

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Biociências – Departamento de Zoologia

Campus de Botucatu

**EFEITOS CAUSADOS POR CHUVAS INTENSAS NAS VARIÁVEIS  
LIMNOLÓGICAS E ASSEMBLÉIAS ZOOPLANCTÔNICAS DOS  
RESERVATÓRIOS DE CHAVANTES E SALTO GRANDE (RIO  
PARANAPANEMA SP/PR)**

RAFAEL PREZZOTTO

Orientador: Professor Adjunto Marcos Gomes Nogueira

Co-orientador: MSc. Danilo Augusto de Oliveira Naliato

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado como requisito para  
a obtenção do grau de bacharel  
em Ciências Biológicas no  
Instituto de Biociências da  
Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita Filho” –  
Campus de Botucatu.

Botucatu - SP

2011

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação  
Divisão Técnica de Biblioteca e Documentação - Campus de Botucatu - UNESP  
Bibliotecária responsável: *Sulamita Selma Clemente Colnago* – CRB 8/4716

Prezzotto, Rafael.

Efeitos causados por chuvas intensas nas variáveis limnológicas e assembléias zooplanctônicas dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande (Rio Paranapanema SP/PR) / Rafael Prezzotto. - Botucatu, 2011

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado-Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2011

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Co-orientador: Danilo Augusto de Oliveira Naliato

Capes: 10700005

1. Limnologia. 2. Plâncton de água doce.

Palavras-chave: Chuva; Rio Paranapanema; Tempo de residência; Variáveis limnológicas; Zooplâncton

## SUMÁRIO

<b>Resumo</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Material e métodos</b> .....	<b>11</b>
Área de estudo.....	11
Amostragem, análises laboratoriais e tratamento dos dados.....	12
<b>3. Resultados</b> .....	<b>15</b>
<b>3-a. Variáveis ambientais</b> .....	<b>15</b>
Pluviosidade.....	15
Tempo de residência.....	20
Profundidade e transparência.....	23
Turbidez.....	24
Temperatura.....	25
Oxigênio dissolvido.....	27
pH.....	29
Condutividade elétrica.....	31
Material em suspensão.....	33
Nitrogênio total.....	34
Fósforo total.....	35
Silicato dissolvido.....	36
Clorofila <i>a</i> total.....	37

<b>3-b. Zooplâncton</b> .....	<b>38</b>
Composição e riqueza.....	<b>38</b>
Abundância total.....	<b>39</b>
Copepoda.....	<b>41</b>
Cladocera.....	<b>47</b>
Diversidade.....	<b>49</b>
<b>3-c. Análises estatísticas</b> .....	<b>50</b>
<b>4. Discussão</b> .....	<b>56</b>
<b>5. Referências bibliográficas</b> .....	<b>59</b>

**Resumo: Efeitos causados por chuvas intensas nas variáveis limnológicas e assembleias zooplanctônicas dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande (rio Paranapanema SP/PR).** Este trabalho teve como objetivo principal avaliar a influência de um período de chuvas intensas sobre as assembleias zooplanctônicas e variáveis limnológicas dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande. Em função das precipitações elevadas, o tempo de residência da água durante o período de verão 2009/2010 (período imediatamente anterior às coletas) foi o mais baixo da década (1999-2010), tanto para Chavantes como para Salto Grande. As variáveis analisadas foram: transparência, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, turbidez, material em suspensão, clorofila *a* e nutrientes (nitrogênio total, fósforo total e silicato dissolvido). A turbidez foi a variável que mais se alterou, apresentando um aumento notável com o incremento das chuvas. A transparência e o material em suspensão também apresentaram grande alteração, sendo que a primeira variável diminuiu com a maior quantidade de chuvas e a segunda aumentou. Os valores de fósforo total e silicato dissolvido diminuíram com o aumento das chuvas, sendo que para o silicato a variação foi mais expressiva e para o fósforo o decréscimo foi mais acentuado em Chavantes do que em Salto Grande. Para as outras variáveis limnológicas, bem como para o zooplâncton, os dois reservatórios apresentaram comportamentos diferentes quanto às alterações pluviométricas. A temperatura variou mais em Chavantes. Condutividade elétrica e pH apresentaram relação com a temperatura e o oxigênio dissolvido não teve muita alteração com as mudanças pluviométricas. Os atributos analisados para o zooplâncton foram riqueza, composição, abundância (total, por táxon e das fases de desenvolvimento) e diversidade. Comparando os dois reservatórios estudados, foi observado que em Chavantes o aumento pluviométrico teve efeito muito maior nas comunidades zooplanctônicas do que em Salto Grande. Estes dois reservatórios possuem morfometria e funcionamento diferentes, o que explica estas disparidades quanto à resposta frente às alterações pluviométricas. O presente trabalho foi útil para demonstrar que as chuvas exercem grande efeito na ecologia e hidrologia dos reservatórios, trazendo um fator importante a ser considerado pelas usinas hidrelétricas no regime de operação das barragens, bem como na construção de reservatórios/barragens que afetem menos agressivamente o meio ambiente.

**Palavras chaves:** rio Paranapanema, zooplâncton, tempo de residência, chuva, variáveis limnológicas.

## 1. Introdução

A construção de barragens e represas em rios é uma prática que já acontece há milhares de anos. Porém, no final do século XIX e durante todo o século XX houve uma expansão na construção destes sistemas artificiais, tanto em dimensões quanto em quantidade. Inicialmente, tais construções eram usadas apenas para reservar um volume moderado de água para irrigação, no entanto hoje representam enormes empreendimentos destinados a múltiplos fins, como a geração de energia hidrelétrica, abastecimento urbano, produção de alimentos (pesca e piscicultura), irrigação, navegação e lazer.

De acordo com a classificação de Ward e Stanford (1983), distinguem-se 12 ordens de rios. Mediante essa classificação, o primeiro tipo representa riachos imediatamente após a nascente; o segundo se forma em função da união de dois riachos do primeiro tipo; o terceiro, em função de dois rios do segundo tipo e assim por diante.

Um gradiente contínuo de condições físicas nestes rios, quando em estado natural, se apresenta desde a nascente até a foz. Quando um reservatório é construído ao longo de um rio, suas condições físicas, químicas e biológicas sofrem interferências em maior ou menor escala. Os efeitos para as áreas situadas a jusante de um reservatório são determinados pela posição da barragem em relação ao curso do rio. A partir de certo distanciamento abaixo da barragem, as condições do rio retomam suas características naturais. Este intervalo é denominado de distância de reinício, e é após esse ponto que uma série determinada de variáveis volta a adquirir características lóticis. A localização da barragem em relação ao curso do rio (sua ordem) e a altura da mesma determinam diversas características ambientais importantes, as quais exercem expressiva influência sobre a biota local. São elas as vazões, a temperatura das águas afluentes, a insolação, a turbidez, a transparência das águas e a química dos nutrientes. Portanto, esses fatores determinarão a morfometria e funcionamento do reservatório, bem como a forma como as comunidades interagem com o ambiente. Outro importante fator é o tempo de residência, determinado pela razão entre o volume do reservatório e as vazões afluentes. O tempo de residência (ou retenção) influencia na estratificação do reservatório e afeta

diretamente comunidades bióticas como o plâncton (Tundisi e Matsumura - Tundisi, 2008).

O ciclo da água é o modelo pelo qual se representam a interdependência e o movimento contínuo da água nas fases sólida, líquida e gasosa. Toda a água do planeta está em contínuo movimento, cíclico, entre as reservas sólida, líquida e gasosa. Evidentemente, a fase de maior interesse é a líquida, que é fundamental para o uso e para satisfazer as necessidades do homem e de todos os outros organismos animais e vegetais. Os componentes do ciclo hidrológico são: precipitação, evaporação, transpiração, infiltração, percolação e drenagem. A água que atinge a superfície de uma bacia hidrográfica pode ser drenada, reservada em lagos, rios e represas, e então evaporar para a atmosfera ou se infiltrar e percolar no solo (Tundisi e Matsumura - Tundisi, 2008). A precipitação, portanto, é um evento que adiciona grandes quantidades de água aos rios, lagos, represas e outros corpos de água presentes na área de drenagem de uma determinada bacia hidrográfica.

Os reservatórios são sistemas dinâmicos, em termos funcionais, já que as condições ambientais são variáveis. Isso aumenta a complexidade do sistema e interfere nas tecnologias de operação e nas ações de gestão estruturais e não estruturais do reservatório (Tundisi, 2003). Feitosa et al. (2006) discutiram acerca da grande influência da bacia de drenagem sobre os reservatórios, avaliando o aporte de sedimentos e nutrientes pelos rios mediante a sazonalidade do regime pluvial da bacia hidrográfica do rio Paranapanema (SP/PR). Além de interferir na dinâmica dos rios, devido o aumento que provoca no transporte de sedimentos, as chuvas também alteram outros parâmetros limnológicos como gradientes verticais (químicos e físicos), ressuspensão de material e sua sedimentação. A entrada de águas pluviais também exerce influência sobre o tempo de retenção da água nos reservatórios (Straskraba e Tundisi, 1999).

