2	25.0	0.9	26.1	3.1	26.2	0.7	
18	25.9	0.3	23.9	0.0	24.0	0.4	24.2	0.3	25.9	0.8	26.1	0.2	24.6	3.7	24.5	0.0	24.9	1.1	25.0	0.8	25.5	1.4	26.0	0.6	
19	25.7	0.3	23.9	0.1	24.0	0.4	24.1	0.3	25.6	0.6	25.9	0.2	24.6	3.7	24.5	0.0	24.9	0.9	24.9	0.7	25.3	0.8	25.8	0.6	
20	25.5	0.2	23.8	0.1	23.9	0.3	24.1	0.3	25.5	0.5	25.8	0.2	24.6	3.7	24.5	0.0	24.8	0.6	24.8	0.6	25.1	0.6	25.6	0.6	
21	25.2	0.2	23.9	0.2	23.9	0.3	24.0	0.3	25.2	0.4	25.7	0.2	24.6	3.6	24.5	0.0	24.8	0.6	24.8	0.6	25.0	0.5	25.5	0.6	
22	25.1	0.2	23.8	0.1	23.9	0.3	24.0	0.2	25.0	0.4	25.5	0.1	24.6	3.6	24.5	0.0	24.8	0.5	24.8	0.6	25.0	0.4	25.4	0.6	
23	24.9	0.1	23.9	0.1	23.9	0.3	23.9	0.2	24.8	0.4	25.3	0.1	24.6	3.6	24.4	0.0	24.8	0.5	24.7	0.6	24.9	0.4	25.3	0.6	
24	24.6	0.1	23.8	0.1	23.9	0.3	23.9	0.2	24.6	0.3	25.2	0.1	24.6	3.6	24.4	0.0	24.7	0.4	24.7	0.6	24.8	0.4	25.1	0.6	
25	24.5	0.1	23.8	0.1	23.8	0.3	23.9	0.2	24.4	0.3	25.0	0.1	24.6	3.6	24.3	0.0	24.6	0.4	24.6	0.5	24.8	0.4	25.0	0.5	
26	24.3	0.1	23.8	0.1	23.8	0.3	23.9	0.2	24.3	0.3			24.6	3.7	24.3	0.0	24.6	0.4	24.5	0.5	24.8	0.3	25.0	0.5	
27	24.2	0.1	23.8	0.1	23.8	0.3	23.9	0.2	24.3	0.3			24.6	3.7	24.2	0.0	24.5	0.4	24.5	0.5	24.7	0.3	24.9	0.5	
28	24.1	0.1	23.7	0.1	23.7	0.3	23.9	0.2	24.2	0.3			24.6	4.0	24.2	0.0	24.5	0.4	24.4	0.5	24.6	0.3	24.8	0.5	
29	23.9	0.0	23.7	0.1	23.7	0.3	23.9	0.2	24.2	0.3			24.5	4.8	24.1	0.0	24.5	0.4	24.4	0.5	24.6	0.3	24.8	0.5	
30	23.9	0.0	23.7	0.1	23.7	0.3	23.8	0.2	24.1	0.2			24.3	5.6	24.1	0.0	24.4	0.4	24.4	0.5	24.6	0.3	24.8	0.5	
31	23.9	0.0	23.6	0.1	23.7	0.3	23.8	0.2	24.1	0.2			24.2	4.7	24.1	0.0	24.4	0.4	24.4	0.5	24.5	0.3	24.7	0.5	
32	23.9	0.1	23.6	0.1	23.6	0.3	23.8	0.2	24.1	0.2			24.1	3.6	24.0	0.0	24.3	0.3	24.4	0.5	24.5	0.3	24.7	0.5	
33	23.8	0.1	23.5	0.1	23.6	0.3	23.8	0.2	24.1	0.2			24.0	1.9	24.0	0.0	24.3	0.3	24.3	0.4	24.5	0.3	24.6	0.5	
34	23.9	0.1	23.5	0.1	23.6	0.3	23.8	0.2	24.0	0.2			23.9	1.9	24.0	0.0	24.3	0.3	24.3	0.4	24.5	0.3	24.6	0.5	
35	23.9	0.1	23.4	0.1	23.6	0.3	23.7	0.2	24.0	0.2			23.9	1.9	24.0	0.0	24.3	0.3	24.3	0.4	24.4	0.3	24.6	0.5	
36	23.8	0.1	23.4	0.1	23.5	0.2	23.7	0.2	24.0	0.2			23.9	1.9	24.0	0.0	24.3	0.3	24.3	0.4	24.4	0.3	24.6	0.4	
37	23.8	0.1	23.3	0.1	23.5	0.2	23.7	0.2	24.0	0.2			23.9	2.2	24.0	0.0	24.3	0.3	24.3	0.4	24.4	0.2	24.5	0.5	
38	23.8	0.1	23.2	0.1	23.5	0.2	23.7	0.2	24.0	0.2			23.9	2.1	24.0	0.0	24.3	0.3	24.3	0.4	24.4	0.2	24.5	0.4	
39	23.8	0.1	23.1	0.1	23.4	0.3		23.9	0.2			23.9	2.1	24.0	0.0	24.2	0.3	24.3	0.4	24.4	0.2	24.5	0.4		
40	23.8	0.1	23.0	0.1	23.4	0.3		23.9	0.2			23.9	2.0	24.0	0.0	24.2	0.3	24.3	0.4	24.4	0.2	24.5	0.4		
41			23.0	0.1				23.9	0.2			23.9	2.0			24.2	0.3	24.3	0.4	24.4	0.2	24.5	0.4		
42			23.0	0.1				23.9	0.2			23.8	2.0			24.2	0.3	24.3	0.4	24.4	0.2	24.5	0.4		
43			23.0	0.1				23.9	0.2			23.8	2.0			24.2	0.3	24.5	0.5	24.4	0.2	24.5	0.4		
44			23.0	0.1				23.9	0.2			23.8	2.0			24.1	0.3	24.8	0.6	24.4	0.2	24.5	0.4		
45								23.9	0.2			23.8	1.9			24.1	0.3	24.3	0.3	24.4	0.2	24.5	0.4		
46								23.9	0.2			23.8	1.9					24.3	0.3	24.4	0.2	24.5	0.4		
47												23.8	1.9					24.3	0.3			24.5	0.4		
48																						24.5	0.4		
49																						24.5	0.4		
50																						24.5	0.4		

Tabela VIII: Resultados do perfil de temperatura da água (°C) e oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) na estação Man30 do APM Manso na fase de operação.

Prof. (m)	Jun-01		Aug-01		Oct-01		Dec-01		Feb-02		Apr-02		Jun-02		Aug-02		Oct-02		Dec-02		Feb-03		Apr-03	
	T	OD																						
	°C	mg.l <sup>-1</sup>																						
0	27.5	8.9	25.9	8.3	29.0	7.8	29.0	8.4	28.7	8.5	29.7	8.0	24.3	8.2	27.6	7.7	28.9	7.6	29.3	7.6	28.6	3.5	27.3	8.8
1	27.5	8.9	25.9	8.4	28.9	7.8	29.0	8.4	28.6	8.3	29.7	7.9	24.7	7.7	27.4	8.0	28.8	7.6	29.3	7.5	28.4	3.6	28.3	8.5
2	27.5	9.0	26.0	8.8	28.5	7.9	29.0	8.4	28.6	8.3	29.7	7.9	25.0	5.8	27.3	8.0	28.7	7.6	29.3	7.5	28.3	3.4	28.6	8.2
3	27.4	9.0	25.9	8.8	28.2	7.9	28.9	8.4	28.6	8.2	29.6	7.9	25.0	4.5	27.3	8.1	28.5	7.6	29.3	7.4	28.3	3.3	28.6	8.2
4	27.4	8.9	25.5	4.5	27.9	7.6	28.7	8.3	28.5	8.2	29.6	7.8	25.0	4.1	27.3	8.1	28.4	7.5	29.2	7.4	28.2	3.3	28.5	8.1
5	27.4	8.8	25.6	8.5	27.6	6.6	28.5	8.1	28.5	8.1	29.6	7.8	25.0	4.0	27.2	8.0	28.4	7.5	29.2	7.4	28.2	3.3	28.4	8.0
6	27.4	8.7	25.5	8.3	27.5	6.4	28.5	8.0	28.5	8.1	29.6	7.7	25.0	3.9	27.2	7.8	28.3	7.4	29.2	7.4	28.2	3.3	28.4	8.0
7	27.4	8.7	25.3	6.8	27.2	5.8	28.4	7.9	28.5	8.1	29.5	7.5	25.0	3.8	27.1	7.8	28.2	7.3	29.2	7.3	28.2	3.2	28.4	7.9
8	27.4	8.7	24.6	2.5	26.3	2.6	28.4	7.8	28.5	8.1	29.4	6.9	25.0	3.8	27.1	7.4	26.1	4.7	28.9	6.9	28.1	3.2	28.4	7.8
9	27.2	8.5	24.9	6.3	25.7	1.6	27.9	7.3	28.5	8.1	28.5	3.3	25.0	3.8	27.0	7.4	25.5	2.8	27.9	3.5	28.1	3.1	28.4	7.7
10	27.0	7.6	24.8	4.4	24.9	0.8	27.3	5.8	28.5	8.1	28.0	0.4	25.0	3.8	25.3	0.4	25.3	1.4	26.7	2.0	28.0	3.0	28.2	6.6
11	26.6	6.9	24.5	3.2	24.5	0.5	26.1	2.5	28.1	8.1	27.3	0.2	25.0	3.8	25.1	0.0	25.2	1.2	25.5	0.6	27.9	2.8	28.0	5.6
12	26.8	6.3	24.2	0.6	24.3	0.4	25.5	1.6	27.6	4.9	27.0	0.2	25.0	3.8	25.0	0.0	25.2	1.0	25.5	0.6	27.7	2.6	27.8	4.6
13	26.7	5.1	24.1	0.3	24.3	0.4	25.2	0.9	26.4	1.2	26.6	0.2	25.0	3.8	24.8	0.0	25.1	0.6	25.4	0.5	27.4	1.1	27.2	2.9
14	26.6	3.2	24.1	0.5	24.2	0.3	24.9	0.7	26.3	1.0	26.4	0.1	25.0	3.8	24.8	0.0	25.0	0.5	25.3	0.5	26.9	0.6	27.0	1.6
15	26.4	2.6	24.1	0.3	24.1	0.3	24.8	0.6	26.1	0.6	26.3	0.1	25.0	3.8	24.8	0.0	25.0	0.5	25.2	0.5	26.6	0.4	26.6	0.9
16	25.8	2.3	24.1	0.2	24.1	0.3	24.6	0.5	25.9	0.6	26.2	0.1	25.0	3.8	24.8	0.0	24.9	0.4	25.2	0.4	26.4	0.4	26.4	0.8
17	26.2	2.1	24.0	0.1	24.1	0.3	24.4	0.4	25.8	0.5	26.1	0.1	25.0	3.8	24.7	0.0	24.9	0.4	25.0	0.4	26.1	0.3	26.3	0.7
18	26.0	1.7	24.0	0.1	24.1	0.3	24.4	0.4	25.7	0.5	26.0	0.1	25.0	3.8	24.7	0.0	24.9	0.3	25.0	0.4	25.9	0.3	26.2	0.6
19	25.7	0.9	24.0	0.1	24.1	0.3	24.3	0.4	25.6	0.4	25.9	0.1	25.0	3.8	24.7	0.0	24.8	0.3	24.9	0.4	25.7	0.3	26.1	0.6
20	25.5	0.8	24.0	0.1	24.0	0.3	24.3	0.4	25.4	0.4	25.8	0.1	25.0	3.8	24.7	0.0	24.8	0.3	24.8	0.4	25.5	0.3	26.0	0.6
21	25.3	0.7	24.0	0.1	24.0	0.3	24.2	0.4	25.3	0.4	25.7	0.1	25.0	3.8	24.7	0.0	24.7	0.3	24.8	0.4	25.3	0.3	25.9	0.5
22	25.0	0.4	24.0	0.1	24.0	0.3	24.2	0.4	25.2	0.4	25.6	0.1	25.0	3.7	24.7	0.0	24.7	0.3	24.7	0.4	25.1	0.3	25.7	0.5
23	24.9	0.4	24.0	0.1	24.0	0.2	24.2	0.4	25.0	0.4	25.4	0.1	25.0	3.7	24.6	0.0	24.6	0.3	24.7	0.4	25.1	0.2	25.6	0.5
24	24.7	0.3	24.0	0.1	24.0	0.2	24.1	0.3	24.8	0.4	25.3	0.1	25.0	3.6	24.6	0.0	24.6	0.3	24.6	0.4	25.0	0.2	25.4	0.5
25	24.6	0.3	24.0	0.1	24.0	0.2		24.6	0.4	25.0	0.1	25.0	3.3	24.6	0.0	24.6	0.3	24.6	0.3	24.9	0.2	25.2	0.5	
26	24.4	0.2	23.9	0.1	24.0	0.2		24.5	0.4	24.9	0.1	24.9	2.9	24.6	0.0	24.5	0.3	24.5	0.3	24.8	0.2	25.1	0.5	
27	24.3	0.2	23.9	0.1	24.0	0.2		24.4	0.3	24.7	0.1	24.5	2.3	24.5	0.0	24.5	0.3	24.5	0.3	24.8	0.2	25.0	0.5	
28	24.2	0.2	23.9	0.1	24.0	0.2		24.4	0.3	24.6	0.1	24.4	2.1	24.5	0.0	24.4	0.3	24.5	0.3	24.7	0.1	24.9	0.5	
29	24.2	0.2	23.9	0.1	23.9	0.2		24.3	0.3	24.5	0.1	24.3	1.9	24.4	0.0	24.4	0.3	24.5	0.3	24.7	0.1	24.9	0.5	
30	24.1	0.2	23.8	0.1	23.9	0.2		24.3	0.3	24.4	0.1	24.2	1.9	24.4	0.0	24.4	0.3	24.5	0.3	24.7	0.1	24.8	0.5	
31	24.1	0.1	23.8	0.1	23.9	0.2		24.2	0.3	24.4	0.1	24.2	1.9	24.3	0.0	24.4	0.3	24.5	0.3	24.6	0.1	24.8	0.5	
32	24.0	0.1	23.8	0.1	23.8	0.2		24.2	0.3	24.4	0.1	24.1	1.9	24.3	0.0	24.4	0.3	24.5	0.3	24.6	0.1	24.8	0.5	
33	24.0	0.1	23.8	0.1	23.8	0.2		24.2	0.3	24.4	0.1	24.1	1.9	24.2	0.0	24.4	0.3	24.4	0.3	24.6	0.1	24.7	0.4	
34	24.0	0.1	23.7	0.1				24.2	0.3	24.3	0.1	24.0	1.9	24.2	0.0	24.4	0.3	24.4	0.3	24.6	0.1	24.7	0.5	
35	24.0	0.1	23.7	0.1				24.2	0.3	24.3	0.1	24.0	2.5	24.2	0.0	24.3	0.3	24.4	0.2	24.6	0.1	24.7	0.4	
36	24.0	0.1	23.7	0.1				24.1	0.3	24.3	0.1	24.0	3.8	24.2	0.0	24.3	0.2	24.4	0.2	24.5	0.1	24.7	0.4	
37	23.9	0.1						24.1	0.3			24.0	3.7	24.2	0.0	24.3	0.2	24.4	0.2	24.5	0.1	24.6	0.4	
38	23.9	0.0						24.1	0.3			23.9	3.1	24.2	0.0	24.3	0.2	24.4	0.2	24.5	0.1	24.6	0.4	
39	23.9	0.0						24.1	0.3			23.9	2.3	24.2	0.0	24.3	0.2	24.3	0.2	24.5	0.1			
40	23.9	0.0						24.0	0.3			23.9	2.0	24.2	0.0	24.3	0.2			24.5	0.1			
41	23.9	0.0						24.0	0.3			23.9	1.9	24.2	0.0	24.3	0.2			24.5	0.1			
42	23.9	0.1						24.0	0.3			23.9	1.8	24.0	0.0	24.3	0.2							
43	23.9	0.1										23.9	1.8	24.0	0.0	24.3	0.2							
44	23.9	0.1										23.8	1.7	24.0	0.0	24.3	0.2							
45	23.9	0.1										23.8	1.7	24.0	0.0	24.3	0.2							
46	23.9	0.1										23.8	1.7	24.0	0.0	24.3	0.2							
47	23.9	0.1										23.8	1.7	24.0	0.0	24.3	0.2							
48	23.9	0.1										23.8	1.7	24.0	0.0	24.3	0.2							
49	23.9	0.1										23.8	1.7	24.0	0.0	24.3	0.2							
50	23.9	0.1										23.8	1.7	23.9	0.0	24.3	0.2							
51	23.9	0.0														24.3	0.2							
52	23.9	0.0														24.3	0.2							
53	23.9	0.0														24.3	0.2							
54	23.9	0.0														24.3	0.2							
55	23.9	0.0														24.3	0.2							
56																24.3	0.2							

Tabela IX: Resultados do perfil de temperatura da água (°C) e oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) na estação Man40 do APM Manso na fase de operação.

Prof. (m)	Jun-01		Aug-01		Oct-01		Dec-01		Feb-02		Apr-02		Jun-02		Aug-02		Oct-02		Dec-02		Feb-03		Apr-03	
	T	OD																						
	°C	mg.L <sup>-1</sup>																						
0	28.4	9.1	26.6	9.7	27.5	7.2	28.8	9.7	29.1	8.5	30.1	7.8	24.8	8.3	27.8	9.2	30.1	8.4	29.7	8.1	29.0	8.0	27.5	8.9
1	28.2	9.3	26.5	9.6	27.5	7.2	28.8	8.2	29.2	8.4	30.0	7.8	25.0	7.5	27.8	9.0	29.6	8.5	29.6	8.0	28.9	8.3	28.6	8.0
2	28.1	9.5	26.4	9.5	27.5	7.2	28.8	8.2	29.1	8.4	30.0	7.7	24.9	4.8	27.8	8.8	29.5	8.6	29.5	8.0	28.7	8.2	28.5	7.8
3	28.0	9.5	26.3	9.3	27.5	7.2	28.8	8.2	29.1	8.4	29.8	7.7	24.8	3.1	27.8	8.7	29.4	8.6	29.5	8.0	28.7	8.1	28.5	7.7
4	27.6	9.2	26.2	9.2	27.2	6.2	28.8	8.2	29.0	8.3	29.7	7.6	24.8	2.7	27.7	8.4	29.3	8.6	29.5	8.0	28.7	8.1	28.4	7.6
5	27.6	9.0	26.2	9.1	26.5	3.3	28.8	8.2	29.0	8.2	29.7	7.5	24.7	2.4	27.2	7.3	29.2	8.5	29.5	7.9	28.6	8.0	28.4	7.5
6	27.5	8.9	26.0	8.9	26.0	1.5	28.7	8.1	29.0	8.2	29.7	7.5	24.7	2.3	26.9	4.6	29.1	8.5	29.4	7.9	28.6	8.0	28.3	7.2
7	27.5	8.8	24.7	7.7	25.7	1.0	28.7	8.1	28.9	8.2	29.7	7.4	24.7	2.3	26.6	4.5	28.0	8.7	29.4	7.8	28.6	8.0	28.3	7.1
8	27.5	8.7	24.5	5.6	25.0	0.5	28.5	7.6	28.9	8.2	29.7	7.4	24.7	2.3	26.2	2.6	26.8	8.4	29.4	7.8	28.5	7.5	28.2	7.0
9	27.2	7.0	24.5	2.2	24.7	0.4	27.9	6.4	28.9	8.1	29.6	7.5	24.7	2.3	25.5	1.2	25.6	4.2	28.9	7.5	28.5	7.4	28.0	6.0
10	26.9	4.3	24.1	1.6	24.5	0.4	26.6	2.0	28.9	8.1	29.6	7.4	24.7	2.3	25.0	0.6	25.4	3.4	27.1	4.6	28.5	7.4	27.9	4.6
11	26.7	2.8	24.1	1.4	24.3	0.3	26.1	1.0	28.9	8.1	29.0	6.7	24.7	2.3	24.9	0.2	25.3	2.7	26.1	2.1	28.5	7.3	27.8	3.9
12	26.6	1.6	24.1	0.8	24.2	0.3	25.8	0.8	28.6	7.6	27.6	2.2	24.7	2.4	24.8	0.0	25.2	2.2	25.8	1.8	28.4	7.3	27.6	3.1
13	26.6	1.1	24.1	0.5	24.1	0.3	25.4	0.6	28.1	7.1	27.2	1.0	24.7	2.4	24.8	0.0	25.1	1.6	25.4	1.3	28.3	7.0	27.6	2.9
14	26.6	0.7	24.0	0.4	24.1	0.3	24.9	0.4	26.6	2.5	27.1	0.5	24.7	2.4	24.7	0.0	25.0	1.4	25.2	1.0	27.8	5.8	27.4	2.4
15	26.5	0.6	24.0	0.3	24.1	0.3	24.6	0.3	26.3	1.1	26.6	0.4	24.7	2.8	24.7	0.0	25.0	1.3	25.0	0.9	27.2	1.7	27.3	1.9
16	26.3	0.4	24.0	0.1	24.0	0.2	24.5	0.3	26.1	0.7	26.2	0.3	24.7	2.7	24.7	0.0	24.9	1.1	25.0	0.8	25.9	0.7	27.2	1.4
17	26.1	0.4	24.0	0.0	24.0	0.2	24.3	0.2	26.0	0.5	26.1	0.3	24.7	2.7	24.6	0.0	24.9	1.0	24.9	0.8	25.7	0.4	27.0	1.1
18	26.0	0.3	24.0	0.0	24.0	0.2	24.2	0.2	25.9	0.5	25.9	0.2	24.7	4.2	24.6	0.0	24.9	0.9	24.9	0.7	25.7	0.3	26.8	0.9
19	25.8	0.3	23.9	0.0	24.0	0.2	24.2	0.2	25.7	0.4	25.9	0.2	24.7	3.6	24.5	0.0	24.8	0.9	24.8	0.7	25.4	0.3	26.6	0.8
20	25.6	0.3	24.0	0.1	24.0	0.2	24.1	0.2	25.5	0.3	25.7	0.2	24.7	3.5	24.5	0.0	24.8	0.8	24.8	0.7	25.3	0.3	26.4	0.7
21	25.3	0.3	24.0	0.1	24.0	0.2	24.1	0.2	25.3	0.3	25.6	0.2	24.7	4.1	24.5	0.0	24.7	0.8	24.8	0.6	25.3	0.3	26.2	0.7
22	25.0	0.2	23.9	0.1	24.0	0.2	24.1	0.2	25.0	0.3	25.4	0.2	24.7	3.4	24.4	0.0	24.7	0.8	24.7	0.6	25.2	0.2	25.9	0.7
23	24.9	0.2	23.9	0.1	23.9	0.2	24.1	0.2	24.8	0.3	25.2	0.2	24.7	3.2	24.4	0.0	24.6	0.8	24.7	0.6	25.1	0.2	25.7	0.7
24	24.6	0.2	23.9	0.1	23.9	0.2	24.0	0.2	24.6	0.3	25.0	0.2	24.7	3.1	24.3	0.0	24.5	0.7	24.6	0.6	25.0	0.2	25.4	0.6
25	24.4	0.2	23.9	0.1	23.9	0.2	24.0	0.2	24.3	0.2	24.8	0.2	24.7	2.8	24.3	0.0	24.5	0.7	24.6	0.6	24.9	0.2	25.2	0.6
26	24.3	0.1	23.9	0.1	23.9	0.2	24.0	0.2	24.3	0.2	24.7	0.2	24.7	2.7	24.2	0.0	24.4	0.7	24.6	0.6	24.9	0.2	25.1	0.6
27	24.2	0.1	23.9	0.1	23.9	0.2	24.0	0.2	24.2	0.2	24.6	0.1	24.7	2.7	24.2	0.0	24.4	0.7	24.5	0.6	24.8	0.2	25.0	0.6
28	24.0	0.0	23.8	0.0	23.9	0.2	23.9	0.2	24.2	0.2	24.5	0.1	24.7	2.7	24.1	0.0	24.4	0.7	24.5	0.6	24.7	0.2	24.9	0.6
29	24.0	0.0	23.8	0.0	23.8	0.2	23.9	0.2	24.2	0.2	24.3	0.1	24.5	2.6	24.1	0.0	24.3	0.7	24.5	0.6	24.6	0.2	24.9	0.6
30	24.0	0.1	23.8	0.0	23.8	0.2	23.9	0.2	24.2	0.2	24.3	0.1	24.3	2.4	24.1	0.0	24.3	0.7	24.5	0.6	24.6	0.2	24.8	0.6
31	24.0	0.1	23.8	0.0	23.8	0.2	23.9	0.2	24.2	0.2	24.3	0.1	24.2	2.4	24.1	0.0	24.3	0.7	24.4	0.6	24.6	0.2	24.8	0.6
32	24.0	0.1	23.7	0.0	23.8	0.2	23.9	0.2	24.1	0.2	24.3	0.1	24.1	2.2	24.0	0.0	24.3	0.6	24.4	0.6	24.5	0.2	24.7	0.6
33	23.9	0.1	23.7	0.0	23.7	0.2	23.9	0.2	24.1	0.2	24.2	0.1	24.0	2.2	24.0	0.0	24.3	0.6	24.4	0.5	24.5	0.2	24.7	0.5
34	23.9	0.1	23.7	0.0	23.7	0.2	23.8	0.2	24.1	0.2	24.2	0.1	24.0	2.2	24.0	0.0	24.3	0.6	24.4	0.5	24.5	0.1	24.6	0.5
35	23.9	0.1	23.7	0.1	23.7	0.2	23.8	0.2	24.1	0.2	24.2	0.1	24.0	2.1	24.0	0.0	24.3	0.6	24.3	0.5	24.5	0.1	24.6	0.5
36	23.9	0.1	23.7	0.1	23.6	0.2	23.8	0.2	24.1	0.2	24.1	0.1	23.9	2.1	24.0	0.0	24.3	0.6	24.3	0.5	24.4	0.1	24.6	0.5
37	23.8	0.1	23.7	0.1	23.6	0.1	23.7	0.2	24.0	0.2	24.1	0.1	23.9	2.1	24.0	0.0	24.2	0.6	24.3	0.5	24.4	0.1	24.6	0.5
38	23.8	0.1	23.7	0.1	23.5	0.1	23.7	0.2	24.0	0.2	24.1	0.1	23.9	2.0	23.9	0.0	24.2	0.6	24.3	0.5	24.4	0.1	24.6	0.5
39	23.8	0.1	23.6	0.1	23.5	0.1	23.7	0.2	24.0	0.2	24.1	0.1	23.9	2.0	23.9	0.0	24.2	0.6	24.3	0.5	24.4	0.1	24.5	0.4
40	23.8	0.1	23.5	0.1	23.5	0.1	23.7	0.1	24.0	0.2	24.1	0.1	23.9	2.0	23.9	0.0	24.2	0.6	24.3	0.5	24.4	0.1	24.5	0.4
41	23.8	0.1	23.4	0.1	23.4	0.1	23.6	0.1	23.9	0.2	24.1	0.1	23.8	2.0	23.9	0.0	24.2	0.6			24.4	0.1	24.5	0.4
42	23.8	0.1	23.3	0.1	23.4	0.1	23.6	0.1	23.9	0.2	24.1	0.1	23.8	2.0	23.9	0.0	24.2	0.6			24.4	0.1	24.5	0.4
43	23.8	0.1	23.2	0.1	23.4	0.1	23.6	0.1	23.9	0.2	24.0	0.1	23.8	2.0	23.9	0.0	24.2	0.6			24.4	0.1	24.5	0.4
44	23.8	0.1	23.1	0.1	23.4	0.1	23.6	0.1	23.9	0.2	24.0	0.1	23.8	2.0	23.9	0.0	24.2	0.6			24.4	0.1	24.5	0.4
45			23.1	0.1	23.4	0.1			23.9	0.2	24.0	0.1	23.8	2.0	23.9	0.0	24.2	0.6			24.4	0.1	24.5	0.4
46					23.4	0.1			23.9	0.1	24.0	0.1	23.8	2.0	23.9	0.0	24.2	0.6			24.4	0.1	24.5	0.4
47					23.3	0.1			23.9	0.1	24.0	0.1	23.8	1.9	23.9	0.0	24.2	0.5			24.4	0.1	24.5	0.4
48									23.9	0.1	24.0	0.1	23.8	1.9	23.9	0.0	24.2	0.5			24.3	0.1	24.5	0.4
49									23.8	0.1	24.0	0.1			23.9	0.0	24.2	0.5						
50									23.8	0.1	24.0	0.1			23.8	0.0								
51									23.8	0.1					23.8	0.0								
52									23.8	0.1					23.8	0.0								
53									23.8	0.1					23.8	0.0								
54									23.8	0.1					23.8	0.0								
55									23.8	0.1					23.8	0.0								

Cerca de 10 meses após o início do enchimento do reservatório de Serra da Mesa (GO), que durou 16 meses e inundou vegetação de cerrado, De Filippo *et al.* (1999) verificaram oxigenação da coluna d'água numa profundidade até cerca de 10 m, sendo que, no final do enchimento, essa oxigenação foi observada até cerca de 17m de profundidade da coluna d'água. Pagioro *et al.* (2005) observaram distintos perfis de oxigênio nos 31 reservatórios, a maioria com mais de 10 anos. Em cinco reservatórios com grande área inundada e profundidade, os autores verificaram oxigenação entre 20-60 m da coluna d'água. Com isso, os resultados do perfil de OD em Manso, cuja profundidade média de oxigenação da coluna d'água na zona limnética no último mês deste estudo foi de 15,3m, sugerem que nos próximos anos possa ocorrer aumento da camada oxigenada nesse reservatório.

A ocorrência em paralelo e alternado dos diferentes processos envolvidos com o consumo de OD (*e.g.* mineralização das frações lábeis e refratárias, respiração, nitrificação), na região limnética do reservatório do APM Manso, considerando o aumento da profundidade da camada oxigenada na fase de operação em relação à de enchimento, é corroborada com a dinâmica de nutrientes. O material refratário e os subprodutos da decomposição da matéria lábil, cuja primeira etapa da decomposição ocorreu na fase de enchimento, continuaram gerando demandas de OD no hipolímnio, favorecidas pela alta temperatura da água nessa camada (Tabs. VII-IX) e pela escassez de fontes de aeração, mantendo o predomínio de condições anóxicas do meio para o fundo da coluna d'água nas estações de amostragem da zona limnética do reservatório. Essa condição possivelmente está relacionada a grande quantidade de material de difícil e lenta decomposição presente na vegetação de cerrado.

Bitar & Bianchini Jr. (1999), em ensaios de decomposição, constataram que, devido à transformação dos compostos orgânicos nitrogenados em amônia, para em seguida essa ser convertida a nitrato, ocorre uma defasagem de utilização do oxigênio, entendida no experimento como sendo responsável pelo aparecimento de uma nova demanda de oxigênio. Na decomposição anaeróbia os compostos orgânicos complexos são convertidos a ácidos voláteis de baixa massa molecular e que numa segunda etapa, esses ácidos são convertidos a metano e dióxido de carbono e outros produtos (Bianchini Jr., 1999). Em meio anóxico, o acúmulo (decorrente da mineralização dos compostos nitrogenados) é recorrente e, eventualmente, predominante, em detrimento da nitrificação, que é um processo exclusivamente aeróbio. Essa recorrência explica os registros desse íon no reservatório de Manso na fase de estabilização, evidenciado pelos

picos da concentração média de  $\text{NH}_3$  ocorridos em junho/01 em Man30 e em Man40 (1,1 e 0,75  $\text{mg.L}^{-1}$ ), por outros picos menores em todos o braço do Manso, inclusive em Man20, até abril/03 e pelas maiores médias gerais no corpo central do reservatório em relação à fase de enchimento (Tab. VI e Fig. 49).

No braço do rio Casca os picos de amônia foram mais evidentes na zona de transição flúvio-lacustre, especificamente em agosto/01 (0,55  $\text{mg.L}^{-1}$ ) e abril/02 (1,12  $\text{mg.L}^{-1}$ ). As médias gerais em Csc30 foram ligeiramente menores do que as mensuradas em Man30 (Fig. 49).

Parte dessa amônia deve ter sido convertida a nitrato, com demanda de OD, uma vez que as concentrações de  $\text{NO}_3$  foram significativamente mais elevadas na fase de operação no corpo central do reservatório, com alguns picos coincidentes com os de  $\text{NH}_3$ , tanto no braço do Manso como no do Casca. Em Man30 a maior concentração média de  $\text{NO}_3$  foi registrada em junho/01 (0,5  $\text{mg.L}^{-1}$ ) e em Man40 e Man20 em outubro/02 (0,36 e 0,30  $\text{mg.L}^{-1}$ ). No braço do rio Casca, a maior concentração média de nitrato em Csc30 ocorreu em outubro/01 (0,28  $\text{mg.L}^{-1}$ ) e em Csc20 em abril/02 (0,36  $\text{mg.L}^{-1}$ ) e outubro/02 (0,30  $\text{mg.L}^{-1}$ ) (Fig. 50).

Assim como a amônia e o nitrato, o NKT apresentou concentrações médias maiores na fase de estabilização em relação à de enchimento em todo o reservatório (exceto em Man20, onde foram iguais) e nitidamente acima de  $\text{NH}_3$ , sendo que as concentrações de  $\text{NO}_3$  dos rios foram sempre inferiores, indicando predomínio dos processos de decomposição, principalmente das frações refratárias (Tab. VI e Figs. 48-50). A fonte de N. orgânico na zona central do reservatório deve ter sido basicamente dos detritos do hipolímnio, visto pelas maiores concentrações no fundo. Na zona de transição, além dos detritos do fundo, os rios Manso e Casca certamente contribuíram com aporte de N. orgânico, visto pelos resultados de NKT e amônia desses ambientes (Figs.48 e 49).

Com relação à variação vertical dos compostos nitrogenados, todos os resultados mais altos foram verificados no meio e no fundo da coluna d'água em todas as estações de coleta, com altos DP de amônia e NKT em Man30-40 e Csc30, similar à fase de enchimento. O nitrato apresentou um padrão distinto, os maiores DP passaram ser registrados nessas estações de coleta somente a partir de junho/01, quando aumentou a disponibilidade de OD nas maiores profundidades, com altos DP e médias até o final deste estudo. Nesse contexto, o gradiente térmico influenciou o gradiente químico vertical, evidenciados principalmente para o nitrato e o oxigênio dissolvido.

Barbosa (1981 *apud* Magrin, 1993) afirma que a distribuição do nitrato na coluna d'água é influenciada diretamente pela atividade das bactérias nitrificantes e desnitrificantes. Magrin (1993) comenta que durante o período de estratificação térmica da coluna d'água, as concentrações de nitrato são menores do que o período de circulação, tanto no epi como no hipolímnio, uma vez que no epilímnio ocorre absorção de nitrato pelo fitoplâncton e no hipolímnio a amonificação do nitrato, em baixas concentrações de oxigênio.

As concentrações de fósforo na fase de estabilização apresentaram tendência de serem maiores nas estações Man20, 30 e 40 em relação ao rio Manso, exceto no período chuvoso de dezembro/01 a abril/02. Em Csc30, as menores concentrações em relação ao rio Casca ocorreram somente em dezembro/01 e em outubro/02. Em média, as concentrações na zona de transição e em Csc30 foram discretamente maiores na fase de operação em relação à de enchimento. Já nas estações Man30-40 essa diferença foi mais evidente (Fig. 51).

Quanto ao gradiente vertical, as concentrações desse nutriente foram sempre maiores no hipolímnio, com altos valores de DP na zona limnética em toda a fase de operação, principalmente em Man30. Nas estações Man20 e Csc20, as diferenças entre a superfície e o fundo foram discretas, exceto nos picos de concentração média, ocorridos em dezembro/01 e outubro/02 em Man20 e abril/02 em Csc20, coincidentes com os picos de NO<sub>3</sub> nessas estações de coleta e com os picos de fósforo nos rios. Com isso, as altas concentrações desses nutrientes na zona de transição podem ter sido oriundas dos detritos do hipolímnio ou dos rios Manso e Casca, especialmente na época de chuva (dezembro/01 e abril/02), sendo difícil afirmar qual a fonte principal (Fig. 51).

Na região limnética do reservatório de Serra da Mesa (TO), as diferenças entre as concentrações de fósforo na superfície e no fundo decorreram inicialmente da cunha fluvial e, em fase posterior, o processo de decomposição da vegetação alagada passou a preponderar na contribuição de fósforo para o hipolímnio (De Filippo *et al.*, 1999), condição similar a observada na zona limnética do reservatório de Manso.

A natureza da vegetação de cerrado inundada, composta por estruturas de difícil degradação, e os subprodutos gerados na decomposição da matéria orgânica lábil, determinaram um incremento médio de compostos nitrogenados, especialmente do nitrato, e do fósforo no reservatório de Manso na fase de operação em relação a de enchimento, típicas de ambientes eutróficos, e mantiveram demandas altas e contínuas de oxigênio do meio ao fundo da coluna d'água, maiores do que as entradas.

#### 4.4.1.2. Comunidade fitoplanctônica

Na fase de estabilização do reservatório do APM Manso, foram identificados 160 taxons da comunidade fitoplanctônica, distribuídos em 73 Chlorophyceae, 25 Bacillariophyceae, 19 Cyanobacteria, 11 Zygnemaphyceae, 9 Chlamydothryx, 8 Euglenophyceae, 5 Chrysophyceae, 3 Cryptophyceae, 2 Dinophyceae, 1 Xanthophyceae e 4 sem identificação de classe.

No rio Manso (Man10), houve dominância das criptofíceas, seguidas pelas clorofíceas e diatomáceas (Bacillariophyceae). No rio Casca as clorofíceas e as diatomáceas dominaram em quase toda a fase de estabilização. Nos dois rios houve tendência de maior ocorrência de clorofíceas na época de estiagem e início do período chuvoso, similar ao observado também para as criptofíceas no rio Manso. Em Man20, as criptofíceas dominaram juntamente com as clorofíceas, com destaque a ocorrência expressiva de euglenofíceas no início do período chuvoso de 2002. Na estação Csc20 as clorofíceas dominaram em quase todo o período, juntamente com as cianobactérias e as crisofíceas, que ocorreram em outubro/02 (Figs. 61 e 62).

No corpo central do reservatório, o padrão de variação da comunidade fitoplanctônica foi similar espacialmente, em geral com dominância de clorofíceas e cianobactérias, ressaltando-se a expressiva ocorrência das criptofíceas em Man30-40 e a dominância das diatomáceas sobre as cianobactérias em alguns meses do estudo (Fig. 63). Em todas as estações da região limnética, ocorreram dois decréscimos consideráveis da densidade de toda a comunidade, um em dezembro/01, provavelmente devido à intensidade das chuvas nesse mês, e outro no mês de junho/02, possivelmente relacionado a desestratificação da coluna d'água e ação do vento na superfície (itens 4.1.1. e 4.4.1.1.). Esse padrão não foi recorrente temporalmente, ou seja, não ocorreu nos outros meses de junho e dezembro em todo o período deste estudo, exceto em junho/00, quando foi observado esse decréscimo da densidade fitoplanctônica (item 4.3.3.1.). Convém mencionar ainda que os decréscimos das densidades na região lacustre em dezembro/01 e em junho/02 não mudaram a estrutura da comunidade nos meses seguintes.

No braço do Casca (Csc20-30), a concentração do fitoplâncton foi sempre menor do que no braço do Manso, exceto na estiagem/02, quando foi similar (Tab.X). Essa condição possivelmente está relacionada a menor disponibilidade de nutrientes em relação a Man20-30-40 (item 4.4.1.1.).

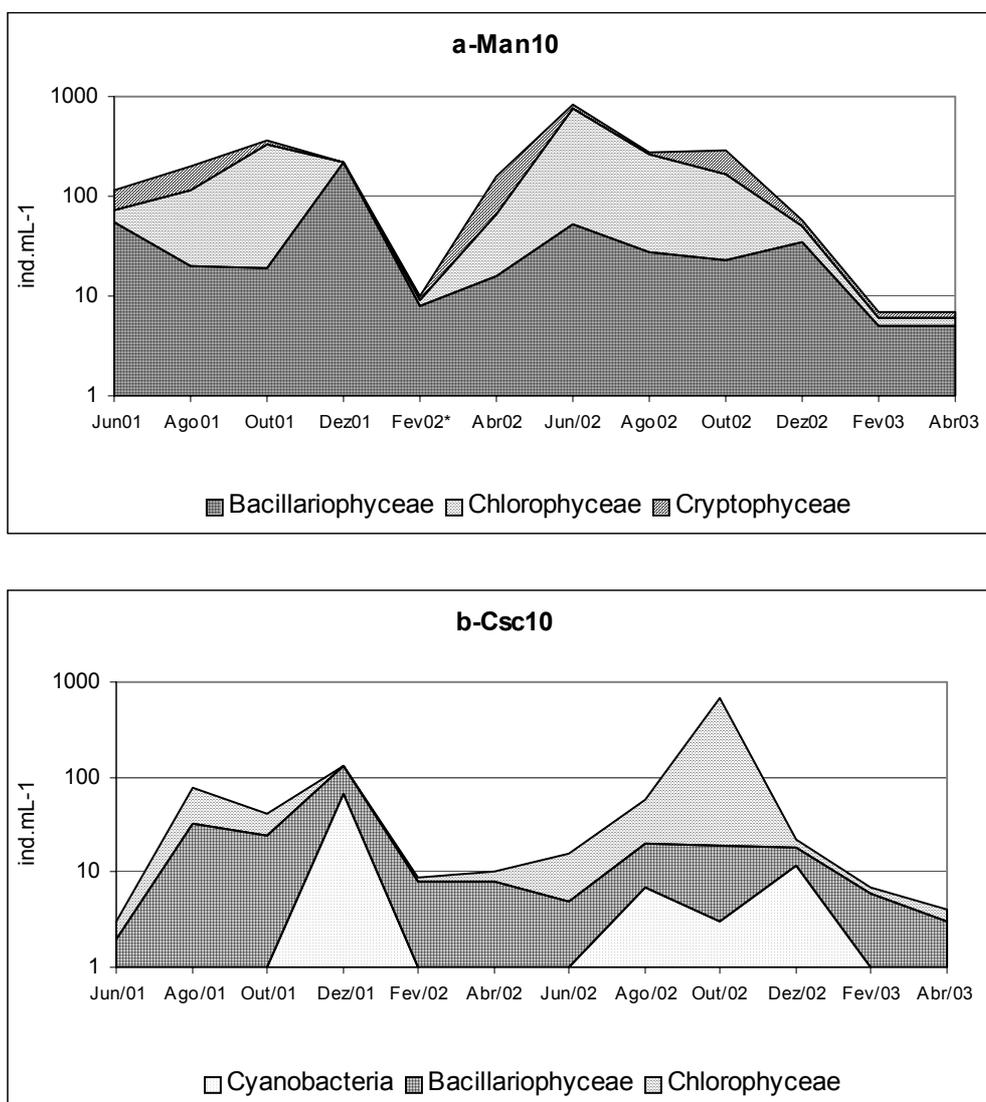


Figura 61: Variação da densidade fitoplanctônica (ind.mL<sup>-1</sup>) por classes taxonômicas no rio Manso Man10 (a) e rio Casca Csc10 (b), na fase de estabilização do reservatório do APM Manso.

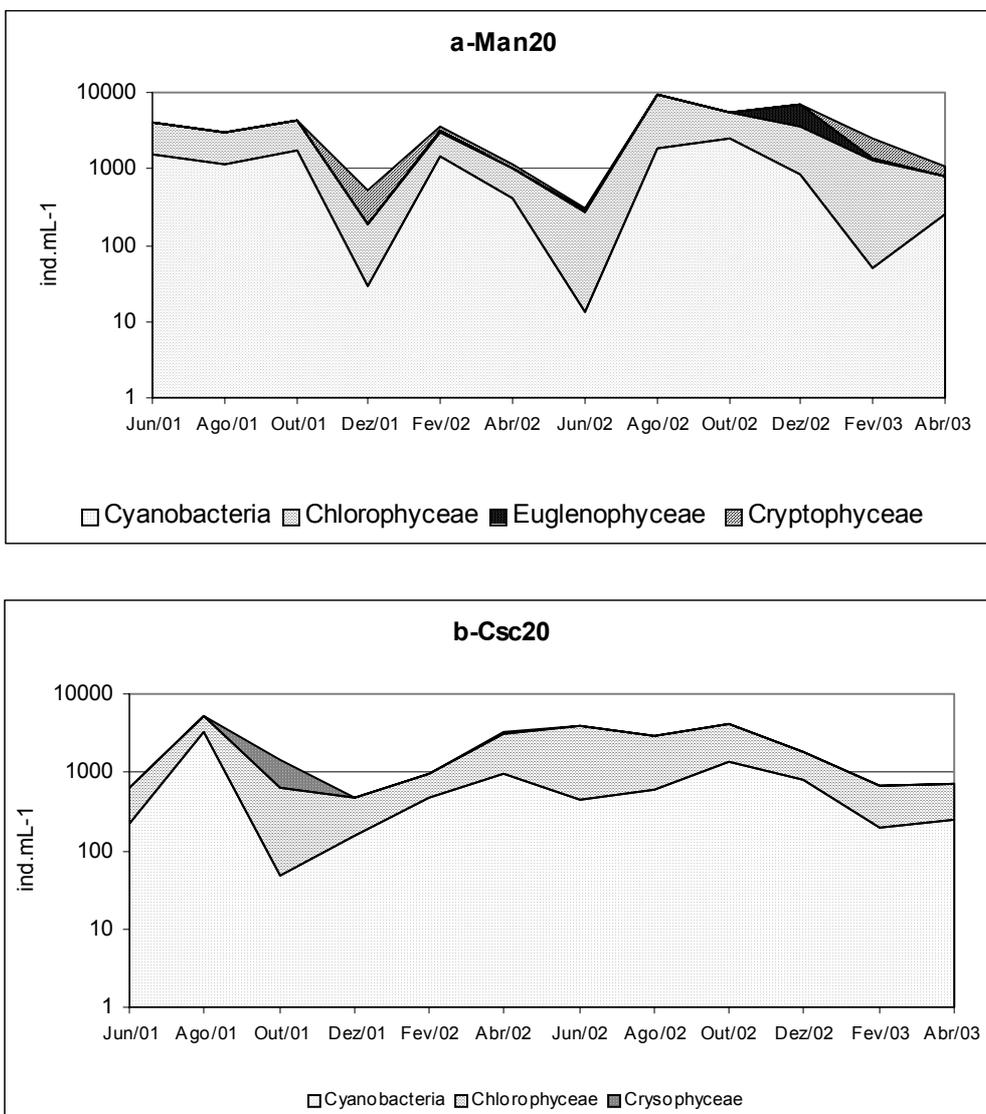


Figura 62: Variação da densidade fitoplanctônica (ind.mL<sup>-1</sup>) por classes taxonômicas nas estações de transição do rio Manso Man20 (a) e do rio Casca Csc20 (b), na fase de estabilização do reservatório do APM Manso.

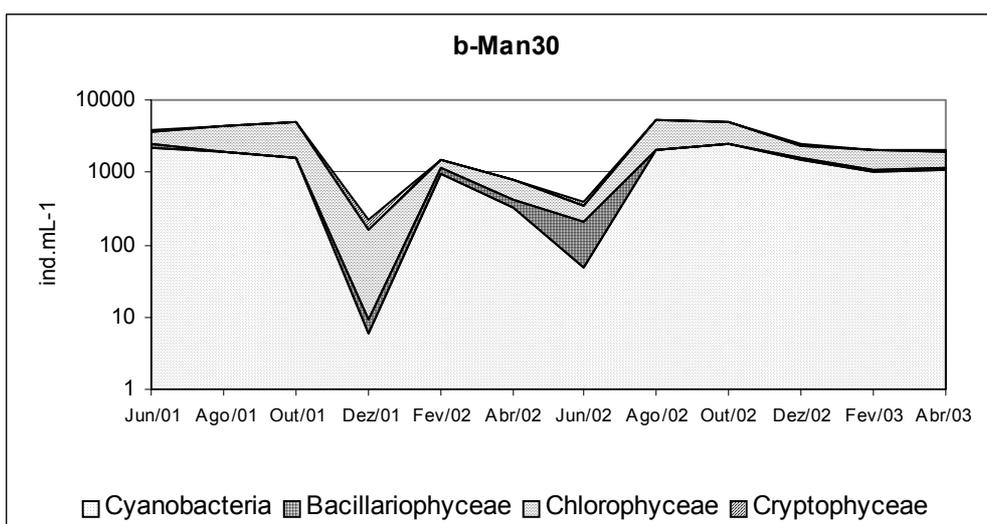
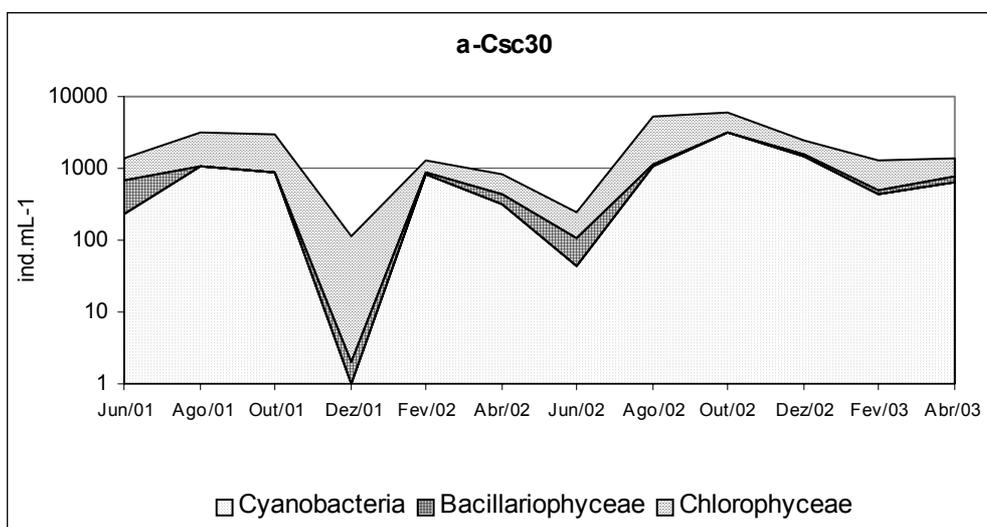


Figura 63: Variação da densidade fitoplanctônica (ind.mL<sup>-1</sup>) por classes taxonômicas nas estações da região limnética do reservatório do APM Manso durante a fase de estabilização, Csc30 (a), Man 30 (b) e Man40 (c).

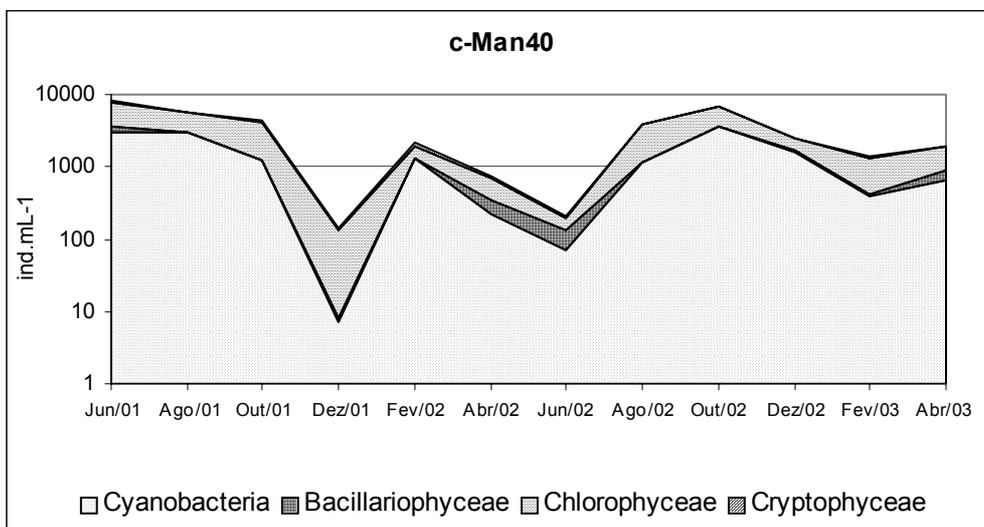


Figura 63: Variação da densidade fitoplanctônica (ind.mL<sup>-1</sup>) por classes taxonômicas nas estações da região limnética do reservatório do APM Manso durante a fase de estabilização, Csc30 (a), Man 30 (b) e Man40 (c) (continuação).

No braço do Manso, a maior densidade média do fitoplâncton foi obtida na estiagem/01 em Man40 (6.122 ind.mL<sup>-1</sup>). Em todos os sítios, inclusive nos rios, as maiores densidades médias foram sempre observadas na época de estiagem em relação às de chuvas. Nos rios essa condição é compreensível, pois na época de chuvas ocorre diminuição da transparência e aumento da turbulência da água, dificultando o estabelecimento dessa comunidade. Os aumentos das vazões podem também ter influenciado o fitoplâncton da zona de transição na época de chuva.

No corpo central do reservatório é difícil definir as causas para o decréscimo da densidade nessa época do ano. Contudo, diversos estudos indicam que a variação dessa comunidade em reservatórios tende a ser mensal e até mesmo semanal, com tendência de dominância de algumas espécies numa determinada época do ano (Magrin, 1993 e Deberdt, 1999; Minoti, 1999; Souza, 2000 *apud* Tucci *et al.*, 2004). Como ilustrado nas Figuras 61-63, a variação mensal da fase de estabilização foi evidente e apresentou padrões similares, confirmados pelo alto índice de correlação (> 80%) entre as estações Man30-Csc30 e Man30-40, demonstrando que a relação com a sazonalidade das chuvas

possivelmente trata-se de uma coincidência, com pouca importância ecológica na região central do reservatório. A correlação entre Man30 e Csc30 indica que, as diferenças limnológicas entre essas estações de coleta, dadas principalmente pela condutividade elétrica e alcalinidade, não foram fatores reguladores dos padrões de variação da densidade do fitoplâncton na fase de operação. Além desses fatores, destaca-se a tendência de maior concentração de nutrientes em Man30 (item 4.4.2.1.), que pode ter influenciado somente nas maiores densidades em relação a Csc30 em 9 dos 12 meses amostrados (em fevereiro/01 não foi feita análise do fitoplâncton), mas não na estrutura e no padrão de variação observados. Possivelmente, o principal fator responsável pelos padrões similares de variação da densidade do fitoplâncton entre Man30 e Csc30, bem como nas semelhanças na estrutura dos grupos filogenéticos e funcionais foi a disponibilização de nutrientes de forma concomitante, dada pela velocidade similar de mineralização nos dois braços do reservatório, e pelos eventos de estratificação e mistura, que também ocorreram simultaneamente em Man30 e em Csc30 (item 4.4.1.1.).

As reduções na mistura vertical e na turbulência sem dúvida podem produzir um padrão bem organizado de distribuição espacial e possibilitar um acúmulo de espécies, com organização temporal mais permanente e de detecção mais fácil, que ocorre em lagos com circulação bem marcada (Tundisi, 1990), como é o caso do reservatório de Manso.

Não foi observada tendência de aumento da densidade fitoplanctônica no sentido zona de transição-barragem nos dois braços do reservatório, como ocorrido na fase de enchimento; mas, as menores médias ocorreram sempre nos rios (Tab. X e XI), devido às condições predominantes nos ambientes lóticos (item 4.2.1.). Verificou-se ainda significativo aumento na densidade na fase de estabilização em relação à de enchimento em Man20-30 e Csc20-30, favorecido principalmente pelo incremento nas concentrações de nutrientes e da transparência e pela diminuição da turbidez entre uma fase e outra (Tab. VI). Em Man40, não foi evidenciado aumento significativo da densidade fitoplanctônica, provavelmente devido ao funcionamento da usina, que leva à exportação desses organismos para jusante na fase de operação. Além da influência da disponibilidade de nutrientes e luz sobre o fitoplâncton de reservatórios, deve-se considerar ainda a vazão e a perda constante de material biológico devido a saída da água pelas turbinas e vertedouro (Calijuri *et al.*, 1999).

Tabela X: Média e desvio padrão da densidade (ind.mL<sup>-1</sup>), riqueza (táxons/amostra) e diversidade (bits.ind<sup>-1</sup>) do fitoplâncton no reservatório do APM Manso durante a fase de operação.

Época/ano	Estiagem/01			Chuva/01-02			Estiagem/02			Chuva/02-03			
Atributos	Densidade	Riqueza	Diversidade										
Rio	Man10	238 ± 132	16,0 ± 1,0	2,8 ± 0,8	140 ± 120	7,7 ± 7,0	1,7 ± 1,5	473 ± 315	14,3 ± 4,0	2,4 ± 0,5	23 ± 29,5	3,7 ± 1,5	1,6 ± 0,6
	Csc10	57 ± 57	6,0 ± 4,9	1,0 ± 1,4	58 ± 65,8	3,0 ± 1,2	1,0 ± 0,5	265 ± 380	13,0 ± 4,0	2,0 ± 1,4	11 ± 13	5,0 ± 6,7	1,0 ± 1,5
Transição	Man20	3972 ± 758	25,7 ± 1,5	3,3 ± 0,4	2291 ± 2452	23,7 ± 2,1	3,5 ± 0,2	5110 ± 4573	17,3 ± 2,3	2,8 ± 0,7	3789 ± 3132	28,7 ± 7,6	3,4 ± 0,5
	Csc20	2535 ± 2391	24,0 ± 3,5	3,1 ± 0,9	1745 ± 1462	23,0 ± 4,0	3,4 ± 0,4	3859 ± 724	21 ± 2,5	2,6 ± 1,2	1366 ± 848	23 ± 2,5	2,9 ± 1,4
Reservatório	Man30	4428 ± 650	16,7 ± 5,1	2,3 ± 0,6	861 ± 640	21,0 ± 5,0	3,4 ± 0,6	3559 ± 2762	16,3 ± 2,5	2,5 ± 0,5	2179 ± 258	21,3 ± 2,3	3,2 ± 0,7
	Csc30	2532 ± 1026	20,0 ± 0,6	2,7 ± 0,4	777 ± 596	18,0 ± 3,2	3,2 ± 0,4	3924 ± 3192	16,0 ± 3,2	2,8 ± 0,8	1733 ± 661	22,0 ± 1,2	3,4 ± 0,6
	Man40	6122 ± 1985	16,0 ± 2,9	2,5 ± 0,4	1007 ± 1014	20,0 ± 2,0	3,3 ± 0,4	3595 ± 3255	15 ± 2,5	2,7 ± 0,6	1974 ± 527	22,0 ± 0,6	3,4 ± 0,7

Tabela. XI: Comparação entre as médias totais de densidade (ind.mL<sup>-1</sup>), riqueza (taxons/amostra) e diversidade (bits.ind<sup>-1</sup>) do fitoplâncton entre as fases de enchimento (dezembro/99-dezembro/00) e estabilização (fevereiro/01-abril/03) do reservatório do APM Manso.

Ambiente	Rio				Transição				Reservatório					
Estação	Man10		Csc10		Man20		Csc20		Man30		Csc30		Man40	
Fases	Ench	Oper	Ench	Oper	Ench	Oper	Ench	Oper	Ench	Oper	Ench	Oper	Ench	Oper
Densidade	179	218	47	98	972	3790	664	2376	1878	2757	1581	2241	4529	3174
Riqueza	13,0	10,4	7	6,7	16,0	23,8	10,0	22,7	19,0	18,8	20,1	19,0	19,2	18,2
Diversidade	0,8	2,1	0,7	1,2	0,75	3,2	0,55	3,0	1,1	2,8	0,9	2,9	0,8	2,9

A riqueza apresentou variação sazonal nos rios com maiores resultados médios na época de estiagem e foi expressivamente mais baixa nesses ambientes do que nas estações do reservatório. Por outro lado, foi sempre mais elevada nas estações de transição flúvio-lacustre do que nas do corpo central. Nesse contexto, Henry (2003) registrou que na zona de influência do rio Paranapanema sobre a represa de Jurumirim (SP) maior riqueza do fitoplâncton se comparada com o rio e com a zona lacustre do reservatório, por se tratar de um ecótono, caracterizado por apresentar uma quantidade maior de espécies em relação aos ecossistemas adjacentes. Além desse atributo, o autor apresenta exemplos também de maiores densidades e diversidade biológica do fitoplâncton na zona de transição em relação ao rio e zona lacustre, não evidenciados no reservatório de Manso.

Ressalta-se que riqueza e a diversidade fitoplanctônicas em Man20 e Csc20 foram significativamente maiores na fase de estabilização em relação à de enchimento, possivelmente devido ao enchimento posterior dessa zona do reservatório (abril e março/00, respectivamente) e à forte influência do rio durante o enchimento, indicando tendência de estabilidade do fluxo na fase de operação, já demonstrados pelos resultados de transparência, MS e turbidez (item 4.4.1.1.), aspectos que favorecem a colonização dessa comunidade (Tab. XI).

De modo geral, identificaram-se como padrão, menores diversidades nos rios do que nas outras estações de coleta e expressivo aumento na fase de estabilização em relação à de enchimento em todas as estações de coleta (Tab. X e XI).

As espécies que contribuíram com mais de 5% para a média da densidade total foram representadas por diferentes grupos funcionais, conforme classificação de Reynolds *et al.* (2002), distribuídas entre as estações, diferentes ambientes e períodos climatológicos de cada ano (Tab. XII).

No rio Manso, predominaram principalmente os grupos funcionais **Y** e **D**, alternados entre as épocas de estiagem e chuva, respectivamente. No rio Casca os grupos dominantes foram **X<sub>1</sub>** e **D**, que também tiveram alternância entre estiagem e chuva (Tab. XII). As ocorrências expressivas dos grupos **D** e **Y** foram similares ao observado no período entre dezembro/99 e dezembro/00 nesses ambientes lóticos, contudo o grupo **X<sub>1</sub>** não foi dominante nesse período no rio Casca. Destaca-se ainda para esse rio a ocorrência do grupo **E**, representado por 25% de *Dinobryon sertularia* na época de chuva entre 2001/02, que no período anterior (enchimento do reservatório) tiveram dominância somente na estiagem (22%) (item 4.3.3.1.).

Loverde-Oliveira (2005) discutiu que um importante macrofator regulador dos grupos funcionais fitoplanctônicos é a hidrologia, pela qual a ciclicidade na organização, biomassa e composição de espécies está intimamente relacionada ao ciclo hidrológico anual da bacia hidrográfica na qual se inserem, evidenciado nesse estudo através da sazonalidade de ocorrência dos grupos funcionais somente para os ambientes lóticos.

Na fase de estabilização na zona de transição flúvio-lacustre do rio Manso (Man20) os grupos dominantes foram, em geral, distintos daqueles verificados na fase de enchimento. Os grupos **L<sub>m</sub>**, **T** e **K** dominaram na época de estiagem e os grupos **K**, **W<sub>2</sub>** e **Y** na época chuvosa. O grupo **Y**, que representou 10-16% da densidade, foi o único que predominou desde o enchimento e também ocorreu no rio Manso, podendo ser um indicador da discreta influência do rio sobre o fitoplâncton em Man20 nessa época do ano. O grupo **W<sub>2</sub>** ocorreu somente nessa estação de coleta e foi o único representado por uma euglenofíceia (*Trachelomonas* sp<sub>1</sub>) com dominância acima de 10% ao longo de todo este estudo (16%) (Tab. XII). Magrin (1993) constatou densidades expressivas de euglenofíceas na fase de formação do reservatório da UHE Samuel (AM), justificado pelo acúmulo de matéria orgânica, que certamente é o fator mais importante para a ocorrência dessa classe de algas.

Em Csc20 os grupos dominantes entre fevereiro/01 e abril/03 foram, **L<sub>0</sub>**, **X<sub>1</sub>**, **Y** e **L<sub>m</sub>**. De maneira geral, foram grupos distintos daqueles observados entre dezembro/99 e dezembro/00, exceto pelo grupo **E**, representado por *Dinobryon sertularia*, que ocorreu na estiagem de 2000 (11%) e de 2001 (17%) (Tab. XII).

Em ambas as zonas de transição, destacam-se as ocorrências expressivas do grupo **L<sub>m</sub>**, representado pelo gênero *Microcystis*, que não ocorreu em nenhuma das estações de coleta da fase de enchimento do reservatório. Na região lacustre do reservatório, esse grupo também teve ocorrência significativa, especialmente em Man30 e Csc30, onde foi dominante na estiagem de 2001 em Man30 e em ambas as estações de coleta na época chuvosa de 2002/03. É provável que a diminuição na concentração média da alcalinidade na fase de operação em relação à fase de enchimento tenha sido o principal fator que contribuiu para a colonização das cianobactérias no reservatório (item 4.3.3.1.).

*Microcystis* é uma cianobactéria não fixadora de nitrogênio que predominam no fitoplâncton quando há disponibilidade de nitrogênio amoniacal, sendo que a escassez

Tabela XII: Abundância relativa média das principais espécies que formam os grupos funcionais do fitoplâncton nas estações de coleta do reservatório do APM Manso na fase de estabilização.

Ambiente	Estação	Estiagem 2001	%	GF	Chuva 2001/02	%	GF	Estiagem 2002	%	GF	Chuva 2002/03	%	GF	
Rio	Man10	<i>Cf. Spermatozopsis</i> sp.	23	Y	<i>Amphora</i> sp.	36	D	<i>Cf. Spermatozopsis</i> sp.	32	Y	Pennales	22	D	
		<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	14	Y	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	19	Y	<i>Monoraphidium</i> sp.	17	X <sub>1</sub>	<i>Aulacoseira granulata</i>	20	P	
		<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>	14	Y	Pennales	11	D	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	17	Y	<i>Fragilaria</i> sp.	18	P	
		Volvocales	11	G				Chlorococcales unicelular	12	X <sub>1</sub>	<i>Pinnularia</i> sp.	17	C	
	Csc10	Chlorococcales unicelular	23	X <sub>1</sub>	<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>	29	D	<i>Monoraphidium</i> sp.	33	X <sub>1</sub>	Pennales	48	D	
		<i>Amphora</i> sp.	15	D	<i>Dinobryon sertularia</i>	25	E	<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	16	X <sub>1</sub>	<i>Fragilaria</i> sp.	20	P	
		<i>Peridinium</i> sp.	12	L <sub>m</sub>	Oscillatoria sp.	11	S	Chlorococcales unicelular	5	X <sub>1</sub>	<i>Merismopedia</i> cf. <i>punctata</i>	14	L <sub>o</sub>	
		<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	10	X <sub>1</sub>	<i>Amphora</i> sp.	11	D	<i>Amphora</i> sp.	5	D				
	Transição	Man20	<i>Microcystis</i> sp.	27	L <sub>m</sub>	Chroococcales colonial	14	K	Cloroficea filamentosa	22	T	<i>Trachelomonas</i> sp <sub>1</sub>	16	W <sub>2</sub>
			<i>Schroederia setigera</i>	13	X <sub>1</sub>	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>	10	Y	Chroococcales colonial	21	K	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	16	Y
<i>Monoraphidium</i> sp.			9	X <sub>1</sub>	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>3</sub>	9	Y	<i>Schroederia setigera</i>	9	X <sub>1</sub>	Chlorococcales unicelular	12	X <sub>1</sub>	
Csc20		<i>Merismopedia tenuissima</i>	28	L <sub>o</sub>	<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	22	X <sub>1</sub>	Chlorococcales unicelular 1	33	X <sub>1</sub>	Chlorococcales unicelular 1	9	X <sub>1</sub>	
		<i>Dinobryon sertularia</i>	17	E	Chroococcales colonial	20	K	<i>Merismopedia tenuissima</i>	11	L <sub>o</sub>	<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	9	Y	
		<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	8	X <sub>1</sub>	<i>Merismopedia tenuissima</i>	10	L <sub>o</sub>	<i>Coelastrum reticulatum</i>	10	J	<i>Microcystis protocystis</i>	9	L <sub>m</sub>	
											<i>Botryococcus braunii</i>	7	F	
Reservatório		Man30	<i>Microcystis protocystis</i>	27	L <sub>m</sub>	Chroococcales colonial	16	K	Chroococcales colonial	32	K	<i>Microcystis protocystis</i>	25	L <sub>m</sub>
			<i>Coelastrum reticulatum</i>	22	J	<i>Merismopedia tenuissima</i>	14	L <sub>o</sub>	<i>Coelastrum reticulatum</i>	14	J	<i>Aphanocapsa</i> sp.	14	K
			<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	19	X <sub>1</sub>	<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	8	X <sub>1</sub>	<i>Cyclotella</i> sp.	13	A	<i>Coelastrum reticulatum</i>	7	J
	Csc30	<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	20	X <sub>1</sub>	<i>Botryococcus braunii</i>	7	F	<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	10	X <sub>1</sub>				
		<i>Coelastrum reticulatum</i>	17	J	Chroococcales colonial	25	K	Chroococcales colonial	22	K	<i>Microcystis protocystis</i>	25	L <sub>m</sub>	
		Chroococcales colonial	12	K	<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	14	X <sub>1</sub>	<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	20	X <sub>1</sub>	<i>Microcystis</i> sp.	7	L <sub>m</sub>	
		<i>Microcystis protocystis</i>	9	L <sub>m</sub>	<i>Merismopedia tenuissima</i>	7	L <sub>o</sub>	<i>Cf. Pseudoquadrigula</i> sp.	8	F	Chlorococcales unicelular	7	X <sub>1</sub>	
	Man40	<i>Coelastrum reticulatum</i>	22	J	<i>Botryococcus braunii</i>	6	F	<i>Cyclotella</i> sp.	8	A				
		<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	20	X <sub>1</sub>	<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	15	X <sub>1</sub>	Chroococcales colonial	32	K	Chroococcales colonial	20	K	
		<i>Microcystis</i> cf. <i>protocystis</i>	17	L <sub>m</sub>	<i>Merismopedia tenuissima</i>	13	L <sub>o</sub>	<i>Cyclotella</i> sp.	10	A	<i>Aphanocapsa</i> sp.	8	K	
<i>Merismopedia tenuissima</i>		10	L <sub>o</sub>	Chroococcales colonial	12	K	<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	10	X <sub>1</sub>	<i>Coelastrum reticulatum</i>	7	J		
	Chroococcales colonial	10	K	<i>Botryococcus braunii</i>	10	F	<i>Coelastrum reticulatum</i>	9	J	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	7	X <sub>1</sub>		
										<i>Microcystis</i> cf. <i>protocystis</i>	7	L <sub>m</sub>		

de nitrogênio favorece o desenvolvimento de cianobactérias fixadoras de nitrogênio (Blomqvist *et al.*, 1994). Infere-se ainda que concentrações expressivas de nitrato favoreçam, por sua vez, a ocorrência do fitoplâncton eucariótico, ou seja, todos os outros grupos de algas fitoplanctônicas, como por exemplo clorofíceas, que tiveram dominância em todas as estações de coleta da região limnética de Manso, representadas principalmente pelos grupos **J**, **K**, **Lo** e **X<sub>1</sub>** (Tab. XII). Com isso, a disponibilidade de nutrientes nitrogenados na fase de estabilização certamente favoreceu a predominância desses grupos, além da diminuição da alcalinidade, que possivelmente constituiu-se num fator limitante à colonização da cianobactérias na fase de enchimento do reservatório (Caraco & Miller, 1998).

Especificamente em Man40, a dominância do grupo funcional **L<sub>m</sub>** foi discreta em relação às estações Man30 e Csc30, provavelmente devido a influência do funcionamento da usina nessa região do reservatório e exportação da comunidade para jusante.

Do ponto de vista da sucessão dos grupos funcionais do fitoplâncton, na fase de enchimento foram predominantes em Manso, as clorofíceas, os grupos funcionais **Y**, **F** e **D**, que tiveram inexpressiva ocorrência na fase de estabilização. Os grupos **Y** e **D** foram predominantes nos rios ao longo de todo o estudo. O grupo **F** compõe espécies que toleram baixas concentrações de nutrientes (Reynolds *et al.*, 2002), sugerindo que o aumento médio de nitrogênio e fósforo na fase de operação pode ter desfavorecido a permanência desse grupo como dominante.

Destaca-se ainda que o grupo funcional **X<sub>1</sub>** na fase de enchimento foi representado por *Schroederia setigera* e Chlorococcales unicelular, sendo que na de estabilização foi representado por *Elakotothrix cf. lacustris*.

As mudanças do reservatório de uma fase a outra, especialmente em relação ao aumento na disponibilidade de nutrientes na coluna d'água, decréscimo da alcalinidade, e a diminuição da influência dos rios na fase de operação, foram as principais forças controladoras da sucessão dos grupos fitoplanctônicos na zona central do reservatório entre a fase de enchimento e estabilização. Os grupos funcionais foram, portanto, bons descritores da sucessão física e química ocorrida no reservatório de Manso e, na fase de estabilização, bons descritores da condição eutrófica do reservatório. Nesse caso, Reynolds (1988) comenta que o controle ascendente por nutrientes é de fundamental importância para a compreensão dos grupos funcionais fitoplanctônicos, os quais estão fortemente relacionados ao estado trófico dos sistemas.

#### **4.4.2. AHE Jauru**

##### **4.4.2.1. Variáveis físicas e químicas**

O reservatório do Aproveitamento Hidrelétrico de Jauru (AHE Jauru) pode ser enquadrado, conforme Straškraba (1999), na Classe A, que são sistemas com rápida renovação da água e mistura completa, nos quais o tempo de residência (TR) médio é menor do que duas semanas.

A grande maioria dos estudos limnológicos em reservatórios brasileiros se concentra em sistemas cujo TR é intermediário entre duas semanas e um ano, e, principalmente, pertencentes com TR maior do que um ano, sendo que, em geral, menores TRs implicam em reservatórios com menor área inundada. Com isso, há uma evidente escassez de trabalhos de referência em reservatório com pequeno TR, como é o caso do AHE Jauru, dificultando estudos comparativos. Um dos aspectos que contribui para isso é que reservatórios da Classe A eram poucos no Brasil até o final da década de 1990, devido a política energética de incentivo a grandes empreendimentos, e por causarem menos impactos ambientais e sociais (Oliveira & Mauad, 2003), se comparados às outras Classes, o que diminui o foco de atenção, tanto por parte da sociedade organizada e dos limnólogos, quanto dos órgãos de gestão ambiental.

O barramento de um rio para a geração de energia, mesmo formando uma área inundada pequena e com pequeno TR, implica, no mínimo, na diminuição da velocidade da água, podendo assim formar um sistema de transição, ou seja, um ambiente intermediário que pode tanto ser chamado de semi-lêntico como de semi-lótico.

Straškraba & Tundisi (1999) comentam que tamanho das zonas horizontais varia de acordo com cada reservatório, dependendo de sua morfometria, tempo de retenção, estratificação térmica, entre outros.

Quanto ao fenômeno de estratificação térmica, não foi possível verificar com clareza sua ocorrência no reservatório de Jauru, mesmo por que os únicos perfis foram realizados em outubro e dezembro/02 e fevereiro/03 (Tab. XIII). Os valores dos RTRs obtidos foram relativamente baixos, sendo que em outubro o valor máximo foi de 11,5 a 29m de profundidade, em dezembro de 6,9 a 12m e em fevereiro de 5,1 a 2m de profundidade na coluna d'água (Fig. 64). Somente no perfil de fevereiro foi observada tendência de formação de duas camadas distintas, quando o RTR menor do que 1,0 foi obtido a partir dos 7m de profundidade. O maior valor do RTR a 29m em outubro indica

Tabela XIII: Resultados do perfil de temperatura da água (°C) e do oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) obtidos no reservatório do AHE Jauru nos meses de outubro e dezembro/02 e fevereiro/03.

Out-02			Dez-02			Fev-03	
Profund	°C	OD	Profund	°C	OD	Profund	°C
0	27.54	8.24	0.5	27.06	6.94	0.5	25.87
0.5	27.59	8.13	1.0	26.99	6.92	1.0	25.84
1	27.59	8.04	1.5	26.92	6.93	1.5	25.81
1.5	27.55	8.03	2.0	26.87	6.91	2.0	25.79
2	27.48	8.04	2.5	26.84	6.90	2.5	25.80
2.5	27.41	8.04	3.0	26.82	6.91	3.0	25.71
3	27.35	8.03	3.5	26.79	6.90	3.5	25.57
3.5	27.29	8.03	4.0	26.77	6.89	4.0	25.42
4	27.28	8.02	4.5	26.74	6.87	4.5	25.29
4.5	27.25	8.01	5.0	26.68	6.88	5.0	25.21
5	27.19	8.03	5.5	26.60	6.87	5.5	25.17
5.5	26.94	7.98	6.0	26.56	6.84	6.0	25.12
6	26.84	7.95	6.5	26.54	6.83	6.5	25.08
6.5	26.76	7.91	7.0	26.52	6.82	7.0	25.02
7	26.69	7.87	7.5	26.51	6.82	7.5	24.99
7.5	26.61	7.74	8.0	26.50	6.80	8.0	24.94
8	26.58	7.71	8.5	26.48	6.81	8.5	24.90
8.5	26.57	7.68	9.0	26.45	6.80	9.0	24.87
9	26.56	7.65	9.5	26.41	6.79	9.5	24.85
9.5	26.53	7.63	10.0	26.37	6.77	10.0	24.83
10	26.5	7.61	11.0	26.30	6.76	11.0	24.81
10.5	26.44	7.5	12.0	26.14	6.75	12.0	24.79
11	26.35	7.42	12.5	25.94	6.63	12.5	24.78
12	26.18	7.31	13.0	25.75	6.35	13.0	24.77
13	26.06	6.94	14.0	25.57	6.25	14.0	24.76
14	25.94	6.8	15.0	25.40	6.15	15.0	24.76
15	25.8	6.63	16.0	25.29	6.05	16.0	24.75
16	25.69	6.42	16.5	25.23	5.86	16.5	24.75
17	25.55	5.9	17.0	25.19	5.81	17.0	24.75
18	25.4	5.5	17.5	25.17	5.77	17.5	24.75
19	25.25	5	18.0	25.15	5.72	18.0	24.75
19.5	25.13	4.49	18.5	25.13	5.66	18.5	24.75
20	25.03	3.51	19.0	25.13	5.64	19.0	24.74
21	24.96	3.07	19.5	25.12	5.64	19.5	24.74
22	24.91	2.68	20.0	25.12	5.63	20.0	24.74
29	24.56	0.54	20.5	25.12	5.62	20.5	24.73
29.5	24.56	0.54	21.0	25.11	5.60	21.0	24.73
30	24.53	0.48	21.5	25.11	5.61	21.5	24.72
31	24.52	0.39	22.0	25.10	5.62	22.0	24.72
31.5	24.51	0.37	27.0	25.10	5.64	27.0	24.72
32	24.51	0.35	27.5	25.10	5.65	27.5	24.72
			28.0	25.06	5.51	28.0	24.72
			28.5	25.06	5.46	28.5	24.72
			29.0	25.06	5.40	29.0	24.72
			29.5	25.05	5.31	29.5	24.72
			30.0	25.05	5.18	30.0	24.72
			30.5			30.5	24.72
			31.0			31.0	24.71
			31.5			31.5	24.71
			32.0			32.0	24.71
			32.5			32.5	24.71
			33.0			33.0	24.71
			33.5			33.5	24.71
			34.0			34.0	24.71
			34.5			34.5	24.71
			35.0			35.0	24.71

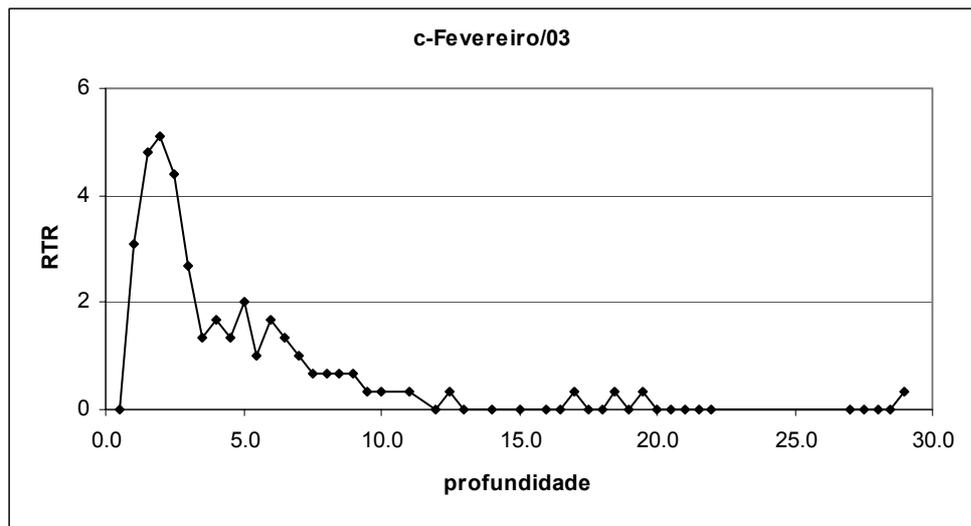
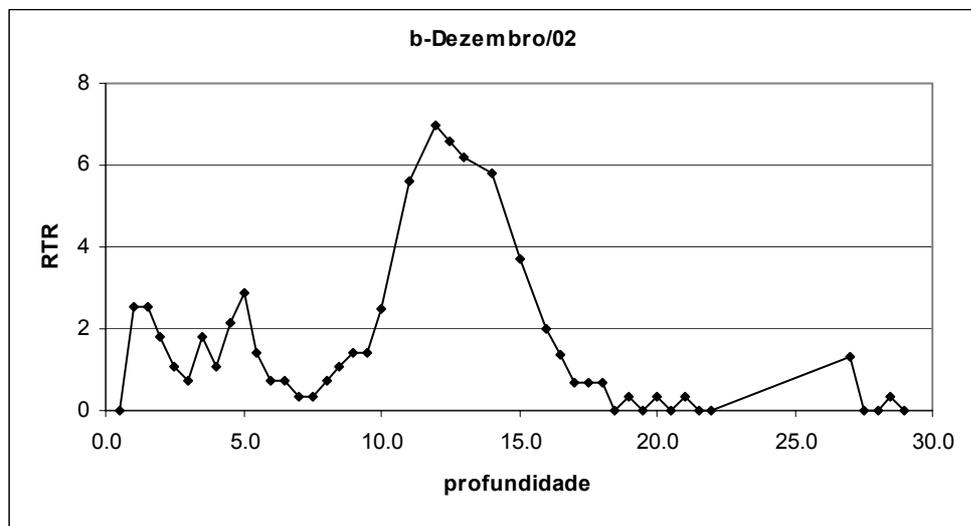
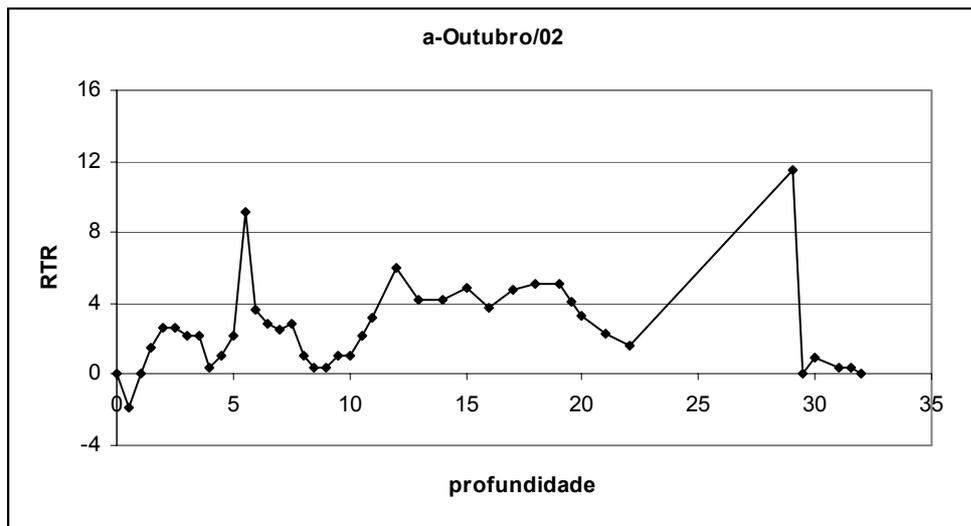


Figura 64: Resistência Térmica Relativa (RTR) da coluna d'água (m) do reservatório do AHE Jauru nos meses de outubro (a) e dezembro/02 (b) e fevereiro/03 (c).

forte influência da intrusão fluvial no fundo do reservatório, que nos perfis dos meses seguintes foi mais discreta.

Os valores baixos de RTR entre superfície e fundo sugerem que essas camadas possam se misturar sem que seja necessária muita energia, pela ação do vento. Além disso, a rápida renovação da água, devido ao curto tempo de residência do reservatório de Jauru, dificulta a formação de camadas com expressiva diferença de densidade. Os baixos RTRs permitem ainda supor que durante a noite, quando há resfriamento nas camadas superficiais, ocorra mistura completa dessas camadas, pois o resfriamento da camada superficial facilitaria a homogeneização da temperatura ao longo da coluna d'água no período noturno. Contudo, os dados não permitem afirmar ausência de estratificação ou mistura completa diária ou anual. Contudo, é provável que o reservatório de Jauru possa ser classificado como polimítico, onde ocorre circulação freqüente, via de regra diárias (Esteves, 1998).