Entre os animais presentes nos rios, lagos e represas, existe um grupo bastante representativo: o zooplâncton. Este é um termo genérico para um grupo de animais de diferentes categorias sistemáticas, tendo como característica comum a coluna d'água como seu habitat principal. Nos rios e lagos de regiões tropicais e subtropicais o zooplâncton é representado pelos protozoários (flagelados, sarcodinas e ciliados) e por

vários metazoários, entre os quais se destacam os rotíferos, cladóceros, copépodos e larvas de dípteros da família Chaoboridae. O zooplâncton se apresenta em maior diversidade no ambiente marinho, quando comparado ao ambiente de águas continentais. Atualmente sabe-se que este grupo animal possui um papel central na dinâmica de um ecossistema aquático, especialmente na ciclagem de nutrientes e fluxo de energia (Esteves, 1998). Os organismos zooplanctônicos são consumidores que se encontram na base das cadeias tróficas de ecossistemas aquáticos, promovendo a conexão (elo) com os níveis tróficos superiores desses ambientes (Roche e Rocha, 2005).

No presente trabalho foram analisados os copépodos e cladóceros, estes dois grupos foram escolhidos por serem bastante abundantes no plâncton de águas continentais e por serem sensíveis a alterações nos parâmetros hidrológicos da coluna d'água, atuando como indicadores ecológicos (Nogueira et al., 1996). A composição e abundância das comunidades zooplanctônicas podem ser influenciadas por uma gama de variáveis físicas, químicas e biológicas como: temperatura, salinidade, pH, condutividade elétrica, o tamanho do corpo d'água, estado trófico, quantidade e frequência das precipitações, episódios de ventos, quantidade de nutrientes em circulação, velocidade da correnteza (fluxo da água), taxa de sedimentação e intensidade luminosa, competição, predação e quantidade e tipo de alimento disponível (Sampaio et al., 2002). Alterações nesses parâmetros podem provocar modificações na estrutura e na dinâmica do zooplâncton e, conseqüentemente, produzir mudanças em toda estrutura trófica de um reservatório (Sendacz et al., 1985; Matsumura - Tundisi, 1999; Nogueira 2001; Serafim Junior et al., 2003).

Por serem organismos sensíveis a todas essas alterações hidrológicas que se fazem presentes na dinâmica ecológica tanto de rios (em seu estado natural) quanto de reservatórios artificiais construídos pelo homem, as comunidades zooplanctônicas podem sofrer alterações através das chuvas, visto que este fenômeno exerce influência direta e indireta sobre os corpos d'água.

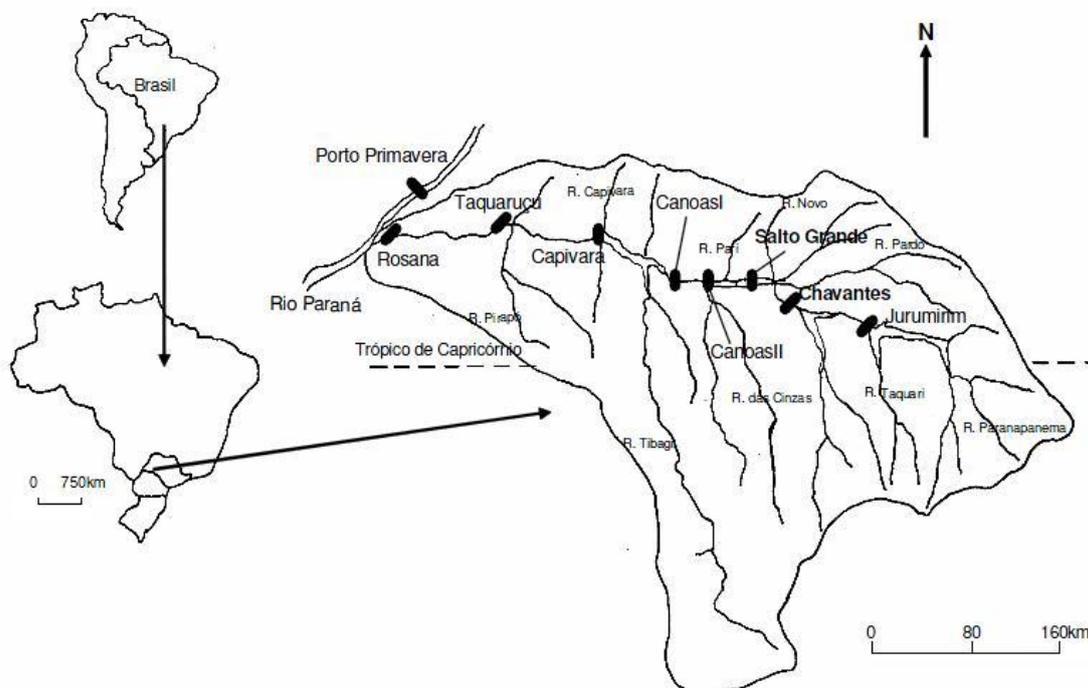
O objetivo deste estudo foi avaliar a influência das flutuações no regime pluvial sobre as variáveis limnológicas e assembléias zooplanctônicas dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande – Rio Paranapanema (SP/PR) – considerando as mudanças

que estas chuvas podem causar no sistema operacional das barragens e, conseqüentemente, no tempo de residência da água dos reservatórios e fatores associados (nível, vazão, estratificação, etc.).

## 2. Material e Métodos

### *Área de estudo*

A construção de várias barragens no curso de um mesmo rio resulta na formação de uma sequência de reservatórios, a que se atribui o nome de sistema em cascata. Esta situação ilustra o que acontece no rio Paranapanema (Figura 1), onde existem 11 reservatórios construídos, dentre eles estão os reservatórios de Chavantes ( $23^{\circ}22'09.16''$  S –  $49^{\circ}36'52.63''$  W) e Salto Grande ( $22^{\circ}57'26.80''$  S –  $49^{\circ}57'09.12''$  W). Estes se localizam nos trechos alto e início do médio rio Paranapanema, com uma distância de aproximadamente 40 km entre suas barragens. Os dois reservatórios diferem consideravelmente entre si quanto ao formato e tamanho. Enquanto Salto Grande possui uma área de  $10 \text{ km}^2$  e é do tipo fio d'água (baixo tempo de residência), Chavantes possui uma área de  $400 \text{ km}^2$  e é do tipo dendrítico. Seus formatos explicam-se pelo tipo do relevo, e pela própria concepção do projeto das barragens, sendo o primeiro construído visando à geração constante de energia, e o segundo em função da geração e acúmulo de água para a regularização da vazão à jusante.



**Figura 1.** Localização da bacia do rio Paranapanema no território brasileiro e sua série de reservatórios em cascata.

A atividade agrícola e pecuária é mais intensa na região do reservatório de Salto Grande e seus afluentes como, por exemplo, o rio Pardo. No entorno do reservatório estão presentes cultivos intensivos de milho, cana-de-açúcar, café e, principalmente, soja. Nesta região da bacia, as atividades agrícola e garimpeira (estado do Paraná) têm comprometido a qualidade do solo e da água.

Salto Grande apresenta alta turbidez e grande aporte de nutrientes, fato que o leva a ser classificado como eutrófico (Nogueira *et al.*, 2002). Esta é a possível razão pela qual houve um grande crescimento de macrófitas na região nos últimos anos. A baixa profundidade média e o alto fluxo não permitem a ocorrência de estratificação térmica (Nogueira *et al.*, 2005).

O reservatório de Chavantes apresenta grandes profundidades, podendo alcançar os 90 m em áreas próximas à barragem. Este reservatório de formato dendrítico é considerado oligotrófico e, na região de entorno, o uso do solo para a atividade agrícola é menos intenso (Nogueira *et al.*, 2002). A transparência apresenta valores elevados, assim como uma estratificação térmica bem definida na zona da barragem (Nogueira *et al.*, 2005). Devido à grande extensão da bacia do Paranapanema, diversos tipos de ecossistemas podem ser encontrados na escala regional. No estado de São Paulo e em torno às nascentes do Paranapanema, observa-se uma área de transição de biomas, com floresta atlântica e campos cerrados. A ação antrópica tem erradicado a vegetação nativa, originalmente composta por florestas semidecíduas na maior parte da bacia. Em termos climatológicos, trata-se de uma região de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e climas mesotérmicos do tipo temperado de latitudes médias (Nimer, 1979).

#### *Amostragem, análises laboratoriais e tratamento dos dados*

As coletas aconteceram durante o mês de abril de 2010. A amostragem de zooplâncton foi feita com o uso de rede cônica padrão, malha com abertura de 68 µm, através de arrastos verticais. Foram coletadas amostras em três pontos de cada reservatório, representando o ambiente lótico, de transição (ou intermediário) e lântico. Para cada ponto foram coletadas duas amostras, uma para posterior análise qualitativa e outra para quantitativa, as quais foram fixadas com formaldeído à concentração final de 4%.