Straškraba & Tundisi (1999) ressaltam que os padrões de estratificação em reservatórios, que permitem classificá-los quanto aos tipos individuais de mistura, são válidos somente para reservatório com grande tempo de retenção, pois nos intermediários [ou mesmo naqueles com rápida renovação da água como é o caso do Jauru] as condições são alteradas pelas correntes. Reservatórios com TR menor do que 100 dias, como é o caso do Jauru, o padrão de estratificação é alterado significativamente pelo fluxo horizontal, com circulação vertical permanente e estratificações ocasionais que perduram por algumas horas (Tundisi, 1990).

Pereira (2002) constatou estratificação térmica no reservatório da UHE Lageado, cujo TR é de 24 dias (Classe B, intermediário, conforme Straškraba, 1999), na estação de coleta próxima à barragem, durante a fase final do enchimento. Por outro lado, foram verificadas ausência de estratificação térmica e distribuição homogênea de OD em toda a coluna d'água durante o ano no reservatório Salto do Vau, atribuídas a reduzida profundidade e ao curto tempo de residência (Pagioro *et al.*, 2005).

A Zds da água foi menor no reservatório do que no rio Jauru a partir da primeira amostragem, que ocorreu 30 dias após o enchimento (outubro/02), até abril/03, período que correspondeu à época de chuva na região (item 4.2.2.). Nos meses seguintes essa variável no reservatório foi maior ou igual ao mensurado no rio (1,2-3,5m), porém, os valores maiores são de difícil comparação, pois a Zds do rio foi quase sempre total no rio, conforme a profundidade do local de coleta (Fig. 65).

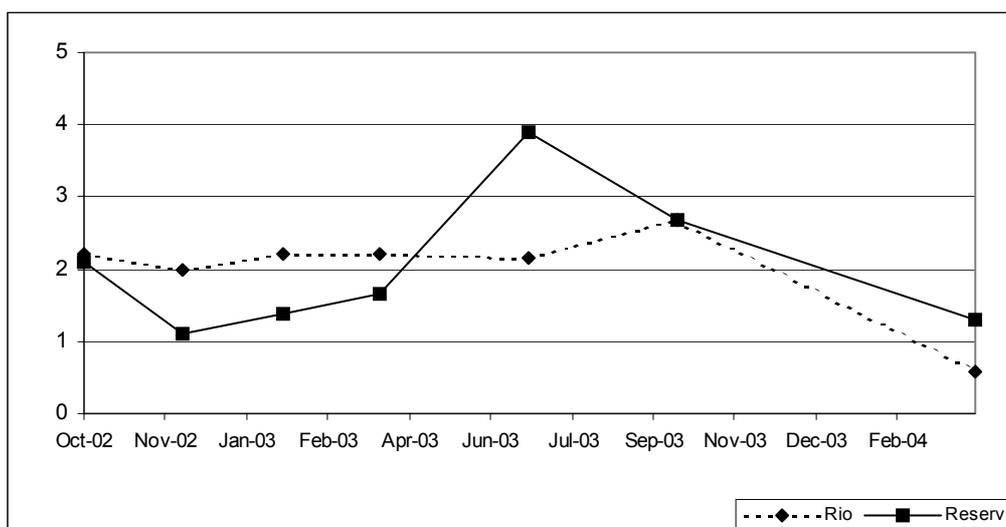


Figura 65: Variação da Zds (m) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru.

Os resultados médios de turbidez e MS, variáveis correlatas a Zds, oscilaram de forma semelhante mas inversa, ou seja, apresentaram maiores resultados no reservatório do que o rio até abril/03, com médias menores ou similares até abril/04, exceto a turbidez que nesse mês foi discretamente maior no reservatório do que no rio Jauru (10 e 19 UNT, respectivamente) (Figs. 66 e 67).

Na variação vertical, os maiores resultados de turbidez foram observados no fundo do reservatório, sendo que os maiores desvio padrão (DP) ocorreram em dezembro/02 (28) e abril/03 (39) e de MS em fevereiro (31) e abril/03 (39), todos na época de chuva. Esses resultados foram relacionados principalmente ao curto tempo de residência (TR) da água e a pequena área do reservatório, mantendo a influência do rio até a zona limnética e reduzidas taxas de sedimentação de partículas da coluna d'água que aportam ao reservatório, principalmente no período chuvoso (item 4.2.2.). A intrusão fluvial ocorre como um “mergulho” do rio na massa d'água, mantendo sua influência principalmente no fundo, o que explica os maiores DP na época de chuva para essas variáveis.

Esses eventos não foram possíveis de serem verificados na época de chuva seguinte (novembro/03-abril/04) devido à frequência das coletas, mas a diminuição da Zds, o aumento da média e do DP da turbidez e aumento da média do MS em abril/04 (final do período de chuvoso) sugerem que esse padrão se repita todos os anos, indepen-

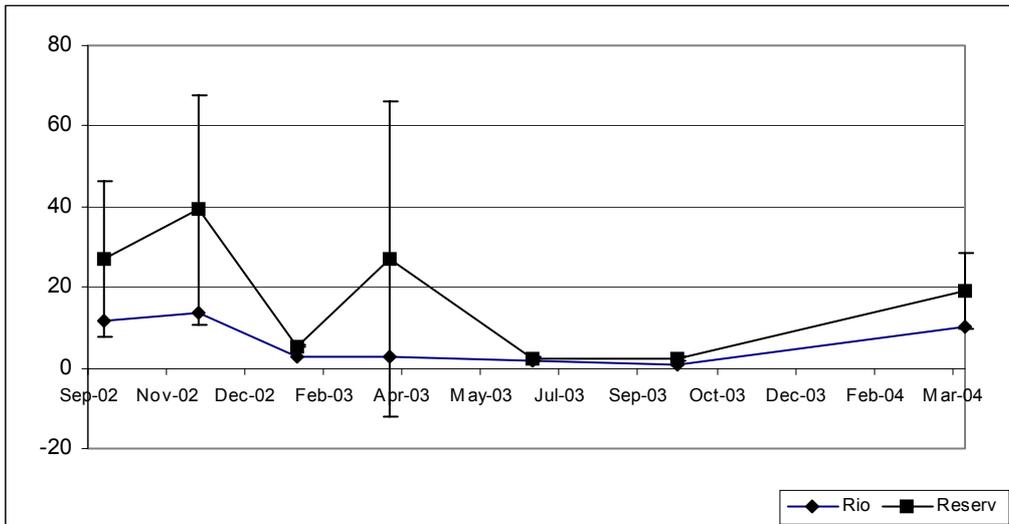


Figura 66: Variação da turbidez (UNT) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água.

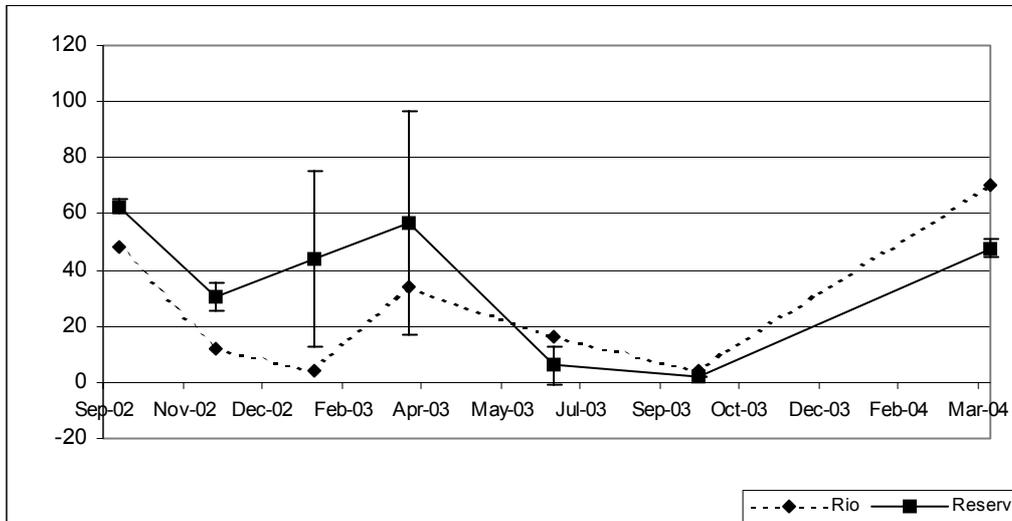


Figura 67: Variação do material em suspensão (mg.L<sup>-1</sup>) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água.

dentemente da idade do reservatório; porém, com resultados mais discretos se comparados com o início de formação do reservatório.

A influência do rio Jauru sobre o reservatório possivelmente ocorreu também na estiagem, pois houve aumento da Zds e diminuição da turbidez e do MS em ambos os sistemas aquáticos nesse período, ou seja, a diminuição no aporte de materiais da bacia do rio Jauru para o reservatório na estiagem implicou em resultados médios dessas variáveis diferentes da época de chuva.

A média da condutividade elétrica da água no reservatório foi sempre maior do que no rio e não apresentou variação sazonal. A baixa concentração de eletrólitos no rio Jauru ( $< 5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) e a liberação de íons do solo e da biomassa inundada da área do reservatório, mesmo considerando a retirada de quase toda a vegetação e o curto TR, devem ter contribuído para esse discreto aumento da condutividade em outubro/02, com resultados mais altos no fundo (Fig.68). Além disso, nos meses seguintes, especialmente em abril/03, a manutenção desses resultados sempre acima do rio Jauru pode ter relação com os seguintes aspectos: i) aumento da produtividade primária pelo fitoplâncton em relação ao rio; ii) retenção de parte dos eletrólitos liberados nos primeiros meses no reservatório da decomposição da biomassa inundada; iii) retenção de parte do eletrólitos transportados pelo rio no reservatório.

Em todo os sistema hídrico do Jauru, os valores de alcalinidade foram extremamente baixos, porém no reservatório observou-se um discreto aumento da média em outubro/02, devido provavelmente aos processos de decomposição, especialmente da matéria orgânica lábil, quando também foi registrado o maior DP (4,9), ou seja, no primeiro mês de formação desse reservatório esses processos foram mais intensos (Fig. 69). Mesmo considerando a pequena quantidade de biomassa inundada, a decomposição da matéria orgânica foi suficiente para liberar ácido carbônico, pela fácil decomposição dos compostos de carbono da matéria lábil, que rapidamente foi convertido a bicarbonato de sódio, cálcio ou magnésio, elementos presentes em baixas concentrações no rio Jauru, elevando assim a alcalinidade no reservatório. Nos meses seguintes, a alcalinidade manteve-se muito próxima aos resultados observados no rio Jauru.

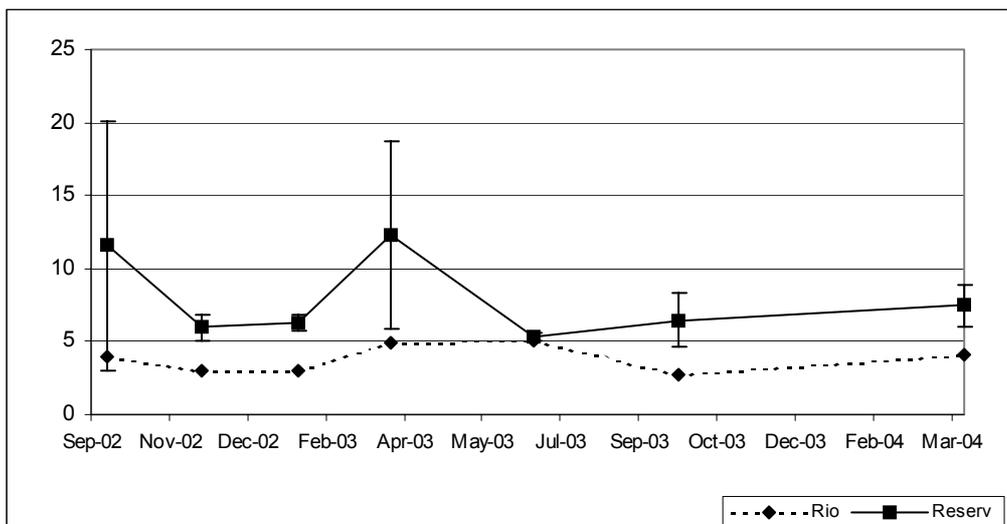


Figura 68: Variação da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água.

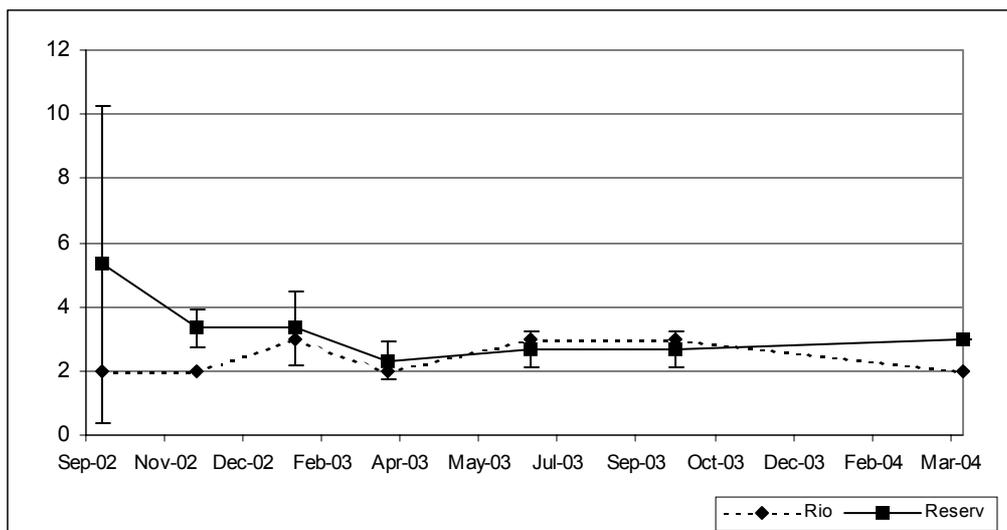


Figura 69: Variação da alcalinidade total ( $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água.

Dos íons selecionados no reservatório de Jauru, o cálcio foi o que apresentou maior média total ( $1,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), seguido do potássio ( $0,35 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), sódio ( $0,29 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e magnésio ( $0,24 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (Figs. 70-73). A maior média e DP do cálcio ocorreram no pri-

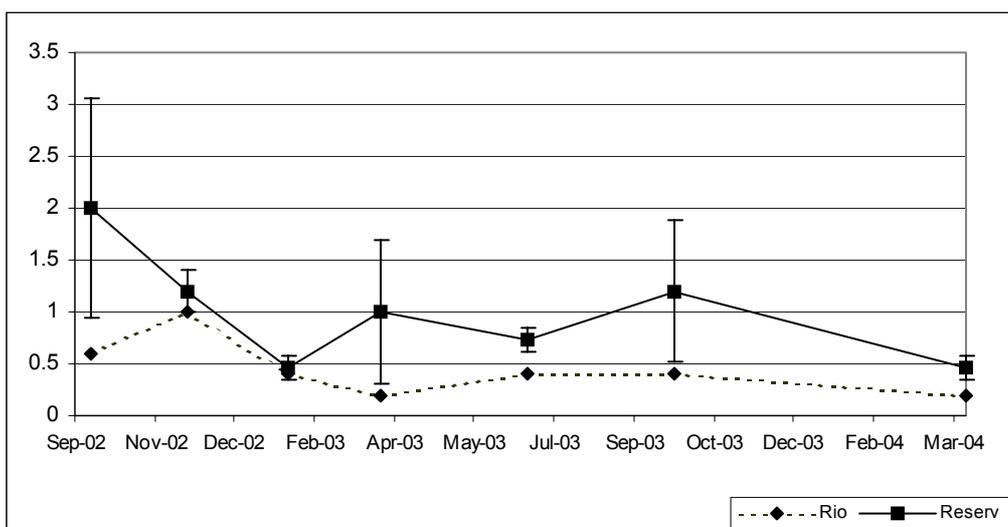


Figura 70: Variação do cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água.

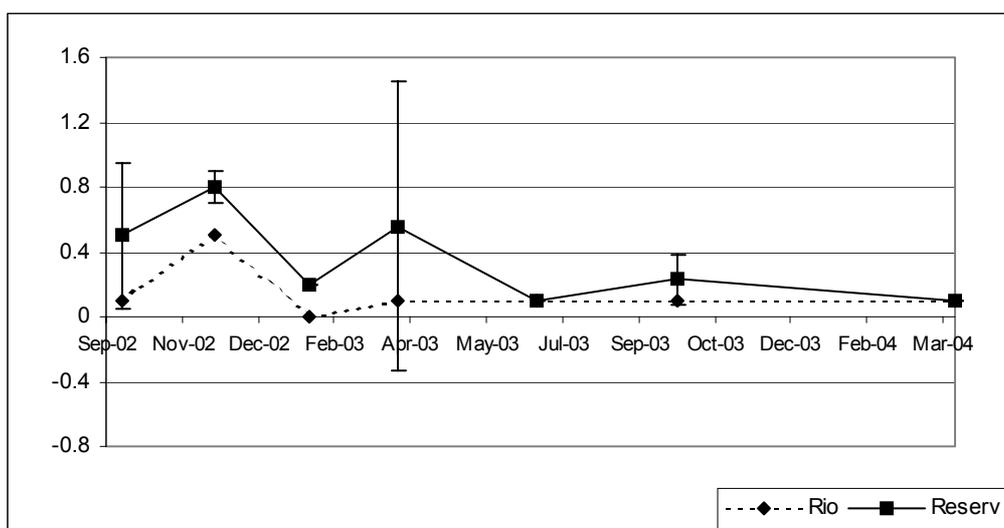


Figura 71: Variação do potássio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água.

meio mês de enchimento ( $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $1,5$ ), com teor no fundo de  $3,2 \text{ mg.L}^{-1}$ . Concentrações menores do que  $1,2 \text{ mg.L}^{-1}$  ocorreram nos meses seguintes. É provável que a capacidade de precipitação do bicarbonato de cálcio, que confere alcalinidade, favorecido pela diminuição da corrente, tenha levado à diminuição de cálcio após

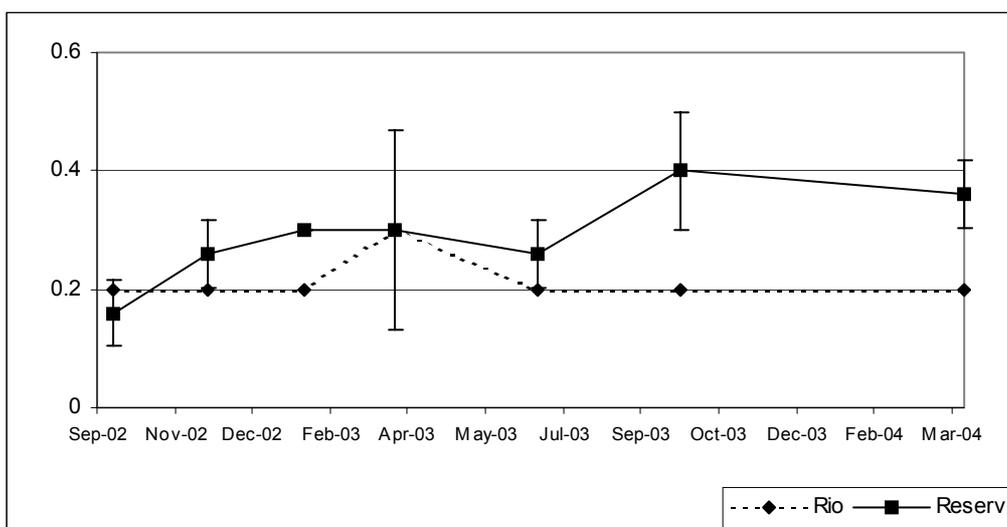


Figura 72: Variação do sódio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água.

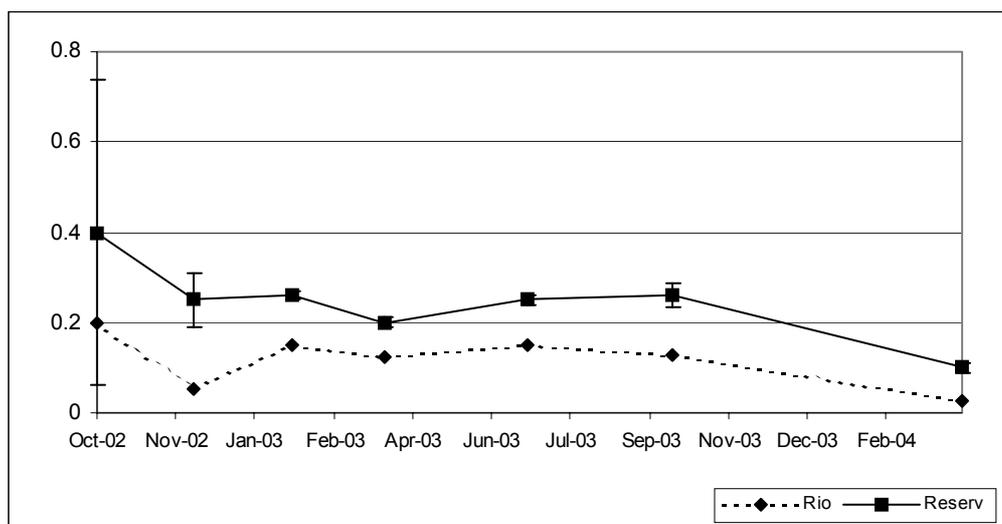


Figura 73: Variação do magnésio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água.

outubro/02, explicando também os maiores teores desse elemento no fundo do reservatório nesse mês, cuja concentração foi muito acima do registrado no rio Jauru ou nesse sistema nos outros meses ao longo da coluna d'água. Essa hipótese é corroborada pelo alto DP da alcalinidade em outubro/02, quando também foi observado o maior

resultado de cálcio no fundo ( $11 \text{ mg.CaCO}_3\text{.L}^{-1}$ ) em relação a todas as outras amostragens nas diferentes profundidades.

Destaca-se que, em geral, as concentrações dos íons foram baixas, refletindo em baixos valores de condutividade elétrica, aspectos que estão relacionados às condições hidrogeoquímica da bacia de drenagem, como mencionado no item 4.2.2..

Com relação ao pH, todos os resultados foram maiores do que 6,0, com médias similares ao mensurado no rio Jauru e baixos DP, exceto nos meses de dezembro/02 e fevereiro/03, quando as médias foram menores em relação ao rio (6,31 e 6,78), com baixos valores no fundo (6,07 e 6,42), e DP relativamente altos (0,39 e 0,48) (Fig. 74). A alcalinidade não foi suficiente para tamponar os ácidos gerados da decomposição. Com isso, a dissociação do ácido carbônico liberado da decomposição (ver detalhes no item 4.3.1.) manteve o meio levemente ácido em relação ao rio Jauru até fevereiro/03. Nas amostragens seguintes os valores médios de pH foram quase idênticos ao rio, com baixo DP, indicando que a maior parte da matéria orgânica lábil foi mineralizada entre março e abril/03, ou seja, cerca de 6-7 meses após o enchimento.

As concentrações de OD no reservatório de Jauru foram, em média, acima de  $4,8 \text{ mg.L}^{-1}$ , sendo que o maior DP foi obtido em outubro/02 (4,05), devido à quase anoxia ( $0,35 \text{ mg.L}^{-1}$ ) no fundo do reservatório, aspecto que corrobora com o exposto anteriormente. Em abril e julho/03 os resultados no fundo foram iguais ( $2,9 \text{ mg.L}^{-1}$ ), mas a alta concentração de OD na superfície em julho/03, similar ao mensurado no rio Jauru, resultou no alto DP (3,57) (Tab. XIII e Fig. 75).

Com base em experimentos de decomposição tem-se atribuído que as discontinuidades das cinéticas de consumo de OD nas primeiras etapas do processo sejam principalmente decorrentes das oxidações de compostos de carbono, e numa segunda etapa, aos processos de nitrificação e de mineralização das estruturas refratárias (Bianchini Jr., 1999).

No rio Jauru a concentração de  $\text{NO}_3$  teve um incremento em abril/03 (Fig. 76), indicando que, além das fontes autóctones, o rio também contribui com aporte desse nutriente para o reservatório, favorecido pela ocorrência de chuvas na bacia (item 4.2.2.). Esse incremento no rio foi registrado também para o NKT, mas não para a amônia, indicando aporte de nitrogênio orgânico para o reservatório (Figs. 77 e 78). Esses resultados e os observados no fundo do reservatório (anexo) dificultam a identificação de qual força controladora foi predominante na dinâmica dos nutrientes no reservatório entre abril-julho/03, a intrusão fluvial ou o processo de decomposição, mas

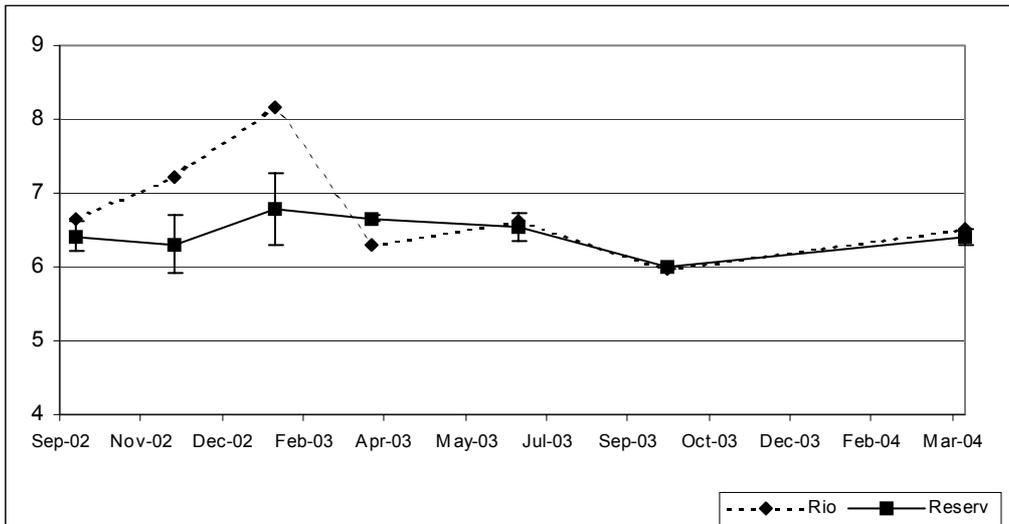


Figura 74: Variação do pH no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água.

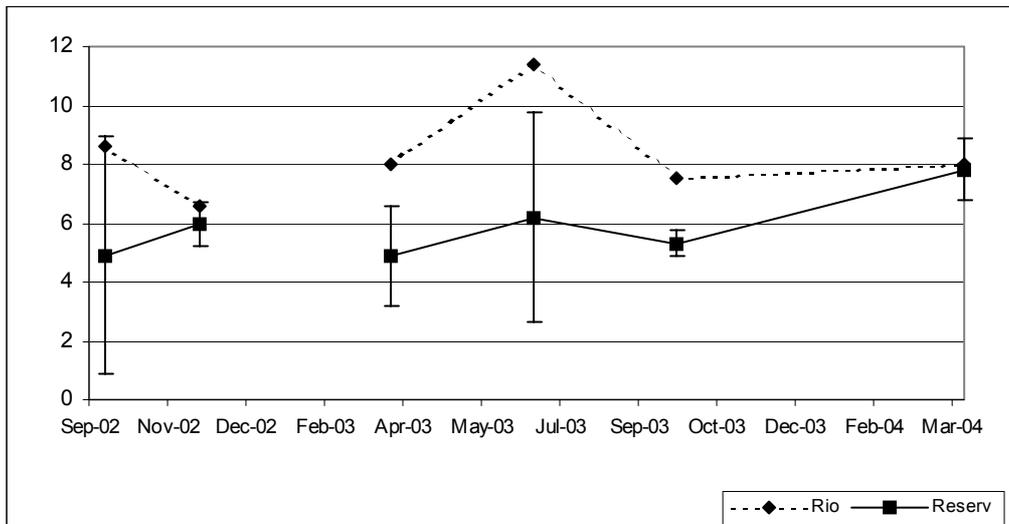


Figura 75: Variação do oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água.

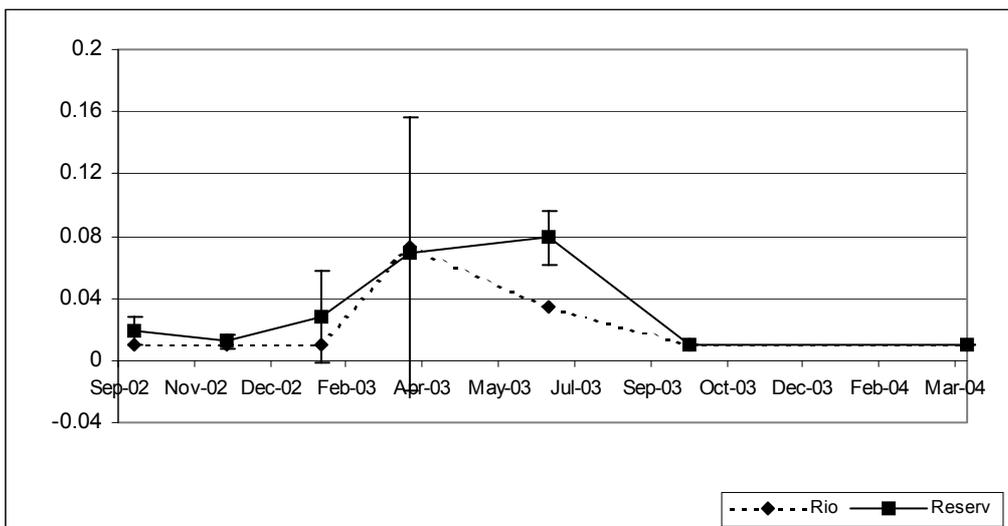


Figura 76: Variação do nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água.

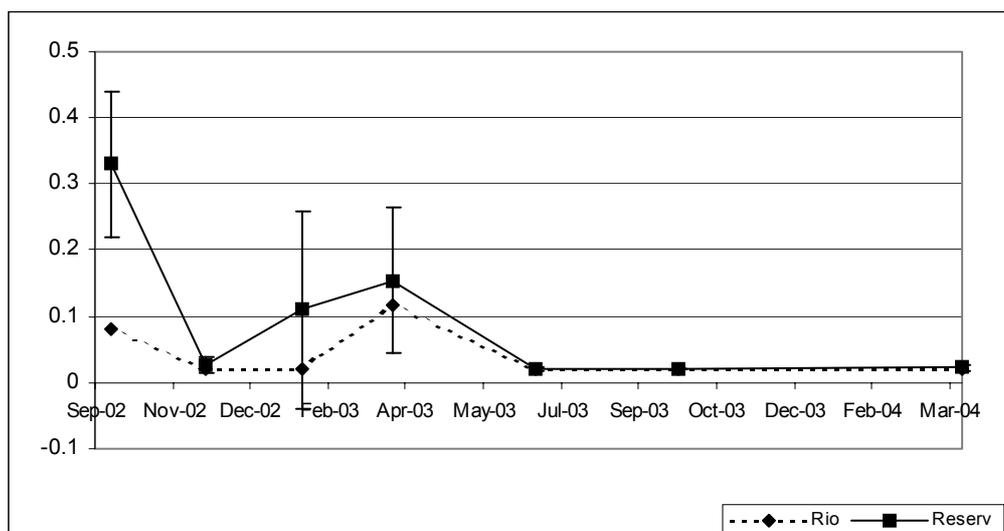


Figura 77: Variação do nitrogênio Kjeldhal ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água.

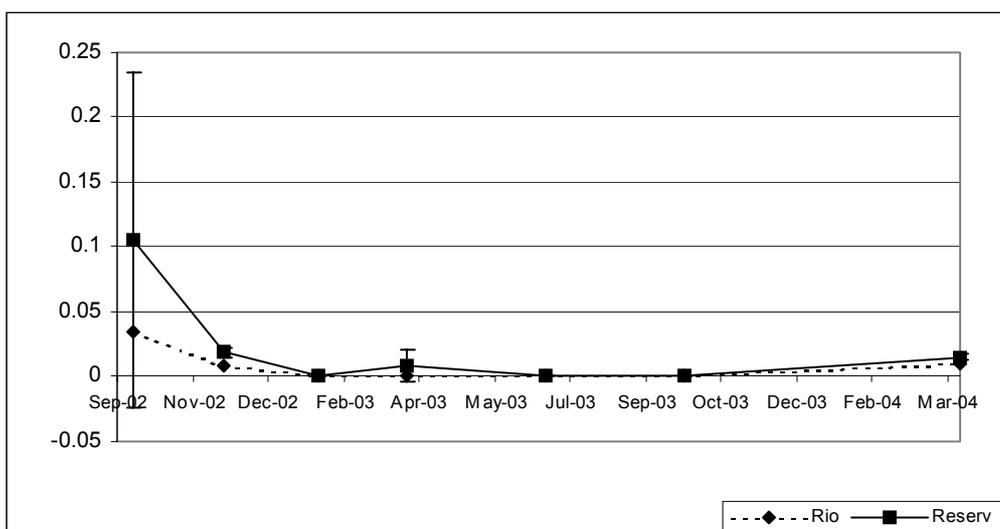


Figura 78: Variação da amônia ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru , com desvio padrão da média da coluna d'água.

é provável que ambas atuaram em conjunto. Nessas condições, é possível inferir que, entre abril e julho/03, o material refratário e subprodutos da decomposição da matéria orgânica lábil, acumulados no sedimento do reservatório, possam ter liberados compostos que demandam OD, como amônia, e esses rapidamente terem sido oxidados, devido a disponibilidade de OD na coluna d'água (Fig. 78). Nesse contexto, atribui-se, normalmente, que a primeira etapa de consumo de OD represente principalmente as oxidações dos compostos de carbono e a segunda, os processos de nitrificação e de mineralização das estruturas refratárias (Bianchini Jr., 1999).

Considerando que o rio Jauru seja uma das principais fontes de OD para o reservatório, tendo em vista a baixa densidade média dos organismos fitoplanctônicos nesse ambiente semi-lêntico (item 4.4.2.2.), e que somente na primeira amostragem e no fundo do reservatório foram mensurados valores baixos de OD, é possível que o lento processo de decomposição da matéria orgânica refratária não tenha provocado alterações na concentração de OD nesse reservatório. Contudo, os processos de nitrificação podem ter influenciado nos resultados discretamente menores valores de OD no fundo em relação à superfície nos meses de abril e julho/03, que coincidiram

com aumento expressivo na concentração média de nitrato em relação aos meses anteriores, especialmente no fundo (0,171 e 0,097 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente).

As maiores concentrações de fósforo (Pt) foram determinadas no fundo do reservatório em outubro/02 (0,097 mg.L<sup>-1</sup>) e em abril (0,163 mg.L<sup>-1</sup>), quando também foram obtidos os maiores DP (0,043 e 0,07) (Fig. 79). A média geral de Pt foi mais elevada do que no rio até abril/03, exceto em dezembro/02 que foi igual (0,012 mg.L<sup>-1</sup>), sendo menor ou similar nos meses seguintes. No primeiro mês de enchimento, a liberação de compostos fosfatados advindos da decomposição da biomassa inundada ou mesmo do solo local pode provocar incremento desse nutriente no reservatório. Já em abril/03 é provável que esse incremento tenha tido contribuição do rio Jauru, que, devido ao pico da estação chuvosa e a elevada vazão, tenha atuado na resuspensão do sedimento de fundo, disponibilizando fósforo, antes imobilizado. É provável também que nesse mês tenha sido turbinado mais água, aumentando a corrente fluvial no fundo e, com isso, favorecendo a resuspensão do fósforo retido no sedimento.

Os resultados da média geral de amônia, nitrato e fósforo no reservatório de Jauru, que foram de 0,021, 0,032 e 0,027 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente, permitem enquadrar esse ambiente como oligotrófico para NH<sub>3</sub> e NO<sub>3</sub> e mesotrófico para o Pt.

É inequívoco que as principais alterações limnológicas observadas no reservatório de Jauru, ocorreram no primeiro mês após o enchimento devido a liberação de substâncias ou ao consumo de OD pelo processo de decomposição da matéria orgânica lábil. Mesmo considerando que a vegetação afogada na área do reservatório ser basicamente formada por pastagens artificiais, que possivelmente sejam de mais fácil degradação se comparados, por exemplo, com a vegetação de cerrado, as alterações foram discretas mas detectáveis, mesmo com o delineamento amostral adotado.

Os resultados da primeira campanha após o enchimento (outubro/02) sugerem que as condições nos 30 dias anteriores, ou seja, imediatamente após o término do enchimento, pudessem ser mais críticas em termos de alterações limnológicas, mas a rápida renovação da água não favoreceu a manutenção dessas alterações por longo período, visto pelos resultados observados nessa primeira amostragem. Os padrões de variação longitudinal e vertical, principalmente do pH, alcalinidade, nutrientes, OD, cálcio e turbidez indicaram que o reservatório foi controlado principalmente pelo rio Jauru e também pelo regime de saída de água a jusante do sistema.

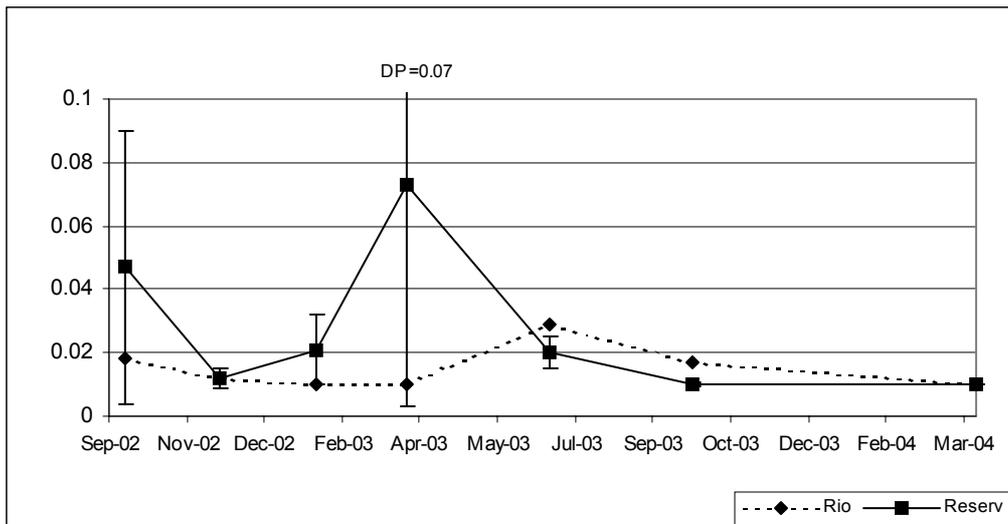


Figura 79: Variação do fósforo ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru, com desvio padrão da média da coluna d'água.

#### 4.4.2.2. Comunidade fitoplanctônica

No rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru foram identificados 50 táxons de algas fitoplanctônicas, distribuídas nas classes Zygnemaphyceae (12), Chlorophyceae (10), Bacillariophyceae (09), Cyanophyceae (09), Euglenophyceae (03), Crysophyceae (03), Dinophyceae (02), Oedogoniophyceae (01) e Cryptophyceae (01).

A densidade total do fitoplâncton variou em média de 29 a 113  $\text{ind.mL}^{-1}$  no rio (Jau10) e de 59 a 570  $\text{ind.mL}^{-1}$  no reservatório (Jau40). Considerando que em 2003 foram amostrados dois meses em cada período hidrológico (fevereiro e abril na chuva e julho e outubro na estiagem), as maiores densidades foram obtidas na época de estiagem nos dois ambientes, sendo que no reservatório a densidade foi cerca de 86% mais elevada do que no rio. Em 2002, quando foi amostrado um mês em cada época do ano (outubro e dezembro), não foi verificada sazonalidade significativa na densidade nos dois ambientes, possivelmente pelo esforço amostral e pela formação recente do reservatório.

Os valores médios da diversidade fitoplanctônica foram semelhantes, exceto na estiagem de 2003 em Jau10 e Jau40, quando foram registrados os maiores índices (3,6 e 3,4  $\text{bits.mg}^{-1}$ , respectivamente) e no período chuvoso de 2004, quando foi registrado o menor índice no reservatório (0,7  $\text{bits.mg}^{-1}$ ) em relação a todo o estudo, considerando a

ocorrência de somente duas espécies. Essa baixa diversidade possivelmente teve relação com a forte influência do rio nesta amostragem, que com o curto tempo de residência deve ter provocado exportação da comunidade para jusante. A influência do rio nessa amostragem também foi verificada para algumas variáveis físicas e químicas (item 4.4.2.1.). O fitoplâncton caracterizou-se no ano de 2003 pelas maiores diversidades médias no período de estiagem (Tab. XIV).

Quanto à riqueza de espécies, a comunidade caracterizou-se por variar, entre 4 e 16 taxons/amostra no rio e entre 2 e 26 taxons/amostra no reservatório. Observou-se uma tendência de riqueza mais elevada no período de estiagem, mais evidente no reservatório, com destaque ao resultado na estiagem de 2003, especificamente em outubro (26 taxons).

Na estação Jau10, verificou-se tendência de dominância de cianobactérias (*Synechococcus aquatilis* e *Anabaena* sp) e diatomáceas (*Navicula* sp). Em Jau40, a comunidade apresentou dominância das criptofíceas *Cryptomonas* sp. e *Chroomonas* sp., seguidas em menores proporções por clorofíceas (*Sphaerocystis schroeteri* e *Pandorina*) e da dinofíceia *Peridinium* sp. (Fig. 80).

No reservatório de Salto do Vau (PR), Train *et al.* (2005) constataram que o baixo número de táxons nas diversas estações de amostragem (13 taxons em 3 estações de coleta) esteve associado ao curto tempo de residência e à escassez de nutrientes, com dominância das criptofíceas, que ocorreram em todas as estações de coleta, porém com baixas densidades.

Em relação ao rio Jauru, de maneira geral, observou-se alternância na dominância da comunidade fitoplânctônica entre cianobactérias e diatomáceas, sem relação com o período sazonal em 2002; mas em 2003, quando as coletas foram intensificadas, pode-se verificar dominância das cianobactérias na época de chuva e das diatomáceas na estiagem.