Para quantificação de material em suspensão, nitrogênio orgânico total, fósforo total, clorofila *a* total, silicato dissolvido e turbidez; foram coletadas amostras de água em três profundidades de cada ponto de amostragem, utilizando-se garrafa de Van Dorn. Após a coleta, essas amostras foram refrigeradas e encaminhadas para o laboratório de Ecologia de Águas Continentais da UNESP, campus de Botucatu, Departamento de Zoologia. Os dados referentes a nitrogênio orgânico total, fósforo total, clorofila *a* total e silicato dissolvido foram obtidos através de métodos espectrofotométricos, enquanto que os dados de turbidez através de um turbidímetro TecnoPON. Para obter os dados referentes ao material em suspensão (orgânico e inorgânico), a quantificação foi realizada da seguinte maneira: as amostras de água foram filtradas, os filtros passaram por processos de secagem em estufa, pesagem, queima em mufla e pesagem novamente (filtros Millipore AP40 e Balança Analítica Denver).

Uma sonda Eureka Manta 2 foi utilizada para a caracterização de parâmetros limnológicos da coluna d'água. O perfil vertical foi traçado, em cada um dos pontos de coleta, mergulhando-se a sonda até o fundo da coluna d'água. Tal método foi empregado com o intuito de analisar os seguintes parâmetros: temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido.

A transparência foi medida a partir do desaparecimento visual do disco de Secchi.

Dados sobre volume e vazões dos reservatórios foram obtidos junto à empresa Duke Energy. Já os dados pluviométricos, foram concedidos pelo Instituto das Águas do Paraná, utilizou-se dados de duas estações meteorológicas localizadas próximas aos reservatórios de Chavantes e Salto Grande, em Cambará (PR) e Carlópolis (PR).

As amostras de zooplâncton foram analisadas usando-se lupas e microscópios binoculares e os organismos identificados com auxílio de bibliografia apropriada (e.g. Koste, 1978; Segers, 1995; El Moor Loureiro, 1997, 1997; Korinek, 1987; Smirnov, 1996; Reid, 1985; Rocha, 1996). Nas amostras contendo muito sedimento e outras partículas, foram adicionadas gotas do corante rosa de bengala para facilitar a visualização e identificação dos organismos. Os dados obtidos pela identificação e contagem das amostras de zooplâncton foram organizados em planilhas no programa Windows Excel. Foi calculado o volume filtrado pela rede (volume do cilindro) e estimada a abundância, expressa em indivíduos por m<sup>3</sup>. Os dados organizados nas planilhas foram plotados em gráfico usando o programa SigmaPlot 11,0.

A partir da razão entre o volume e a vazão, foram calculados os valores de tempo teórico de retenção da água de cada reservatório, seu valor é expresso em dias. Para a confecção dos cálculos deste parâmetro e análise dos resultados, foram usados valores de médias mensais, no entanto, por uma questão de apresentação, no eixo x do gráfico sobre tempo de residência de cada reservatório foram suprimidos os meses e deixados somente os anos.

Os dados referentes às variáveis ambientais obtidos por sonda multiparâmetros, os obtidos por análise de água no laboratório, os de pluviosidade e tempo de residência também foram devidamente organizados em planilhas e plotados em gráficos. No caso dos gráficos de nitrogênio total, fósforo total, silicato dissolvido, clorofila *a* total, turbidez e material em suspensão; os dados utilizados foram as médias (entre as diferentes profundidades coletadas no ponto), com os respectivos desvios padrão.

Análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa SigmaPlot 11,0. Uma análise de correlação de Pearson foi aplicada aos dados correlacionando tempo de residência acumulado (período de verão – dezembro a março) com as variáveis limnológicas e riqueza, abundância e diversidade do zooplâncton. Estas correlações foram feitas com uma base de dados considerada pequena ( $n=5$ ) (presente trabalho mais estudos prévios), porém atenderam o objetivo proposto, que foi utilizar estas correlações para se realizar uma análise comparativa entre períodos sob diferentes regimes pluviométricos e de tempo de residência. Para tanto, foram consultados os trabalhos de Nogueira et al. (2002) e Neves et al. (2008).

### **3. Resultados**

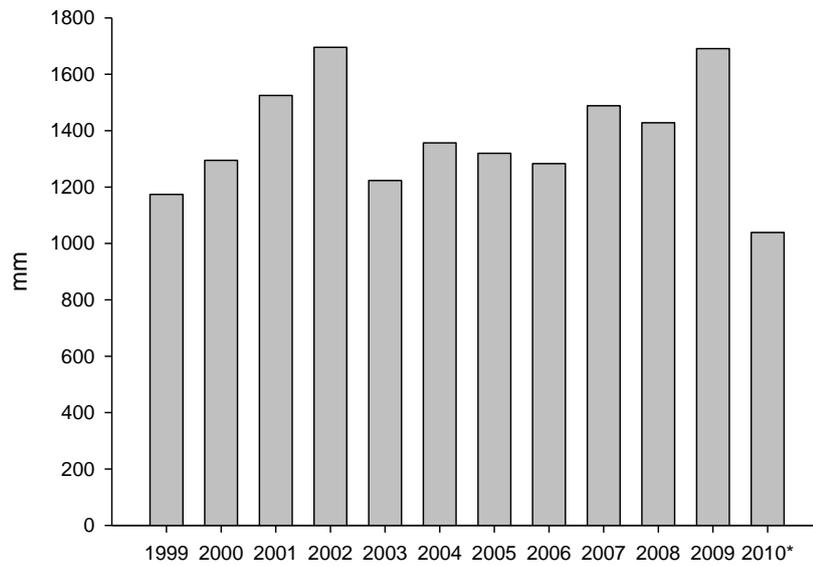
#### **3-a. Variáveis ambientais**

##### *Pluviosidade*

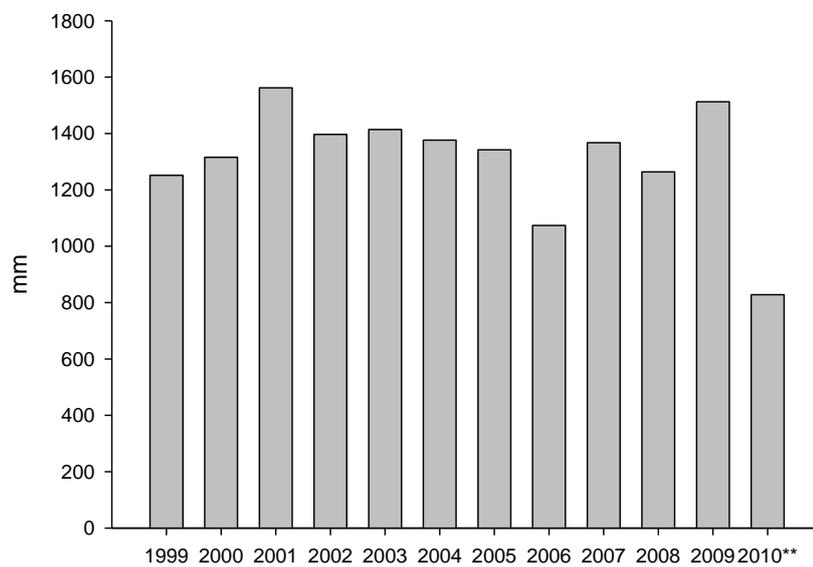
Os dados de precipitação anual foram organizados em dois gráficos (Fig. 2), um para a estação pluviométrica de Cambará, no entorno de Salto Grande, e outro para a de Carlópolis, no entorno de Chavantes. A pluviosidade obtida (precipitação acumulada anual) representa uma série entre 1999 e 2010. No caso de 2010, não há dados pluviométricos do ano todo, porém isto não teve interferência direta nos resultados do trabalho porque as informações utilizadas, neste caso, foram em relação ao período correspondente ao final de 2009 até abril de 2010 (período chuvoso), quando foram realizadas as amostragens.

Apesar de existir um padrão de variação inter anual semelhante entre as localidades consideradas, notam-se algumas diferenças. Na estação de Cambará, a maior precipitação anual ocorreu no ano de 2002 e a menor em 1999. Em Carlópolis, a maior precipitação acumulada ocorreu no ano de 2001 e a menor em 2006. Os períodos que mais se destacaram foram os picos de chuva que ocorreram em Cambará, em 2002 e 2009; e em Carlópolis, em 2001 e 2009.

### Cambará



### Carlópolis



**Figura 2.** Precipitação acumulada anual entre 1999 até 2010, dados obtidos nas estações meteorológicas de Cambará (PR) e Carlópolis (PR). \* e \*\* para o ano de 2010, não foram contabilizadas os meses de novembro e dezembro.