No reservatório, a cianobactéria da espécie *Aphanothece minutissima* ocorreu somente na primeira amostragem (Fig. 80). Bicudo & Menezes (2005) comentam que nesse gênero estão inclusas espécies que ocorrem no plâncton, no metafiton, nos bentos, sobre pedras úmidas e no solo, sendo um gênero comum que ocorre nos mais diversos ambientes aquáticos e terrestres. Os autores conceituam metafiton como uma comunidade de microorganismos flutuantes que vivem, em geral, frouxamente associados às plantas da zona litorânea dos ambientes aquáticos. Com o exposto, é

Tabela XIV: Variação média da densidade (ind.mL<sup>-1</sup>), riqueza (táxons/amostra) e diversidade (bits.ind<sup>-1</sup>) da comunidade fitoplanctônica no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru entre 2002 e 2004, nos períodos de chuva e estiagem.

Ano	2002				2003				2004	
Mês	Outubro		Dezembro		Fevereiro e Abril		Julho e Outubro		Abril	
Período	Estiagem		Chuva		Chuva		Estiagem		Chuva	
Estação	Jau10	Jau40	Jau10	Jau40	Jau10	Jau40	Jau10	Jau40	Jau10	Jau40
Densidade (ind.mL <sup>-1</sup> )	59	120	42	167	29	153	78	570	32	59
Diversidade (bits.ind <sup>-1</sup> )	3,6	2,5	2,4	1,5	1,6	2,4	2,5	3,4	2,1	0,7
Riqueza (taxons/amostra)	16	7	7	6	4	9	8	26	5	2

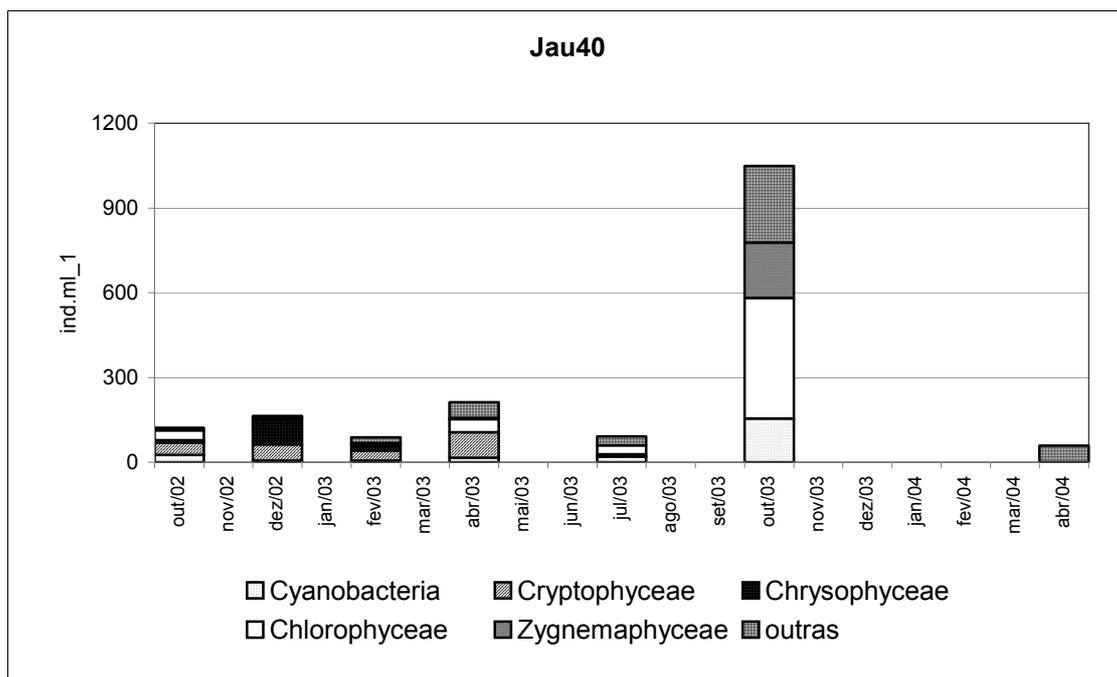
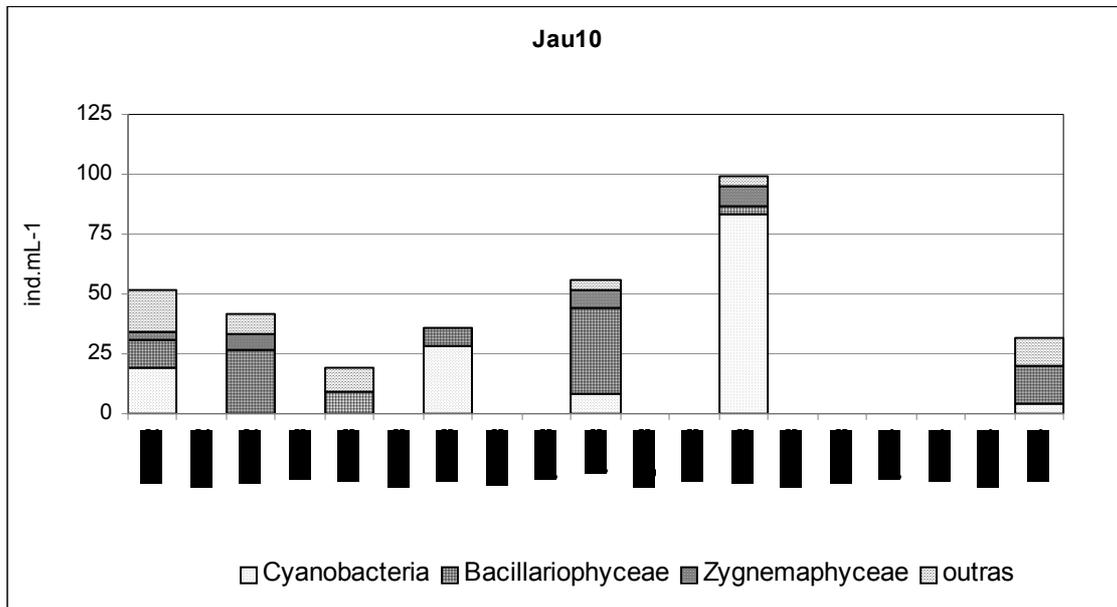


Figura 80: Variação da densidade fitoplanctônica ( $\text{ind.mL}^{-1}$ ) por classes taxonômicas no rio Jauru (Jau10) e no reservatório da AHE Jauru (Jau40) entre outubro/02 e abril/04.

provável que a ocorrência dessas espécies tenha relação com a recente formação do reservatório, quando a mesma poderia estar presente no solo inundado ou no metafíton do leito do rio no trecho onde foi formado o reservatório.

Vale destacar que as outras espécies dominantes em todas as amostragens no reservatório de Jauru eram flageladas, unicelulares ou coloniais, exceto *Fragillaria* sp, com 10 ind.mL<sup>-1</sup> em abril/03, e todos gêneros cosmopolitas (Bicudo & Menezes, 2005). É provável que a dominância das formas flageladas tenha relação com o curto tempo de residência, com a turbulência e com a baixa disponibilidade de nutrientes. As formas flageladas podem buscar recursos alimentares ao longo da coluna d'água e migrar mais facilmente para locais com menos fluxo. A corrente da água e o funcionamento do reservatório pode impedir outros grupos sem movimentos independentes de se estabelecerem ou esses serem facilmente exportados para jusante.

As espécies que contribuíram com mais de 5% para a média da densidade total foram representadas por 17 grupos funcionais (*sensu* Reynolds *et al.* 2002), distribuídas entre as estações e períodos climatológicos (Tab. XV).

No rio Jauru os grupos funcionais mais expressivos foram o **D**, formado por diatomáceas penadas (*Navícula* sp, *Diatoma* sp) que predominaram na época de chuva de 2002 e 2004 e na estiagem de 2003, e o **Z**, representado por *Synechococcus* sp, que predominou na estiagem de 2002 e no período chuvoso de 2003 (Tab. XV). As diatomáceas penadas são comumente encontradas no perifíton, que no caso do rio Jauru podem colonizar o sedimento arenoso de fundo, as rochas do leito e a vegetação semi-aquática marginal. A disponibilidade de habitats para o perifíton no rio e a intensa velocidade da água contribui para o desprendimento de espécies do substrato, passando a compor o plâncton, tanto na época de chuva como na de estiagem. As condições do plâncton, no entanto, são muito restritas para formar uma comunidade funcional, visto pela intensa correnteza e pela baixa disponibilidade média de nutrientes.

O grupo **Z**, conforme Reynolds *et al.* (2002), é formado por organismos que vivem em condições de alta transparência e mistura, tolerantes as baixas concentrações de nutrientes, aspectos que são comuns no rio Jauru. Além disso, *Synechococcus* é um gênero que pode ocorrer também no metafíton e sobre rochas (Bicudo & Menezes, 2005), ou seja, são perifíticos e podem, assim como as diatomáceas penadas, terem se desprendido de algum substrato com a correnteza.

Tabela XV: Porcentagens médias da densidade das principais espécies que formam os grupos funcionais (GF) do fitoplâncton no rio Jauru e no reservatório do AHE Jauru entre 2002 e 2004, nos períodos chuvoso e de estiagem.

Estação 2002				2003				2004							
Período	Estiagem	%	GF	Chuva	%	GF	Chuva	%	GF	Estiagem	%	GF	Chuva	%	GF
Jau10	<i>Synechococcus</i> sp	13	Z	<i>Navícula</i> sp.	43	D	<i>Synechococcus</i> sp.	28	Z	<i>Navícula</i> sp2	21	D	<i>Navícula</i> sp.	38	D
	<i>Monoraphydium</i> sp	12	J	<i>Diatoma</i> sp.	14	D	<i>Cryptomonas</i> sp.	26	Y	<i>Anabaena</i> sp.	16	H <sub>1</sub>	<i>Oedogonium</i> sp.	25	-
	<i>Chroococcus minor</i>	6	X <sub>1</sub>	<i>Chroomonas</i> sp.	14	X <sub>2</sub>	<i>Navícula</i> sp.	13	D	Pseudoanabaenaceae	15	S	Stigonematales	13	X1
	<i>Oscillatoria amphibia</i>	6	S	<i>Oocystis</i> sp.	7	F	Pseudoanabaenaceae	11	S	<i>Synechococcus</i> sp.	10	Z	<i>Peridinium</i> sp.	13	L <sub>m</sub>
	<i>Aphanothece minutissima</i>	6	K	<i>Cosmarium</i> sp.	7	N	<i>Achnanthes</i> sp.	8	D	<i>Gomphonema</i> sp.	6	D	<i>Fragillaria</i> sp.	13	P
	Pseudoanabaenaceae	6	S <sub>1</sub>	<i>Xanthidium</i> sp.	7	N	<i>Eunotia bilunaris</i>	8	D	<i>Aphanocapsa</i> sp.	6	K			
						<i>Navícula</i> sp2	6	D							
Jau40	<i>Cryptomonas</i> sp	35	Y	<i>Chroomonas</i> sp.	58	X <sub>2</sub>	<i>Cryptomonas</i> sp.	41	Y	<i>Pandorina</i> sp.	17	G	<i>Peridinium</i> sp.	83	L <sub>m</sub>
	<i>Aphanothece minutissima</i>	21	K	<i>Cryptomonas</i> sp.	35	Y	<i>Chroomonas</i> sp.	12	X <sub>2</sub>	<i>Eudorina</i> sp.	14	G	<i>Fragillaria</i> sp.	17	P
	<i>Sphaerocistis schroeteri</i>	14	F				<i>Pandorina</i> sp.	11	G	<i>Gymnodinium</i> sp.	13	L <sub>0</sub>			
							<i>Peridinium</i> sp.	9	L <sub>m</sub>	<i>Aphanocapsa</i> sp.	6	k			
							<i>Navícula</i> sp2	7	D	Pseudoanabaenaceae	5	S			
							<i>Navícula</i> sp3	6	D						

No reservatório, os grupos funcionais **D** e **Z** tiveram discreta ocorrência, visto principalmente pela baixa disponibilidade de habitats, considerando o hábito perifítico dessas algas.

Até abril/03 dominaram os grupos funcionais **Y** e **X<sub>2</sub>**, que apesar de não terem ocorrido como dominantes no rio Jauru, são comumente encontrados em ambientes lóticos (Loverde-Oliveira, 2005). Destaca-se que *Crytomonas* e *Chroomonas*, que representaram esses grupos em Jauru, são gêneros que ocorrem em locais com elevados teores de matéria orgânica em decomposição e bastante comum no sedimento de fundo de ambientes lênticos (Bicudo & Menezes, 2005). A biomassa vegetal em decomposição no fundo do reservatório de Jauru pode ter favorecido a ocorrência dos grupos **Y** e **X<sub>2</sub>**, que passaram a compor o plâncton, provindos do rio Jauru, onde tiveram discreta ocorrência, tendo encontrado condições satisfatórias para aumento da população no reservatório. Além disso, as espécies desses gêneros pertencem ao nanoplâncton (Reynolds *et al.* 2002; Bicudo & Menezes, 2005), algas que geralmente ocorrem em ambientes turbulentos e com baixo tempo de residência (Tundisi, 1990).

Na estiagem/2003, quando se observou menor influência do rio no reservatório, estabeleceu-se o grupo funcional **G**, tipicamente planctônico e indicado de ambientes enriquecidos por nutrientes, que foi substituído em abril/04 pelo grupo **L<sub>m</sub>**. Reynolds *et al.* (2002) considera que esse grupo vive comumente em ambientes eutróficos e são pouco tolerantes à mistura e a baixa disponibilidade de luz, condições que não condizem com o verificado no reservatório de Jauru em abril/04. Pode-se supor que esse grupo não seja bom descritor dessas condições nesse ambiente ou que, sua baixa ocorrência no rio Jauru, aliado ao aumento da velocidade da água nessa época do ano, tenha favorecido seu estabelecimento no reservatório, que talvez tenha sido esporádica.

Em síntese, a densidade e a riqueza foram baixas, tanto no rio como no reservatório, devido às condições de turbulência no rio, curto tempo de residência no reservatório e baixa disponibilidade de nutrientes nos dois ambientes. A densidade, contudo, foi sempre maior no reservatório. Porém, a diversidade e a riqueza não tiveram nítida variação espacial, mas houve tendência de maiores resultados na estiagem no reservatório. Isso indica que a comunidade fitoplanctônica provavelmente tenha uma função mais importante no reservatório na época de estiagem, quando há menor influência do rio e quando há menor exportação de água superficial para jusante.

Os grupos funcionais que ocorreram no reservatório foram sempre distintos aos observados no rio, mas predominaram os típicos de ambientes lóticos, com

disponibilidade de nutrientes e turbulentos até abril/03 (**Y** e **X<sub>2</sub>**) e, somente na estiagem/03, grupo tipicamente planctônico (**G**), indicando, portanto, serem bons descritores das condições ambientais que predominaram nesse reservatório. A alternância da influência do rio no reservatório de Jauru é de difícil previsão, especialmente na época de chuva, tendo em vista o regime torrencial desse ambiente lótico (item 4.2.2.), sendo difícil prever que nos próximos anos ocorra alternância de dominância entre o grupo **G**, na estiagem, e dos outros grupos, como **Y**, **X<sub>2</sub>** e **L<sub>m</sub>**, na época de chuva. Nesse caso, a hidrodinâmica do sistema funciona como um contínuo renovador das condições de hábitat, não permitindo o amadurecimento da comunidade para atingir o conseqüente estado e equilíbrio (Loverde-Oliveira, 2005).

## **4.5. APM Manso e AHE Jauru: padrões similares e estabilização**

### **4.5.1. Variáveis físicas e químicas**

Durante a fase de enchimento do reservatório do APM Manso foi possível constatar que a liberação de substâncias provenientes da decomposição da matéria orgânica lábil e a diminuição da velocidade da água com aumento do tempo de residência, promoveram várias alterações limnológicas em relação a condição inicial dada pelos rios Manso e Casca. Já no reservatório da AHE Jauru, como o enchimento foi muito rápido e a primeira amostragem só foi realizada um mês depois, ou seja, após 7,5 renovações da água, essas alterações foram bem mais discretas do que as constatadas em Manso, mas sugerem que tenham sido mais evidentes imediatamente após o enchimento. Essa defasagem no esforço amostral de Jauru indica a necessidade de monitoramento com intervalos mais curtos em reservatórios com tempo de residência pequeno, visando verificar as alterações limnológicas mais críticas promovidas pelo processo de decomposição, principalmente.

Mesmo considerando as discretas alterações limnológicas ocorridas em Jauru em relação a Manso, onde na última amostragem deste estudo (abril/03) tinham ocorrido somente 2,5 renovações da água, alguns padrões foram recorrentes nos dois reservatórios, em suas devidas proporções. As variáveis indicadoras das alterações das fases de cada reservatório e das sucessões físicas e químicas foram as mesmas para ambos os reservatórios. Além disso, de maneira geral, algumas dessas variáveis foram controladas pelas mesmas forças nesses dois sistemas.

Os padrões identificados sugerem que em ambos os reservatórios nos primeiros meses de formação, onde em Manso refere-se à fase de enchimento ocorrida entre dezembro/99 e dezembro/00, e em Jauru entre outubro e dezembro/02, houve incremento médio da condutividade elétrica e da alcalinidade e da demanda de oxigênio; especificamente verificados no fundo dos dois reservatórios. Com isso, mesmo com a retirada de quase toda a vegetação da área inundada de Jauru, a matéria orgânica do solo e os restos de biomassa foram suficientes para provocar alterações limnológicas, que em Manso tiveram uma magnitude muito maior, devido a grande quantidade de biomassa e ao longo tempo de residência. Essas alterações estão relacionadas principalmente ao processo de decomposição da matéria orgânica lábil,

cujo padrão deve ter sido similar em ambos os mesmos considerando as diferentes condições físicas e químicas iniciais, dadas pelos rios Manso, Casca e Jauru. Convém destacar que o braço do Casca se aproxima muito mais das condições limnológicas observadas em Jauru do que do braço do Manso, considerando os baixos valores da condutividade elétrica, da alcalinidade, da concentração de nutrientes dos íons nesses dois rios.

Uma parte da biomassa vegetal inundada nos dois reservatórios, formada principalmente por compostos de carbono orgânico presentes nas folhas, serapilheira e no solo, foi o primeiro recurso a sofrer decomposição, provocando mudanças principalmente na condutividade e na alcalinidade, através da liberação de eletrólitos e de formas inorgânicas de carbono, etapa da decomposição que por sua vez demandou OD. O gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) rapidamente foi convertido em ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) que também (rapidamente) foi convertido em bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ); os valores de pH próximos a 7 nos dois reservatórios desfavoreceram a predominância do ácido carbônico, independente do valor inicial da alcalinidade dada pelos rios. As presenças de íons de sódio, cálcio e magnésio nos rios Manso, Casca e Jauru, mesmo em baixas concentrações, contribuíram para formação de bicarbonato de Na, Ca e Mg, conferindo alcalinidade ao meio, que no caso desses rios era muito baixa. Por outro lado, a primeira etapa da decomposição gerou também subprodutos de difícil decomposição que, juntamente com o material refratário, iriam influenciar nas condições predominantes da etapa seguinte dos reservatórios de Manso e Jauru, discutidos a frente.

Nesse contexto, as demandas de OD no reservatório de Manso foram muito maiores e contínuas do que no de Jauru, onde os déficits foram verificados somente no hipolímnio na primeira amostragem, sugerindo que tenham ocorrido demandas maiores imediatamente após o enchimento. Como o tempo de residência do reservatório de Jauru é muito curto, ocorreu rápida renovação da água e aporte de oxigênio ao sistema, superando as demandas da decomposição, o que favoreceu a predominância de um ambiente aeróbio em quase toda a coluna d'água (exceto em outubro/02 no hipolímnio). Essa condição foi distinta em Manso, no qual as demandas da decomposição foram muito maiores do que as entradas de OD, gerando um ambiente anóxico, especialmente do meio ao fundo da coluna d'água, tanto na fase de enchimento como na de operação, mas com aumento gradativo da camada oxigenada nessa segunda fase de estabilização do reservatório.

Admite-se, com frequência, que os processos aeróbios de decomposição sejam mais rápidos (Wetzel, 1983). No entanto, estudos desenvolvidos em uma lagoa marginal sugerem que nos ambientes anóxicos é possível a ocorrência de similaridade nas velocidades de decaimento sob condições aeróbias e anaeróbias (Antônio, 1996 *apud* Bianchini Jr., 1999) ou mesmo que em condições anaeróbias os processos sejam mais rápidos (Bianchini Jr., 1997). Com isso, a renovação constante da água no reservatório de Jauru, distinto do ocorrido em Manso, pode não ter sido a única força controladora da rápida decomposição da matéria orgânica nesse sistema.

As diferenças na velocidade de decomposição nos reservatórios de Manso e Jauru sugerem que dois fatores principais devem ter sido controladores desse processo: i) quantidade de biomassa inundada, que em Jauru foi muito menor do que em Manso; ii) qualidade do substrato, uma vez que em Manso predominou vegetação de cerrado, com expressiva composição de material refratário, e em Jauru a vegetação foi basicamente composta por pastagens cultivadas.

Experimentos relativos a mineralização aeróbia de vários tipos de detritos têm indicado que as cinéticas de consumo de OD podem refletir aspectos qualitativos do detrito, assim como sugerem ocorrência de variação nas estequiometrias dos processos. Ensaio de mineralização aeróbia, efetuados com glicose, indicaram que as velocidades de reação variam de acordo com as concentrações do substrato, sugerindo ainda que as concentrações do substrato possam interferir no rendimento dos processos de formação de células de microorganismos (Bianchini Jr., 1999).

Na fase de estabilização do reservatório de Manso e após outubro/02 no de Jauru, observou-se tendência de estabilização da condutividade elétrica, geralmente mais elevada do que nos tributários; a alcalinidade foi mais elevada que o rio no braço do Casca e no hipolímnio de Jauru, e o pH no reservatório de Manso. O período de monitoramento realizados nesses ambientes sugere que tais padrões devem ter se mantido nos anos seguintes, também em função da baixa pressão antrópica a que esses reservatórios estão sujeitos.

Na etapa posterior ao predomínio do processo de decomposição, discretamente observada em Jauru (abril-julho/03), mas bastante evidente por vários meses em Manso, os detritos e subprodutos da decomposição provocaram incrementos de compostos nitrogenados que foram os principais fatores responsáveis pelas modificações químicas nesses reservatórios na fase de estabilização, controlados pela velocidade da decomposição e tipo de detrito, que foi gerado na etapa anterior. Outro processo

importante que estabeleceu padrões de variação espacial e temporal nesses reservatórios, foi o processo de sedimentação de material na coluna d'água, indicado pelas variações da Zds, da turbidez e do material em suspensão, nos quais o tempo de residência foi a principal força controladora dos reservatórios.

O elevado TR do reservatório de Manso favoreceu aumento da Zds e diminuição da turbidez e do MS, especialmente no corpo central, a partir de meados da fase de enchimento mantendo-se até o final deste estudo (abril/03), induzindo a estabilidade dessas variáveis na região lacustre de Manso. Por outro lado, na zona de transição, na fase de operação ainda foi possível verificar discreta alteração dessas variáveis na época de chuva, quando aumentou o efeito dos rios em Man20 e Csc20. Essa condição foi similar ao observado no reservatório de Jauru, porém muito mais amplificada. O rio Jauru foi uma força controladora fundamental das variáveis relacionadas a presença de partículas na coluna d'água e à penetração de luz desse reservatório, especialmente na época de chuva. Na estiagem essa influência diminuiu no reservatório de Jauru e, mais nitidamente, na zona de transição de Manso. Com isso, em Jauru não se caracterizou uma típica zona limnética, similar ao reservatório de Manso, mas sim uma região central, no qual o comportamento limnológico foi próximo ao observado na zona de transição flúvio-lacustre de grandes reservatórios, como o de Manso. Nesse contexto, os perfis longitudinais em reservatórios estão relacionados aos seguintes fatores: correntes de advecção produzidas pela entrada dos rios e a velocidade e volume dessas entradas, correntes de superfície produzidas pelo vento e conseqüente *empilhamento* das massas na barragem; correntes produzidas pelo fluxo horizontal de entrada e saída de massas de água a várias profundidades (Tundisi, 1990). Diferenças nos tempos de residência de reservatórios podem produzir os tipos de circulação horizontal nos sistema.

Quanto ao perfil vertical, especificamente ao padrão de estratificação térmica, observou-se em Manso uma desestratificação anual (julho) e índices relativamente altos da resistência térmica relativa (RTR) em todas as estações do corpo central durante quase todo o período deste estudo. Já em Jauru, não foi possível definir claramente o perfil térmico, devido a baixa quantidade de medições; contudo, os RTR obtidos foram relativamente baixos, indicando que para ocorrer a desestratificação térmica nesse reservatório é necessário menos energia do que no reservatório de Manso, sugerindo ocorrência de desestratificação diária da coluna d'água. Certamente o curto tempo de residência do reservatório de Jauru desfavorece a estratificação térmica das massas de água, cujas densidades devem ser discretamente diferentes, pois a interferência

constante da cunha fluvial dificulta essa estabilização. Com isso, o reservatório de Manso pode ser classificado como monomítico quente e o de Jauru, possivelmente, como polimítico.

Com o exposto, foi possível constatar ainda que as relações dos reservatórios com os rios, e por conseguinte com suas respectivas bacias hidrográficas, foi alta no reservatório de Jauru, discreta na zona de transição dos rios Manso e Casca e praticamente inexistente na região limnética do reservatório de Manso.

#### **4.5.2. Comunidade fitoplanctônica**

Na comunidade fitoplanctônica, alguns padrões em relação aos atributos e aos grupos funcionais foram verificados nos dois reservatórios, especificamente entre o reservatório de Jauru e a zona de transição do reservatório de Manso (Mano20 e Csc20), cujas condições são similares em relação ao modelo de habitat. Em Jauru, as menores riqueza e densidade foram registradas na época de chuva, assim como nas zonas de transição do reservatório de Manso, devido a maior influência da intrusão fluvial nessa época do ano, que aumenta o fluxo e diminui a disponibilidade de luz, desfavorecendo assim a colonização do fitoplâncton.

A diversidade no reservatório de Jauru apresentou nítida variação sazonal, com maiores índices na época de estiagem. Na zona de transição de Manso, observou-se aumento da diversidade na fase de operação em relação a de enchimento. Em Jauru, a diversidade oscilou entre 0,7 (chuva/04) e 3,4 (estiagem/03). Em Man20 e Csc20 foi em média de 0,75 e 0,55 na fase de enchimento e 3,2 e 3,0 na de operação, respectivamente. Os resultados sugerem que em Jauru o rio na época de chuva diminui a diversidade do fitoplâncton e que em Manso, na zona de transição, especificamente, o aumento na concentração de nutrientes foi o fator responsável pelo incremento da diversidade, independente da influência do rio na época de chuva, que comparativamente a Jauru, foi nitidamente menor.

A biodiversidade é dinâmica, espécies e populações estão num estado de constante mudança. A distribuição varia constantemente e os ecossistemas dos quais espécies e populações participam, estão num estado constante de fluxo. O funcionamento contínuo dos ecossistemas é afetado por perturbações, consideradas fator chave na dinâmica de comunidade e com papel fundamental no funcionamento e

manutenção do ecossistema (Forneris, 1998). Em represas, os sistemas apresentam características especiais devido aos regimes de operação e fluxo contínuo, deve-se considerar que essa oscilação mecânica interfere nos processos de distribuição espacial e na seqüência temporal do fitoplâncton, bem como na sucessão. O tempo de retenção é um fator fundamental no funcionamento do sistema, implicando em alterações na composição específica e na sucessão, no tamanho dos organismos e sua distribuição. (Tundisi, 1990).

Com relação ao tamanho das células dos grupos funcionais, convém destacar que predominou em Jauru organismos pertencentes ao nanoplâncton (grupo **Y** e **X<sub>2</sub>**), que também tiveram expressiva ocorrência na zona de transição de Manso, representados pelas Chlorococcales unicelular (grupo **X<sub>1</sub>**) e *Cryptomonas* (grupo **Y**). No reservatório de Jauru (Jau40) observou-se dominância dos grupos **Y**, **K** e **X<sub>2</sub>** até abril/03, substituídos pelo grupo **G** na estiagem de 2003 e pelo grupo **L<sub>m</sub>** na época de chuva de 2004. Na fase de operação de Manso, nas duas zonas de transição (Man20 e Csc20), os grupos **L<sub>m</sub>**, **K** e **Y** tiveram expressiva dominância.

O grupo funcional **Y**, que é representado por grandes flagelados do nanoplâncton, bem adaptadas a viverem num largo espectro de habitats e tolerantes a baixa intensidade luminosa (Reynolds, *et al.*, 2002), além de serem tolerantes a fluxos de água (Loverde-Oliveira, 2005), foi comum aos dois reservatórios (Man20, Csc20 e Jau40), sendo um bom descritor das influências dos rios nesses ambientes, por ser tipicamente encontrado em ambientes lóticos, além de confirmar a contribuição do transporte fluvial de inóculos de flagelados (Zalocar de Domitrovic 2002, 2003 *apud* Loverde-Oliveira, 2005).

Em relação ao grupo funcional **K**, que ocorre em ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes e pode representar uma associação de transição entre os grupos **L<sub>m</sub>** ou **M** (Reynolds *et al.*, 2002), também ocorreu com expressiva dominância nesses ambientes.

Mesmo com a predominância do grupo funcional **D** (diatomáceas penadas) nos rios Manso, Casca e Jauru, não foi verificada ocorrência acima de 5% dessas algas em Man20 e Csc20 na fase de operação do reservatório e no reservatório de Jauru durante todo o estudo, pela baixa disponibilidade de habitat para esses organismos, tipicamente perifíticos. A sucessão do fitoplâncton a longo prazo depende certamente da própria evolução do reservatório, que depende evidentemente do acúmulo de informações produzidas durante os usos da bacia hidrográfica e seus efeitos sobre o sistema. A

seqüência temporal depende portando dos pulsos nos sistema. Entradas de material alóctone por drenagem e acúmulo de material em suspensão de origem inorgânica, na superfície, podem produzir bruscas alterações nos eixos horizontal e vertical e reduzir o grau de mistura vertical e de penetração de luz. Neste caso há várias alterações na associação de espécies fitoplanctônicas (Tundisi, 1990).

Destaca-se que no reservatório do APM Manso, além da sucessão física e química, a sucessão da comunidade fitoplanctônica foi verificada através do aumento na densidade biológica nesse ambiente em relação aos rios e pela gradativa substituição de grupos funcionais típicos de ambientes lóticos (**D**, representado pelas diatomáceas penadas; **Y**, pelas *Cryptomonas* e **E** por *Dinobryon sertularia*) por grupos de ambientes lacustres. Na fase de enchimento ainda ocorreram alguns grupos típicos de rios, mas a predominância foi dos grupos funcionais **Y**, **F**, **D**, **J** e **X<sub>1</sub>**, especificamente representados por clorofíceas plantônicas. Na fase de estabilização, além das clorofíceas (principalmente grupo **K**, representado por uma espécie de Chlorococcales colonial não indentificada), ocorreram com expressiva dominância as cianobactérias, definidas pelo grupo funcional **L<sub>m</sub>**, representado principalmente por *Microcystis*. Essa sucessão, contudo, é muito mais complexa, imprevisível e multidirecional do que das variáveis físicas e químicas, dificultando definir um estado de estabilidade, precisamente o *steady state* dessa comunidade no reservatório de Manso.

No reservatório do AHE Jauru a densidade do fitoplâncton também foi sempre maior do que no tributário, contudo, o padrão de sucessão diferiu do reservatório de Manso. Em Jauru a comunidade fitoplanctônica foi controlada pela maior ou menor influência do rio Jauru. Na estiagem, predominou o grupo **G**, representado por clorofíceas planctônicas, mas na época de chuva, quando aumenta a influência do rio, ocorreram os grupos **Y** e **X<sub>2</sub>**, tipicamente lóticos, e **L<sub>m</sub>**, que nesse caso não foi um bom descritor das condições reinantes no reservatório, conforme as definições propostas por Reynolds *et al.* (2002). Os resultados do período estudado sugerem que o pulso do reservatório, controlado pelo rio Jauru, promova alternância desses grupos funcionais, definindo assim um *steady state* nesse ambiente.

### 4.5.3. Estabilização

No reservatório de Manso constatou-se tendência de estabilização da Zds, da turbidez, do MS, da condutividade elétrica, da alcalinidade, dos íons metálicos, do pH e do OD a partir de fevereiro/01 na região limnética (Man30-40 e Csc30). Essa estabilidade não significou, no entanto, ausência de oscilações nos meses seguintes ao enchimento (fev/01-abr/03), mas sim uma condição relativa à fase anterior, na qual as variações foram mais expressivas e tiveram relações com os processos de decomposição, com a alteração da dinâmica hidrológica (diminuição da velocidade, aumento do TR) e com a influência dos rios Manso e Casca nessa região do reservatório. A lenta mineralização da matéria orgânica refratária, a quase ausência da influência desses tributários na região limnética, o início da operação da usina e, principalmente, o aumento do tempo de residência, definiram a fase de estabilização, na qual a amônia e o nitrato foram os principais indicadores e houve predomínio da produção primária sobre o consumo, verificado através do aumento da densidade fitoplanctônica e da altura da camada oxigenada em relação à fase de enchimento. Em síntese, a taxa de decomposição da matéria orgânica lábil pode ser considerada a principal força controladora da fase de enchimento e o tempo de residência da fase de estabilização.

Convém destacar que em diversos reservatórios estabilizados e formados há mais de dez anos observam-se variações nas concentrações de amônia e nitrato ao longo do ano, similares às registradas em Manso (Tundisi, *et al.*, 2004; Pagioro *et al.*, 2005), sugerindo que essa condição ainda ocorra atualmente nesse reservatório. Nesse contexto, o período denominado de *explosão trófica* por Straškraba & Tundisi (2000), ocorreu no reservatório de Manso na fase que foi denominada nesse estudo de estabilização, indicado pelo aumento significativo da concentração de nutrientes nitrogenados e da densidade fitoplanctônica, com expressiva ocorrência de cianobactérias (grupo funcional  $L_m$ ). Porém, como as outras variáveis físicas e químicas avaliadas encontravam-se estabilizadas nessa fase, o padrão difere do mencionado por esses autores para o que denominam de *estabilização*, a qual relacionam ao aumento nas concentrações de matéria orgânica dissolvida (inferido pela condutividade elétrica e alcalinidade), nutrientes e produção fitoplanctônica (inferidos pela densidade) e diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido. Com isso, no período estudado no reservatório de Manso, não foi possível identificar as três fases definidas por esses

autores, enchimento, estabilização e estável (item 1.), mas sim uma fase de enchimento, na qual parte do processo de estabilização ocorreu concomitantemente, e uma fase estável para a maioria das variáveis analisadas, na qual parte do processo de estabilização continuou ocorrendo. Considerando, portanto, que os padrões limnológicos, exceto dos compostos nitrogenados e da densidade e estrutura da comunidade fitoplanctônica, foram similares entre fevereiro/01 e abril/03, sugere-se que o reservatório de Manso encontrava-se estabilizado a partir de fevereiro/01.

O reservatório de Jauru é provável que tenha alcançado a estabilidade entre a 1ª e a 2ª amostragem (outubro-dezembro/02), quando praticamente toda a matéria orgânica inundada foi mineralizada, indicado principalmente pela estabilização da alcalinidade. Essa condição está relacionada principalmente ao pequeno TR, a baixa quantidade de biomassa inundada e a natureza da vegetação inundada (pastagens cultivadas). A fase posterior, de *evolução* do reservatório de Jauru, foi controlada basicamente pelo rio Jauru, mais evidente na época de chuva. A alternância e a imprevisibilidade desse controle tende a manter esse ambiente sempre instável para algumas variáveis, como Zds, turbidez e material em suspensão. É provável ainda que essa alternância não favoreça sucessões contínuas do fitoplâncton, que também deverá manter alternância constante dos grupos dominantes. Com isso, a estabilização do reservatório do AHE Jauru não se processou como naqueles com grande área e longo TR, havendo, nesse caso, a alternância de maior ou menor influência do rio, que pode ser considerado como um pulso. Tundisi *et al.* (1999) conceituam pulso como qualquer tipo de flutuação natural ou induzida pelo homem, que afetem os sistemas aquáticos naturais e artificiais, podendo resultar de uma entrada de material, como por exemplo os sedimentos transportados pelo rio Jauru ao reservatório advindos do escoamento superficial da bacia com as chuvas, ou de uma saída de material, através da operação da usina ou vertedouro. Uma vez que as perturbações sejam rítmicas (aparecendo após intervalos mais ou menos regulares), seja por causa de um ambiente cíclico de entrada, seja por causa do próprio desenvolvimento da comunidade, o ecossistema sofre o que pode se chamar de sucessão cíclica (Odum, 1988).

## 5. CONCLUSÕES

- Os rios Manso e Casca apresentaram padrão sazonal para a maioria das variáveis físicas e químicas analisadas, com influência das condições geológicas da bacia.
- As variáveis físicas e químicas analisadas no rio Jauru não apresentaram variação sazonal, mas sim relacionada com a ocorrência ou não de chuva pouco antes da realização das coletas. O regime torrencial foi o principal fator controlador da discreta variação limnológica observada nesse rio.
- O reservatório do APM Manso apresentou padrão monomítico quente em relação à distribuição da quantidade de calor na coluna d'água ao longo do ano, com ocorrência de uma mistura anual.
- A profundidade de desaparecimento do disco de Secchi (Zds), a turbidez e o material em suspensão (MS) variaram nitidamente nos primeiros meses do enchimento do APM Manso, definindo o seguinte padrão: maiores valores de Zds e menores de turbidez e MS na região limnética do reservatório em relação aos rios Manso e Casca. Na zona de transição flúvio-lacustre constatou-se discreta influência dos rios sobre essas variáveis, mais evidentes no período chuvoso.
- A condutividade elétrica e a alcalinidade foram os principais indicadores do processo de mineralização da matéria orgânica lábil na fase de enchimento. Na fase de estabilização essas variáveis apresentaram tendência de estabilidade, com padrão de maiores médias no braço do Casca em relação ao rio Casca e similares no braço do Manso em relação ao rio Manso.
- As concentrações de OD diminuíram nitidamente no reservatório de Manso nos primeiros 5 meses do enchimento, com menores resultados do meio ao fundo da coluna d'água, devido às demandas pela mineralização da matéria orgânica lábil. Constatou-se padrão de menores concentrações médias de OD em relação aos tributários, menores valores no mesolímnio e anoxia no hipolímnio.

- As concentrações de nitrato, amônia e fósforo foram maiores na fase de estabilização em relação à de enchimento e no reservatório em relação aos tributários, característico de condições eutróficas, relacionadas à lenta mineralização da matéria orgânica refratária e dos sub-produtos da fase de enchimento.
- No reservatório do APM Manso, a sucessão da comunidade fitoplanctônica foi verificada através do aumento na densidade biológica nesse ambiente em relação aos rios e pela gradativa substituição de grupos funcionais típicos de ambientes lóticos por grupos de ambientes lacustres. Na fase de enchimento predominaram os grupos funcionais **Y**, **F**, **D**, **J** e **X<sub>1</sub>**, especificamente representados por clorófitas plantônicas. Na fase de estabilização, além das clorófitas, ocorreram com expressiva dominância as cianobactérias, definidas pelo grupo funcional **L<sub>m</sub>**, representado principalmente por *Microcystis*. Em geral, os grupos funcionais foram bons descritores das condições limnológicas de ambas as fases do reservatório e dos tributários.
- Os padrões identificados no reservatório do APM Manso sugerem que esse ambiente encontrava-se estabilizado a partir de fevereiro/01, fase de estabilização e de operação da usina, mesmo considerando as condições eutróficas da região limnética.
- No reservatório do AHE Juru o incremento da condutividade elétrica, alcalinidade, NKT e amônia e decréscimo do OD na primeira amostragem, realizada um mês após o enchimento, sugerem que as condições anteriores foram mais críticas em termos de alterações limnológicas em relação ao rio Juru, devido ao processo de decomposição da biomassa inundada no início da formação do reservatório.
- A maioria das variáveis físicas e químicas no reservatório de Juru foi influenciada pela força da intrusão fluvial do rio Juru devido ao pequeno tempo de residência, condição mais evidente na época de chuva. Essa alternância de maior ou menor influência do rio sobre esse reservatório mantém um ambiente

com alternância cíclica de perturbação. A condutividade elétrica manteve-se discretamente mais alta no reservatório do que no rio Jauru.

- Os baixos resultados do índice de Resistência Térmica Relativa no reservatório de Jauru e a pouca diferença desses resultados entre uma cada e outra deveram-se ao curto tempo de residência, sugerindo ocorrência de padrão polimítico.
- A comunidade fitoplanctônica deste reservatório também apresentou influências alternadas do rio Jauru, com predominância de grupos funcionais tipicamente de ambientes lóticos na época de chuva e lacustres na época de estiagem, mas as maiores densidades foram sempre registradas no reservatório.
- Os padrões identificados sugerem que em ambos os reservatórios nos primeiros meses de formação, onde em Manso refere-se a fase de enchimento ocorrida entre dezembro/99 e dezembro/00, e em Jauru entre outubro e dezembro/02, a condutividade elétrica, a alcalinidade e o oxigênio dissolvido foram os principais indicadores do processo de mineralização da matéria orgânica lábil.
- Os grupos funcionais da comunidade fitoplanctônica foram semelhantes entre a zona de transição flúvio-lacustre do reservatório de Manso e o reservatório de Jauru, sendo bons descritos das condições limnológicas predominantes desses ambientes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas Hidrológico do Brasil**. Brasília, DF: ANEEL, 1997. 50 p.

ALMEIDA, R.C. & OLIVEIRA, C.M. Experiência estrangeira na gestão dos recursos hídricos. In: WENDLAND, E. & SCHALCH, V. **Pesquisas em Meio Ambiente: subsídios para a gestão de políticas públicas**. São Carlos, SP: RiMa, 2003. Vol. 2. p. 31-50. (Série-Ciências da Engenharia Ambiental).

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOC.; AMERICA WATER WORKS ASSOC; WATER ENVIR. FEDERATION (AWWA/APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19<sup>a</sup> ed. Washington, DC: APHA-AWWA-WPCF (Publishers), 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR: **13796**. Rio de Janeiro, RJ, 1997. 9 p.

BARBOSA, D.S. & ESPÍNDOLA, E.L.G. Introdução. Algumas teorias ecológicas aplicadas a sistemas lóticos. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G.. **Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos, SP: RiMa, 2003. p. xvi-xxii.

BARROS, L.T.L.P. & CAVALHEIRO, E.S.S. Caracterização da cobertura vegetal. In: FIGUEIREDO, D.M. & SALOMÃO, F.X.T. **Rio Cuiabá da nascente ao Pantanal: uma abordagem sócio-ambiental da bacia hidrográfica**. Cuiabá, MT: Entrelinhas (*no prelo*).

BEYRUTH, Z.; SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; CARVALHO, M.C. & PEREIRA, H.A.S.L. Toxic algae in freshwaters of São Paulo State. In: CORDEIRO-MARINO, M.; AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L.; TOMITA, N.Y. & PLASTINO, E.M. **Algae and environment: a general approach**. São Paulo, SP: SBFic, 1992. p. 53-64.

BIANCHINI Jr., I. The degradation process of organic matter in reservoirs. Hydropower plants and greenhouse gas emission. In: ROSA, L.P. & SANTOS, M.A. **Energy Planning Program**. Rio de Janeiro, RJ: COPPE/Report/Tecnologica, 1997. p. 6-27.

BIANCHINI Jr., I. Decomposição da vegetação e o consumo de oxigênio nos reservatórios: implicações ecológicas. In: HENRY, R. **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, SP: FAPESP-FUNDIBIO, 1999. p. 627-50.

BIANCHINI Jr., I. & CUNHA-SANTINO, M.B. The decomposition of drowned biomass during filling of reservoirs. In: SANTOS, M.A. & ROSA, L.P. **Global warming and hydroelectric reservoirs**. Rio de Janeiro, RJ: COPPE-UFRJ-ELETROBRÁS, 2005. p.55-66.

BICUDO, C.E.M. & MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**: chave para identificação e descrições. São Carlos, SP: RiMa, 2005. 489 p.

BITAR, A.L. & BIANCHINI Jr., I. Mineralization assays of some organic resources of aquatic systems. **Braz. J. Biol.**, São Paulo, SP, n. 62, v. 4A, p. 557-564, 2002.

BITAR, A.L.; ANTÔNIO, R.M. & BIANCHINI Jr., Degradação Anaeróbia de folhas e galhos, cascas e serapilheira. **Acta Limnol. Bras.**, São Paulo, SP, n. 14, v. 2, p. 17-26, 2002.

BLOMQUIVIST, P.; PETERSON, A. & HYENSTRAND, P. Ammonium-nitrogen: a key regulatory factor causing dominance of non-nitrogen-fixing cyanobacteria in aquatic systems. **Archiv of Hydrobiologie**, 1994, n. 132, p. 13-26.

BORDAS, M.P. & SEMMELMAN, F.R. Elementos de engenharia de sedimentos. In: **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2ª ed. Porto Alegre, RS: Assoc. Brasil. de Recursos Hídricos, 2001. p. 915-940.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E.L.G.; POVINELLI, J. & NOGUEIRA, A. M. Caracterização física, química e biológica da água do rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. **Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos, SP: RiMa, 2003. p. 55-76.

CALIJURI, M.C.; DEBERDT, G.L.B. & MINOTI, R.T. A produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Salto Grande. In: HENRY, R. **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, SP: FAPESP-FUNDIBIO, 1999. p. 109-148.

CARACO, N. & MILLER, R. Direct and indirect effects of CO<sub>2</sub> on competition between a cyanobacteria and eukaryotic phytoplankton. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, Toronto, 1998, n. 55. p. 54-62.

CARMOUZE, J.P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo, SP: Edgard Blücher/ Orstom/ SBL/ FAPESP, 1994. 254 p.

CRUZ, R.F. **Avaliação Limnológica do rio Manso na Fase de Enchimento do Reservatório-APM Manso, Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, MT: Inst. Biociências, Univ. Fed. de Mato Grosso, 2000, 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

CUNHA-SANTINO, M.B. & BIANCHINI Jr., I. Estequiometria da decomposição aeróbia de galhos, cascas, serapilheira e folhas. In: Programa de Pós-Graduação em Ciências da Eng. Ambiental. **Recursos Hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado**. São Carlos, SP: RiMa, 2002. Vol. 1. p.43-56. (Série Ciências da Engenharia Ambiental).

CUNHA, S.B. & GUERRA, A. J.T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J.T. & CUNHA, S.B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 1966. p. 337-374.

DEBERDT, A.J. **Variação nictimeral de variáveis limnológicas do reservatório de Salto Grande (Americana, SP)**. (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Depto. De Engenharia Ambiental, Univ. de São Paulo, São Carlos, SP, 1999. 96 p.

De FILIPPO, R.; GOMES, E.L.; LENS-CÉZAR, J. SOARES, C.B.P. & MENEZES, C.F.S. As alterações na qualidade da água durante o enchimento do reservatório de UHE Serra da Mesa-GO. In: HENRY, R. **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, SP: FAPESP-FUNDIBIO, 1999. p.321-46.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência-FINEP, 1998. 602 p.

FERREIRA, R.M.; BARROS, N.O.; DUQUE-ESTRADA, C.H. & ROLAND, F. Caminhos do fósforo em ecossistemas aquáticos continentais. In: ROLAND, F.; CESAR, D. & MARINHO, M. **Lições de Limnologia**. São Carlos, SP: RiMa, 2005. p. 229-242.

FIGUEIREDO, D.M. **A influência dos fatores climáticos e geológicos e da ação antrópica sobre as principais variáveis físicas e químicas do rio Cuiabá, Estado de Mato Grosso**. 1996. 132 p. (Mestrado em Ecol. e Conserv. da Biodiver). Inst. de Biociências, Univ. Fed. de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 1996.

FIGUEIREDO, S.B. **Panorama ambiental da implantação de múltiplos empreendimentos hidrelétricos na região hidrográfica do Paraguai no estado de Mato Grosso**. Cuiabá, MT: CEFET, Pós-Graduação em Gestão Ambiental, 2007. 57 p. Monografia de Especialização.

FIGUEIREDO, D.M. & SALOMÃO, F.X.T. Bacia do rio Cuiabá: caracterização e contextualização. In: \_\_\_\_\_. **Rio Cuiabá da nascente ao Pantanal: uma abordagem sócio-ambiental da bacia hidrográfica**. Cuiabá, MT: Entrelinhas (*no prelo*).

FISHER, S.G. Pattern, Process and Scale in Freshwater Ecosystems: Some Unifying Thoughts. In: GILLER, P.S.; HILDREW, A.G. & RAFAELLI, D.G. **Aquatic Ecology:**

**Scale, Pattern and Process.** Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994. p. 575-591.

FORNERIS, L. Diversidade ecológica: aspectos conceituais, padrões e problemas. In: Simpósio de Ecossist. Brasil., 4, 1998, Águas de Lindóia, SP. **Anais...Águas de Lindóia**, SP: SBE, 1998, v. 5. p 212-225.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. **Parque Gerador: usina hidrelétrica de Manso (212 MW).** Disponível em: [www.furnas.com.br](http://www.furnas.com.br). Acesso em: 30 de maio de 2007.

GERAR ENGENHARIA E GERÊNCIA DE PROJETOS. **Hidrelétrica de Jauru: Relatório de Impacto do Meio Ambiente.** Brasília, DF: Gerar/Finep/Cinco Estrelas Agropecuária e Participação Ltda., 1994. Relatório.

HABTEC-ENGENHARIA AMBIENTAL & FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. **APM Manso. Monitoramento limnológico e da qualidade da água: relatório final de avaliação da fase de enchimento do reservatório.** Rio de Janeiro, RJ: HABTEC-FURNAS, 2001. 120 p. Relatório.

HABTEC-ENGENHARIA AMBIENTAL & QUEIROZ GALVAO ENERGÉTICA. **Caracterização da Flora.** Rio de Janeiro, RJ: HABTEC/QUEIROZ GALVÃO, 2001. Relatório.

HENRY, R. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na represa de Jurumirim. In: **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos.** São Carlos, SP; RiMa, 2003. p. 1-28.

HUSZAR, V. & CARACO, N.F. The relationship between phytoplankton composition and physical-chemical variables: : a comparison of taxonomic and morphological-functional descriptors in six temperate lakes. **Freshwater Biology**, 1998, n.40, p. 679-696.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. The flood-pulse concept in river-floodplain systems. In: International Large River Symposium, 106, 1989. **Proceedings....** Can. Spec.Publ.. Fish. Aquat. Sci. p. 110-127.

KIKUCHI, R.M. **Impacto da implantação da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães (UHE Lajeado) no rio Tocantins, com ênfase na comunidade bentônica.** 2005. 127 p. (Doutorado em Ecol. e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biológicas, Univ. Fed. de São Carlos, São Carlos, SP, 2005.

LOPES, I.R. **Avaliação limnológica do primeiro ano de enchimento do reservatório de Manso (MT): perfil da estação de coleta próxima à barragem.** Cuiabá, MT: Inst. de Biologia, Univ. Fed. de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2003. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

LOVERDE-OLIVEIRA, S.M. **Implicações da complexidade hidrológica sobre padrões limnológicos na lagoa do Coqueiro, Pantanal de Mato Grosso: alternância de estados estáveis.** 2005. 140 p. (Doutorado em Ecologia). Depto. de Ecologia, Univ. Fed. do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2005.

MAGRIN, A.G.E. **Aspectos limnológicos, composição e distribuição da comunidade fitoplanctônica em um reservatório da Amazônia Brasileira (Reservatório da UHE Samuel, Estado de Rondônia), durante sua fase de enchimento.** 1993. 334 p. (Mestrado em Ecol. e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Univ. Fed. de São Carlos, São Carlos, SP, 1993.

MACÊDO, J.A. **Águas & Águas.** Juiz de Fora, MG: Ortofarma, 2000. 505 p.

MAIER, M.H. Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, SP, n. 5, v. 2, p. 75-90, 1978.

MAITELLI, G.T. Interações atmosfera-superfície. In: MORENO, G. & HIGA, T.C.S. **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente.** Cuiabá, MT: Entrelinhas. p. 238-249.

MARINHO, M.M.; HUSZAR, V.L. & SAMPAIO-PINTO, G.F. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da lagoa de Juturnaíba, Araruama, RJ, Brasil: uma comparação entre os períodos anterior e posterior à construção da barragem no rio São João. **Rev. Brasil. Biol.**, Rio de Janeiro, RJ, 1993, n. 53, v. 3, p. 453-467.

MATSUMURA-TUNDISI, J.E. **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos**. Estudo de caso: bacia hidrográfica do Médio Tocantins (TO). 2006. (Doutorado em Ecol. e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biol. e da Saúde, São Carlos, SP, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **CONAMA, Legislação: Resolução 357/05**. Disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acesso em: 15 de maio de 2007.

MINOTI, R. **Variação anual da produção primária e estrutura da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Salto Grande (Americana, SP)**. (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Depto. de Engenharia Ambiental, Univ. de São Paulo, São Carlos, SP, 1999. 148 p.

MIRANDA, L. & AMORIM, L. **Mato Grosso: Atlas geográfico**. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2000. 23 p.

MOREIRA, M.L.C. & VASCONCELOS, T.N.N. **Mato Grosso: Solos e Paisagens**. Cuiabá, MT: Entrelinhas/Seplan/Unesco, 2007. 272 p.

MORENO, I.H. **Estrutura da comunidade planctônica do reservatório da UHE Balbina (Floresta tropical úmida-Amazonas) e sua relação com as condições limnológicas apresentadas na fase de enchimento e pós-enchimento (1987-1990)**. 1996. 237 p. (Doutorado em Ecol. e Recursos Naturais). Depto. de Ecol. e Biol. Evolutiva. Univ. Fed. de São Carlos, São Carlos, SP, 1996.

NETO, M.S.S.; ALVES, R.; FIGUEIREDO, A.C. & HINO, K. Caracterização hidrogeoquímica da Bacia do Rio Manso-Cuiabá, Mato Grosso. São Paulo, SP: **Acta Limnol. Brasil.**, 1993, n. 4, p. 230-244.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara, 1988. 434 p.

OLIVEIRA, H.R. & MAUAD, F.F. Pequenas centrais hidrelétricas: panorama atual brasileiro. In: WENDLAND, E. & SCHALCH, V. **Pesquisas em Meio Ambiente: subsídios para a gestão de políticas públicas**. São Carlos, SP: RiMa, 2003. Vol. 2. p. 177-184. (Série-Ciências da Engenharia Ambiental)

OLIVEIRA, P.K. **Licenciamento Ambiental de PCHs no estado de Mato Grosso: Leis, Decretos e Resoluções**. Cuiabá, MT: Depto de Eng. Sanitária e Ambiental, Univ. Fed. de Mato Grosso, 2007. Trabalho de Conclusão de Curso.

PAGIORO, T.A.; ROBERTO, M.C.; THOMAZ, S.M.; PIERINI, S.A. & TAKA, M. Zonação longitudinal das variáveis limnológicas. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos, SP: RiMa, 2005. p. 39-46.

PAYNE, A.I. **The ecology of tropical lakes and rivers**. Great Britain: John Wiley & Sons, 1986. 295 p.

PEREIRA, V.L.R. **A limnologia e o gerenciamento integrado do reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães-UHE Lajeado, Tocantins**. 2002. 262 p. (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Univ. de São Paulo, São Carlos, SP, 2002.

PINTO-SILVA, V. **Variação diurna dos principais parâmetros limnológicos nos lagos Recreio e Buritizal, Pantanal Matogrossense, Barão de Melgaço, MT**. 1991. 322 p. (Doutorado em Ciências). Centro de Ciências Biol. e da Saúde, Univ. Fed. de São Carlos, São Carlos, SP, 1991.

PLANO DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI (PCBAP). **Hidrossedimentologia do Alto Paraguai**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Vol II, Tomo II-A. 394 p. Relatório.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Síntese Executiva**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, 2006. 135 p.

POMPÊO, M.L.M. & MOSCHINI-CARLOS, V. **Macrófitas aquáticas e perifíton**. São Carlos, SP: RiMa/ FAPESP, 2003. 124 p.

REBOUÇAS, A.C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B. & TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, SP: Escrituras, 1999.1-37 p.

REYNOLDS, C.S. The concept of ecological succession applied to seasonal periodicity of composition of freshwater phytoplankton. **Verh. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.**, 1988, n. 23. p. 683-691.

REYNOLDS, C.S. & DESCY, J.P. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. **Arch. Hydrobiol. Suppl.**, Stuttgart, 1996, n. 113, v. 10. p. 162-187.

REYNOLDS, C.S.; HUSZAR, V.L.M.; KRUK, C; NASELLI-FLORES, L; MELO, S. Towards a functional classification on the freshwater phytoplankton. **Journal Plankton Research**, n. 24, p. 417-428. 2002.

RIOS, L. **Estudo limnológico e fatores ecológicos em ribeirões e córregos da bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão (Estado de São Paulo)**. (Mestrado em Ciências de Engenharia Ambiental). Depto. De Ecologia, Univ. de São Paulo, São Carlos, SP, 1993.

ROCHA, J.P.G. **Avaliação das ações antrópicas no meio físico a partir dos impactos sedimentológicos na bacia do rio Coxipó**. (Mestrado em Ciências em Engenharia Ambiental). Depto. Eng. Sanitária e Ambiental, Univ. Fed. do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2003.

RODRIGUES, L.; THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos, RiMa, 2005. 321 p.

SCHÄFER, A. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais**. Porto Alegre, RS: Ed. da Universidade/ GTZ, 1985. 532p.

SCHWENK, L.M. Domínios Biogeográficos. In: MORENO, G. & HIGA, T.C.S. **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá, MT: Entrelinhas. p. 250-270.

SALOMÃO, F.X.T.; BARROS, L.T.L.P. & CAVALHEIRO, E.S.S. Unidades de paisagem da bacia do rio Cuiabá. In: FIGUEIREDO, D.M. & SALOMÃO, F.X.T. **Rio Cuiabá da nascente ao Pantanal: uma abordagem sócio-ambiental da bacia hidrográfica**. Cuiabá, MT: Entrelinhas (*no prelo*).

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE-SEMA. SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Relatório de Monitoramento: qualidade da água-bacia do rio Cuiabá 2003/2004**. Cuiabá, MT: SEMA, 2005. 79 p. Relatório.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DE MATO GROSSO-SEPLAN. PROGRAMA DESENVOLVIMENTO AGROAMBIENTAL DO ESTADO DE MATO GROSSO-PRODEAGRO. **Caracterização hidrográfica do Estado de Mato Grosso. Relatório**. Cuiabá, MT: Prodeagro/Seplan/Fema, 1995. Relatório.

SILVA, L.H.S. Fitoplâncton de um pequeno reservatório eutrófico (Lago Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP); dinâmica temporal e respostas à ação do zooplâncton e peixes. 2004. 217 p. (Doutorado em Ecologia). Dpto. de Ecologia, Univ. Fed. do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

SILVEIRA, A.L.L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ª ed. Porto Alegre, RS: Assoc. Brasil. de Recursos Hídricos, 2001. p. 35-52.

SOARES, C.B.P, DE FILIPPO, R & FIGUEIREDO, D.M. Vazão Sanitária Durante a Fase de enchimento: Avaliação dos efeitos sobre a qualidade da Água a jusante do APM-Manso (MT). In: XVI Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica., 2001, Campinas, SP. **Anais...**p. 25-28.

STRAŠKRABA, M. & TUNDISI, J.G. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. São Carlos, SP: CNPq-ILEC-IIE, 2000. Vol. 9: Gerenciamento da Qualidade da água de represas. 258 p.

STRAŠKRABA, M. Retention time as a key variable of reservoir limnology. In: TUNDISI, J.G. & STRAŠKRABA, M. (eds.) **Theoretical reservoir ecology and its applications**.. São Carlos, SP: Braz.Acad.Sci.-IIE-Backhuys Publ., 1999. p. 385-410.

THORNTON, J.; STEEL, A. & RAST, W. Reservoirs. In: CHAPMAN, D. (ed.) **Water quality assessments-a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. 2ª ed., UNESCO-WHO-UNEP, 1996. p. 105-145.

TRAIN, S.; JATI, S.; RODRIGUES, L.C. & PIVATO, B.M. Distribuição espacial e temporal do fitoplâncton em três reservatórios da bacia do rio Paraná. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos, SP: RiMa, 2005. p. 73-86.

TUCCI, A.; DEBERDT, G.L.B. & DEBERDT, A.J. Análise da comunidade de fitoplâncton do reservatório de Salto Grande (Americana, SP): uma revisão dos estudos desenvolvidos de um sistema eutrófico. In: ESPÍNDOLA, E.L.G.; LEITE, M.A. & DORNFELD, C.B. Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): caracterização, impactos e proposta de manejo. São Carlos, SP: RiMa, 2004. p. 107-153.

TUNDISI, J. G. Distribuição espacial, seqüência temporal e ciclo sazonal do fitoplancton em represas: fatores limitantes e controladores. **Rev Bras. Biol**, Rio de Janeiro, RJ, 1990, n. 4, v.50. p. 937-955.

TUNDISI, J.G. Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas-estudos de caso e perspectivas. In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R. & JORCIN, A. **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos, SP: RiMa, 2005. p. 1-22.

TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. Eutrophication of lakes and reservoirs: a comparative analysis, case study, perspectives. In: In: CORDEIRO-MARINO, M.; AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L.; TOMITA, N.Y. & PLASTINO, E.M. **Algae and environment: a general approach**. São Paulo, SP: SBFic, 1992. p. 1-33.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI & ROCHA, O. 1999. Ecosistemas de águas interiores. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B. & TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, SP: Escrituras, 1999. p. 153-194.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ARANTES JR.; MATSUMURA-TUNDISI, J.E.; MAZINI, N.F. & DUCROT, R. The response of Carlos Botelho (Lobo, Broa) reservoir as to the passage of cold fronts as reflected by physical, chemical, and biological variables. **Braz. J. Biol.** São Paulo, SP, 2004, n. 64, v.1., p. 177-186.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton-Methodik. **Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.**, 1958. n. 9, p.1-38.

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 1980, v.37. p. 130-137.

WARD, J.V. & STANFORD, J.A. The Serial Discontinuity Concept: extending the model to floodplain rivers. **Regulated Rivers Research & Management**, 1995. v.10, p. 159-168.

WETZEL, R.G. **Limnology**. 2<sup>a</sup> ed. Washington, DC: Saunders College Publ., 1983, 762 p.

WILLÉN, T. Studies on the phytoplankton of some lakes connected with or recently isolated from Baltic. **Oikos**, 1962, v.13, p. 35-53.

## 7. ANEXOS

Anexo 1a: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de monitoramento do APM Manso  
coleta do APM Manso, fase de enchimento, dezembro/99.

Legenda: S= superfície; M= meio; F= fundo; Sólidos susp. fixos e voláteis= material em suspensão (MS)

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		12.12.99 17:45	12.12.99 15:40	12.12.99 09:15	12.12.99 10:00	11.12.99 15:00	11.12.99 13:30	12.12.99 12:15
Profundidade da coleta (m)	S F	0,3 -	0,3 -	0,3 -	0,3 18	0,3 -	0,3 -	0,3 -
Temperatura do ar (°C)		24,8	27,0	23,0	23,0	27,5	29,6	23,0
Temperatura da água (°C)	S F	26,8 -	26,4 -	26,9 -	23,1 27,0	26,3 -	26,5 -	27,3 -
Transparência (m)		0,10	0,15	0,05	0,60	0,10	0,10	0,20
Turbidez (UTN)	S F	265,0 -	354,0 -	215,0 -	13,4 116,8	154,0 -	230,4 -	39,4 -
OD (mg/L)	S F	7,2 -	6,8 -	6,5 -	6,2 2,4	7,0 -	7,0 -	4,2 -
pH	S F	7,0 -	6,8 -	7,5 -	7,0 6,5	6,8 -	7,5 -	6,6 -
Condutividade (µS/cm)	S F	45 -	32 -	46 -	42 39	12 -	11 -	16 -
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S F	84 -	127 -	94 -	1 35	- -	175 -	12 -
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S F	18 -	8 -	13 -	5 16	- -	24 -	3 -
Alcalinidade (mg/L)	S F	16 -	10 -	12 -	16 16	6 -	4 -	6 -
Fósforo total (mg/L)	S F	0,197 -	0,381 -	0,221 -	0,120 0,136	0,173 -	0,098 -	0,069 -
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S F	1,20 -	1,35 -	1,50 -	1,35 1,20	0,45 -	1,20 -	1,50 -
Amônia (mg/L)	S F	1,15 -	1,25 -	1,40 -	1,25 1,05	0,13 -	1,10 -	1,35 -
Nitrato (mg/L)	S F	0,01 -	0,02 -	0,01 -	<0,01 <0,01	<0,01 -	0,03 -	0,01 -
Potássio (mg/L)	S F	5,36 -	7,42 -	5,08 -	4,53 4,13	1,15 -	1,43 -	1,39 -
Sódio (mg/L)	S F	2,11 -	3,98 -	2,27 -	1,80 1,46	1,09 -	1,65 -	1,14 -
Cálcio (mg/L)	S F	4,28 -	3,13 -	3,47 -	3,69 4,27	2,07 -	2,22 -	2,17 -
Magnésio (mg/L)	S F	2,69 -	2,06 -	1,07 -	1,90 2,46	0,93 -	0,86 -	0,60 -

Anexo 1b: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de monitoramento do APM Manso  
coleta do APM Manso, fase de enchimento, janeiro/00.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		16.01.00 19:07	16.01.00 12:45	17.01.00 08:20	15.01.00 13:40	16.01.00 11:00	16.01.00 13:10	15.01.00 16:33
Profundidade da coleta (m)	S F	0,3	0,3	0,3 25	0,3 23	0,3	0,3	0,3
Temperatura do ar (°C)		26,8	31,0	24,9	33,2	25,2	29,7	27,7
Temperatura da água (°C)	S F	29,2	28,9	30,1 25,9	30,8 26,0	25,4	27,2	31,5
Transparência (m)		0,20	0,10	0,70	0,60	0,30	0,50	1,10
Turbidez (UTN)	S F	34,4	65,6	11,8 56,0	4,5 32,3	53,0	23,0	2,3
OD (mg/L)	S F	7,33	6,99	6,00 0,15	4,77 0,20	8,00	7,60	4,60
pH	S F	7,2	6,9	6,8 6,5	6,9 6,6	6,5	6,7	6,3
Condutividade (µS/cm)	S F	82,0	61,0	63,0 38,0	53,0 49,5	15,0	14,0	37,0
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S F	10	31	6 199	3 15	27	7	1
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S F	2	5	3 21	1 3	13	2	3
Alcalinidade (mg/L)	S F	46	21	19 23	27 8	8	4	25
Fósforo total (mg/L)	S F	0,008	0,003	<0,002 0,190	0,019 0,040	<0,002	<0,002	0,144
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S F	<0,02	<0,02	<0,02 1,07	0,24 0,36	<0,02	0,36	0,48
Amônia (mg/L)	S F	<0,02	<0,02	<0,02 0,16	<0,02 0,04	<0,02	<0,02	0,02
Nitrato (mg/L)	S F	<0,01	0,04	<0,01 <0,01	<0,01 <0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Potássio (mg/L)	S F	15,45	10,94	22,85 36,10	16,16 11,57	16,25	4,40	27,20
Sódio (mg/L)	S F	3,16	11,07	2,35 2,51	9,10 7,60	0,96	7,31	1,36
Cálcio (mg/L)	S F	9,23	18,20	6,11 3,40	14,60 21,10	2,89	6,28	3,28
Magnésio (mg/L)	S F	4,24	3,45	2,75 2,90	2,80 2,55	0,44	0,56	1,60

Anexo 1c: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de monitoramento do APM Manso  
coleta do APM Manso , fase de enchimento, fevereiro/00.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		15.02.00 17:00	15.02.00 14:20	17.02.00 10:10	16.02.00 15:30	16.02.00 16:11	16.02.00 14:45	16.02.00 13:20
Profundidade da coleta (m)	S M F	0,3	0,3	0,3 20 38	0,3 20 40	0,3	0,3	0,3 10 19
Temperatura do ar (°C)		30,0	25,0	28,0	-	30,0	28,2	-
Temperatura da água (°C)	S M F	24,7	25,5	27,4 24,7 24,1	30,7 25,5 25,1	25,8	25,4	30,7 27,0 25,9
Transparência (m)		0,05	0,15	0,35	1,10	0,10	0,10	-
Turbidez (UTN)	S M F	197,0	224,0	58,7 156,6 339,4	8,7 60,3 115,1	379,0	86,0	10,3 14,9 49,9
OD (mg/L)	S M F	7,30	6,74	5,85 5,79 5,10	2,91 4,19 3,06	7,29	7,46	1,09 0,26 0,19
pH	S M F	7,1	7,1	6,7 6,9 6,7	6,9 6,8 6,7	6,8	6,8	6,6 6,6 6,6
Condutividade (µS/cm)	S M F	37,6	30,3	33,0 27,0 23,0	55,0 35,0 32,0	24,1	25,7	54,0 52,0 40,0
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S M F	128	192	22 33 140	5 17 19	200	62	9 9 15
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S M F	22	25	3 8 9	2 3 3	37	12	7 3 2
Alcalinidade (mg/L)	S M F	24	24	21 20 14	30 27 25	14	14	14 25 24
Fósforo total (mg/L)	S M F	0,141	0,132	0,073 0,086 0,175	0,072 0,073 0,068	0,215	0,074	0,177 0,082 0,078
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S M F	0,02	<0,02	0,30 0,43 0,49	0,25 0,30 0,43	0,10	0,36	1,70 0,43 0,15
Amônia (mg/L)	S M F	0,02	<0,02	0,02 0,02 0,06	0,10 0,06 0,06	0,05	0,02	0,04 0,13 0,12
Nitrato (mg/L)	S M F	0,05	0,06	0,03 0,04 0,01	0,01 0,05 0,09	0,02	0,02	<0,01 <0,01 <0,01
Potássio (mg/L)	S M F	59,7	14,0	59,2 73,6 61,2	50,8 30,7 59,2	45,4	63,1	55,2 77,6 64,4
Sódio (mg/L)	S M F	12,84	15,16	10,43 7,10 14,59	5,87 22,19 10,51	7,47	15,20	6,32 10,22 9,72
Cálcio (mg/L)	S M F	5,26	5,16	4,56 4,62 4,94	7,46 6,12 4,68	9,91	7,23	8,19 11,21 7,16
Magnésio (mg/L)	S M F	0,88	0,55	0,67 0,82 0,37	1,36 0,77 0,50	0,51	0,32	0,34 0,38 1,42

Anexo 1d: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de monitoramento do APM Manso coleta do APM Manso , fase de enchimento, março/00

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		14.03.00 13:25	14.03.00 15:05	15.03.00 09:00	15.03.00 10:20	15.03.00 14:00	15.03.00 12:40	15.03.00 14:45
Profundidade da coleta (m)	S M F	0,3	0,3	0,3 12,0 23,0	0,3 12,0 25,0	0,3	0,3	0,3 15,0 25,0
Temperatura do ar (°C)		26,3	25,0	24,5	26,1	27,3	28,0	29,9
Temperatura da água (°C)	S M F	24,0	24,7	28,6 26,3 25,5	28,6 26,5 25,4	26,8	26,4	28,9 25,9 25,4
Transparência (m)		0,05	0,05	1,10	1,40	0,10	0,05	1,00
Turbidez (UTN)	S M F	420,0	419,3	4,2 13,6 24,5	4,9 10,1 36,6	331,0	330,0	6,1 15,5 30,6
OD (mg/L)	S M F	7,62	7,33	4,70 0,24 0,11	4,11 0,16 0,09	7,27	1,02	0,36 0,10 0,08
pH	S M F	6,5	6,7	7,1 6,2 6,3	6,9 6,4 6,5	6,6	6,4	6,4 6,3 6,4
Condutividade (µS/cm)	S M F	18,0	23,0	54,0 51,0 50,0	51,0 48,0 38,0	30,9	22,2	48,0 44,0 40,0
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S M F	259	348	2 7 17	3 6 13	166	174	4 6 15
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S M F	35	54	2 4 4	2 1 3	39	30	5 3 4
Alcalinidade (mg/L)	S M F	17	15	18 26 26	25 17 18	14	10	27 18 19
Fósforo total (mg/L)	S M F	<0,002	0,083	0,029 0,060 0,034	<0,002 0,027 0,009	0,066	0,037	0,029 0,020 0,018
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S M F	0,65	0,71	0,41 0,47 0,47	0,59 0,35 0,35	0,22	0,18	0,06 0,36 0,22
Amônia (mg/L)	S M F	0,02	0,06	0,02 0,22 0,23	0,03 0,13 0,16	<0,02	<0,02	<0,02 0,25 0,17
Nitrato (mg/L)	S M F	<0,01	<0,01	<0,01 <0,01 <0,01	<0,01 <0,01 <0,01	<0,01	<0,01	<0,01 <0,01 <0,01
Potássio (mg/L)	S M F	1,0	1,0	2,0 2,0 2,0	2,2 1,8 1,8	1,2	1,0	2,4 2,0 2,0
Sódio (mg/L)	S M F	<1,00	<1,00	<1,00 1,00 <1,00	1,00 <1,00 <1,00	<1,00	<1,00	<1,00 <1,00 <1,00
Cálcio (mg/L)	S M F	3,20	1,60	4,00 4,00 4,00	4,00 2,00 2,80	4,00	2,40	3,20 2,80 3,20
Magnésio (mg/L)	S M F	2,10	1,50	1,90 2,80 2,40	2,82 1,92 1,20	1,92	0,38	2,60 2,69 1,36

Anexo 1e: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de monitoramento do APM Manso  
 coleta do APM Manso , fase de enchimento, abril/04.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		11.04.00 13:00	11.04.00 14:35	11.04.00 16:45	13.04.00 09:05	12.04.00 14:35	12.04.00 15:35	12.04.00 14:00
Profundidade da coleta (m)	S M F	0,3	0,3	0,3 16 32	0,3 20 40	0,3	0,3	0,3 10 24
Temperatura do ar (°C)		33,4	27,7	25,0	26,5	28,5	29,2	25,0
Temperatura da água (°C)	S M F	28,5	29,5	31,9 26,0 25,6	29,8 25,8 25,4	27,0	29,1	30,7 26,6 25,7
Transparência (m)		0,60	0,60	1,25	1,00	0,30	0,20	2,20
Turbidez (UTN)	S M F	24,5	25,6	17,5 7,8 26,9	3,2 10,9 24,4	59,5	56,5	6,2 8,7 15,5
OD (mg/L)	S M F	8,10	6,39	6,72 0,11 0,08	7,67 0,28 0,21	7,87	6,86	3,86 0,86 0,16
pH	S M F	6,3	6,2	7,2 7,1 6,8	7,5 7,0 6,4	6,8	6,5	5,7 6,9 6,6
Condutividade (µS/cm)	S M F	158,0	153,0	120,0 110,0 130,0	106,0 94,0 117,0	20,7	20,7	75,0 105,0 107,0
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S M F	18	16	8 10 34	7 10 15	53	32	6 8 6
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S M F	3	2	4 1 7	2 1 4	7	8	2 1 4
Alcalinidade (mg/L)	S M F	33	33	23 23 23	23 19 21	8	8	12 19 19
Fósforo total (mg/L)	S M F	0,050	0,043	0,066 0,051 0,095	0,088 0,102 0,133	0,058	0,044	0,044 0,130 0,124
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S M F	0,70	0,83	0,65 0,48 0,54	0,48 0,36 0,42	0,18	0,18	0,54 0,63 0,59
Amônia (mg/L)	S M F	0,02	0,03	<0,02 0,33 0,44	<0,02 0,27 0,15	0,02	0,02	0,02 0,45 0,41
Nitrato (mg/L)	S M F	0,09	0,07	<0,01 <0,01 <0,01	<0,01 <0,01 <0,01	<0,01	0,06	<0,01 <0,01 <0,01
Potássio (mg/L)	S M F	2,0	2,4	2,8 2,0 2,0	2,6 2,0 2,4	<1,0	1,2	2,4 2,2 2,6
Sódio (mg/L)	S M F	2,0	6,4	2,8 2,0 2,4	1,0 1,0 1,0	1,2	2,6	2,4 1,6 3,0
Cálcio (mg/L)	S M F	11,2	10,4	6,0 1,2 6,0	5,6 2,4 2,4	2,4	2,0	4,0 2,8 1,6
Magnésio (mg/L)	S M F	4,6	4,6	3,4 4,0 2,6	2,8 3,0 3,4	1,7	2,2	2,2 2,6 3,2

Anexo 1f: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de monitoramento do APM Manso  
coleta do APM Manso , fase de enchimento, maio/00.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		17.05.00 10:20	17.05.00 11:35	18.05.00 09:35	17.05.00 14:10	16.05.0 06:45	18.05.00 11:45	18.05.00 10:00
Profundidade da coleta (m)	S M F	0,3	0,3	0,3 15,0 34,0	0,3 20,0 42,0	0,3	0,3	0,3 15,0 32,0
Temperatura do ar (°C)		24,0	24,0	22,5	24,0	18,5	29,0	29,3
Temperatura da água (°C)	S M F	26,7	27,2	27,2 - -	28,2 - -	23,0	26,0	27,1 - -
Transparência (cm)		0,90	1,40	1,40	1,50	1,00	0,90	1,30
Turbidez (UTN)	S M F	6,5	7,1	3,5 - -	2,4 12,2 29,9	8,9	11,7	5,8 - -
OD (mg/L)	S M F	6,72	4,38	3,50 - -	4,60 - -	6,30	6,36	1,24 - -
pH	S M F	5,1	5,3	5,8 - -	5,5 5,3 5,8	6,6	8,2	5,7 - -
Condutividade (µS/cm)	S M F	205,0	1,9	114,0 - -	112,0 49,0 142,0	6,9	35,0	74,0 - -
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S M F	8	10	7 7 31	7 10 25	8	10	7 14 14
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S M F	1	1	3 2 7	1 1 4	1	2	2 3 3
Alcalinidade (mg/L)	S M F	31	41	27 25 39	25 27 31	6	8	18 18 23
Fósforo total (mg/L)	S M F	<0,002	<0,002	0,006 0,070 0,187	0,003 0,083 0,153	<0,002	<0,002	0,003 0,064 0,137
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S M F	<0,02	0,25	0,25 0,37 0,43	0,37 0,44 0,51	0,25	0,19	0,37 0,62 0,96
Amônia (mg/L)	S M F	<0,02	<0,02	0,04 0,25 0,19	0,13 0,40 0,25	0,02	<0,02	0,17 0,60 0,44
Nitrato (mg/L)	S M F	<0,01	<0,01	<0,01 <0,01 <0,01	<0,01 <0,01 <0,01	0,01	0,01	<0,01 <0,01 <0,01
Potássio (mg/L)	S M F	1,2	1,6	2,6 2,2 2,6	2,4 2,0 2,0	<1,0	<1,0	2,0 2,2 1,8
Sódio (mg/L)	S M F	1,40	1,40	1,00 1,20 1,20	1,00 <1,0 <1,0	<1,0	<1,0	<1,0 <1,0 <1,0
Cálcio (mg/L)	S M F	5,00	4,40	2,80 3,00 2,60	3,00 2,00 2,40	0,00	2,00	1,60 1,80 1,80
Magnésio (mg/L)	S M F	7,92	6,62	3,65 3,60 4,17	3,12 2,40 3,70	0,00	0,48	2,10

Anexo 1g: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de monitoramento do APM Manso  
coleta do APM Manso, fase de enchimento, junho/00.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		20.06.00 10:45	20.06.00 12:40	20.06.00 14:10	21.06.00 13:00	21.06.00 10:35	21.06.00 09:00	21.06.00 12:00
Profundidade da coleta (m)	S M F	0,3	0,3	0,3 18,0 30,0	0,3 20,0 40,0	0,3	0,3 14,0	0,3 15,0 29,0
Temperatura do ar (°C)		23,0	25,0	25,5	22,0	32,0	19,5	22,0
Temperatura da água (°C)	S M F	24,3	25,2	25,9 26,0 25,7	24,6 25,7 25,6	22,6	21,1 23,6	23,6 25,6 25,6
Transparência (m)		2,00	1,60	1,00	0,50	1,00	1,40	0,50
Turbidez (UTN)	S M F	5,6	3,5	5,6 4,2 7,8	5,1 10,1 5,9	5,9	5,9 9,4	9,0 13,5 14,1
OD (mg/L)	S M F	8,73	4,55	5,71 0,28 0,27	6,57 0,34 0,15	8,34	3,85 4,86	6,11 0,11 0,22
pH	S M F	6,5	7,3	7,8 7,6 7,6	6,7 6,5 6,5	6,8	7,9 6,3	7,3 6,4 6,4
Condutividade (µS/cm)	S M F	203,0	216,0	117,1 118,7 214,7	97,3 105,5 229,6	6,1	25,9 23,4	82,7 82,9 82,9
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S M F	2	1	1 1 3	5 9 104	9	1 2	6 10 22
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S M F	5	4	7 6 7	7 7 16	5	6 8	14 12 3
Alcalinidade (mg/L)	S M F	51	51	27 28 30	22 24 42	5	7 6	17 17 14
Fósforo total (mg/L)	S M F	0,02	0,03	0,06 0,05 0,08	0,10 0,10 0,25	0,02	0,02 0,02	0,10 0,10 0,10
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S M F	0,15	<0,15	0,20 0,15 0,40	0,20 0,60 1,00	<0,15	<0,15 <0,15	0,50 0,20 0,40
Amônia (mg/L)	S M F	<0,01	<0,01	0,07 0,07 0,20	0,20 0,20 0,80	<0,01	<0,01 <0,01	0,20 0,15 0,10
Nitrato (mg/L)	S M F	<0,01	<0,01	0,01 <0,01 <0,01	0,01 <0,01 0,02	<0,01	0,02 <0,01	0,02 0,01 0,30
Potássio (mg/L)	S M F	<1,0	1,1	2,2 2,4 2,4	2,2 2,0 2,1	<1,0	<1,0 <1,0	1,7 2,0 1,1
Sódio (mg/L)	S M F	<1,0	<1,0	<1,0 1,0 1,0	<1,0 <1,0 1,00	<1,0	<1,0 <1,0	<1,0 <1,0 <1,0
Cálcio (mg/L)	S M F	11,60	13,60	5,60 6,40 5,60	5,60 4,00 6,40	0,00	1,60 0,80	8,00 4,40 2,80
Magnésio (mg/L)	S M F	5,85	7,05	3,45 3,26 3,70	2,98 3,12 5,66	0,00	0,58 1,00	0,96 1,82 2,44

Anexo 1h: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de monitoramento do APM Manso  
coleta do APM Manso, fase de enchimento, agosto/00.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		15.08.00 14:15	15.08.00 15:45	15.08.00 17:15	15.08.00 10:50	16.08.00 11:30	16.08.00 09:20	16.08.00 13:15
Profundidade da coleta (m)	S M F	0,3	0,3	0,3 13,0 26,0	0,3 18,0 36,0	0,3	0,3 15,0	0,3 15,0 30,0
Temperatura do ar (°C)		31,0	31,0	27,0	31,0	30,0	29,0	27,0
Temperatura da água (°C)	S M F	25,7	26,2	25,0 23,3 22,8	26,3 23,2 22,7	24,3	24,2 23,5 23,4	26,0 23,3 23,2
Transparência (m)		1,50	2,40	2,20	1,50	1,50	2,10	2,30
Turbidez (UTN)	S M F	3,9	2,6	4,5 3,2 3,4	2,4 2,9 3,5	18,8	3,8 7,5	2,8 2,4 3,6
OD (mg/L)	S M F	10,80	8,40	8,52 0,06 0,02	8,03 0,59 0,04	8,36	8,37 5,98	8,32 0,70 0,00
pH	S M F	6,0	5,6	8,5 8,0 7,8	9,5 7,7 7,4	6,5	10,1 9,8	9,1 7,6 6,8
Condutividade (µS/cm)	S M F	97,0	107,0	55,0 60,0 92,0	46,0 56,0 98,0	8,4	11,0 11,0	31,0 42,0 44,0
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S M F	6	5	7 7 13	8 5 5	6	5 4	6 7 8
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S M F	2	2	3 3 3	3 1 2	1	1 1	2 2 2
Alcalinidade (mg/L)	S M F	48	55	32 30 35	25 30 30	7	9 7	16 21 21
Fósforo total (mg/L)	S M F	0,01	<0,01	0,01 0,01 0,03	<0,01 0,01 <0,01	0,01	0,01 0,01	0,01 0,02 0,03
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S M F	0,82	0,25	0,57 0,57 0,82	1,89 0,29 0,29	1,02	0,25 0,25	0,38 0,76 0,95
Amônia (mg/L)	S M F	0,03	<0,02	0,12 0,32 0,53	0,10 0,28 0,29	<0,02	0,06 <0,02	<0,02 0,35 0,40
Nitrato (mg/L)	S M F	<0,01	<0,01	0,02 <0,01 <0,01	<0,01 <0,01 0,03	<0,01	<0,01 <0,01	<0,01 <0,01 <0,01
Potássio (mg/L)	S M F	1,1	1,3	2,4 2,6 3,1	2,2 2,4 2,4	<1,0	<1,0 <1,0	1,5 1,8 1,8
Sódio (mg/L)	S M F	1,1	1,2	1,0 1,0 1,1	<1,0 <1,0 1,00	<1,00	<1,00 <1,00	<1,00 <1,00 <1,00
Cálcio (mg/L)	S M F	13,20	13,60	4,40 6,00 6,40	4,00 4,00 5,20	<0,40	0,80 3,20	3,20 3,20 11,20
Magnésio (mg/L)	S M F	5,70	7,50	3,74 4,80 4,94	2,64 3,36 3,55	<0,24	1,08 1,62	2,36 2,12 6,92