Para ambas as localidades houve uma maior concentração de chuvas no período de verão e menor no outono e inverno. Essa sazonalidade é observada nos dados mensais de pluviosidade. Com esse tipo de análise, nota-se uma diferença entre os anos em relação à quantidade de chuva nos verões. Em Cambará, os verões que apresentaram picos de chuva foram os de 2006/2007 e 2009/2010. Já em Carlópolis, um dos picos de verões chuvosos foi diferente. Nesta última localidade, os picos de verões chuvosos foram em 2001/2002 e 2006/2007. A Tabela 1 relaciona os períodos de verão (dezembro, janeiro, fevereiro e março) quanto à quantidade de chuva durante todo o período analisado. O valor médio, considerando os 11 períodos de verão analisados foi de 677 mm para Cambará e 646 mm para Carlópolis.

**Tabela 1.** Total pluviométrico do período de verão (meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março) entre 1999 e 2010, nos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

<b>Cambará</b>	$\Sigma$ Meses de verão (mm)	<b>Carlópolis</b>	$\Sigma$ Meses de verão (mm)
1999/2000	609	1999/2000	703,8
2000/2001	668,8	2000/2001	675,2
2001/2002	730,9	2001/2002	760,9
2002/2003	614,9	2002/2003	695,6
2003/2004	511,3	2003/2004	578,3
2004/2005	547,2	2004/2005	574,6
2005/2006	640,1	2005/2006	639,1
2006/2007	981,6	2006/2007	796,7
2007/2008	727,2	2007/2008	711,4
2008/2009	579,7	2008/2009	384,4
2009/2010	832,9	2009/2010	586,3

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores mensais de precipitação sobre os reservatórios de Chavantes e Salto Grande, entre 1999 e 2010. Nota-se a ocorrência de picos de chuva durante o final da primavera e todo o verão, bem como uma estiagem durante o período de outono e inverno. Porém, em alguns anos ocorreram aumentos atípicos de chuva em épocas mais secas. Nas duas estações de coleta (Cambará e Carlópolis), além dos picos típicos de chuva na primavera e verão, foram observados aumentos durante o outono, principalmente nos anos de 2001, 2002 e 2004, e inverno, principalmente nos anos de 2007 e 2009.

**Tabelas 2.** Valores mensais de pluviosidade registrados na estação meteorológica de Cambará (PR). Em destaque os aumentos atípicos de outono e inverno.

<b>Estação Cambará (Totais Mensais)</b>												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1999	319,1	106,3	123,3	120	69,9	99,6	49,7	0	84,7	69,3	36,3	95,6
2000	81,5	323,8	108,1	11,3	39,4	28,2	57,1	93,1	125,6	114,5	234,5	77,6
2001	125,5	342,7	123	36	172,2	90,6	56,8	58,7	63,3	123,3	162,3	170,3
2002	260	196,9	103,7	16,8	224,4	0,8	53,6	83,4	92,7	113,9	352,4	196,9
2003	224,2	71,6	122,2	100,6	47,4	38,1	77,8	54,8	74,4	56,3	220,7	134,8
2004	179,7	155,7	41,1	131,2	196,7	87,2	91,1	2,2	17,4	230,8	121,1	102,5
2005	339,3	15,3	90,1	52,2	104,7	45,6	25,4	25,2	137,7	225,1	95,8	163,1
2006	114	101,2	261,8	58,6	14,1	23,8	19,9	28,7	119,2	175,6	79,1	287
2007	448,9	123,7	122	44,9	57,5	20,3	217	2	23,5	55	152	221,6
2008	241,6	109	155	202	90,6	56,7	1	106	84,9	158,4	121,6	100,9
2009	307,5	157,5	13,8	11,4	70	78	143,4	71,1	113,7	178,4	311,5	234,8
2010	305,8	203,4	88,9	58,6	27,4	34,6	32,2	6,5	80,1	139,1	61,9	-

(-) dados não obtidos

**Tabelas 2.** Valores mensais de pluviosidade registrados na estação meteorológica de Carlópolis (PR). Em destaque os aumentos atípicos de outono e inverno.

<b>Estação Carlópolis (Totais Mensais)</b>												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1999	336,5	196,2	125,3	115,2	64,7	84,4	59,2	0	111,5	46,9	32,6	79,2
2000	182,5	320,9	121,2	0	26,8	46,6	50,5	112,9	126,8	84,8	172,2	70,4
2001	148,6	258,7	197,5	32,8	183,6	70,2	54,4	99,6	95,1	88,9	52,5	280,2
2002	177,1	198,5	105,1	3,3	162,2	0	62,7	131,3	76,7	136,5	220,8	122,7
2003	251,2	141,7	180	156,1	65,8	36,3	76,9	41	72,6	51,9	231,6	108,9
2004	283,2	93	93,2	81,4	212,9	68,9	82,5	0	16,4	151,4	183,6	109,8
2005	359,9	28,7	76,2	110,2	81	30,9	41,1	17,9	129	230,5	63,6	173
2006	150,6	225,5	90	36,8	2,2	22	65,5	16	95	114,9	54,7	200,3
2007	323,4	110,8	162,2	59,6	38,3	2,5	194,7	1,5	16,8	133,4	140	184,4
2008	264,4	96,8	165,8	166,4	96,3	34,8	2,2	113,4	46,6	146,5	61,9	68,6
2009	167,5	121,8	26,5	26,3	39,3	77,6	220,5	51	202,1	243,7	187,4	148,8
2010	282,1	58,9	96,5	63,8	48,8	20,5	62,5	4,8	58,4	131,7	-	-

(-) dados não obtidos

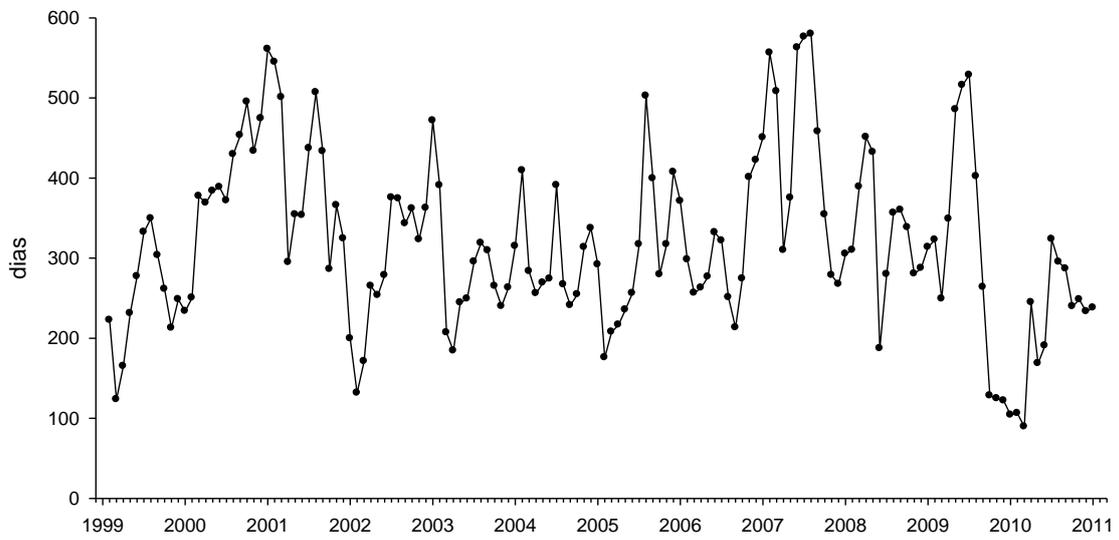
### *Tempo de residência*

O tempo de residência da água no reservatório de Chavantes é substancialmente maior que em Salto Grande (Fig. 3). Isto ocorre por conta da diferença na morfometria dos reservatórios, bem como no funcionamento dos mesmos. Enquanto que o primeiro é um reservatório de acumulação o outro é de fio d'água, no qual o fluxo de água é contínuo. O reservatório de Chavantes tem um volume muito maior que o de Salto Grande, neste último as vazões em sua barragem ainda são maiores do que as do primeiro reservatório, o que também contribui para que os tempos de residência sejam tão diferentes.