Anexo 1i: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de monitoramento do APM Manso  
coleta do APM Manso , fase de enchimento, outubro/00.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		17.10.00 10:30	17.10.00 11:30	17.10.00 15:00	18.10.00 09:39	17.10.00 14:30	18.10.00 14:05	18.10.00 15:40
Profundidade da coleta (m)	S M F	0,3	0,3	0,3 15,0 35,0	0,3 20,0 40,0	0,3	0,3 15,0	0,3 20,0 40,0
Temperatura do ar (°C)		27,0	30,0	33,0	32,0	33,5	36,0	33,0
Temperatura da água (°C)	S M F	29,3	28,5	28,5 23,7 -	28,2 23,5 23,0	27,3	29,4 24,7	29,3 23,3 22,9
Transparência (m)		0,80	1,90	3,20	2,50	1,30	1,60	2,60
Turbidez (UTN)	S M F	11,5	3,7	16,4 4,8 -	3,7 2,3 2,4	6,2	6,7 8,6	2,5 2,6 2,2
OD (mg/L)	S M F	5,25	5,55	5,67 0,12 -	5,74 0,77 0,17	8,00	7,66 5,22	7,79 0,59 0,23
pH	S M F	7,9	8,0	8,1 8,0 -	8,0 8,5 8,1	5,5	8,8 7,6	9,2 8,1 7,9
Condutividade (µS/cm)	S M F	96,0	83,0	55,0 95,0 -	46,0 53,0 55,0	5,2	12,0 99,0	30,0 45,0 47,0
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S M F	8	8	8 12 23	8 17 6	8	14 25	10 8 8
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S M F	8	3	1 3 3	1 1 4	1	1 6	2 1 2
Alcalinidade (mg/L)	S M F	40	36	24 34 38	20 22 22	8	8 18	16 18 18
Fósforo total (mg/L)	S M F	0,020	0,070	0,010 0,100 0,230	0,040 0,170 0,230	0,010	0,020 0,220	0,020 0,130 0,230
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S M F	0,24	0,61	0,74 1,48 1,41	0,55 1,05 1,29	0,49	0,92 0,98	0,68 0,86 1,16
Amônia (mg/L)	S M F	0,03	<0,02	<0,02 1,22 1,18	0,04 0,09 0,97	0,03	0,92 0,02	0,59 0,59 1,15
Nitrato (mg/L)	S M F	0,03	<0,01	<0,01 <0,01 <0,01	<0,01 <0,01 <0,01	0,05	<0,01 0,01	<0,01 <0,01 <0,01
Potássio (mg/L)	S M F	1,8	1,8	2,0 2,6 2,6	2,0 2,0 1,4	<1,0	<1,0 1,0	1,6 1,8 1,6
Sódio (mg/L)	S M F	<1,0	<1,0	<1,0 1,40 1,40	<1,0 <1,0 <1,0	<1,0	<1,0 <1,0	<1,0 <1,0 <1,0
Cálcio (mg/L)	S M F	6,00	0,00	3,60 6,00 5,20	3,20 4,00 1,20	0,00	0,00 2,40	2,80 2,40 2,00
Magnésio (mg/L)	S M F	6,00	5,52	5,60 5,52 5,47	1,87 2,40 1,87	0,00	0,00 2,78	2,68 2,78 2,64

Anexo 1j: Variáveis físicas e químicas analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de enchimento, dezembro/00.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		12.12.00 10:30	12.12.00 11:50	12.12.00 15:50	13.12.00 07:45	13.12.00 12:50	13.12.00 09:20	13.12.00 11:05
Profundidade da coleta (m)	S	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	M			15,0	20,0			17,0
	F			29,0	40,0		17,0	32,0
Temperatura do ar (°C)		27,0	26,0	27,0	27,0	30,0	30,0	26,0
Temperatura da água (°C)	S	26,5	27,2	28,3	27,3	26,1	27,9	27,0
	M			25,0	23,9			24,6
	F			23,6	23,3		27,1	23,3
Transparência (m)		0,10	0,20	1,80	1,70	-	0,70	2,30
Turbidez (UTN)	S	214,0	110,0	15,1	2,2	38,1	23,0	2,3
	M			3,9	2,5			3,0
	F			5,3	2,2		95,9	2,3
OD (mg/L)	S	8,29	6,19	7,89	8,07	7,70	8,26	8,38
	M			0,49	0,23			0,27
	F			0,14	0,13		5,47	0,11
pH	S	7,0	6,9	9,2	10,2	6,0	8,4	8,5
	M			9,1	9,2			8,4
	F			9,0	8,7		8,1	8,2
Condutividade (µS/cm)	S	21,0	24,0	44,0	37,0	6,0	13,0	25,0
	M			87,0	51,0			
	F			80,0	39,0		11,0	36,0
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S	95	34	9	68	22	9	5
	M			6	59			4
	F			11	25		36	30
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S	32	32	4	5	10	3	3
	M			2	5			1
	F			1	2		13	9
Alcalinidade (mg/L)	S	11	10	17	14	7	7	11
	M			29	19			14
	F			28	11		4	13
Fósforo total (mg/L)	S	0,090	<0,01	0,010	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	M			0,100	0,080			0,010
	F			0,180	0,150		<0,01	0,110
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S	1,00	0,57	0,57	0,79			
	M			1,61	1,04			
	F			2,30	2,09			
Amônia (mg/L)	S	0,04	<0,02	<0,02	0,10	0,07	0,05	<0,02
	M			0,80	0,54			0,47
	F			1,38	0,79		<0,02	0,78
Nitrato (mg/L)	S	0,11	0,25	0,11	0,01	0,04	0,01	<0,01
	M			0,09	0,01			0,02
	F			0,05	0,02		<0,01	0,01
Potássio (mg/L)	S	1,6	1,6	2,0	1,8	1,6	<1,0	1,0
	M			2,4	1,2			1,0
	F			1,6	1,8		<1,0	<1,0
Sódio (mg/L)	S	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	M			<1,0	<1,0			<1,0
	F			<1,0	<1,0		<1,0	<1,0
Cálcio (mg/L)	S	2,40	2,40	4,80	4,80	<0,4	1,60	3,20
	M			7,20	3,20			3,20
	F			6,40	2,80		1,60	4,10
Magnésio (mg/L)	S	1,10	0,38	5,60	0,46	<0,24	0,36	1,62
	M			5,00	3,20			1,16
	F			5,20	2,20		1,06	2,60

Anexo 2a: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man10-fase de enchimento.

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Nostocophyceae</b>										
<b>FILAMENTOSAS</b>										
<i>Oscillatoria brevis</i>	34									
<i>Oscillatoria</i> sp			22	22					2	
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Merismopedia tenuissima</i>		89			3	10				
Chroococcales colonial		134				10		3		
<b>Classe Bacillariophyceae</b>										
<b>SUBCLASSE CENTRICAEE</b>										
<i>Cyclotella</i> sp						44	6	10		
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>										
<i>Amphora</i> spp						7	3	10	10	
<i>Cymbella</i> sp	22		22							
<i>Fragilaria intermedia</i>	11	11				13		3		
<i>Fragilaria ulna</i>						10				
<i>Fragilaria</i> sp								3	3	
<i>Gomphonema</i> cf. <i>constrictum</i>			22							
<i>Gomphonema</i> sp							2	7	2	
<i>Navicula</i> sp <sub>1</sub>						23	6	10	7	
<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>	22				13	3	1		3	
<i>Navicula</i> sp <sub>3</sub>	11									
<i>Nitzschia</i> spp						34				
<i>Nitzschia</i> sp <sub>1</sub>	11						2			
<i>Pinnularia</i> sp						3	2			
<i>Pleurosigma</i> sp							1			
<i>Suriella</i> sp	11									
<i>Synedra acus</i>					2		1	7		
Formas penatas não identificadas				110	2	10	16	3	22	25
<b>Classe Chlorophyceae (Clorofíceas)</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Ankyra</i> cf. <i>ancora</i>							3	7		
<i>Closteriopsis longissima</i>		22			2					
<i>Coelastrum microporum</i>						7				
<i>Crucigenia tetrapedia</i>					3					
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		6					1			
<i>Monoraphidium contortum</i>		22			7	47		23		
<i>Monoraphidium komarkovae</i>						17		7		
<i>Monoraphidium</i> sp	11				2					
<i>Oocystis lacustris</i>		11								
<i>Scenedesmus acutus</i>	11									
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>		6			3					
<i>Scenedesmus eornis</i>						7				
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		56			3	7			2	
<i>Scenedesmus spinosus</i>						3	7		2	
<i>Scenedesmus</i> sp		28								
<i>Schroederia setigera</i>		22				7			2	
Chlorococcales colonial					2					
Chlorococcales unicelular		95			7		3		3	
<b>FLAGELADAS</b>										
<i>Chlamydomonas</i> sp		45			3				2	
Volvocales		33		22	7	7	13		42	
<b>Classe Dinophyceae (Dinoflagelados)</b>										
<i>Gymnodinium</i> sp							1			
<i>Peridinium</i> sp						3	9	10		
<i>Peridinium</i> spp									7	
<b>Classe Zygnemaphyceae (Desmidiáceas)</b>										
<i>Cosmarium</i> sp						3	1		2	
<i>Staurastrum</i> sp									2	

Anexo 2a: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man10-fase de enchimento – continuação

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Euglenophyceae (Euglenofíceas)</b>										
<i>Euglena</i> sp	34							3	2	
<i>Trachelomonas</i> sp		6								
<b>Classe Crisophyceae (Crisofíceas)</b>										
<i>Mallomonas</i> sp								7		
<b>Classe Criptophyceae (Criptofíceas)</b>										
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	11	22			23	3	3	64	13	
<b>Classe Oedogoniophyceae (Oedogonifíceas)</b>										
<i>Oedogonium</i> sp									2	
<b>TOTAL</b>	<b>189</b>	<b>608</b>	<b>66 *</b>	<b>154 *</b>	<b>82</b>	<b>278</b>	<b>81</b>	<b>177</b>	<b>130</b>	<b>25</b>

Anexo 2b: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man20-fase de enchimento.

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Nostocophyceae</b>										
<b>FILAMENTOSAS</b>										
<i>Oscillatoria</i> sp.				22		7	7	161	34	
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Merismopedia tenuissima</i>		25			3	191	47	27	50	
Chroococcales colonial		25				27			67	
<b>Classe Bacillariophyceae</b>										
<b>SUBCLASSE CENTRICAE</b>										
<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i>								54		
<i>Cyclotella stelligera</i>						13				
<i>Cyclotella</i> sp							7	67		
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>										
<i>Amphora</i> sp					3					
<i>Cymbella</i> sp	4									
<i>Fragilaria intermedia</i>	13	8								
<i>Fragilaria ulna</i>	13					20	3			
<i>Fragilaria</i> sp				22						
<i>Navicula</i> sp <sub>1</sub>					27	3				3
<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>	13	8			3			13		
<i>Nitzschia</i> sp <sub>1</sub>		8			3	27	7			
<i>Surirella</i> sp					3					
<i>Synedra acus</i>						7				
Formas penatas não identificadas				66	3	27		13	17	
<b>Classe Chrysophyceae</b>										
<i>Dinobryon sertularia</i>		8						13		
<i>Mallomonas</i> cf. <i>tonsurata</i>							281			
<i>Mallomonas</i> sp	4								17	
<i>Synura uvella</i> (células isoladas)							422			
<b>Classe Chlorophyceae</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Actinastrum aciculare</i>									34	
<i>Actinastrum</i> sp							3			
<i>Ankyra</i> cf. <i>ancora</i>							7			
<i>Ankyra</i> sp									34	
<i>Closteriopsis longissima</i>						7				
<i>Coelastrum microporum</i>						13				
<i>Coelastrum reticulatum</i>										47
<i>Crucigenia tetrapedia</i>						47	7	13		
<i>Crucigeniella apiculata</i>							17	87	67	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>					3	20		13	368	
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i>						7	20			

Anexo 2b: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man20-fase de enchimento - continuação.

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<i>Elakatothrix</i> sp					3		13			
<i>Eutetramorus</i> sp								54		
<i>Golenkinia radiata</i>									17	
<i>Kirchneriella lunaris</i>					3			27		
<i>Monoraphidium contortum</i>					3	7		13	50	
<i>Monoraphidium komarkovae</i>					17			40	17	
<i>Monoraphidium</i> sp						34	10	54	17	
<b>Classe Chlorophyceae</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>					7					
<i>Scenedesmus ecornis</i>						40				
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		17				13		7		
<i>Scenedesmus</i> sp							10	13	17	
<i>Schroederia indica</i>								40		
<i>Schroederia setigera</i>					3	34		288	17	
<i>Schroederia spiralis</i>					10			67		
<i>Sphaerocystis shroeteri</i>								281	17	
Chlorococcales colonial						3	10		17	3
Chlorococcales unicelular					60	141	101	456	302	20
<b>FLAGELADAS</b>										
<i>Volvox</i> sp										2
Volvocales		17		44	54	7	27	67	17	
Volvocales 1									2.730	
<b>Classe Xantophyceae</b>										
<i>Ophyocytium</i> sp						7				
<b>Classe Prasinophyceae</b>										
Não identificadas						3				
<b>Classe Euglenophyceae</b>										
<i>Euglena</i> sp							7		17	50
<i>Lepocinclis</i> sp							13			
<i>Strombomonas</i> sp <sub>1</sub>		8							17	
<i>Trachelomonas volvocina</i>						20	13	74	34	
<i>Trachelomonas</i> sp							7	13		
<b>Classe Cryptophyceae</b>										
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>		17			117	322	94	34	101	144
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>						141	7			
<b>Classe Dinophyceae</b>										
<i>Gymnodinium</i> sp						34				
<i>Peridinium cf. gatunense</i>									184	
<i>Peridinium</i> sp		8				47	74	20		18
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>149</b>	<b>0 *</b>	<b>154 *</b>	<b>325</b>	<b>1.269</b>	<b>1.214</b>	<b>2.009</b>	<b>4.259</b>	<b>287</b>

\* Amostra prejudicada pelo excesso de material particulado.

Anexo 2c: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man30-fase de enchimento.

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Nostocophyceae</b>										
<b>FILAMENTOSAS</b>										
<i>Anabaena spiralis</i>					7					
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Merismopedia glauca</i>										117
<i>Merismopedia</i> sp		34								
<i>Microcystis incerta</i>									10	
Chroococcales colonial		34		34		13	3	22	3	184
<b>Classe Bacillariophyceae</b>										
<b>SUBCLASSE CENTRICAE</b>										
<i>Aulacoseira distans</i>									3	50
<i>Aulacoseira granulata</i>				13		5	30			
<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i>				214	10					
<i>Cyclotella</i> sp				7			3	22		
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>										
<i>Cymbella</i> sp	8									
<i>Eunotia</i> sp <sub>2</sub>	8									
<i>Fragilaria intermedia</i>		34				3				67
<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>	17									
<i>Navicula</i> sp <sub>4</sub>	8									
<i>Synedra acus</i>					7					
Não identificadas							3		3	
<b>Classe Chrysophyceae</b>										
<i>Dinobryon sertularia</i>			3	27						
<i>Dinobryon</i> sp							7			
<i>Kephyrion</i> sp			3					11		
<i>Mallomonas</i> sp		34		20	7	2				
<i>Synura uvella</i>					3					
<b>Classe Chlorophyceae</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Actinastrum hanstzschii</i>		168								
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		134								
<i>Ankyra ancora</i>						52	23	235	10	67
<i>Botryococcus</i> sp									7	
<i>Chlorella</i> sp									44	
<i>Choricystis</i> sp				978						
<i>Coelastrum reticulatum</i>										3.183
<i>Coenochloris helvetica</i>								123	23	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>				7			17	67		17
<i>Crucigeniella apiculata</i>							3		7	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		100			7		3	22		17
<i>Elakatothrix</i> sp							17		44	
<i>Elakatothrix</i> spp										17
<i>Eutetramorus</i> sp					20			313	37	
<i>Kirchneriella lunaris</i>		67								
<i>Kirchneriella obesa</i>									7	
<i>Monoraphidium contortum</i>		34		7			13			
<i>Monoraphidium convolutum</i>								22		
<i>Monoraphidium komarkovae</i>								22	10	50
<i>Monoraphidium tortile</i>			10							
<i>Monoraphidium</i> sp			40	188	456	15	17	11	355	101
<i>Nephroclytium</i> cf. <i>agardhianum</i>		268		13	3					
<i>Oocystis</i> cf. <i>elliptica</i>					3		7	1.128		
<i>Oocystis lacustris</i>								960	3	84
<i>Paradoxia multiseta</i>		67	3	7						
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i>		34								

Anexo 2c: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man30-fase de enchimento.  
(continuação)

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<i>Scenedesmus</i> sp							3			
<i>Schroederia indica</i>			7		7					
<i>Schoederia setigera</i>		502	7	134	27	60			3	
<i>Schroederia spiralis</i>			7	67	7	25		67	10	
<i>Schroederia</i> sp		1.340								
<i>Selenodictyum brasiliense</i>										17
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>		134	3	348	382	13	107	123	20	34
<i>Westella</i> sp									13	
<b>Classe Chlorophyceae</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
Chlorococcales colonial		134		40			17	22		
Chlorococcales colonial 1									201	
Chlorococcales colonial 2									7	
Chlorococcales unicelular		100	10		40	7	3	1.139	47	84
Chlorococcales unicelular 1									281	
<b>FLAGELADAS</b>										
<i>Chlamydomonas</i> sp									3	
<i>Eudorina elegans</i>			7							
<i>Pandorina morum</i>	8									
<i>Volvox</i> sp					34	44	3			
Volvocales		469	60	201	47		3	22		34
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>										
<i>Closterium acutum</i>				7					7	
<i>Closterium gracile</i>								11		
<i>Staurastrum leptocladum</i>									7	17
<i>Staurastrum rotula</i>				7						
<b>Classe Euglenophyceae</b>										
<i>Euglena</i> sp	17		3							
<i>Strombomonas maxima</i>			7							
<i>Trachelomonas volvocina</i>				7		8	3			
Euglenales							3			
<b>Classe Crisophyceae</b>										
<i>Mallomonas</i> sp										17
<b>Classe Cryptophyceae</b>										
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	67	302	37	7		12		67	174	17
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>		67	17			3				
<b>Classe Dinophyceae</b>										
<i>Gymnodinium</i> sp		34								
<i>Peridinium</i> sp		436	7			3	3			
Dinoflagelados não identificados				13						
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>	<b>4.526</b>	<b>231</b>	<b>2.346</b>	<b>1.067</b>	<b>265</b>	<b>291</b>	<b>4.409</b>	<b>1.339</b>	<b>4.174</b>

Anexo 2d: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man40-fase de enchimento.

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Nostocophyceae</b>										
<b>FILAMENTOSAS</b>										
<i>Anabaena spiroides</i>					11					
<i>Anabaena</i> sp			134							
<i>Lyngbya</i> sp	7									
<i>Oscillatoria</i> sp			134				4			
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Aphanothece</i> sp	7									
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>					11					
<i>Merismopedia</i> sp			536							
<i>Microcystis</i> cf. <i>incerta</i>									20	
Chroococcales colonial		17	134	13			1		13	
<b>Classe Bacillariophyceae</b>										
<b>SUBCLASSE CENTRICAE</b>										
<i>Aulacoseira distans</i>						7	10	80	121	107
<i>Aulacoseira granulata</i>				67			3			
<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i>				27	223					
<i>Cyclotella</i> sp					11			13		
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>										
<i>Fragilaria intermedia</i>						10			7	40
<i>Fragilaria</i> sp				7						
<i>Gomphonema</i> sp									20	
<i>Navicula</i> sp			268							
<i>Nitzschia</i> sp <sub>1</sub>	7									
<i>Synedra acus</i>	7				45		1			
<b>Classe Chlorophyceae</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Actinastrum hantzschii</i>	7									
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	7		134							
<i>Ankya ancora</i>			402		45	168	2	80	13	27
Cf. <i>Chlorella</i> sp									13	
<i>Choricystis</i> sp				281						
<i>Coelastrum asteroideum</i>								7		
<i>Coelastrum reticulatum</i>	13									2.673
<i>Coenochloris helvetica</i>								13	509	
<i>Coenocystis</i> sp									40	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	7							188		
<i>Crucigeniella apiculata</i>	7							141		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			402				1	101	80	27
<i>Dictyosphaerium</i> sp								20		
<i>Elakotothrix</i> sp								40	60	40
<i>Eutetramorus</i> sp		34	134	7				13	54	
<i>Monoraphidium contortum</i>				27	11		1	20		
<i>Monoraphidium convolutum</i>	7									
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	13									
<i>Monoraphidium</i> sp		1.943	6.700	188	190	13	6	147	375	
<i>Nephrocytium</i> sp							1			
<i>Oocystis</i> cf. <i>elliptica</i>					36			181		
<i>Oocystis lacustris</i>								107		33
<i>Oocystis</i> sp									20	
<i>Paradoxia</i> cf. <i>multiseta</i>		17			11	7				
<i>Pediastrum duplex</i>			134							

Anexo 2d: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man40-fase de enchimento.  
(continuação)

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<i>Quadrigula closterioides</i>									40	
<i>Quadrigula lacustris</i>					11					
<i>Scenedesmus acuminatus</i>			134							
<i>Scenedesmus acutus</i>	7									
<i>Scenedesmus bijuga</i>	7									
<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>maximum</i>	13									
<i>Scenedesmus</i> sp							1	7		
<i>Schroederia setigera</i>	13	1.306	3.752	121	36	111		20	20	
<i>Schroederia spiralis</i>			536	107	22	47				
<b>Classe Chlorophyceae</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Schroederia indica</i>			268	13						
<i>Schroederia</i> sp	13									
<i>Sorastrum</i> sp									13	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>		17	134	925	4.645	27	6	328	127	27
<i>Westella</i> sp									20	
Chlorococcales colonial		34		141	36		1	80	60	
Chlorococcales unicelular		921	5.092		11	7	4	449	101	
<b>FLAGELADAS</b>										
<i>Chlamydomonas</i> sp	1.012								7	
<i>Eudorina elegans</i>	7		134							
<i>Volvox</i> sp					45	10				
Volvocales		770	1.072	208	100		2		7	13
Volvocales 1									13	
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>										
<i>Closterium acutum</i>					11	3		7		
<i>Mougeotia</i> spp	7									
<i>Staurastrum leptocladum</i>								7		
<i>Staurastrum</i> sp					11					
<b>Classe Euglenophyceae</b>										
<i>Euglena</i> sp	27									
<i>Trachelomonas volvocina</i>	7					3	1	13		
<i>Trachelomonas</i> sp										13
Euglenales							1			
<b>Classe Chrysophyceae</b>										
<i>Kephyrion</i> sp				13						
<i>Mallomonas</i> cf. <i>tonsurata</i>				40	56			13		
<i>Mallomonas</i> sp	40	67				13		60		
<b>Classe Criptophyceae</b>										
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	328	67	670			3		40	255	13
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>	7		2.144							
<b>Classe Dinophyceae</b>										
<i>Peridinium</i> sp	40									
<b>TOTAL</b>	<b>1.617</b>	<b>5.193</b>	<b>23.048</b>	<b>2.185</b>	<b>5.578</b>	<b>429</b>	<b>46</b>	<b>2.175</b>	<b>2.008</b>	<b>3.013</b>

Anexo 2e: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc10-fase de enchimento.

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Nostocophyceae</b>										
<b>FILAMENTOSAS</b>										
<i>Oscillatoria</i> sp					2			2		
<i>Scytonema</i> cf. <i>hofmanii</i>						2				
<b>Classe Bacillariophyceae</b>										
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>										
<i>Amphora</i> sp						2	3	2		
<i>Cymbella</i> sp								2		
<i>Eunotia exigua</i>								2		
<i>Eunotia flexuosa</i>								2		
<i>Eunotia monodon</i>								2		
<i>Eunotia</i> sp								2		
<i>Fragilaria intermedia</i>	13									
<i>Fragilaria</i> sp			11					2		
<i>Eunotia diodon</i>						2				
<i>Eunotia monodon</i>		8								
<i>Eunotia</i> sp						2	2			
<i>Gomphonema</i> spp						4	2	2		
<i>Pinnularia</i> sp		8								
<i>Navicula</i> sp <sub>1</sub>	4	25				4		2		
<i>Nitzschia</i> sp <sub>1</sub>					2					
Formas penatas não identificadas		8					3	2		3
<b>Classe Chlorophyceae</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Closteriopsis longissima</i>									3	
<i>Closteriopsis</i> sp							1			
<i>Crucigenia tetrapedia</i>									7	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>									3	
<i>Kirchneriella obesa</i>									2	
<i>Monoraphidium contortum</i>	13							2	3	
<i>Monoraphidium</i> sp									7	
<i>Scenedesmus alternans</i>									2	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>									3	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>						2				
Chlorococcales colonial									2	
Chlorococcales unicelular							2		20	3
<b>FLAGELADAS</b>										
Volvocales		8					2		3	
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>										
<i>Closterium setaceum</i>			11							
<i>Cosmarium</i> sp							2			
<b>Classe Oedogoniophyceae</b>										
<i>Oedogonium</i> sp		8								
<b>Classe Euglenophyceae</b>										
<i>Euglena</i> sp			11							
<i>Trachelomonas</i> sp		8	11							

Anexo 2e: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc10-fase de enchimento, continuação

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Chrysophyceae</b>										
<i>Dinobryon sertularia</i>							14	126		
<i>Mallomonas</i> sp								3		
<b>Classe Cryptophyceae</b>										
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	8		11		2				10	
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>									2	
<b>Classe Prasinophyceae</b>										
Não identificadas							2			
<b>Classe Dinophyceae</b>										
<i>Peridinium</i> spp						4	12	2		3
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>73</b>	<b>55 *</b>	<b>0 *</b>	<b>6</b>	<b>22</b>	<b>45</b>	<b>155</b>	<b>67</b>	<b>9</b>

\*<sub>1</sub> - Excessiva quantidade de material particulado

\*<sub>2</sub> - Análise prejudicada pelo excesso de material particulado

Anexo 2f: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc20-fase de enchimento.

ORGANISMOS	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Nostocophyceae</b>										
<b>FILAMENTOSAS</b>										
<i>Anabaena spiroides</i>										7
<i>Oscillatoria brevis</i>	13									
<i>Oscillatoria</i> sp							3			
Não identificadas		8								
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Coelosphaerium</i> sp										7
<i>Merismopedia tenuissima</i>										7
Chroococcales colonial										7
<b>Classe Bacillariophyceae</b>										
<b>SUBCLASSE CENTRICAIE</b>										
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>				22						
<i>Cyclotella</i> sp	4						1			
<i>Melosira varians</i>							3			
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>										
<i>Amphora</i> sp					2	13	1			
<i>Cymbella</i> sp		25	2						2	
<i>Eunotia monodon</i>							2			
<i>Fragilaria intermedia</i>	8									
<i>Fragilaria</i> sp		8					1			
<i>Gomphonema</i> sp	4						1			
<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>	4									
<i>Navicula</i> sp <sub>3</sub>	4									
<i>Nitzschia</i> sp <sub>1</sub>				11	2					
<i>Pinnularia</i> sp		8								
<i>Surirella</i> sp	4									
Formas penatas não identificadas				11				22		7
<b>Classe Chlorophyceae</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Ankyra</i> cf. <i>ancora</i>										7
<i>Ankyra</i> sp										20
<i>Botryococcus</i> sp							1			
Cf. <i>Choricystis</i>									119	
<i>Closteriopsis longissima</i>							1			
<i>Coelastrum reticulatum</i>										34
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>							2			
<i>Elakotothrix</i> sp										7
<i>Monoraphidium contortum</i>										7
<i>Monoraphidium convolutum</i>									2	
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>tortile</i>									2	
<i>Monoraphidium</i> sp						13	1			275
<i>Schroederia indica</i>										67
<i>Schroederia setigera</i>										94
<i>Selenodictyum brasiliense</i>										7
<i>Sphaerocystis shroeteri</i>										47
Chlorococcales colonial						13		11		20
Chlorococcales unicelular				11		27	5	22	5	7
Formas coloniais não identificadas (palmelóides)						2.265				
<b>FLAGELADAS</b>										
<i>Chamydomonas</i> sp										13
Volvocales				11			2	11		27
<b>Classe Euglenophyceae</b>										
Euglenales						2				
<i>Trachelomonas volvocina</i>							2		2	
<i>Trachelomonas</i> sp										7

Anexo 2f: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc20-fase de enchimento, continuação

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Chrysophyceae</b>										
<i>Dinobryon sertularia</i>							23	469		
<i>Mallomonas tonsurata</i>										54
<i>Mallomonas</i> sp							1	2.356		
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>										
<i>Cosmarium</i> spp							3		2	
<i>Desmidium</i> sp									2	
<i>Hyalotheca dissiliens</i>									2	
<i>Pleurotaenium</i> sp									2	
<i>Spirogyra</i> sp							1			
<i>Staurodesmus subulatus</i>									2	
<b>Classe Dinophyceae</b>										
<i>Gymnodinium</i> sp							2			
<i>Peridinium cf. gatunense</i>									45	
<i>Peridinium</i> sp		8					1	45		87
<b>Classe Cryptophyceae</b>										
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>		8		11			3			101
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>										7
<b>Classe Oedogoniophyceae</b>										
<i>Oedogonium</i> sp	4	8								
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>73</b>	<b>2 *</b>	<b>77 *</b>	<b>6</b>	<b>2.331</b>	<b>60</b>	<b>2.936</b>	<b>187</b>	<b>923</b>

\* Excessiva quantidade de material particulado

Anexo 2g: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc30-fase de enchimento.

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<b>Classe Nostocophyceae</b>										
<b>FILAMENTOSAS</b>										
<i>Anabaena spiroides</i>					3					
<i>Anabaena</i> sp	3									
<i>Oscillatoria brevis</i>	3									
<i>Oscillatoria</i> sp			47	7			5			
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Coelosphaerium</i> sp					3					
<i>Merismopedia glauca</i>										34
<i>Merismopedia tenuissima</i>				7						
<i>Merismopedia</i> sp			7							
<i>Microcystis aeruginosa</i>							5			
<i>Microcystis incerta</i>									22	
Chroococcales colonial		34		13			8		22	17
<b>Classe Bacillariophyceae</b>										
<b>SUBCLASSE CENTRICAEE</b>										
<i>Aulacoseira distans</i>							189	74	67	921
<i>Aulacoseira granulata</i>				13	23	3	12			34
<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i>				7	3	3	17	34		
<i>Cyclotella</i> sp						7				
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>										
<i>Cymbella</i> sp	2	134								
<i>Eunotia monodon</i>	1									
<i>Fragilaria intermedia</i>	3			7						34
<i>Fragilaria ulna</i>		67		3	3		7	27	11	
<i>Fragilaria</i> sp	1					10				
<i>Navicula</i> sp <sub>1</sub>	1		3							
<i>Nitzschia</i> sp <sub>1</sub>	1									
<i>Synedra acus</i>					3	3				
Não identificadas							2			
<b>Classe Chlorophyceae</b>										
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>										
<i>Ankyra</i> cf. <i>ancora</i>					3	13		7		17
<i>Botryococcus</i> sp					6	2			11	17
<i>Coelastrum microporum</i>				3						
<i>Coelastrum reticulatum</i>										2.312
<i>Coenochloris helvetica</i>								67	145	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>			7	3				228	11	
<i>Crucigeniella apiculata</i>			3					101		
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>ehrenbergianum</i>					23		2			
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			10	10	17			7	34	134
<i>Dictyosphaerium</i> sp									11	
<i>Elakatothrix</i> sp				17				40	22	17
<i>Eutetramorus</i> sp					13		2	94		
<i>Monoraphidium contortum</i>		67			6					17
<i>Monoraphidium tortile</i>			7							
<i>Monoraphidium</i> sp.	3	168	34	181	171	37	5	7	22	67
<i>Nephrocytium</i> cf. <i>agardhianum</i>				3					22	

Anexo 2g: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc30-fase de enchimento, Continuação.

<b>ORGANISMOS</b>	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	ago/00	out/00	dez/00
<i>Oocystis lacustris</i>						3		141	22	
<i>Oocystis elliptica</i>							3	302		
<i>Scenedesmus alternans</i>				3						
<i>Scenedesmus spinosus</i>				7						
<i>Scenedesmus</i> sp				10	3				34	
<i>Schroederia setigera</i>		2.010	7	64	23	7	3	13	134	84
<i>Schroederia spiralis</i>		1.106		20	20			13		
<i>Selenodictyum brasiliense</i>										34
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>			7	405	245	3	37	596	101	
Chlorococcales colonial					17		5	248	235	34
Chlorococcales unicelular		871	107	74	20		12		871	84
<b>FLAGELADAS</b>										
<i>Chlamydomonas</i> sp						3				
<i>Pandorina</i> sp			3				8			
<i>Volvox</i> sp					50	5				
Volvocales		168	13	60	261	23		74	168	17
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>										
<i>Closterium acutum</i>									11	17
<i>Closterium setaceum</i>			3							
<i>Closterium</i> sp							7			
<i>Cosmarium</i> sp									11	
<i>Desmidium</i> sp							7			
<i>Staurastrum leptocladum</i>								60		17
<i>Staurastrum rotula</i>										17
<b>Classe Chrysophyceae</b>										
<i>Dinobryon sertularia</i>			7							
<i>Mallomonas tonsurata</i>					13			47		
<i>Mallomonas</i> sp		67	7	3	3	10		67		
<b>Classe Euglenophyceae</b>										
<i>Euglena</i> sp	2		3		6					
<i>Trachelomonas volvocina</i>				23			7		11	
<i>Trachelomonas</i> sp			20							17
Euglenales								20		
<b>Classe Criptophyceae</b>										
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	13	67		10	6	7			67	17
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>			20	3						
<b>Classe Dinophyceae</b>										
<i>Gymnodinium</i> sp						2				
<i>Peridinium</i> sp			27							
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>4.759</b>	<b>342</b>	<b>956</b>	<b>944</b>	<b>141</b>	<b>329</b>	<b>2.281</b>	<b>2.065</b>	<b>3.959</b>

Anexo 3a: Variáveis físicas e químicas da água analisados nas estações de coleta do APM Manso - Fase de estabilização (12/02 a 14/02/2001)

PARÂMETROS	PROF	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		13.02.01 14:00	13.02.01 15:30	13.02.01 10:55	14.02.01 10:20	14.02.01 15:50	14.02.01 14:00	14.02.01 11:20
Profundidade da coleta (m)	S M F	0,3	0,3	0,3 15,0 30,0	0,3 20,0 40,0	0,3	0,3 18,0	0,3 15,0 30,0
Temperatura do ar (°C)		32,0	33,0	30,0	31,0	29,0	33,0	32,0
Temperatura da água (°C)	S M F	28,0	31,0	30,0 26,0 23,5	30,0 26,1 -	27,0	32,0 -	30,0 26,0 23,2
Transparência (m)		0,25	1,00	3,00	3,20	0,15	2,60	3,90
Turbidez (UNT)	S M F	89,0	7,7	0,5 4,7 0,0	1,2 1,0 -	24,0	1,0 -	0,2 2,2 0,0
OD (mg/L)	S M F	7,4	6,7	6,9 1,4 1,1	5,9 0,4 -	6,5	5,4 -	6,4 0,5 0,4
pH	S M F	7,4	7,2	7,5 7,5 7,5	7,3 7,4 -	6,3	6,7 -	7,3 7,2 7,2
Condutividade (µS/cm)	S M F	55	73	56 83 116	45 68 -	10	23 -	29 37 53
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S M F	29	2	2 3 2	2 1 12	16	0 14	1 1 1
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S M F	4	1	2 2 2	1 1 4	5	0 2	1 1 1
Alcalinidade (mg/L)	S M F	37	36	27 33 47	22 33 27	5	10 8	15 14 22
Fósforo total (mg/L)	S M F	0,07	0,04	0,01 0,16 0,30	0,01 0,07 0,17	0,02	0,02 0,02	0,01 0,03 0,15
Amônia (mg/L)	S M F	<0,01	<0,01	<0,01 0,70 1,39	<0,01 0,65 0,82	<0,01	<0,01 <0,02	<0,01 0,14 0,76
Nitrato (mg/L)	S M F	0,11	0,03	0,04 0,04 0,03	0,01 0,03 0,02	0,02	<0,01 0,02	0,02 0,02 0,01
Nitrito (mg/L)	S M F	0,005	0,003	0,001 0,003 0,003	<0,001 0,004 0,004	0,001	<0,001 0,001	<0,001 0,005 0,004
Potássio (mg/L)	S M F	2,8	2,3	2,2 2,4 2,4	2,4 2,9 2,1	0,8	1,2 0,8	1,6 1,3 2,0
Sódio (mg/L)	S M F	1,8	1,8	1,1 1,2 1,4	0,9 1,1 0,6	0,4	0,4 0,4	0,6 0,4 0,7
Cálcio (mg/L)	S M F	6,3	7,5	5,2 6,7 8,2	5,0 7,4 5,0	1,5	2,8 2,3	3,3 3,3 4,9
Magnésio (mg/L)	S M F	3,1	3,9	2,2 2,8 4,0	2,0 2,9 1,9	0,4	0,5 0,4	0,9 0,6 1,0

Anexo 3b: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, junho/2001

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		12.06.01 12:15	12.06.01 13:50	12.06.01 09:00	13.06.01 10:30	13.06.01 16:25	13.06.01 16:05	13.06.01 09:40
Profundidade da coleta (m)	S	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	M			25,0	30,0			20,0
	F		16,0	48,0	52,0		16,0	37,0
Temperatura do ar (°C)		25,0	26,0	25,0	25,0	28,8	30,0	-
Temperatura da água (°C)	S	25,8	28,0	27,5	28,4	-	27,6	28,3
	M			24,6	26,5			25,5
	F		-	23,9	24,0	-	24,8	23,8
Transparência (m)		1,10	2,00	2,25	1,90	0,00	1,90	3,95
Turbidez (UNT)	S	8,8	2,0	0,7	4,9	-	1,8	0,0
	M			0,2	0,0			1,5
	F		-	0,0	-		17,0	0,0
OD (mg/L)	S	9,8	2,5	8,9	9,1	-	8,9	8,9
	M			0,3	0,6			0,2
	F		-	0,1	0,1	-	3,8	0,1
pH	S	7,7	6,8	8,8	9,1	-	7,7	8,7
	M			7,5	7,7			7,3
	F		-	7,5	7,5	-	7,3	7,3
Condutividade (µS/cm)	S	78	79	50	40	-	24	24
	M			121	42			48
	F		-	111	87	-	14	71
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S	3	1	2	3	4	0	0
	M			0	0			0
	F		0	0	0		4	0
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S	13	12	12	22	16	12	14
	M			10	10			11
	F		12	10	20		10	9
Alcalinidade (mg/L)	S	38	35	21	15	56	9	10
	M			29	16			11
	F		8	27	26		7	19
Fósforo total (mg/L)	S	0,01	0,03	<0,01	0,03	0,03	<0,01	<0,01
	M			0,23	0,02			0,04
	F		0,08	0,36	0,31		0,11	0,23
Nitrogênio Kjeldhal Total (mg/L)	S	0,22	0,19	0,92	0,33	0,55	0,22	0,15
	M			1,69	0,55			0,55
	F		0,59	1,97	1,38		0,05	1,38
Amônia (mg/L)	S	0,10	0,09	0,08	0,11	0,06	0,50	0,09
	M			1,51	0,27			0,52
	F		0,53	1,82	1,21		0,08	0,06
Nitrato (mg/L)	S	0,07	0,16	0,10	0,09	0,13	0,05	0,10
	M			0,59	0,10			0,21
	F		0,13	0,75	0,53		0,06	0,15

Anexo 3b: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, junho/2001, continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Potássio (mg/L)	S	1,3	1,5	1,5	1,5	0,8	1,3	1,1
	M			2,1	1,5			
	F		1,1	1,9	1,7			
Sódio (mg/L)	S	16,5	11,3	6,8	3,9	1,1	1,7	2,2
	M			9,6	8,4			
	F		18,3	7,2	16,5			
Cálcio (mg/L)	S	2,3	2,0	1,1	0,9	0,5	0,7	0,6
	M			1,9	0,9			
	F		3,2	1,9	1,4			
Magnésio (mg/L)	S	18,7	21,6	8,9	5,8	0,5	0,4	0,4
	M			13,7	4,7			
	F		21,2	18,2	12,8			
								5,5

Anexo 3c: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, agosto/2001

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		21.08.01 12:10	21.08.01 13:30	21.08.01 09:45	21.08.01 10:50	20.08.01 16:00	22.08.01 16:07	22.08.01 12:00
Profundidade da coleta (m)	S	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	M			24,0	15,0			20,0
	F		12,0	48,0	40,0		14,0	40,0
Temperatura do ar (°C)		29,0	33,0	26,0	33,0	33,0	30,0	32,0
Temperatura da água (°C)	S	26,0	28,0	26,2	26,0	25,0	27,4	27,4
	M			24,0	24,0			23,8
	F		24,0	-	23,8		23,7	23,0
Transparência (m)		1,10	2,50	1,60	1,50	2,00	4,50	1,80
Turbidez (UNT)	S	4,0	0,9	2,6	2,7	-	0,0	3,8
	M			0,0	0,2			0,0
	F		0,4	-	1,2		2,0	7,6
OD (mg/L)	S	10,1	7,0	8,8	9,5	8,1	8,7	10,3
	M			0,1	0,3			0,1
	F		0,2	-	0,0		3,8	0,1
pH	S	7,8	7,5	7,6	7,7	6,4	7,4	7,4
	M			6,8	6,8			6,5
	F		6,9	-	6,6		6,5	6,7
Condutividade (µS/cm)	S	68	85	52	48	4	16	34
	M			69	49			
	F		108	-	66		11	
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	S	2	0	0	5	0	7	0
	M			0	0			0
	F		0	0	0		12	0
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	S	4	1	3	10	2	6	3
	M			2	4			2
	F		6	1	5		8	4
Alcalinidade (mg/L)	S	43	38	38	27	3	5	10
	M			28	23			12
	F		50	40	22		3	11
Fósforo total (mg/L)	S	0,05	0,06	0,08	0,08	0,06	0,02	0,02
	M			0,18	0,18			0,13
	F		0,18	0,23	0,31		0,10	0,13
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	S	0,05	0,47	0,75	0,05	0,05	0,22	0,05
	M			1,43	0,22			0,71
	F		0,79	2,22	1,14		0,73	0,75
Amônia (mg/L)	S	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,09	<0,01
	M			0,65	0,01			0,52
	F		0,40	0,80	0,85		0,70	0,59
Nitrato (mg/L)	S	0,10	0,11	0,12	<0,02	0,05	0,05	0,07
	M			0,40	0,34			0,24
	F		0,22	0,51	0,48		0,06	0,37