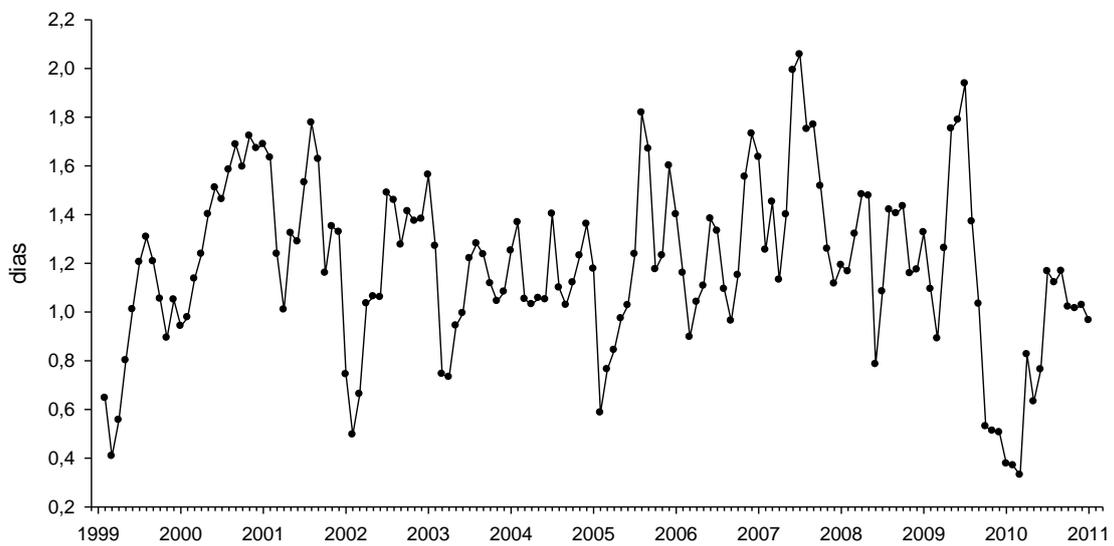
No reservatório de Chavantes, a maior média anual foi no ano de 2007 e a menor no ano de 2010. Em Salto Grande, a maior média anual foi nos anos de 2000 e 2007 (ambos apresentaram a mesma média de 1,5 dias) e a menor nos anos de 1999 e 2010 (ambos com a mesma média de 0,9 dias). O mês com menor média de tempo de residência em Chavantes foi fevereiro de 2010 e o mês com maior média foi julho de 2007. Em Salto Grande, o mês com menor média foi fevereiro de 2010 e o mês com maior média foi junho de 2007.

Os picos mínimos de tempo de residência para ambos os reservatórios foram observados no início dos anos de 1999, 2002, 2005 e, principalmente de 2010. Nesse último caso nos meses prévios às coletas do presente estudo.

### Chavantes



### Salto Grande



**Figura 3.** Tempo de residência da água (média mensal em dias) nos reservatórios de Chavantes e Salto Grande entre 1999 e 2010.

Na Tabela 4 apresenta-se o os valores médios do tempo de residência dos meses do verão (somatório dos dados dezembro, janeiro, fevereiro e março). O período de verão antecede o mês de abril, quando foram coletados os dados para a execução do presente trabalho, bem como dos demais utilizados para fins de comparação da variação inter anual.

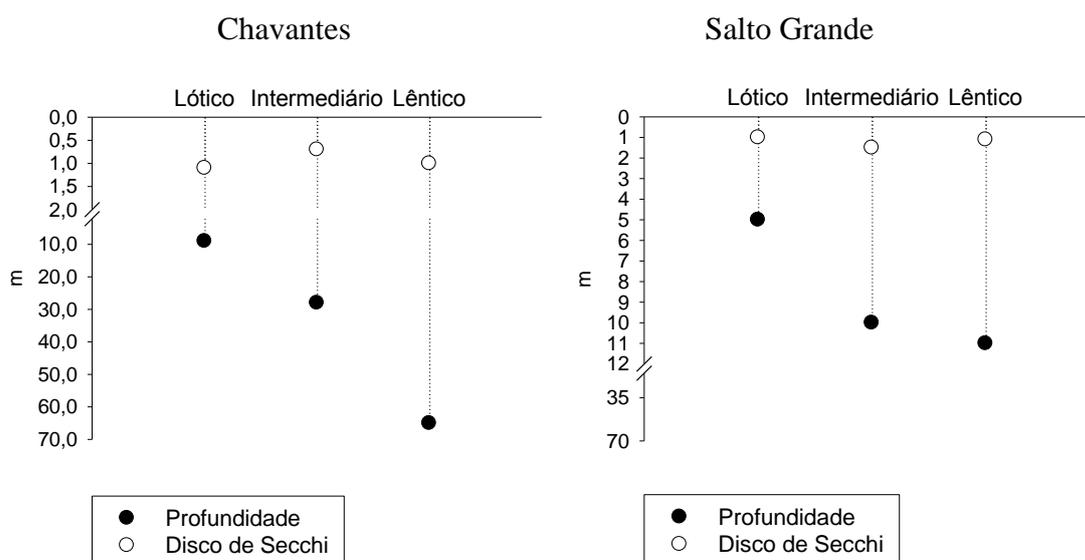
Tanto em Chavantes quanto em Salto Grande, no verão de 2000/2001 foi quando o tempo de residência atingiu seu pico máximo, seguido pelo verão de 2006/2007. Os picos mínimos de tempo de residência ocorreram nos verões de 2001/2002 e, principalmente, de 2009/2010. Nesse último caso coincide com o período prévio à execução das coletas do presente estudo.

**Tabela 4.** Somatório dos valores médios do tempo de residência dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março (período de verão), entre 1999 e 2010, para os reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

<b>Chavantes</b>	Tempo de residência (dias)	<b>Salto Grande</b>	Tempo de residência (dias)
1999/2000	1229,8	1999/2000	4,3
2000/2001	1900,9	2000/2001	5,6
2001/2002	766,8	2001/2002	2,9
2002/2003	1253,2	2002/2003	4,3
2003/2004	1263,3	2003/2004	4,7
2004/2005	891,7	2004/2005	3,4
2005/2006	1188,2	2005/2006	4,5
2006/2007	1824,3	2006/2007	5,5
2007/2008	1454,5	2007/2008	5,2
2008/2009	1233,9	2008/2009	4,6
2009/2010	544,2	2009/2010	1,9

## Profundidade e transparência

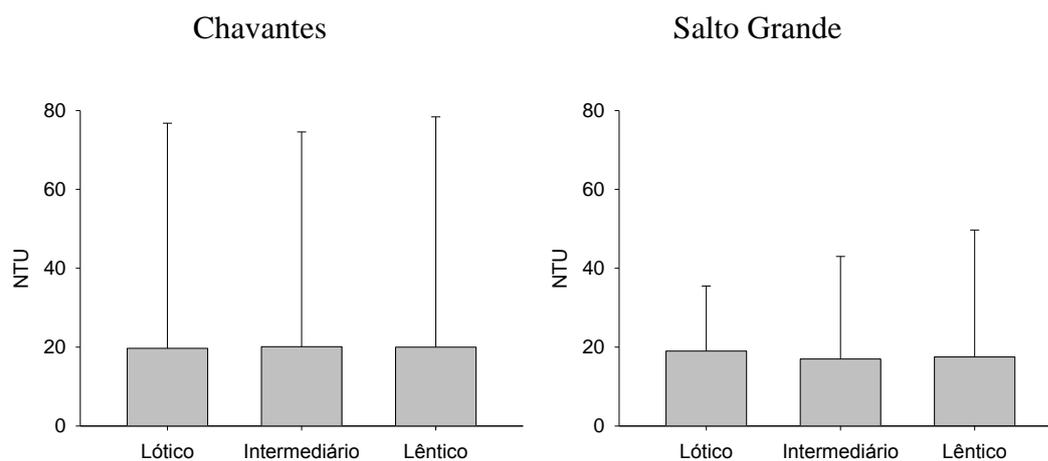
Os dois reservatórios estudados possuem morfometrias diferentes. Chavantes é um reservatório onde há um acúmulo grande de água, então suas profundidades são maiores que as do reservatório de Salto Grande, onde não há este mesmo acúmulo e as massas de água fluem mais constantemente. Os gráficos a seguir (Figura 4) trazem os valores de profundidade dos reservatórios, bem como as medidas obtidas pelo disco de Secchi para avaliar a transparência da coluna d'água. Em Chavantes, a profundidade máxima foi de 65 m no trecho lântico e a mínima de 9 m no lótico. Em relação à transparência, o valor máximo foi de 1,10 m no trecho lótico e o mínimo de 0,7 m no trecho intermediário. No reservatório de Salto Grande, a profundidade máxima foi de 11 m no ponto lântico e a mínima de 5 m no ponto lótico, a transparência apresentou seu valor máximo no ponto intermediário com 1,5 m e nos outros dois pontos mostrou o mesmo valor, de 1,0 m.



**Figura 4.** Variação da profundidade (círculos pretos) e transparência (círculos brancos) nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

## *Turbidez*

Para a variável turbidez, as médias da coluna de água apresentaram valores muito próximos entre os diferentes pontos de cada um dos reservatórios. A grande diferença é que no reservatório de Chavantes o desvio padrão foi alto e no caso de Salto Grande foi menor, indicando, respectivamente, condições menos homogêneas e mais homogêneas na coluna de água.