Anexo 3c: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, agosto/2001, continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Potássio (mg/L)	S	0,1	0,3	0,2	0,2	<0,1	0,1	0,1
	M			0,2	0,1			
	F		0,2	0,2	0,1			
Sódio (mg/L)	S	1,2	1,7	0,9	0,8	0,3	0,2	0,6
	M			0,9	0,6			
	F		1,6	1,5	0,4			
Cálcio (mg/L)	S	2,1	2,7	1,4	1,2	0,6	0,1	1,0
	M			1,3	1,2			
	F		3,1	1,6	1,0			
Magnésio (mg/L)	S	4,1	4,5	2,6	2,2	0,2	0,4	1,1
	M			2,5	1,8			

Anexo 3d: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, outubro/2001								
PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		02.10.01 14:00	02.10.01 15:15	02.10.01 08:20	03.10.01 08:45	01.10.01 16:00	03.10.01 11:05	03.10.01 16:15
Profundidade da coleta (m)	S	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	M			15,0	30,0			15,0
	F		-	30,0	45,0		15,0	31,0
Temperatura do ar (°C)		29,0	29,0	30,0	28,0	35,0	31,0	31,0
	S	29,3	30,6	28,9	27,9	27,9	29,7	28,6
Temperatura da água (°C)					24,1			
	M			24,1	23,8			24,1
	F		-	23,9	23,4		24,4	23,7
Transparência (m)		0,70	2,10	2,70	2,70	2,00	2,30	2,50
	S	12,0	0,3	0,5	0,5	5,2	1,7	110,5
Turbidez (UNT)					0,0			
	M			0,0	0,0			0,0
	F		-	0,0	0,2		1,6	0,0
	S	7,3	5,6	7,8	7,6	7,9	7,4	8,0
OD (mg.L <sup>-1</sup> )					0,3			
	M			0,3	0,2			0,4
	F		-	0,2	0,1		0,5	0,3
	S	7,7	7,6	7,9	7,7	6,7	7,1	7,7
pH					6,9			
	M			7,0	6,7			6,8
	F		-	6,8	6,6		6,3	6,6
	S	102	101	54	49	5	14	36
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )					56			
	M			74	53			43
	F		-	88	47		46	42
	S	1	5	1	0	5	1	0
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )					0			
	M			3	1			2
	F		-	2	0		4	0
	S	3	9	1	2	3	3	2
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )					1			
	M			2	1			3
	F		-	7	2		3	2
	S	30	41	15	12	2	8	12
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )					18			
	M			21	10			11
	F		-	22	13		4	10
	S	0,05	0,11	0,03	0,05	0,11	0,08	0,16
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )					0,13			
	M			0,25	0,25			0,20
	F		-	0,17	0,20		0,11	0,27
	S	0,44	0,22	0,36	0,55	0,12	0,67	0,40
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )					0,71			
	M			1,69	1,86			1,00
	F		-	1,53	1,33		0,63	1,53
	S	0,04	0,04	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,04
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )					0,34			
	M			0,66	0,65			0,36
	F		-	0,80	0,61		0,20	0,58
	S	0,16	0,11	0,16	0,10	<0,02	0,03	0,10
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )					0,35			
	M			0,60	0,40			0,38
	F		-	0,40	0,41		0,22	0,35
	S	1,9	2,1	1,7	1,7	0,4	0,6	1,4

Anexo 3d: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, outubro/2001, continuação.								
PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	M			1,9	1,2			1,2
	F		-	2,1	1,0		0,6	1,2
	S	1,3	1,6	0,9	0,7	0,2	0,2	0,5
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	M			1,1	0,2			0,2
	F		-	0,8	0,3		0,3	0,4
	S	3,8	3,7	2,0	1,9	0,3	0,8	1,6
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	M			2,2	1,4			1,6
	F		-	2,3	1,5		1,0	1,4
	S	3,0	3,5	1,5	1,3	0,2	0,3	0,7
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	M			1,4	0,5			0,6
	F		-	1,5	0,6		0,3	0,4

Anexo 3e: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, dezembro/2001

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		04.12.01 11:00	04.12.01 11:30	04.12.01 09:00	05.12.01 09:00	03.12.01 15:50	05.12.01 14:00	05.12.01 10:00
Profundidade da coleta (m)	S	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	M			15,0	15,0			15,0
	F		15,0	22,0	45,0		20,0	35,0
Temperatura do ar (°C)		33,0	35,0	31,0	27,0	30,0	34,0	28,0
Temperatura da água (°C)	S	25,1	28,8	29,0	28,8	25,1	29,9	28,7
	M			24,8	24,6			24,5
	F		26,8	24,2	24,0		26,0	23,7
Transparência (m)		0,10	0,45	1,60	1,40	0,05	2,20	1,60
Turbidez (UNT)	S	566,0	20,0	2,5	2,8	457,0	32,0	1,5
	M			1,4	0,6			0,3
	F		107,7	0,0	0,0		87,9	0,0
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	S	3,1	3,9	8,8	8,1	9,4	8,0	8,0
	M			0,6	0,3			0,3
	F		5,8	0,4	0,2		5,0	0,2
pH	S	7,3	7,3	8,3	8,0	8,3	7,6	7,8
	M			7,3	7,1			6,8
	F		7,1	7,2	6,9		6,5	6,6
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	S	32	51	52	44	9	77	29
	M			87	70			51
	F		54	81	53		16	48
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )	S	338	0	7	2	33	1	0
	M			6	0			0
	F		1	2	3		0	15
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )	S	39	2	6	4	6	3	1
	M			4	2			8
	F		2	2	1		3	2
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	S	12	18	20	13	3	6	18
	M			27	16			13
	F		21	25	17		7	16
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,22	0,11	0,07	0,07	0,23	0,06	0,06
	M			0,15	0,16			0,11
	F		0,18	0,22	0,19		0,09	0,17

Anexo 3e: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, dezembro/2001, continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,86	0,33	0,19	0,33	0,22	0,15	<0,02
	M			2,03	0,87			0,37
	F		1,33	1,18	1,05		0,33	0,66
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,11	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	M			0,66	0,45			0,37
	F		0,05	0,92	0,56		0,02	0,55
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,16	0,22	0,12	0,03	0,14	0,18	0,09
	M			0,16	0,30			0,17
	F		0,12	0,35	0,24		0,09	0,26
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2,3	2,2	2,7	1,9	1,1	1,2	1,7
	M			2,0	2,1			1,8
	F		2,3	2,4	1,7		0,6	1,9
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,8	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,2
	M			0,4	0,4			0,1
	F		1,2	0,5	0,1		<0,1	<0,1
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,9	1,4	1,8	1,4	0,1	0,7	1,1
	M			1,7	1,5			1,2
	F		1,6	1,6	1,2		0,4	1,1
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,3	2,0	2,3	1,6	0,3	0,4	0,9
	M			1,9	1,6			1,0
	F		2,3	1,8	1,1		0,2	0,8

Anexo 3f: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, fevereiro/02.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		19.02.02 12:30	19.02.02 14:10	19.02.02 10:00	20.02.02 09:10	18.02.02 17:10	20.02.02 13:50	20.02.02 10:20
Profundidade da coleta (m)	S	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	M			20,0	10,0		15,0	20,0
	F		20,0	40,0	20,0 35,0 50,0		25,0	40,0
Temperatura do ar (°C)		35,0	27,0	31,0	32,0	24,0	33,0	32,0
Temperatura da água (°C)	S	25,8	28,8	28,7	29,0	25,6	31,7	29,7
	M			25,4	28,9		26,1	25,5
	F		26,0	24,0	25,5 24,1 23,8		25,5	23,9
Transparência (m)		0,05	1,50	2,75	2,65	0,60	3,45	3,15
Turbidez (UNT)	S	350,0	5,2	0,5	0,2	37,9	0,6	0,0
	M			4,6	0,3		34,9	12,5
	F		35,8	1,0	4,0 0,0 0,0		57,0	0,0
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	S	9,3	7,3	8,0	8,5	9,2	9,4	8,6
	M			0,4	8,1		1,1	0,5
	F		2,7	0,3	0,3 0,1		0,2	0,2
pH	S	7,9	7,3	7,9	7,8	8,3	7,6	7,7
	M			7,1	7,6		6,8	6,9
	F		7,2	6,9	7,1 6,9 6,8		6,7	6,7
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	S	35	57	46	43	10	28	31
	M			59	44		21	43
	F			86	62 65 64		25	54
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )	S	256	20	0	0	6	0	0
	M			0	0		0	3
	F		0	5	0		8	0
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2	2	1	1	4	2	1
	M			2	1		1	1
	F		5	3	1 2		3	4
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	S	20	20	20	20	17	14	11
	M			12	25 20 17		17	13
	F		23	15	20		13	11
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,58	0,09	0,04	0,04	0,08	0,11	0,08
	M			0,07	0,06 0,05 0,23		0,10	0,10
	F		0,08	0,26	0,24		0,12	0,18

Anexo 3f: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, fevereiro/02; continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,91	0,92	0,32	0,46	0,02	0,23	0,38
	M			0,66	0,90			
	F		1,40	2,18	2,10			
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	S	<0,01	<0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	M			0,04	< 0,01			
	F		0,05	0,54	1,08			
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,25	0,15	0,14	0,12	0,11	0,07	0,07
	M			0,14	0,10			
	F		0,17	0,36	0,30			
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2,3	3,5	4,2	3,3	0,9	2,4	2,5
	M			3,5	3,3			
	F		3,1	2,8	3,0			
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,8	0,6	0,3	0,7	0,3	0,2	0,4
	M			0,6	0,5			
	F		0,5	0,6	0,6			
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,9	1,0	0,5	1,5	0,1	1,0	1,3
	M			1,4	1,4			
	F		0,6	1,8	1,6			
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	4,8	4,0	0,8	4,8	0,2	0,6	2,2
	M			5,2	5,2			
	F		1,8	4,8	2,6			

Anexo 3g: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, abril/02.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		17.04.02 11:20	17.04.02 13:10	17.04.02 08:35	18.04.02 08:45	16.04.02 17:10	18.04.02 13:00	18.04.02 09:50
Profundidade da coleta (m)	S	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	M			12,0	25,0 35,0 45,0		15,0	25,0
	F		20,0	32,0	60,0		30,0	50,0
Temperatura do ar (°C)		34,0	34,0	29,5	31,0	28,0	33,0	31,0
Temperatura da água (°C)	S	28,0	34,0	28,6	30,2	26,5	31,3	30,1
	M			27,0	24,8 24,2 24,0		26,5	25,0
	F		-	24,4	-		-	-
Transparência (m)		0,30	2,30	3,50	4,20	0,30	3,30	4,00
Turbidez (UNT)	S	9,2	0,0	0,0	0,4	16,0	0,0	0,4
	M			1,7	3,4 0,5 0,0		11,7	29,6
	F		-	0,9	-		-	-
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	S	8,6	7,4	7,7	7,5	8,8	6,6	7,9
	M			0,2	0,2 0,1 0,1		0,2	0,1
	F		-	0,1	-		-	-
pH	S	7,7	7,6	7,9	7,8	7,2	7,3	7,7
	M			7,0	7,0 6,9 6,9		6,8	6,8
	F		-	6,8	-		-	-
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	S	93	57	47	41	6	32	32
	M			56	65 69 68		33	46
	F		-	88	-		-	-
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )	S	7	1	0	0	6	1	0
	M			2	6 4 1		5	6
	F		7	9	11		11	12
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1	2	1	2	1	1	2
	M			1	1 4 2		1	2
	F		1	2	2		6	3
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	S	45	20	22	12	2	12	13
	M			23	15 16 19		11	12
	F		18	27	22		16	17
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,75	0,05	0,01	0,03	0,02	0,18	0,02
	M			0,02	0,04 0,17 0,18		0,19	0,06
	F		0,06	0,28	0,28		0,46	0,16

Anexo 3g: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, abril/02; continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,10	0,52	<0,02	<0,02	0,84	1,90	0,98
	M			0,29	<0,02 0,63 1,39		1,96	0,44
	F		0,27	1,97	1,93		1,55	1,66
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	S	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
	M			0,11	<0,01 0,54 1,02		1,22	0,27
	F		0,23	1,58	1,33		1,08	0,91
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,03	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01
	M			0,06	<0,01 0,20 0,34		0,09	0,09
	F		0,04	0,35	0,37		0,45	0,29
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,0	1,1	1,3	1,4	0,2	1,2	1,2
	M			1,4	1,8 1,5 1,5		0,8	1,1
	F		1,2	1,3	1,6		1,1	1,3
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2,0	1,1	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4
	M			1,4	0,8 0,8 0,5		0,3	0,4
	F		0,8	0,9	0,5		0,4	0,4
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2,9	0,7	1,0	0,9	0,1	0,8	0,5
	M			1,6	0,9 0,9 1,1 1,1		0,9	0,6
	F		0,9	0,8	1,2		0,9	0,7
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	4,8	0,9	1,3	0,9	3,1	0,7	0,7
	M			1,7	1,0 0,9 1,5		0,2	0,5
	F		1,4	0,5	1,2		0,4	0,7

Anexo 3h: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, junho/02.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		09.06.02 13:15	09.06.02 15:20	09.06.02 10:30	10.06.02 10:55	08.06.02 17:45	10.06.02 15:20	10.06.02 12:00
Profundidade da coleta (m)	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M			30,0	20,0			30,0
	F		25,0	55,0	35,0 50,0		20,0	45,0
Temperatura do ar (°C)		25,0	26,0	23,0	30,0	23,0	30,0	30,0
Temperatura da água (°C)	S	23,0	24,2	24,3	24,8	22,5	26,2	24,6
	M			24,2	24,7			24,3
	F		-	-	24,0		-	23,8
Transparência (m)		1,60	2,00	1,50	1,50	2,50	3,20	2,30
Turbidez (UNT)	S	6,4	2,0	2,3	3,8	16,0	30,5	57,2
	M			3,9	4,6			6,7
	F		-	-	1,7		-	1,6
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	S	9,5	7,5	8,2	8,3	8,5	6,3	8,8
	M			1,9	2,8			5,6
	F		-	-	2,1		-	1,9
pH	S	6,9	6,9	6,5	6,4	5,9	6,1	6,3
	M			6,0	6,0			5,9
	F		-	-	6,0		-	5,8
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	S	1	102	70	64	9	46	49
	M			148	63			92
	F		-	-	119		-	126
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )	S	4	4	1	0	1	0	1
	M			5	1			4
	F		0	12	4		0	5
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1	1	3	2	5	2	1
	M			6	1			2
	F		2	4	4		4	5

Anexo 3h: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, junho/02; continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	S	65	26	23	19	2	12	14
	M			27	22			14
	F		36	28	25		14	19
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,02	0,07	0,02	0,05	0,04	0,04	0,02
	M			0,17	0,02			0,04
	F		0,04	0,30	0,22		0,06	0,15
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )	S	< 0,02	0,12	0,27	0,14	0,68	0,56	1,23
	M			0,28	0,15			0,90
	F		0,14	2,18	0,93		0,51	1,57
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,01	0,10	0,11	0,11	0,02	<0,01	0,04
	M			0,22	0,08			0,12
	F		0,11	1,03	0,79		0,01	0,60
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,03	0,07	0,08	0,09	0,04	0,07	0,06
	M			0,09	0,08			0,14
	F		0,07	0,40	0,33		0,05	0,33
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,1	2,0	2,1	1,9	0,3	1,5	3,4
	M			2,2	1,9			2,1
	F		2,1	2,2	2,0		0,8	1,7
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2,6	2,5	0,9	2,3	0,7	0,6	0,5
	M			1,9	0,8			0,5
	F		2,8	2,3	0,7		2,3	0,4
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	4,1	2,0	1,2	1,2	0,3	1,1	0,9
	M			1,4	1,1			1,0
	F		2,1	1,5	1,2		0,8	1,1
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2,8	2,7	0,8	1,0	0,1	0,1	0,7
	M			0,6	0,6			0,4
	F		1,7	1,4	0,7		0,4	0,7

Anexo 3i: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, agosto/02.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		28.08.02 12:10	27.08.02 14:30	27.08.02 09:40	28.08.02 17:09	26.08.02 15:50	28.08.02 11:11	28.08.02 15:54
Profundidade da coleta (m)	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M			25,0	25,0			20,0
	F		20,0	50,0	40,0 53,0		22,0	38,0
Temperatura do ar (°C)		33,0	30,0	30,0	30,0	30,0	32,0	31,0
Temperatura da água (°C)	S	-	28,6	27,6	27,8	25,0	28,5	27,9
	M				24,7 24,3			24,5
	F		24,6	23,9	23,9 23,8		24,0	24,0
Transparência (m)		1,20	2,25	3,35	2,40	2,20	2,30	2,30
Turbidez (UNT)	S	6,0	2,8	3,5	33,0	6,5	3,1	17,3
	M							
	F							
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	S	7,9	9,1	7,7	9,2	9,5	7,2	9,7
	M			0,0	0,0			0,0
	F		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0
pH	S	7,0	6,9	6,8	7,3	5,4	6,9	7,4
	M							
	F							
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	S	81	73	53	49	6	35	42
	M							
	F							
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )	S	3	1	1	1	1	1	1
	M			10	4			1
	F		2	0	8 13		10	9
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0	0	1	0	0	1	1
	M			4	2 3			1
	F		3	1	3 5		4	1
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	S	39	19	20	19	2	15	14
	M			20	8 19			15
	F		50	17	18 20		5	17
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,02	0,05	0,04	0,07	0,01	0,01	0,01
	M			0,02	0,08 0,09			0,12
	F		0,10	0,35	0,27 0,29		0,05	0,23
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )	S	< 0,02	0,03	0,43	0,09	0,05	0,12	0,03
	M			0,27	0,48 0,65			0,25
	F		0,72	2,30	1,89 1,85		0,23	1,33

Anexo 3i: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, agosto/02; continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,01	0,02	0,06	0,03	0,02	0,03	< 0,01
	M			0,30	0,42			
	F		0,54	0,85	0,91 0,93			
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03
	M			0,06	0,13 0,18			
	F		0,12	0,25	0,26 0,42			
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,25	1,82	2,80	2,00	0,33	1,90	1,90
	M			2,50	2,00 2,10			
	F		2,90	3,00	2,10 2,30			
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,49	1,43	0,60	0,30	0,18	0,38	0,62
	M			0,40	0,10 0,53			
	F		1,80	0,10	0,41 0,55			
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	3,68	2,61	1,86	1,52	0,04	1,19	1,23
	M			1,51	1,43 1,51			
	F		1,61	2,08	1,43 1,62			
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2,65	2,48	0,83	0,88	0,25	0,59	0,94
	M			0,59	0,57 0,10			
	F		1,70	0,39	0,12 0,52			

Anexo 3j: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, outubro/02.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		08.10.02 12:40	08.10.02 14:30	08.10.02 09:50	09.10.02 09:36	07.10.02 16:10	09.10.02 14:40	09.10.02 11:40
Profundidade da coleta (m)	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M			25,0	18,0 28,0 38,0			27,0
	F		18,0	45,0	48,0		25,0	45,0
Temperatura do ar (°C)		42,0	32,0	34,0	35,0	27,0	37,0	32,0
Temperatura da água (°C)	S	30,1	30,6	29,2	29,7	27,3	31,0	29,9
	M			24,6	24,9 24,4 24,2			24,5
	F		25,1	24,3	24,2		24,5	24,1
Transparência (m)		1,00	1,30	1,80	2,10	1,60	2,50	1,90
Turbidez (UNT)	S	23,0	14,0	12,0	12,7	16,3	16,0	12,5
	M			11,0	11,5 11,7 12,9			11,1
	F		11,4	11,1	11,4		11,8	11,5
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	S	7,9	8,9	8,2	8,0	7,8	7,5	8,2
	M			0,3	0,9 0,7 0,6			0,4
	F		0,5	0,2	0,5		0,3	0,3
pH	S	7,5	7,8	7,7	8,3	6,0	6,9	7,7
	M			6,6	6,6 6,5 6,6			6,4
	F		6,6	6,7	6,7		6,3	6,3
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	S	70	57	40	39	4	19	30
	M			67	36 57 72			49
	F		101	107	87		37	45
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )	S	6	2	0	0	1	0	0
	M			12	0 3 15			2
	F		1	40	32		7	2
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1	2	0	2	1	2	2
	M			2	1 1 5			2
	F		4	1	11		4	1
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	S	28	26	25	14	2	7	12
	M			18	19 16 17			13
	F		43	27	20		7	12
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,04	0,09	0,13	0,08	0,36	< 0,01	0,03
	M			0,19	0,16 0,19 0,29			0,08
	F		0,18	0,62	0,47		0,04	0,19

Anexo 3j: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, outubro/02; continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,13	0,09	0,33	0,46	0,17	0,04	< 0,01
	M			1,41	0,57			0,80
	F		1,34	3,19	2,14			0,39
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,08	0,02	0,02	0,03	< 0,01	0,03	< 0,01
	M			0,52	0,35			0,42
	F		0,69	1,54	1,34			0,37
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,14	0,15	0,14	0,12	0,09	0,19	< 0,01
	M			0,35	0,21			0,34
	F		0,38	0,56	0,54			0,34
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,4	2,3	2,1	2,3	0,4	1,0	1,7
	M			2,1	1,6			1,6
	F		2,3	2,4	2,0			1,5
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,5	1,6	1,1	1,1	0,3	0,3	0,6
	M			0,7	0,5			0,4
	F		1,9	0,7	0,4			0,4
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	5,6	4,0	3,2	2,4	0,4	1,6	1,2
	M			2,4	2,2			1,6
	F		5,6	3,0	2,4			2,2
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	3,0	2,3	2,0	1,6	0,2	0,6	1,2
	M			1,4	1,2			0,8
	F		3,4	2,0	1,4			0,8

Anexo 3k: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, dezembro/02.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		03.12.02 11:25	03.12.02 13:00	03.12.02 13:10	04.12.02 08:55	02.12.02 15:50	04.12.02 13:50	04.12.02 10:05
Profundidade da coleta (m)	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M			21,0	15,0 25,0 35,0			21,0
	F		18,0	43,5	45,0		23,0	44,0
Temperatura do ar (°C)		32,0	37,0	31,0	35,0	—	36,0	32,0
Temperatura da água (°C)	S	28,2	31,3	29,3	29,8	27,7	33,2	29,9
	M			24,8	25,0 24,6 24,3			24,8
	F		—	—	—		—	24,8
Transparência (m)		0,30	1,55	2,40	1,30	1,60	2,70	2,40
Turbidez (UNT)	S	85,0	13,4	12,8	13,7	16,5	11,9	12,2
	M			11,2	11,6 11,1 11,2			11,2
	F		—	—	—		—	11,2
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	S	7,69	8,07	7,22	7,55	7,87	8,36	8,36
	M			0,37	0,87 0,59 0,53			0,59
	F		—	—	—		—	—
pH	S	7,3	7,5	7,4	7,5	6,8	7,1	7,4
	M			6,6	6,6 6,5 6,4			6,4
	F		—	—	—		—	6,4
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	S	38	62	39	36	4	19	29
	M			64	44 49 63			38
	F		—	—	—		—	38
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )	S	18	2	2	0	7	4	6
	M			30	2 6 8			16
	F		0	1	2		5	16
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )	S	10	0	3	2	0	0	4
	M			16	1 25 25			2
	F		2	2	15		13	53
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	S	26	27	20	13	8	11	13
	M			24	11 15 19			15
	F		29	15	23		15	14
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,10	0,06	0,30	0,07	< 0,01	0,01	0,02
	M			0,60	0,14 0,38 0,38			0,04
	F		0,14	0,60	0,05		0,10	0,21

Anexo 3k: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, dezembro/02; continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30	
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,42	0,09	0,58	0,84	0,10	0,22	0,26	
	M			1,82	1,22 1,82 2,97				0,56
	F		0,09	0,47	0,53			0,95	1,54
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,12	0,06	0,51	0,01	0,06	0,02	0,02	
	M			1,09	0,52 0,50 0,35				0,40
	F		0,08	0,42	0,29			0,52	0,54
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,08	0,02	0,27	0,22	< 0,01	0,10	< 0,01	
	M			0,34	0,25 0,41 0,43				0,21
	F		< 0,01	0,12	0,04			0,27	0,26
Sulfato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,4	< 0,1	0,2	0,5	0,2	< 0,1	< 0,1	
	M			0,6	0,2 <0,1 <0,1				< 0,1
	F		< 0,1	0,5	0,6			0,3	0,2
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2,5	3,1	2,3	2,1	0,6	1,4	2,0	
	M			2,7	1,9 2,0 2,0				2,0
	F		2,4	2,2	2,1			1,4	1,8
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,5	2,0	1,1	1,0	0,6	0,5	0,9	
	M			1,2	0,7 0,7 0,7				0,7
	F		1,4	1,2	1,1			0,5	0,6
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	4,4	5,8	3,6	3,6	0,8	2,0	3,2	
	M			4,4	3,2 3,2 3,2				3,0
	F		4,0	3,2	3,6			2,6	2,8
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,9	0,8	0,8	0,9	0,3	0,3	0,6	
	M			0,8	0,9 0,6 0,7				1,0
	F		0,9	1,0	0,8			0,9	0,9

Anexo 3I: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, fevereiro/03.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		04.02.03 12:35	04.02.03 10:40	04.12.01 09:30	05.02.03 09:40	03.02.03 15:00	05.02.03 13:30	05.02.03 10:05
Profundidade da coleta (m)	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M		15,0	18,0	18,0		13,0	22,0
	F		25,0	36,0	38,0		27,0	42,0
Temperatura do ar (°C)		32,0	31,0	30,0	29,0	28,0	30,0	32,0
Temperatura da água (°C)	S	25,9	27,5	28,6	29,0	27,3	30,8	29,8
	M		26,0	28,3	25,7		-	25,0
	F			26,6	24,4		-	24,4
Transparência (m)		0,30	0,80	2,10	2,30	0,20	2,10	3,30
Turbidez (UNT)	S	61,0	18,7	1,6	41,8	81,0	1,1	1,3
	M		25,0	3,4	1,4		-	0,4
	F		54,6	5,7	0,3		-	0,1
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	S	8,7	9,8	3,5	8,0	4,0	8,2	8,4
	M		2,3	3,4	0,3		-	0,4
	F		2,3	0,4	0,1		-	0,2
pH	S	7,0	6,9	7,4	7,5	6,6	6,8	7,0
	M		6,6	7,1	6,4		-	6,2
	F		6,6	6,4	6,3		-	6,1
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	S	45	37	42	39	9	19	25
	M		38	42	60		-	40
	F		38	57	67		-	60
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )	S	35	6	2	2	32	0	0
	M		10	5	0		9	0
	F		24	19	3		22	3
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )	S	5	2	2	2	8	11	13
	M		2	2	2		11	15
	F		5	7	3		15	14
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	S	26	27	20	13	7	8	9
	M		27	24	11		10	6
	F		29	15	15		10	5
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,03
	M		0,02	0,25	0,05		0,02	0,05
	F		0,02	0,24	0,23		0,08	0,15

Anexo 3I: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, fevereiro/03; continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,57	0,60	0,43	0,39 1,21	0,43	0,97	0,67
	M		1,13	4,03	1,86 1,47		0,44	0,45
	F		0,65	2,54	2,57		1,65	1,45
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,05	0,03	0,05	0,07 0,45	0,05	0,03	0,07
	M		0,07	0,53	0,53 1,02		0,11	0,32
	F		0,08	1,07	1,08		0,55	0,49
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01 <0,01	0,07	<0,01	<0,01
	M		<0,01	<0,01	<0,01 <0,01		0,12	0,11
	F		<0,01	<0,01	<0,01		0,03	0,27
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,4	1,5	2,1	1,9 1,9	0,8	0,8	2,1
	M		1,5	2,6	2,1 1,9		1,7	1,8
	F		2,0	2,0	2,1		1,4	1,5
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,5	1,1	1,1	0,7 0,8	0,3	0,6	0,3
	M		1,3	1,1	0,5 0,4		0,3	0,3
	F		1,3	0,5	0,4		0,4	0,3
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	4,5	4,4	4,1	3,3 0,3	1,3	3,0	3,2
	M		4,1	4,8	3,3 3,7		3,6	3,9
	F		4,3	2,9	4,0		4,2	3,6
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,7	0,7	0,8	0,7 0,7	0,5	0,5	0,6
	M		0,8	0,6	0,6 0,5		0,5	0,6
	F		0,8	0,2	0,6		0,6	0,6

Anexo 3m: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, abril/03.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Data e hora da coleta		08.04.03 13:00	08.04.03 14:25	08.04.03 10:50	09.04.03 08:30	07.04.03 16:30	09.04.03 13:35	09.04.03 10:45
Profundidade da coleta (m)	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M			27,0	5,0 10,0 30,0		15,0	20,0
	F		21,0	55,0	50,0		28,0	43,0
Temperatura do ar (°C)		37,0	32,0	34,0	27,0	26,5	32,0	27,0
Temperatura da água (°C)	S	28,3	29,8	29,0	29,0	25,2	30,4	29,4
	M			25,0	28,4 27,8 24,8		26,0	25,6
	F				24,5		25,6	24,5
Transparência (m)		0,67	1,20	3,28	2,80	1,50	3,20	2,40
Turbidez (UNT)	S	26,6	5,0	1,0	2,3	14,1	1,1	1,1
	M			3,1	1,4 1,2 0,4		47,4	1,5
	F				0,6		69,7	0,2
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	S	8,56	8,50	8,60	8,20	8,08	7,90	8,40
	M			0,49	7,48 4,19 0,57		3,44	0,59
	F				0,38		3,07	0,42
pH	S	7,6	7,6	7,9	8,0	8,4	6,9	7,6
	M			6,6	7,4 7,1 6,6		6,6	6,5
	F				6,5		6,4	6,3
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	S	66	42	39	28	8	22	24
	M			79	29 38 63		18	48
	F				70		19	63
Sólidos Suspensos Fixos (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2	3	2	4	60	2	1
	M			8	4 1 3		28	5
	F		20	42	57		15	32
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2	1	2	1	0	0	2
	M			1	1 0 1		4	1
	F		2	13	14		2	6
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	S	24	21	20	22	23	20	18
	M			21	13 16 20		21	16
	F		21	25	23		18	14
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,06	<0,02	0,11	<0,02	0,05	<0,02	0,03
	M			0,02	<0,02 0,18		0,13	0,02
	F		0,05	0,42	0,46		0,02	0,34

Anexo 3m: Variáveis físicas e químicas da água analisadas nas estações de coleta do APM Manso, fase de estabilização, abril/03; continuação.

PARÂMETROS	PROF.	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,26	0,44	1,28	0,36	0,67	1,00	0,40
	M			0,47	0,67		0,47	1,08
	F		0,09	2,03	1,07		0,79	1,07
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,01	0,03	0,01	0,04	0,07	0,01	<0,01
	M			0,23	0,01		0,03	0,61
	F		0,06	1,82	0,95		0,07	0,95
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	S	0,24	0,15	0,11	0,10	0,17	0,12	0,10
	M			0,28	0,11		0,09	0,40
	F		0,22	0,79	0,51		0,11	0,12
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,50	1,60	2,00	1,60	0,60	1,40	2,00
	M			1,70	1,60			2,00
	F		1,70	2,10	2,00		1,40	1,80
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	1,5	2,0	1,1	1,0	0,7	1,1	1,4
	M			1,2	0,7		1,1	1,7
	F		1,4	1,2	0,7		1,0	1,8
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	3,80	3,80	3,60	2,80	0,80	2,40	2,60
	M			3,20	2,80		2,40	2,80
	F		2,40	3,00	3,40		2,80	3,00
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	S	2,2	2,0	1,8	1,2	0,4	0,8	0,8
	M			2,0	1,4		0,6	1,2
	F		1,8	1,6	1,4		0,8	1,2

Anexo 4a: Densidade das espécies de fitoplâncton (ind/mL) nas estações de coleta do APM Manso em fevereiro/2001.

T A X A	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
<b>NOSTOCOPHYCEAE (CIANOBACTÉRIAS)</b>							
<b>FILAMENTOSAS</b>							
<i>Anabaena spiroides</i>							7
<i>Anabaena</i> sp		34					
<i>Anabaenopsis</i> sp							
<i>Oscillatoria brevis</i>							
<i>Oscillatoria</i> sp			50	60		87	54
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>							
<i>Chroococcus minutus</i>							
<i>Merismopedia tenuissima</i>		201				7	
<i>Merismopedia</i> sp							7
Chroococcales colonial						20	
<b>BACILLARIOPHYCEAE (DIATOMÁCEAS)</b>							
<b>SUBCLASSE CENTRICAE</b>							
<i>Aulacoseira distans</i>			235	168		1.970	395
<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i>							
<i>Cyclotella</i> sp				7			
<i>Rhizosolenia</i> sp		34					
Formas cêntricas não identificadas		101	34				
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>							
<i>Amphora</i> sp					4		
<i>Amphora</i> spp							
<i>Entomoneis</i> sp							
<i>Fragilaria intermedia</i>			17	34			
<i>Fragilaria ulna</i>						20	
<i>Frustulia</i> spp							
<i>Gomphonema</i> spp							
<i>Gyrosigma</i> sp							
<i>Navicula</i> sp1	2				2		
<i>Pleurosigma</i> sp	2						
Não identificadas		34			2		
<b>CHLOROPHYCEAE (CLOROFÍCEAS)</b>							
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>							
<i>Actinastrum hantzschii</i>		167					
<i>Ankyra ancora</i>				7			
<i>Botryococcus</i> sp			17		2		
<i>Closteriopsis longissima</i>							
<i>Coelastrum reticulatum</i>		17	2.412	1.648		228	931
<i>Crucigenia tetrapedia</i>		34					
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>							
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		168		13			7
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i>						13	
<i>Elakothrix</i> sp			17	13		40	54
<i>Eutetramorus</i> sp							

Anexo 4a: Densidade das espécies de fitoplâncton (ind/mL) nas estações de coleta do APM Manso em fevereiro/2001; continuação

TAXA	MAN-10	MAN-20	MAN-30	MAN-40	CSC-10	CSC-20	CSC-30
<i>Monoraphidium contortum</i>		34				7	
<i>Monoraphidium convolutum</i>		235					
<i>Monoraphidium komarkovae</i>		17	67				7
<i>Monoraphidium</i> sp		17		27		27	
<i>Nephrocytium</i> sp			17				
<i>Oocystis lacustris</i>						7	14
<i>Oocystis</i> sp							
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i>			17				
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		17					
<i>Scenedesmus</i> sp		67	34	13			
<i>Schroederia setigera</i>		67	17	7		20	7
<i>Schroederia spiralis</i>		17					
<i>Selenodictyum brasiliense</i>		17	17			34	
<i>Sphaerocystis shroeteri</i>						7	
<i>Tetraedron caudatum</i>		17					
Chlorococcales colonial		17	67	7		20	13
Chlorococcales unicelular	2	402		34		13	7
<b>FLAGELADAS</b>							
<i>Chlamydomonas</i> sp	2					7	
Volvocales		67					
<b>ZYGNEMAPHYCEAE (DESMIDIÁCEAS)</b>							
<i>Cosmarium</i> sp	2					7	
<i>Staurastrum leptocladum</i>							
<i>Staurastrum</i> sp							
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>							
<i>Euglena</i> sp							
<i>Phacus longicauda</i>							
<i>Trachelomonas volvocina</i>		101					
<b>CRYPTOPHYCEAE (CRIFTOFÍCEAS)</b>							
<i>Cryptomonas</i> sp1	3	503	17		2	40	13
<i>Cryptomonas</i> sp2		302	17				
<b>DINOPHYCEAE</b>	0	67	0	0	0	14	0
<i>Gymnodinium</i> sp						7	
<i>Peridinium</i> sp		67				7	
<b>XANTOPHYCEAE</b>							
<i>Ophiocytium</i> sp		34					
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>3.073</b>	<b>5.481</b>	<b>3.693</b>	<b>14</b>	<b>2.830</b>	<b>2.447</b>

Anexo 4b: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man10.