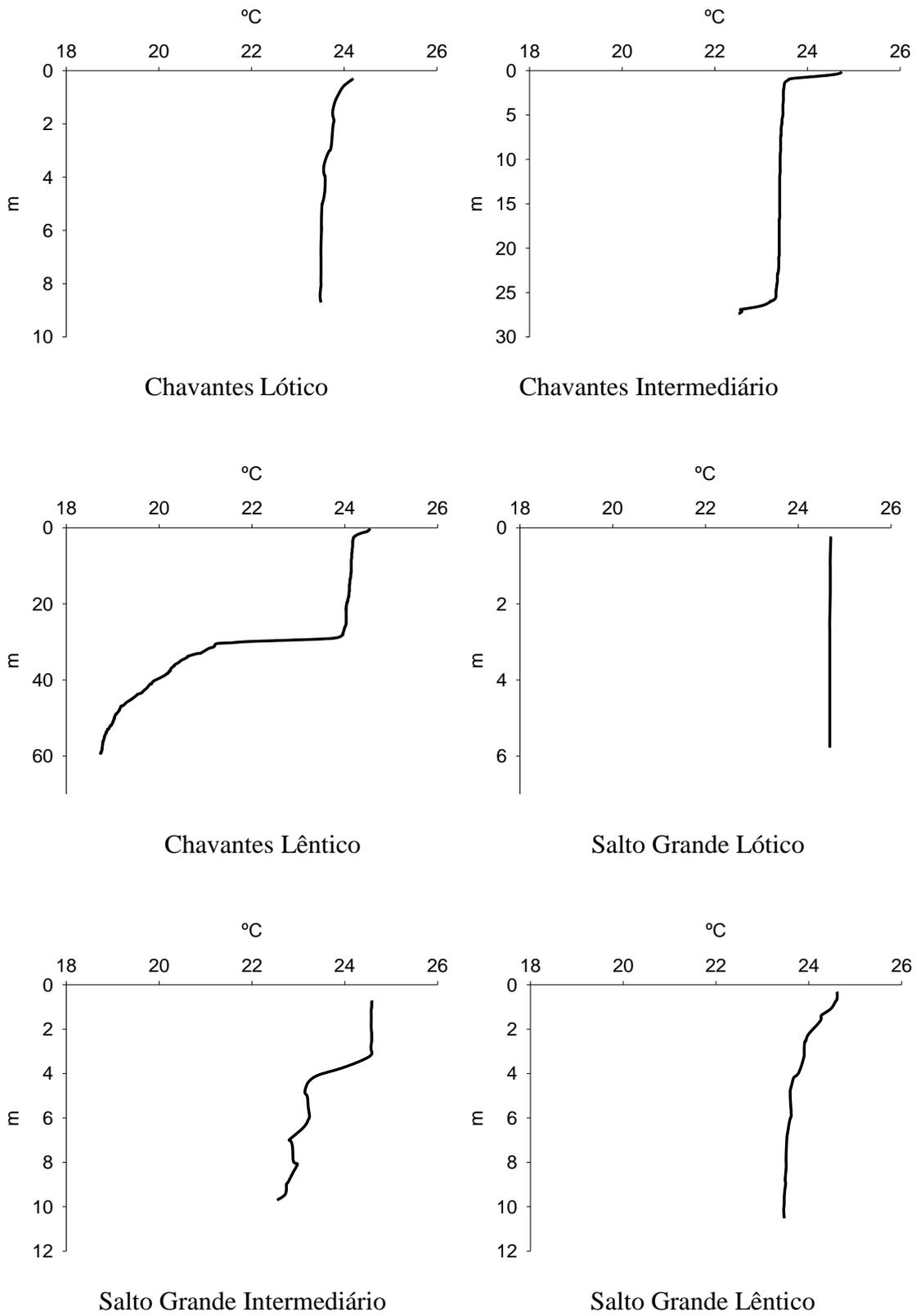
**Figura 5.** Variação da turbidez nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

## *Temperatura*

Os gráficos de temperatura (Fig. 6) exibidos a seguir possuem escalas diferentes no eixo Y. Esta representação foi feita desta forma pois cada trecho do reservatório possui uma profundidade específica, o que já foi apresentado anteriormente nos gráficos de profundidade e transparência.

Em Chavantes, percebeu-se uma progressão longitudinal em relação à estratificação térmica. No trecho lótico, a variação de temperatura na coluna d'água é baixa. No ponto intermediário, ocorre uma estratificação superficial, depois a temperatura se mantém, formando um estrato que só é interrompido por volta dos 25 m por uma estratificação profunda. A temperatura máxima foi de 24,74 °C na superfície do ponto intermediário, e a temperatura mínima foi de 18,74 °C numa profundidade de aproximadamente 60 m do trecho lântico.

No trecho lótico de Salto Grande, a temperatura se manteve praticamente constante por toda a coluna d'água. No trecho intermediário a temperatura se mantém estável superficialmente, porém acontece uma estratificação por volta dos 3 m de profundidade, após essa estratificação, a temperatura ainda sofre oscilações até o fundo. Contudo, essas variações são pequenas. No ponto lântico, a temperatura decresce lentamente até aproximadamente 4 m, após essa profundidade a temperatura da coluna d'água se mantém mais homogênea, com variações pequenas. A temperatura máxima foi de 24,70 °C na superfície do trecho lótico e a mínima de 22,54 °C no fundo do trecho intermediário.

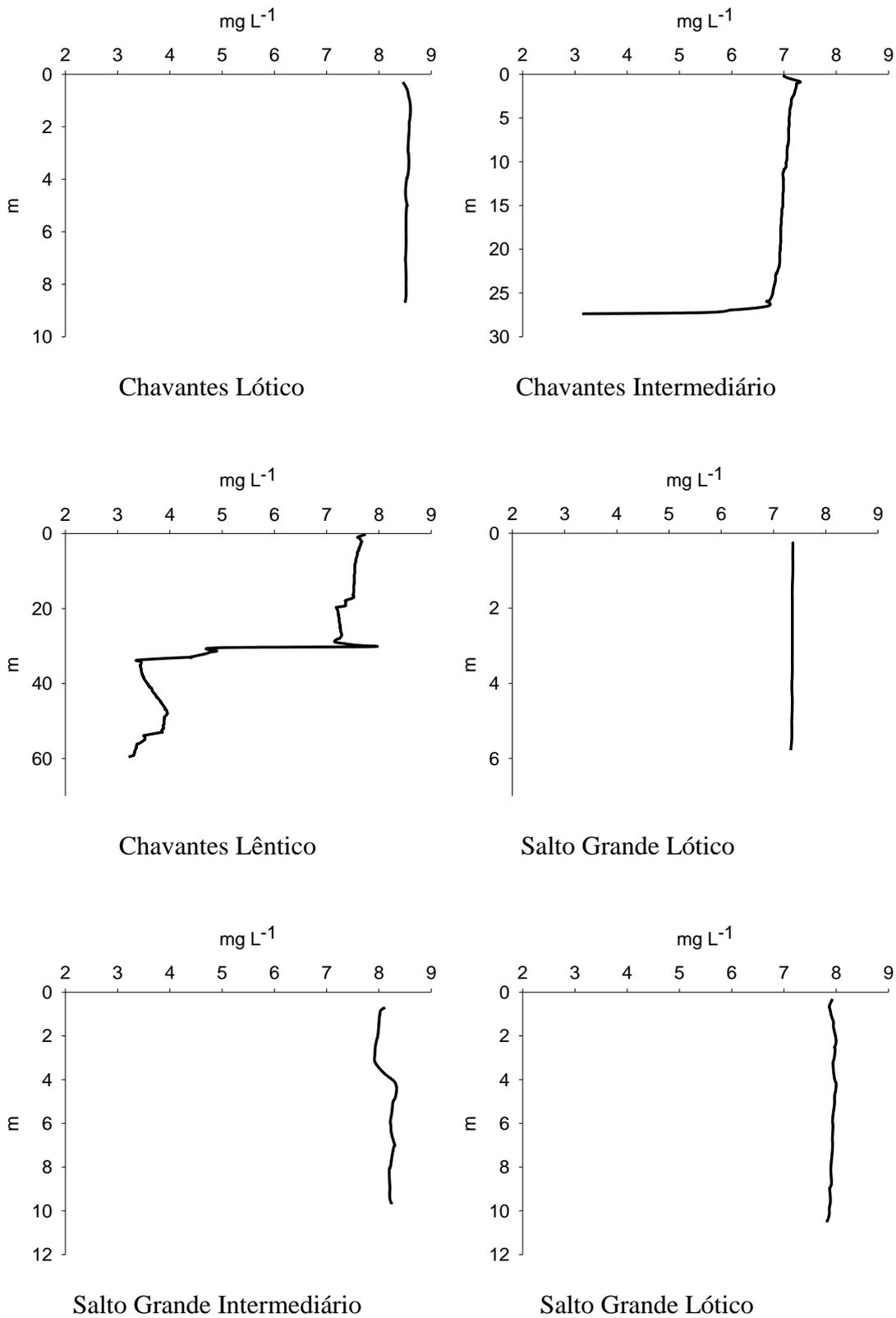


**Figura 6.** Perfis de temperatura da coluna d'água nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### *Oxigênio dissolvido*

Em Chavantes observou-se uma grande variação na concentração de oxigênio dissolvido na água (Fig. 7). No trecho lótico não há grandes variações, os valores se mantêm bastante próximos em todas as profundidades. Já no ponto intermediário, ocorre um aumento superficial acentuado seguido de uma situação mais homogênea, esta se mantém até aproximadamente 25 m, onde há uma acentuada diminuição até o nível mais profundo. No trecho lêntico, ocorre um aumento abrupto por volta de 30 m de profundidade seguido de uma diminuição acentuada até aproximadamente 34 m. A partir desta profundidade, há um aumento discreto até cerca de 50 m, ponto onde recomeça um decréscimo mais acentuado que segue até a maior profundidade.

Nos trechos lótico e lêntico de Salto Grande, os valores de oxigênio dissolvido se mantiveram homogêneos por toda a coluna d'água, com uma pequena variação superficial no ponto lêntico. Entretanto, no trecho intermediário há uma variação com maior amplitude, que ocorre por volta de 3 m de profundidade (Fig. 7).

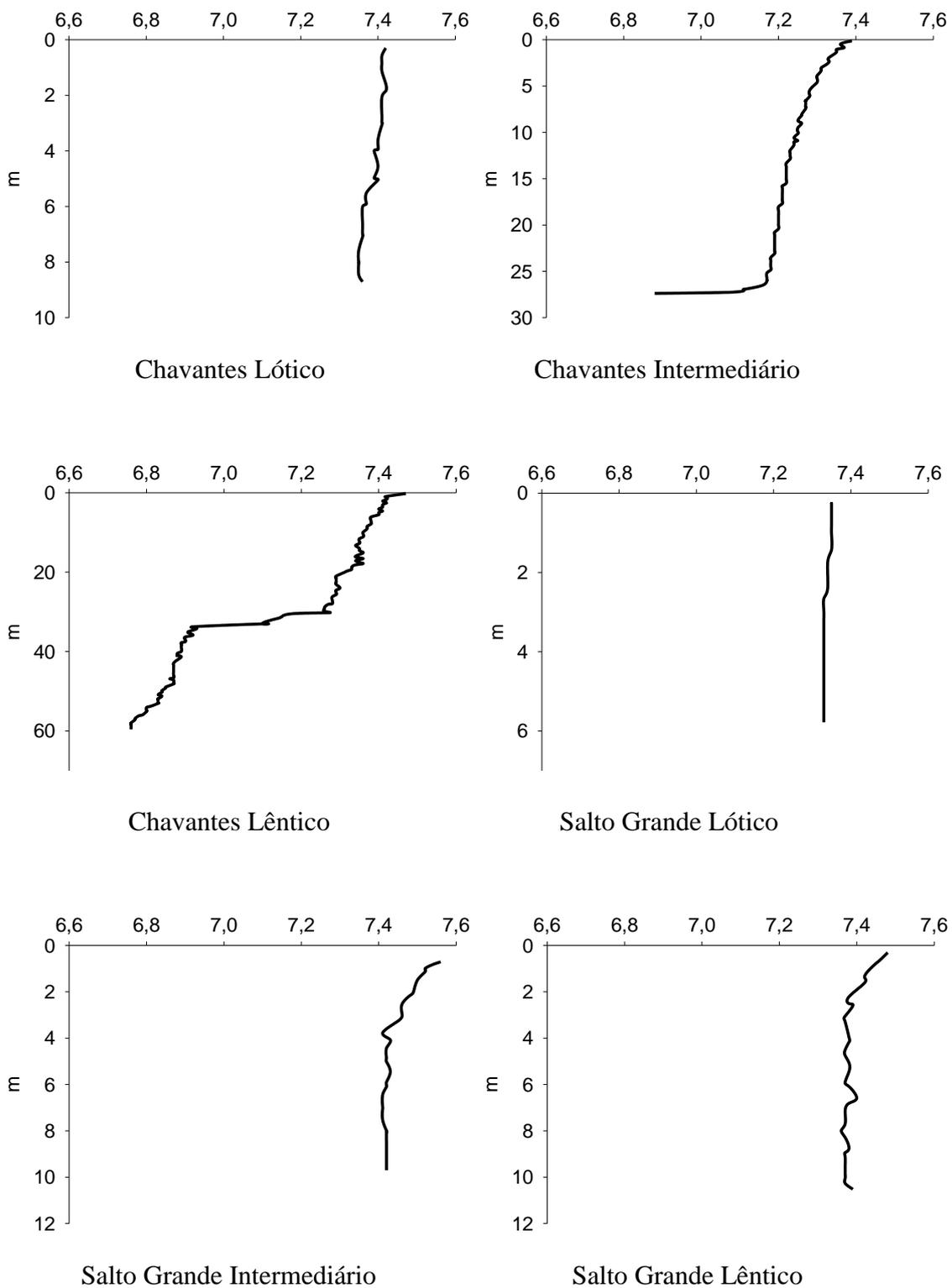


**Figura 7.** Perfis de oxigênio dissolvido nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

## *pH*

O pH em Chavantes apresentou leves variações no ponto lótico. Já no ponto intermediário, após um leve aumento gradual até a profundidade de 25 m ocorreu uma diminuição acentuada. No trecho lântico também se observou uma diminuição acentuada do pH por volta dos 25 m; após essa forte variação o pH volta a ficar mais estável, porém com leve decréscimo até a maior profundidade (Fig. 8).

Em Salto Grande o pH manteve bastante homogêneo no ponto lótico. No intermediário, notou-se uma diminuição gradual até os 3 m de profundidade, onde ocorreu uma variação mais abrupta. No trecho lântico, a maior variação aconteceu entre a superfície até os 2 m de profundidade; posteriormente, o pH tornou-se mais homogêneo, com algumas pequenas oscilações (Fig. 8).



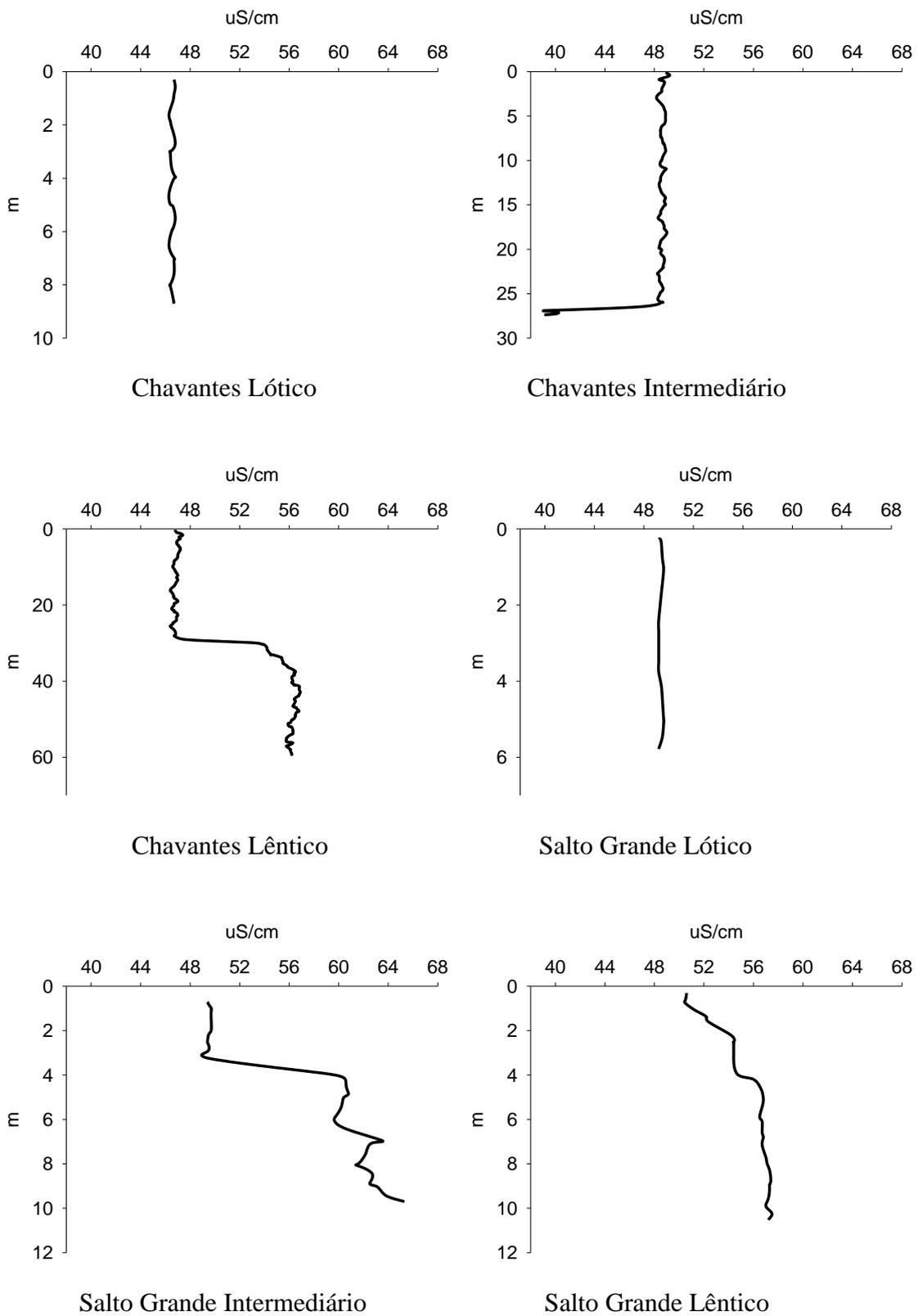
**Figura 8.** Perfis de pH nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### *Condutividade elétrica*

Em ambos os reservatórios, no trecho lótico a condutividade elétrica não apresentou muita variação na coluna d'água. Já nos outros dois trechos, as curvas mostraram variações distintas (Fig. 9).