ORGANISMOS	Jun01	Ago01	Out01	Dez01*	Fev02*	Abr02	Jun02	Ago02	Out02*	Dez02*	Fev03*	Abr03*
<b>Classe Nostocophyceae</b>												
<b>FILAMENTOSAS</b>												
<i>Oscillatoria</i> sp.		2						3				
Cianobactéria filamentososa não identificada				22								
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Microcystis incerta</i>								7				
Chroococcales colonial						2						
<b>Classe Bacillariophyceae</b>												
<b>SUBCLASSE CENTRICAÉ</b>												
<i>Aulacoseira granulata</i>											3	
<i>Cyclotella</i> sp.								3				
<i>Melosira varians</i>	10											
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>												
<i>Amphora</i> sp.	3		3	22	8			17	7			
<i>Cymbella</i> sp.		5										
<i>Fragilaria intermedia</i>							40					
<i>Fragilaria</i> sp.		3	3	44					10	6		3
<i>Gomphonema</i> sp.		3		22					3			
<i>Navicula</i> sp <sub>1</sub>		7	3			8						
<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>	13	2	3					7				
<i>Nitzschia</i> sp <sub>1</sub>	3											
<i>Pinnularia viridis</i>				22								
<i>Pinnularia</i> sp.				44						6	2	
<i>Suirella ovalis</i>	2											
<i>Suirella</i> sp.	2											
Formas penatas não identificadas	22		7	67		8	13		3	22		2
<b>Classe Chlorophyceae (Clorofíceas)</b>												
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Closteriopsis longissima</i>								3				
<i>Coelastrum reticulatum</i>	2							3				
<i>Elakatothrix cf. lacustris</i>		5						7				
<i>Kirchneriella lunaris</i>		2										
<i>Monoraphidium contortum</i>	2	17	3			10		3	3			
<i>Monoraphidium</i> sp.	2					7	20	121	17			
<i>Scenedesmus acuminatus</i>						2		3				
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>									3			
<i>Scenedesmus bijuga</i>			3			2						
<i>Scenedesmus quadricauda</i>			3									
<i>Scenedesmus spinosus</i>								3				
<i>Scenedesmus</i> sp.							7					
<i>Schroederia setigera</i>		3										
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	2											
Chlorococcales colonial								3	3			
Chlorococcales unicelular	3	23				3	47	77	13	17		
<b>FLAGELADAS</b>												
<i>Chlamydomonas</i> sp.	7		7			17	13		17			
<i>Eudorina</i> sp.						3						
Flagelada nanoplânctônica (Cf. <i>Spermatozopsis</i> sp.)			258				556		87			
Volvocales		44	44			7	67	10	3			
<b>FILAMENTOSAS</b>												
Clorofícea filamentososa não identificada								3				1
<b>Classe Zygnemaphyceae (Desmidiáceas)</b>												
<i>Closterium</i> sp.						2						
<i>Mougeotia</i> sp.									3			

Anexo 4b: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man10.; continuação

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01*	Fev02*	Abr02	Jun02	Ago02	Out02*	Dez02*	Fev03*	Abr03*
<b>Classe Euglenophyceae (Euglenofíceas)</b>												
<i>Euglena</i> sp.	3								7			
<i>Strombomonas rotunda</i>												
<i>Trachelomonas</i> sp <sub>1</sub> (= <i>Trachelomonas</i> sp.)						2						
Euglenales			3									
<b>Classe Chrysophyceae (Crisofíceas)</b>												
<i>Dinobryon</i> sp.			3									
<b>Classe Cryptophyceae (Criptofíceas)</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	28	27	23			94	67	7	121	6		1
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>	15	60	3									
<b>Classe Dinophyceae (Dinoflagelados)</b>												
<i>Peridinium</i> sp.		7	13			2	7	3				
<b>TOTAL</b>	<b>119</b>	<b>210</b>	<b>382</b>	<b>243</b>	<b>8</b>	<b>169</b>	<b>837</b>	<b>283</b>	<b>300</b>	<b>57</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

(\*) - excessiva quantidade de material particulado

Anexo 4c: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man20.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03	Abr03
<b>Classe Nostocophyceae</b>												
<b>FILAMENTOSAS</b>												
<i>Lyngbya</i> sp.	34											
<i>Oscillatoria</i> sp.				7								
<i>Pseudoanabaena</i> sp.										17	17	40
Filamentosa não identificada						3						7
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Aphanocapsa</i> sp.										302		27
<i>Aphanothece</i> sp.	34											
<i>Merismopediacf. punctata</i>										67		
<i>Merismopedia tenuissima</i>	50		11	23	905			201			34	
<i>Merismopedia</i> sp.			469			34						
<i>Microcystis</i> sp.	1.457	1.055	581				10					147
Chroococcales colonial		67	659		570	375	3	1.608	2.529	469		27
<b>Classe Bacillariophyceae</b>												
<b>SUBCLASSE CENTRICAE</b>												
<i>Aulacoseira distans</i>	50	17		3	285							
<i>Aulacoseira granulata</i>				7	503					34		
<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	134									17	117	
<i>Cyclotella</i> sp.	101		89		603	74	13		17	34		174
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>												
<i>Fragilaria ulna</i>										17		
<i>Fragilaria</i> sp.											17	
<i>Gomphonema</i> sp.										34		
<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>				3				67				
Formas penatas não identificadas	34	17										
<b>Classe Chlorophyceae</b>												
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Actinastrum</i> sp.										17		
<i>Ankistrodesmus falcatius</i>		17						34				
<i>Ankyra ancora</i>	134	34	179				23					
<i>Botryococcus braunii</i>		8	22			7	7	67	17	34		7
<i>Closteriopsis longissima</i>					17			34		17		
<i>Coelastrum cambricum</i>										34		
<i>Coelastrum reticulatum</i>	117	17		10		13	10	536	519	34		13
<i>Coenochloris</i> sp.												7
<i>Crucigenia tetrapedia</i>		50	67	7		20	27	34	34	268	17	13
<i>Crucigeniella apiculata</i>		8		3						67		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			22	3		47		67		168		13
<i>Elakatothrix cf. lacustris</i>		201	246		34	80	10	1.675	218	101		27
<i>Eutetramorus</i> sp.	168		67									13
<i>Kirchneriella lunaris</i>		34	11									
<i>Micractinium pusillum</i>										67		
<i>Monoraphidium contortum</i>		17		3	101							13
<i>Monoraphidium convolutum</i>				3								
<i>Monoraphidium komarkovae</i>			692	17	17							
<i>Monoraphidium</i> sp.	938	151		47	268	3				101	34	
<i>Oocystis elliptica</i>				3		101			101		34	
<i>Oocystis lacustris</i>	67	34	156		101					34		
<i>Oocystis</i> sp.												40
<i>Paradoxia multiseta</i>				3								
Cf. <i>Pseudoquadrigula</i> sp.								469		134		
<i>Quadrigula closterioides</i>			145			67						
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>											17	

Anexo 4c: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man20; continuação.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03	Abr03
<i>Scenedesmus bijuga</i>				7					50	302		
<i>Scenedesmus quadricauda</i>				7								
<i>Scenedesmus</i> sp.										17		7
<i>Schroederia setigera</i>	50	1.047	179	17	117	94	94		17	67	101	121
<i>Schroederia spiralis</i>	34											
<i>Schroederia</i> sp.				20	17		3					
<i>Selenodictyum brasiliensis</i>	34											
<i>Sphaerocystis shroeteri</i>	318	67	357			60	37	67	67		67	
<i>Tetraëdron caudatum</i>											17	
<i>Tetraëdron minimum</i>										101		
<i>Tetraëdron triangulare</i>	34	17		3	17	3			34	134		
Chlorococcales colonial	34	8	22			3	3	67				
Chlorococcales unicelular	335		268		352	107	3	335	502	536	302	241
Chlorococcales unicelular 1		68										
<b>FILAMENTOSAS</b>												
Clorofícea filamentosa não identificada								4.154	1.273	436		
<b>FLAGELADAS</b>												
<i>Chlamydomonas</i> sp.	34	34	22							17		
<i>Eudorina</i> sp.							7				17	
<i>Gonium</i> sp.												7
<i>Pandorina</i> sp.											17	
<i>Volvox</i> sp.						3						
Volvocales	84		22			10	37				586	13
Flagelada nanoplânctônica (Cf. <i>Spermatozopsis</i> sp.)					519						67	
<b>Classe Zygnemaphyceae (Desmidiáceas)</b>												
<i>Closterium acutum</i>						7						
<i>Cosmarium</i> sp.										17		
<b>Classe Zygnemaphyceae (Desmidiáceas)</b>												
<i>Staurastrum leptocladum</i>		8					7		17			
<i>Staurodesmus</i> sp.								34				
<b>Classe Euglenophyceae</b>												
<i>Euglena</i> sp.						10				17	17	
<i>Strombomonas</i> sp.											17	
<i>Trachelomonas lacustris</i>							7					
<i>Trachelomonas volvocina</i>				7			3			17		7
<i>Trachelomonas</i> sp <sub>1</sub> (= <i>Trachelomonas</i> sp.)	34	34			101					3.417		
Euglenofícea não identificada		8										
<b>Classe Chrysophyceae</b>												
<i>Dinobryon sertularia</i>										17	34	
<i>Epipyxis</i> sp.					34		7					
<i>Mallomonas</i> cf. <i>tonsurata</i>				17	84						84	54
Crisofícea não identificada					17							7
<b>Classe Cryptophyceae</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	151	50		47	218	87	23		34	134	1.072	94
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>	34	34		141	218							134
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>3</sub>			11	154								54
<b>Classe Dinophyceae</b>												
<i>Peridinium</i> cf. <i>gatunense</i>						3						
<i>Peridinium</i> sp.			22	3							50	13
<b>Classe Xanthophyceae</b>												
<i>Ophyocytium capitatum</i>										17		
<b>Outros Fitoflagelados</b>												
Outros fitoflagelados não identificados									117			
<b>TOTAL</b>	<b>4.494</b>	<b>3.102</b>	<b>4.319</b>	<b>565</b>	<b>5.098</b>	<b>1.211</b>	<b>334</b>	<b>9.449</b>	<b>5.546</b>	<b>7.313</b>	<b>2.735</b>	<b>1.320</b>

Anexo 4d: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man30.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03*	Abr03
<b>Classe Nostocophyceae</b>												
<b>FILAMENTOSAS</b>												
<i>Anabaenopsis</i> sp.	17											
<i>Raphidiopsis</i> sp.				3								
Filamentosa não identificada						3						
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Aphanocapsa</i> sp.												817
<i>Chroococcus</i> sp.	17											
<i>Merismopediacf. punctata</i>										107		
<i>Merismopedia tenuissima</i>	1.005			3	603				22		190	
<i>Merismopedia</i> sp.			22			121						67
<i>Microcystis aeruginosa</i>	17	34									168	
<i>Microcystis protocystis</i>	1.122	1.910	447				13			1.394	402	
<i>Microcystis</i> sp.												168
Chroococcales colonial		17	1.083		357	208	34	2.010	2.423	7	268	13
<b>Classe Bacillariophyceae</b>												
<b>SUBCLASSE CENTRICAE</b>												
<i>Aulacoseira distans</i>					34		7					
<i>Cyclotella</i> sp.	218		22		134	74	154			34	45	87
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>												
<i>Cymbella</i> sp.				3								
<i>Gomphonema</i> sp.										7		
Não identificadas	17											
<b>Classe Chlorophyceae</b>												
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	17			3				34		13		
<i>Ankyra ancora</i>							10					
<i>Ankyra</i> sp.							3					
<i>Botryococcus braunii</i>			56	34	22	40		34	22	27	101	67
<i>Closteriopsis</i> sp.												7
<i>Coelastrum cambricum</i>								17				
<i>Coelastrum reticulatum</i>	787	1.943	89	27	11		7	704	1.329	248	112	107
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	17		223	10	56	13	17			94	168	121
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	34				11	20		17		121	34	13
cf. <i>Dispora</i> sp.												13
<i>Elakatothrix cf. lacustris</i>	34	352	2.434	17	67	94	7	1.441	134	40	78	80
<i>Elakatothrix</i> sp.												13
<i>Eutetramorus</i> sp.	17		45	3				17	11			67
<i>Kirchneriella obesa</i>			67									
<i>Monoraphidium contortum</i>				3								
<i>Monoraphidium komarkovae</i>					11							
<i>Monoraphidium</i> sp.					22	3				13		
<i>Nephrocytium cf. agardhianum</i>				3								
<i>Oocystis elliptica</i>				3		60	3	17			22	7
<i>Oocystis lacustris</i>	201	17	45		22				112		22	
<i>Oocystis</i> sp.				3								27
Cf. <i>Pseudoquadrigula</i> sp.								687	234			
<i>Quadrigula closterioides</i>					22	74						13
<i>Quadrigula sabulosa</i>											56	
<i>Scenedesmus bijuga</i>			11	3	22	7		17	11		56	40
<i>Scenedesmus</i> sp.		17					3					
<i>Schoederia setigera</i>	84						60				11	
<i>Schroederia spiralis</i>	17			17								
<i>Schroederia</i> sp.				13								
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	34		179	13	11	40		17	11		45	

Anexo 4d: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man30; continuação.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03*	Abr03
<i>Tetraëdron caudatum</i>				3								7
<i>Tetraëdron gracile</i>										13		
<i>Tetraëdron minimum</i>											11	
<i>Tetraëdron triangulare</i>						3						13
Chlorococcales unicelular								335	424	168	179	161
Chlorococcales colonial		17					17		67	40		
<b>FILAMENTOSAS</b>												
Clorofíceas filamentosas não identificadas								34	11	54	45	60
<b>FLAGELADAS</b>												
<i>Chlamydomonas</i> sp.					11							
<i>Eudorina elegans</i>								17				
<i>Eudorina</i> sp.							3					
<i>Pandorina morum</i>					11							
<i>Volvox</i> sp.							3					
Volvocales	34	17	89			40	3	17	67			
Flagelada nanoplanctônica (Cf. <i>Spermatozopsis</i> sp.)			89									
Flagelada não identificada					56							
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>												
<i>Closterium acutum</i>		17										
<i>Closterium</i> sp.	17			13								
<i>Staurastrum leptocladum</i>				7						7		
<i>Staurastrum paradoxum</i>				3								
<b>Classe Euglenophyceae</b>												
<i>Trachelomonas volvocina</i>				3						7		
<b>Classe Cryptophyceae</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	50		112	10	22	7	34			67	56	13
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>	50		45	30	22							13
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>3</sub>		34		17								
<b>Fitoflagelados</b>												
Fitoflagelados não identificados							3					
<b>Classe Dinophyceae</b>												
<i>Peridinium gatunense</i>				3								
<i>Peridinium</i> sp.			45				3			13		
<b>TOTAL</b>	<b>3.806</b>	<b>4.375</b>	<b>5.103</b>	<b>250</b>	<b>1.527</b>	<b>807</b>	<b>384</b>	<b>5.415</b>	<b>4.878</b>	<b>2.474</b>	<b>2.069</b>	<b>1.994</b>

(\*) - amostra com aspecto viscoso

Anexo 4e: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man40.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03	Abr03
<b>Classe Nostocophyceae</b>												
<b>FILAMENTOSAS</b>												
<i>Oscillatoria</i> sp.				5								
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Aphanocapsa</i> sp.									13		482	
<i>Chroococcus</i> sp.							13					
<i>Coelosphaerium</i> sp.	17				11							
<i>Merismopediacf. punctata</i>										134		
<i>Merismopedia tenuissima</i>	2.513				815		17		34		101	
<i>Merismopedia</i> sp.			67			101						80
<i>Microcystis aeruginosa</i>	134	17	22									
<i>Microcystis cf. protocystis</i>	369	2.261	301	2			13				246	94
Chroococcales colonial		620	871		469	107	27	1.139	3.584	1.413	34	13
Chroococcales unicelular						7						
<b>Classe Bacillariophyceae</b>												
<b>SUBCLASSE CENTRICAЕ</b>												
<i>Aulacoseira distans</i>	67				22	20						
<i>Cyclotella stelligera</i>						13						
<i>Cyclotella</i> sp.	536	17			22	101	64	22	17	107	34	241
<b>Classe Chlorophyceae</b>												
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Ankistrodesmus</i> sp.								11				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			11	3		3				7		
<i>Ankyra ancora</i>	67		11		22		3					13
<i>Botryococcus braunii</i>	34		45	39	11	34		22	168	40	78	134
<i>Coelastrum reticulatum</i>	2.144	2.094	112		11		3	313	1.189	201	34	201
<i>Crucigenia tetrapedia</i>			268	5	89	7	3		17	13	134	214
<i>Crucigeniella fenestrata</i>									34			
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>						14			34	67	45	27
<i>Elakatothrix cf. lacustris</i>	134	318	2.256	37	45	137	3	1.027	234	67	112	67
<i>Eutetramorus</i> sp.		117										27
<i>Monoraphidium komarkovae</i>				2								
<i>Monoraphidium</i> sp.	34					7			101	54	11	
<i>Oocystis elliptica</i>						60					67	
<i>Oocystis lacustris</i>	670	67	22		45					27		54
<i>Oocystis</i> sp.				10			7					
<i>Cf. Pseudoquadrigula</i> sp.								893		40		
<i>Pediastrum tetras</i>				2								
<i>Quadrigula closterioides</i>			11		156	13			134			54
<i>Quadrigula sabulosa</i>							7				45	
<i>Scenedesmus bijuga</i>			45			27			17			54
<i>Scenedesmus spinosus</i>										7		
<i>Scenedesmus</i> sp.										13	34	
<i>Schroederia setigera</i>	168						27					
<i>Schroederia</i> sp.				8							11	
<i>Selenodictyum brasiliense</i>				2		7						
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	218	17	22	12	22	3		201			67	
<i>Tetraëdron caudatum</i>											22	
<i>Tetraëdron triangulare</i>				5	11			11			11	
Chlorococcales colonial	536					37	10		67	13	11	13
Chlorococcales unicelular		117	112			7		156	1.022	134	145	80

Anexo 4e: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Man40; continuação.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03	Abr03
<b>FLAGELADAS</b>												
<i>Eudorina elegans</i>										13		
Volvocales			45			7	3					
Flageladas não identificadas					134			22				
<b>FILAMENTOSAS</b>												
Clorofíceas filamentosas não identificadas					11				17	94	45	13
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>												
<i>Closterium acutum</i>				5								
<i>Cosmarium denticulatum</i>				2								
<i>Euastrum cf. abruptum</i>				2								
<i>Staurastrum cuspidatum</i>				2								
<i>Staurastrum leptocladum</i>	17	17							17			
<i>Staurodesmus</i> sp.									17			
<b>Classe Euglenophyceae</b>												
<i>Trachelomonas lacustris</i>												13
<i>Trachelomonas volvocina</i>				2						7		
<i>Trachelomonas</i> sp. (= <i>Trachelomonas</i> sp.)											11	
<b>Classe Cryptophyceae</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	452	134	67		45	7	10	56		27	134	27
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>	134	17	22	13	190							67
<b>Classe Dinophyceae</b>												
<i>Gymnodinium</i> sp.				2								
<i>Peridinium gatunense</i>						13						
<i>Peridinium</i> sp.										7		13
<b>Fitoflagelados</b>												
Fitoflagelados não identificados											11	
<b>TOTAL</b>	<b>8.244</b>	<b>5.813</b>	<b>4.310</b>	<b>160</b>	<b>2.131</b>	<b>732</b>	<b>210</b>	<b>3.873</b>	<b>6.703</b>	<b>2.498</b>	<b>1.443</b>	<b>1.981</b>

Anexo 4f: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc10.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01*	Fev02*	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03*	Abr03*
<b>Classe Nostocophyceae</b>												
<b>FILAMENTOSAS</b>												
<i>Oscillatoria</i> sp.				44				7	3			
<i>Pseudoanabaena</i> sp.				22								
<i>Merismopediacf. punctata</i>										11		
<i>Merismopedia tenuissima</i>										1		
<b>Classe Bacillariophyceae</b>												
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>												
<i>Amphora</i> sp.			17	44			2	2	7			
<i>Amphiprora</i> sp.								2				
<i>Eunotia flexuosa</i>								5	2	1		
<i>Fragilaria ulna</i>			2						2			
<i>Fragilaria</i> sp.								2			3	
<i>Eunotia flexuosa</i>			2									
<i>Eunotia monodon</i>						2						
<i>Eunotia</i> sp.		9										
<i>Fragilaria intermedia</i>		9										
<i>Pinnularia</i> sp.		4		22				2				
<i>Pleurosigma</i> sp.										1		
<i>Navicula</i> sp <sub>1</sub>							2		2	2		
<i>Navicula</i> sp <sub>2</sub>					5	5						
<i>Pinnularia</i> sp.										1		
Formas penatas não identificadas		9	2		2				3	1	2	2
<b>Classe Chlorophyceae</b>												
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Closteriopsis longissima</i>						2	5					
<i>Coelastrum reticulatum</i>									3			
<i>Elakatothrix cf. lacustris</i>		9	7				2	28		2		
<i>Monoraphidium</i> sp.		4						3	657			
Chlorococcales unicelular		31	11				2	3	3	2		
<b>FLAGELADAS</b>												
<i>Chlamydomonas</i> sp.							2					
Volvocales								5	7			
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>												
<i>Cosmarium</i> sp.			7					2	5	2		
<i>Pleurotaenium minutum</i>									2	1		
<i>Staurastrum</i> sp.								3				
<b>Classe Oedogoniophyceae</b>												
<i>Oedogonium</i> sp.								2	2	1		
<b>Classe Euglenophyceae</b>												
<i>Euglena</i> sp.									3			
<i>Trachelomonas</i> sp <sub>1</sub> (= <i>Trachelomonas</i> sp.)									2			
<b>Classe Chrysophyceae</b>												
<i>Dinobryon sertularia</i>						25						
<i>Mallomonas tonsurata</i>		13										
<i>Mallomonas</i> sp.							2					
<b>Classe Cryptophyceae</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>			9							1		
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>								3				
<b>Classe Dinophyceae</b>												
<i>Peridinium</i> sp.		27							5			
<b>Classe Oedogoniophyceae</b>												
<i>Oedogonium</i> sp.							2					
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>115</b>	<b>57</b>	<b>132</b>	<b>7</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>74</b>	<b>703</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>2</b>

Anexo 4g: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc20.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03	Abr03
<b>Classe Nostocophyceae</b>												
<b>FILAMENTOSAS</b>												
<i>Anabaena spiroides</i>					7							
<i>Oscillatoria</i> sp.									17			
Não identificadas	23					36						
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Aphanothece</i> sp.												40
<i>Coelosphaerium</i> sp.					7							
<i>Merismopedia tenuissima</i>	161	3.166	47	152	54		257	402	620		89	
<i>Merismopedia</i> cf. <i>punctata</i>						36				402		
<i>Merismopedia</i> sp.												101
<i>Microcystis incerta</i>								8				
<i>Microcystis protocystis</i>		67					45			424	67	
<i>Microcystis</i> sp.												80
Chroococcales colonial	43	101			409	871	134	184	737		45	27
<b>Classe Bacillariophyceae</b>												
<b>SUBCLASSE CENTRICAEE</b>												
<i>Aulacoseira distans</i>	27	34				17						
<i>Aulacoseira granulata</i>					13							
<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	10											
<i>Cyclotella</i> sp.					27	67	78			67		40
<b>SUBCLASSE PENNATAE</b>												
<i>Amphora</i> sp.			20		7							
<i>Eunotia asteronelloides</i>				41								
<i>Fragilaria intermedia</i>				4								
<i>Fragilaria ulna</i>				4								
<i>Gomphonema</i> sp.		17	20									
<i>Synedra acus</i>	7											
Formas penatas não identificadas			7									
<b>Classe Chlorophyceae</b>												
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Ankyra ancora</i>	30	34	7		27				17	22		
<i>Botryococcus braunii</i>				4	13	36	22	50	17	45	67	101
<i>Closteriopsis longissima</i>								8				
<i>Coelastrum reticulatum</i>	30	503	7					109	1.223	246	45	13
<i>Crucigenia tetrapedia</i>		34	74	18		84	22		101	45	34	7
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	17				40	101	11	50	67	45		13
<i>Elakotothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	43	168	241	134	87	1.240	78	653	218	156	56	20
<i>Eutetramorus</i> sp.	27	67		9								13
<i>Kirchneriella obesa</i>								17				
<i>Monoraphidium komarkovae</i>			27	18	27					22		
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>tortile</i>				4								
<i>Monoraphidium</i> sp.	23	67		76	13		11	34		22		27
<i>Nephrocytium</i> cf. <i>agardhianum</i>	3											
<i>Pediastrum duplex</i>									34			
Cf. <i>Pseudoquadrigula</i> sp.								687	235			
<i>Oocystis elliptica</i>			27			134		8			11	7
<i>Oocystis lacustris</i>	57	17	7	4								13
<i>Oocystis</i> sp.				4	13	50	11		67			
<i>Quadrigula closterioides</i>			20			101						13
<i>Quadrigula sabulosa</i>											34	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>								8				
<i>Scenedesmus</i> sp.											11	13
<i>Schroederia setigera</i>	70		13		27	134	11		67	22	56	13
<i>Schroederia</i> sp.				27								
<i>Selenodictyum brasiliense</i>	10	50	7									

Anexo 4g: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc20; continuação.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03	Abr03
<i>Sphaerocystis shroeteri</i>	43	385	20	9	40	101		84			22	
<i>Tetraëdron caudatum</i>										11		27
<i>Tetraëdron minimum</i>				4								
<i>Tetraëdron triangulare</i>				4	13			17			11	
Chlorococcales colonial	10	50	7		13	50	45		50			
Chlorococcales unicelular 1	27	67	67			134	3.305	184	536	223	78	87
Chlorococcales unicelular2		369			107							
<b>FLAGELADAS</b>												
<i>Chamydomonas</i> sp.			74									
Volvocales	7					50		34			22	67
Flagelada não identificada					27							
<b>FILAMENTOSAS</b>												
Clorofíceas filamentosas não identificadas					20			394	184	89	22	20
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>												
<i>Closterium acutum</i>					7							
<i>Closterium setaceum</i>	17											
<i>Closterium</i> sp.		17										
<i>Cosmarium</i> spp.			13	18			11			22		
<i>Staurastrum rotula</i>								8				
<i>Staurastrum leptocladum</i>		17					11		17		11	
<i>Staurastrum trifidum</i>											11	
<i>Staurastrum</i> sp.									17		11	
<i>Staurodesmus</i> sp.									17			
<i>Teilingia</i> cf. <i>granulata</i>				4								
<i>Xanthidium antilopaeum</i>			7									
<b>Classe Euglenophyceae</b>												
<i>Euglena</i> sp.				4								
<i>Lepocinclis</i> sp.			13									
<i>Trachelomonas lacustris</i>												13
<i>Trachelomonas volvocina</i>			13	4	7					11		
<i>Trachelomonas</i> sp. (= <i>Trachelomonas</i> sp.)							11				11	
<b>Classe Chrysophyceae</b>												
<i>Dinobryon sertularia</i>			811	4					17			
<i>Epipyxis</i> sp.	17				13							
<i>Mallomonas tonsurata</i>						36			34			13
crisofíceas não identificadas										11		
<b>Classe Cryptophyceae</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>	17		27		94	117	11	101	134	22	34	208
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>	10	17	13	4	13			8				
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>3</sub>			7									
<b>Classe Dinophyceae</b>												
<i>Gymnodinium</i> sp.			34									
<i>Peridinium</i> cf. <i>gatunense</i>					107						11	13
<i>Peridinium</i> sp <sub>1</sub> (= <i>Peridinium</i> sp.)				54			11		17	22	11	40
<i>Peridinium</i> sp <sub>2</sub>										369		
<b>TOTAL</b>	<b>729</b>	<b>5.247</b>	<b>1.630</b>	<b>608</b>	<b>1.232</b>	<b>3.395</b>	<b>4.085</b>	<b>3.048</b>	<b>4.443</b>	<b>2.298</b>	<b>770</b>	<b>1.029</b>

Anexo 4h: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc30.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03	Abr03
<b>Classe Nostocophyceae</b>												
<b>FILAMENTOSAS</b>												
Cianobactéria filamentosa não identificada			8									
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Aphanocapsa</i> sp.												194
<i>Aphanothece</i> sp.												34
<i>Coelosphaerium</i> sp.	40											
<i>Merismopedia</i> cf. <i>punctata</i>										134		
<i>Merismopedia tenuissima</i>	13	123	34		276		27		536		67	
<i>Merismopedia</i> sp.			117			44						114
<i>Microcystis aeruginosa</i>	94										34	
<i>Microcystis protocystis</i>	54	670	34				10			1.380	268	
<i>Microcystis</i> sp.												302
Chroococcales colonial	27	279	712		570	278	7	1.072	2.630		78	
<b>Classe Bacillariophyceae</b>												
<b>SUBCLASSE CENTRICAE</b>												
<i>Aulacoseira distans</i>	27				50	10						
<i>Cyclotella</i> sp.	442				8	117	60	34		47	56	154
<b>Classe Chlorophyceae</b>												
<b>NÃO FILAMENTOSAS</b>												
<i>Ankyra</i> cf. <i>ancora</i>		11				3	3					
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>				2							11	
<i>Botryococcus braunii</i>	13	11		22	34	10		17	67	67	11	94
<i>Botryococcus</i> sp.			67									
<i>Coelastrum reticulatum</i>	40	1.463	84					235	637	188	89	40
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	13		168		17	3	23		17	67	123	101
<i>Crucigeniella apiculata</i>										27		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			8			47			67	94	56	7
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i>					17							
<i>Elakatothrix</i> cf. <i>lacustris</i>	27	246	1.499	31	134	104	13	2.546	436	40	134	67
<i>Eutetramorus</i> sp.	13	11		4					34			47
<i>Monoraphidium convolutum</i>				2								
<i>Monoraphidium komarkovae</i>					34							
<i>Monoraphidium</i> sp.	7	22		9		3			201			14
<i>Nephrocystium</i> cf. <i>agardhianum</i>				2								
<i>Oocystis lacustris</i>	322	11			50		20					13
<i>Oocystis elliptica</i>				2		44			34	27	11	
<i>Oocystis</i> sp.				7								
Cf. <i>Pseudoquadrigula</i> sp.								1.307		27		
<i>Quadrigula closterioides</i>	7					23			670			34
<i>Quadrigula sabulosa</i>							34				67	
<i>Scenedesmus bijuga</i>					17					40		
<i>Scenedesmus</i> sp.							3				34	20
<i>Schroederia setigera</i>		22	17	2	17	13	7					
<i>Schroederia</i> sp.				22								
<i>Selenodictyum brasiliense</i>	40	11										
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	40	134	34		17	30	7	34		27	34	27
<i>Tetraëdron caudatum</i>										13	22	20

Anexo 4h: Densidade absoluta do fitoplâncton (ind/mL) na estação Csc30; continuação.

<b>ORGANISMOS</b>	Jun01	Ago01	Out01	Dez01	Fev02	Abr02	Jun02	Ago02	Out02	Dez02	Fev03	Abr03
<i>Tetraëdron minimum</i>												7
<i>Tetraëdron triangulare</i>			17	9						27	22	
Chlorococcales colonial		78	17		50	23	7		101			34
Chlorococcales unicelular	121	89	100		34	37	20	67	402	188	145	40
<b>FLAGELADAS</b>												
<i>Chlamydomonas</i> sp.						3						
<i>Eudorina elegans</i>								17		7		
<i>Eudorina</i> sp.	7											
Volvocales						34				7		
<b>FILAMENTOSAS</b>												
Clorofíceas filamentosas não identificadas									168	40		27
<b>Classe Zygnemaphyceae</b>												
<i>Closterium acutum</i>				11				17				
<i>Cosmarium</i> sp.	13	11										
<i>Staurastrum cuspidatum</i>			8									
<i>Staurastrum leptocladum</i>		22				3					11	
<b>Classe Euglenophyceae</b>												
<i>Euglena</i> sp.								17				
<i>Trachelomonas volvocina</i>				11			3		17			7
<i>Trachelomonas</i> sp <sub>1</sub> (= <i>Trachelomonas</i> sp.)		11	8									
<b>Classe Chrysophyceae</b>												
<i>Dinobryon sertularia</i>						3	3					
<i>Mallomonas tonsurata</i>				2		3						
<b>Classe Cryptophyceae</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>1</sub>		11	17			17		67	34		11	
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>2</sub>		34		7			3					
<i>Cryptomonas</i> sp <sub>3</sub>					8		7					
<b>Classe Dinophyceae</b>												
<i>Peridinium</i> cf. <i>gatunense</i>											11	
<i>Peridinium</i> sp <sub>1</sub> (= <i>Peridinium</i> sp.)			17	2					34	7		13
<i>Peridinium</i> sp <sub>2</sub>										40		
<b>TOTAL</b>	<b>1.360</b>	<b>3.270</b>	<b>2.966</b>	<b>147</b>	<b>1.333</b>	<b>852</b>	<b>257</b>	<b>5.430</b>	<b>6.085</b>	<b>2.494</b>	<b>1.295</b>	<b>1.410</b>

Anexo 5a: Variáveis físicas e químicas da água do reservatório da AHE Jauru - Jau40 (out/02-abr/04)

Época	Data	Chuva*	Profun	Zds	Turbi	MS	OD	pH	Condut	Alcal	Pt	NKT	NH3	NO3	K	Na	Mg	Ca
estiagem	out/02	não	superf	1,9	19,7	60	8,00	6,64	5,00	2	0,02	0,223	0,02	0,015	0,1	0,1	0,2	1,2
estiagem	out/02	não	meio		12,6	64	6,42	6,23	8,40	3	0,024	0,336	0,041	0,012	0,4	0,2	0,2	1,6
estiagem	out/02	não	fundo		48,8	64	0,32	6,38	21,30	11	0,097	0,457	0,254	0,03	1	0,2	0,8	3,2
chuva	dez/02	sim	superf	1	19,6	24,8	6,61	6,77	5	4	0,01	0,02	0,015	0,018	0,8	0,2	0,186	1
chuva	dez/02	sim	meio		26,5	35,2	6,15	6,1	6,5	3	0,01	0,02	0,02	0,01	0,7	0,3	0,275	1,2
chuva	dez/02	sim	fundo		71,9	31,2	5,18	6,07	6,6	3	0,016	0,041	0,024	0,01	0,9	0,3	0,314	1,4
chuva	fev/03	sim	superf	1,25	5,6	12		7,33	7	4	0,033	0,02	0,001	0,062	0,2	0,3	0,273	0,6
chuva	fev/03	sim	meio		5,7	46		6,61	6	4	0,02	0,291	0,001	0,01	0,2	0,3	0,252	0,4
chuva	fev/03	sim	fundo		5	74		6,42	6	2	0,01	0,02	0,001	0,013	0,2	0,3	0,264	0,4
chuva	abr/03	não	superf	1,5	2	28	6	6,7	8,1	2	0,01	0,02	0,001	0,01	0	0,1	0,198	0,6
chuva	abr/03	não	meio		7	40	5,7	6,6	9,1	3	0,048	0,221	0,001	0,027	0,1	0,4	0,204	0,6
chuva	abr/03	não	fundo		72	102	2,9	6,7	19,7	2	0,163	0,221	0,023	0,171	1,6	0,4	0,218	1,8
estiagem	jul/03	não	superf	3,5	2	2	10	6,72	5,4	3	0,023	0,02	0,001	0,062	0,1	0,3	0,237	0,8
estiagem	jul/03	não	meio		2	14	5,7	6,33	5,1	2	0,02	0,024	0,001	0,079	0,1	0,3	0,271	0,6
estiagem	jul/03	não	fundo		3	2	2,9	6,57	5,6	3	0,031	0,02	0,001	0,097	0,1	0,2	0,264	0,8
estiagem	out/03	não	superf	2,4	2	2	5,64	6,02	4,3	2	0,019	0,02	0,001	0,01	0,1	0,4	0,28	0,8
estiagem	out/03	não	meio		3	2	5	5,98	7,4	3	0,02	0,02	0,001	0,01	0,4	0,5	0,275	0,8
estiagem	out/03	não	fundo		2	2		5,97	7,6	3	0,02	0,02	0,001	0,01	0,2	0,3	0,23	2
chuva	abr/04	sim	superf	1,18	30	50	8,6	6,33	9,1	3	0,01	0,02	0,017	0,01	0,1	0,3	0,115	0,6
chuva	abr/04	sim	meio		13	49	8,2	6,54	6,3	3	0,01	0,02	0,012	0,01	0,1	0,4	0,101	0,4
chuva	abr/04	sim	fundo		14	44	6,6	6,38	7,1	3	0,01	0,027	0,017	0,01	0,1	0,4	0,094	0,4

\* chuva 24 horas antes da coleta ou durante a coleta

Anexo 5b: Variáveis físicas e químicas da água no rio Jauru-Jau10 (out/02-abr/04)

Época	Data	Epoca	Zds	Turb	OD	pH	Condut	Alcal	DQO	Pt	NKT	NH3	NO3	K	Na	Mg	Ca	MS
estiagem	out/02	estiagem	2,0	12	8,63	6,65	4	2	6	0,018	0,08	0,034	0,01	0,1	0,2	0,2	0,6	48
chuva	dez/02	chuva	1,8	14	6,57	7,2	3	2,0	6	0,012	0,02	0,008	0,01	0,5	0,2	0,055	1	12,0
chuva	fev/03	chuva	2,0	3		8,2	3	3,0	6	0,010	0,02	0,00	0,01	0	0,2	0,149	0,4	4,0
chuva	abr/03	chuva	2,0	3	8,00	6,3	5	2,0	6	0,010	0,12	0,00	0,073	0,1	0,3	0,122	0,2	34,0
estiagem	jul/03	estiagem	2,0	2	11,40	6,6	5	3,0	6	0,029	0,02	0,00	0,035	0,1	0,2	0,15	0,4	16,0
estiagem	out/03	estiagem	2,4	1	7,52	6,0	3	3,0	6	0,017	0,02	0,00	0,01	0,1	0,2	0,13	0,4	4,0
chuva	abr/04	chuva	0,5	10	8,00	6,5	4	2,0	6	0,010	0,02	0,01	0,01	0,1	0,2	0,026	0,2	70,0

Anexo 6a: Densidade fitoplanctônica (ind/mL) no AHE Jauru em outubro/02.

<b>Espécies</b>	<b>JAU10</b>	<b>JAU40</b>
<i>Aphanothece minutissima</i>	3	26
<i>Chroococcus minor</i>	3	0
<i>Oscillatoria amphibia</i>	3	0
Pseudoanabaenaceae	3	0
<i>Synechococcus</i> sp.	7	0
<i>Cryptomonas</i> sp.	3	43
<i>Trachelomonas hispida</i>	3	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0
<i>Chroomonas</i> sp.	3	0
<i>Synura</i> sp.	0	0
<i>Volvox aureus</i>	0	9
<i>Achnanthes</i> sp.	3	0
<i>Diatoma</i> sp.	3	0
<i>Eunotia bilunaris</i>	3	0
<i>Navicula</i> sp.	3	0
<i>Closteriopsis</i> sp.	3	9
<i>Coelastrum indicum</i>	0	0
<i>Dichiosphaerium echrenbergianum</i>	0	0
<i>Monoraphidium griffithii</i>	3	0
<i>Monoraphidium caribeum</i>	3	0
<i>Schroederia</i> sp.	0	9
<i>Sphaerocistis schroeteri</i>	0	17
<i>Hyalotheca dubia</i>	3	9
<i>Mougeotia delicata</i>	0	0
<i>Ulothrix</i> sp.	0	0
<i>Xanthidium</i> sp.	0	0
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>120</b>

Anexo 6b: Densidade fitoplanctônica (ind/mL) no AHE Jauru em dezembro/02.

<b>Espécies</b>	<b>JAU10</b>	<b>JAU40</b>
<i>Aphanocapsa</i> sp.	0	3
<i>Synechocystis aquatilis</i>	0	3
<i>Cryptomonas</i> sp.	0	57
<i>Chroomonas</i> sp.	6	95
<i>Achnanthes</i> sp.	0	3
<i>Diatoma</i> sp.	6	3
<i>Eunotia flexuosa</i>	3	0
<i>Navicula</i> sp.	18	0
<i>Closteriopsis</i> sp.	0	0
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	0	0
<i>Monoraphidium caribeum</i>	0	3
<i>Oocystis</i> sp.	3	0
<i>Closterium acutum</i>	0	0
<i>Cosmarium</i> sp.	3	0
<i>Ulothrix</i> sp.	0	0
<i>Xanthidium</i> sp.	3	0
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>167</b>

Anexo 6c: Densidade fitoplanctônica (ind/mL) no AHE Jauru em fevereiro/03.

<b>Espécies</b>	<b>JAU10</b>	<b>JAU40</b>
<i>Anabaena</i> sp.	0	3
<i>Aphanothece minutissima</i>	0	3
Pseudoanabaenaceae	0	0
<i>Synechococcus</i> sp		
<i>Cryptomonas</i> sp.	10	35
<i>Trachelomonas</i> sp	0	0
<i>Chroomonas</i> sp.	0	21
<i>Achnanthes</i> sp.	3	0
<i>Eunotia sudetica</i>	3	0
<i>Navicula</i> sp1	3	0
<i>Navicula</i> sp2	0	10
<i>Navicula</i> sp3	0	10
<i>Pediastrum duplex</i>	0	0
<i>Scenedesmus</i> sp.	0	3
<i>Sphaerocistis schroeteri</i>	0	0
<i>Closterium setaceum</i>	0	3
<i>Closterium</i> sp.	0	3
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>94</b>

Anexo 6d: Densidade fitoplanctônica (ind/mL) no AHE Jauru em abril/03.

<b>Espécies</b>	<b>JAU 10</b>	<b>JAU40</b>
<i>Aphanocapsa</i> sp.	0	0
Pseudoanabaenaceae	8	12
<i>Synechococcus</i> sp	20	0
Stigonematales	0	4
<i>Cryptomonas</i> sp.	0	90
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	8
<i>Peridinium</i> sp.	0	39
<i>Achnanthes</i> sp.	0	0
<i>Aulacoseira granulata</i>	0	0
<i>Navicula</i> sp1	4	4
<i>Navicula</i> sp2	4	4
<i>Pandorina</i> sp.	0	47
<i>Closterium acutum</i>	0	0
<i>Netrium digitus</i>	0	4
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>212</b>

Anexo 6e: Densidade fitoplanctônica (ind/mL) no AHE Jauru em julho/03.

<b>Espécies</b>	<b>JAU 10</b>	<b>JAU 40</b>
<i>Aphanocapsa</i> sp.	0	8
Pseudoanabaenaceae	8	8
<i>Oscillatoria</i> sp.	0	4
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	4
<i>Cryptomonas</i> sp.	0	8
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	24
<i>Gomphonema</i> sp.	4	4
<i>Navicula</i> sp1	4	0
<i>Navicula</i> sp2	24	0
<i>Navicula</i> sp3	4	0
<i>Surirella biseriata</i>	0	0
<i>Eudorina</i> sp.	0	20
<i>Monoraphydium minutum</i>	0	12
<i>Oocystis</i> sp.	4	0
<i>Cosmarium</i> sp.	4	0
<i>Mougeotia delicata</i>	4	0
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>92</b>

Anexo 6f: Densidade fitoplanctônica (ind/mL) no AHE Jauru em outubro/03.

<b>Espécies</b>	<b>JAU10</b>	<b>JAU40</b>
<i>Anabaena</i> sp.	31	29
<i>Aphanothece minutissima</i>	0	10
<i>Aphanocapsa</i> sp.	12	29
<i>Oscillatoria limosa</i>	0	10
Pseudoanabaenaceae	16	19
<i>Synechocystis aquatilis</i>	4	0
<i>Synechococcus</i> sp.	20	58
<i>Euglena acus</i>	0	19
<i>Phacus longicauda</i>	0	19
<i>Peridinium</i> sp.	0	78
<i>Achnanthes</i> sp.	0	0
<i>Diatoma</i> sp.	0	10
<i>Eunotia flexuosa</i>	0	10
<i>Fragillaria</i> sp	0	29
<i>Gomphonema</i> sp.	4	0
<i>Navicula</i> sp1	0	10
<i>Surirella robusta</i>	0	19
<i>Eudorina</i> sp.	0	58
<i>Pandorina</i> sp.	0	359
<i>Actinotaenium</i> sp.	0	10
<i>Closterium acutum</i>	8	0
<i>Closterium setaceum</i>	0	10

Anexo 6f: Densidade fitoplanctônica (ind/mL) no AHE Jauru em outubro/03; continuação.

<b>Espécies</b>	<b>JAU10</b>	<b>JAU40</b>
<i>Cosmarium pachydermum</i>	0	39
<i>Cosmarium</i> sp.	0	19
<i>Desmidium graciliceps</i>	0	10
<i>Gonatozygum pilosum</i>	0	49
<i>Mougeotia cf. delicata</i>	0	29
<i>Netrium digitus</i>	0	19
<i>Staurastrum</i> sp.	0	10
<i>Ulothrix</i> sp.	0	10
<i>Oedogonium</i> sp.	4	78
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>1049</b>

Anexo 6g: Densidade fitoplanctônica (ind/mL) no AHE Jauru em abril/04.

<b>Espécies</b>	<b>JAU10</b>	<b>JAU40</b>
<i>Stigonematales</i>	4	0
<i>Oscillatoria limosa</i>	0	0
<i>Peridinium</i> sp.	4	49
<i>Fragillaria virescens</i>	4	10
<i>Navicula</i> sp1	12	0
<i>Actinotaenium</i> sp.	0	0
<i>Closterium acutum</i>	0	0
<i>Oedogonium</i> sp.	8	0
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>59</b>

Anexo 7: Descrições dos principais grupos funcionais que ocorreram nos reservatórios do APM Manso e AHE Jauru e em seus tributários (adaptado de Reynolds *et al.*, 2002).

**Grupo D:** ambientes rasos, turbidos, incluindo rios. Tolerantes ao fluxo da água e sensíveis à depleção de nutrientes. Representados principalmente por diatomáceas de células pequenas.

**Grupo E:** geralmente células pequenas, de ambientes oligotróficos, sensíveis a altas concentrações de nutrientes e a baixas concentrações de CO<sub>2</sub>, tendo como principais representantes espécies de crisófitas.

**Grupo F:** vivem em condições similares ao Grupo E, sendo mais sensíveis a diminuição da luminosidade no epilímnio. Seus principais representantes são clorófitas coloniais.

**Grupo G:** colônias com forte mobilidade, capazes de regular a posição em relação ao requerimento de luz. Vivem em ambientes enriquecidos de nutrientes, estagnados, sendo comum em pequenos lagos eutróficos e em reservatórios. Os representantes mais comuns são espécies dos gêneros *Volvox* e *Eudorina*.

**Grupo J:** proeminentes em lagos rasos e enriquecidos, com representantes normalmente não-móveis e sem estrutura gelatinosa. É representado principalmente pelos gêneros *Scenedesmus*, *Pediastrum* e *Coelastrum*.

**Grupo K:** é incerta a precisa significância desse grupo, podendo ser considerado intermediário entre os grupos L<sub>m</sub> e M. São espécies que vivem em ambientes com pH elevado e são pouco tolerantes a mistura da coluna d'água e a ambientes rasos.

**Grupo L<sub>m</sub>:** vivem em ambientes com temperaturas elevadas no epilímnio em lagos eutróficos. São tolerantes a baixas concentrações de carbono e a estratificação térmica e sensíveis a de cianobactérias *Microcystis* e *Ceratium*.

**Grupo X<sub>1</sub>:** vivem em ambientes rasos, com mistura e enriquecidos de nutrientes. São tolerantes à estratificação mas sensíveis a baixas concentrações de nutrientes e a ocorrência de predadores filtradores. Principais gêneros representantes: *Chlorella*, *Ankyra* e *Monoraphidium*.

**Grupo X<sub>2</sub>:** ocorrem em ambientes rasos, em condições meso-eutróficas. São tolerantes a estratificação mas sensíveis a ocorrência de predadores filtradores. Principais gêneros representantes: *Plagioselmis* e *Chrysochromulina*.

**Grupo Y:** espécies de grande nanoplânctons flagelados, adaptados a viverem em um largo espectro de habitats, mas são vulneráveis a predadores de grande tamanho, como crustáceos do zooplâncton e alguns rotíferos e protozoários fagotróficos. Podem ser freqüentemente encontrados em ambientes lóticos.