No trecho intermediário de Chavantes, os valores de condutividade elétrica diminuíram subitamente, após a profundidade em torno de 25 m. No ponto lântico aconteceu algo diferente, em torno dos 30 m de profundidade os valores começam a subir drasticamente, e logo se estabilizam.

Em relação ao reservatório de Salto Grande, o trecho intermediário apresentou valores homogêneos de condutividade até a profundidade aproximada de 3 m. Após esta situação de estabilidade, os valores sofreram um aumento expressivo até cerca de 4 m e depois continuaram a variar, porém com menor amplitude. No ponto lântico, a variação da condutividade elétrica foi menos evidente, e sua maior amplitude de variação aconteceu próximo à superfície.

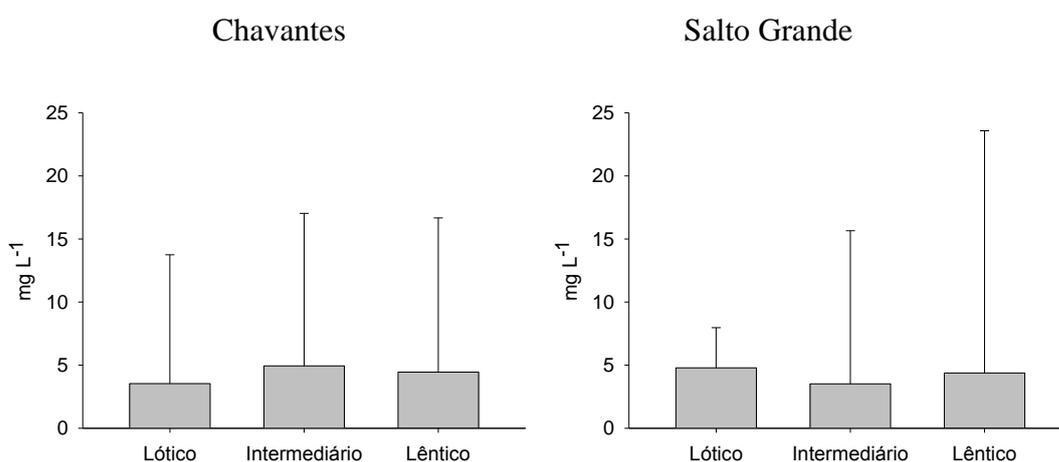


**Figura 9.** Perfis de condutividade elétrica nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

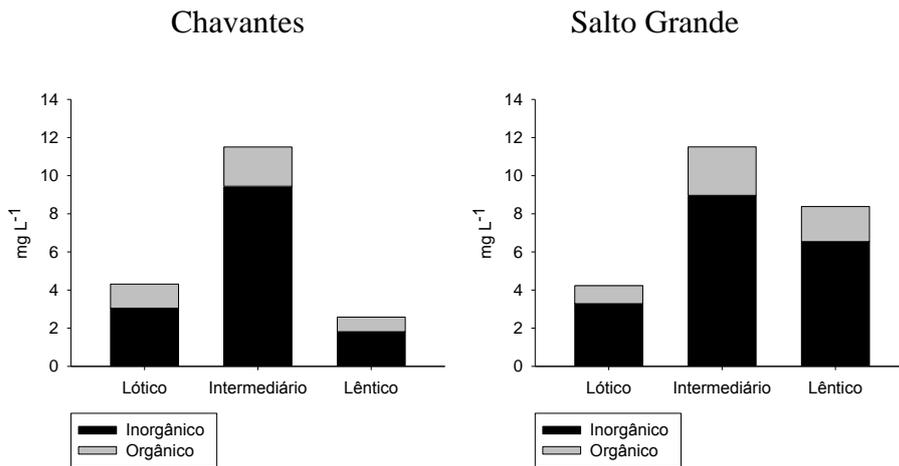
### *Material em suspensão*

Os valores de material em suspensão total no reservatório de Chavantes foram maiores na região intermediária, mostrando maior diferença em relação ao ambiente lótico e pequena diferença sobre o ambiente lêntico. Os valores de desvio padrão foram elevados para este parâmetro. No reservatório de Salto Grande, os maiores valores, em média, foram os do ambiente lótico, enquanto que os menores valores foram do ambiente intermediário. No caso do ambiente lótico, o desvio padrão foi baixo, diferente dos outros dois ambientes analisados.

Em todos os casos, a proporção de material em suspensão inorgânico foi superior à de material em suspensão orgânico (Fig. 10).



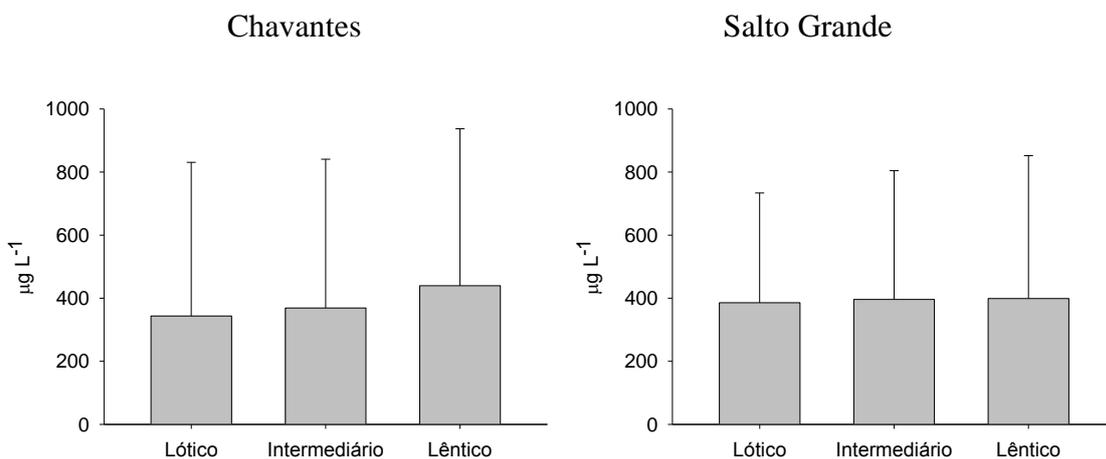
**Figura 10.** Material total em suspensão nos diferentes trechos de cada reservatório.



**Figura 11.** Variação da concentração de material em suspensão nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### *Nitrogênio total*

Em relação ao nitrogênio total, houve uma distribuição mais homogênea dos valores nos pontos do reservatório de Salto Grande em comparação com os de Chavantes (Fig. 12). Em Chavantes a maior média para a coluna de água ocorreu no ponto lêntico e a menor no lótico.

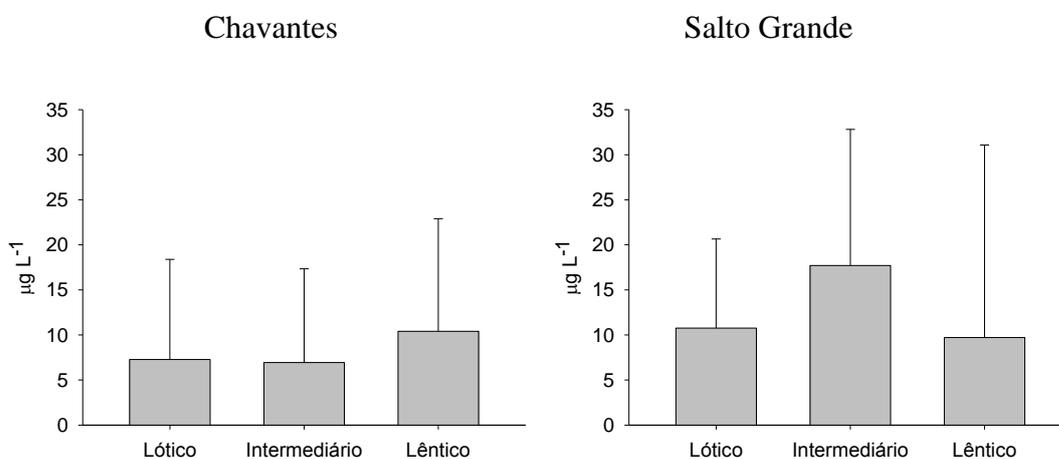


**Figura 12.** Variação da concentração de nitrogênio total nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### *Fósforo total*

O reservatório de Chavantes apresentou menor valor médio para fósforo no ponto intermediário, seguido pelos pontos lótico e lântico, respectivamente. A maior diferença de valores ocorreu entre o ambiente lântico e os demais (Fig. 13).

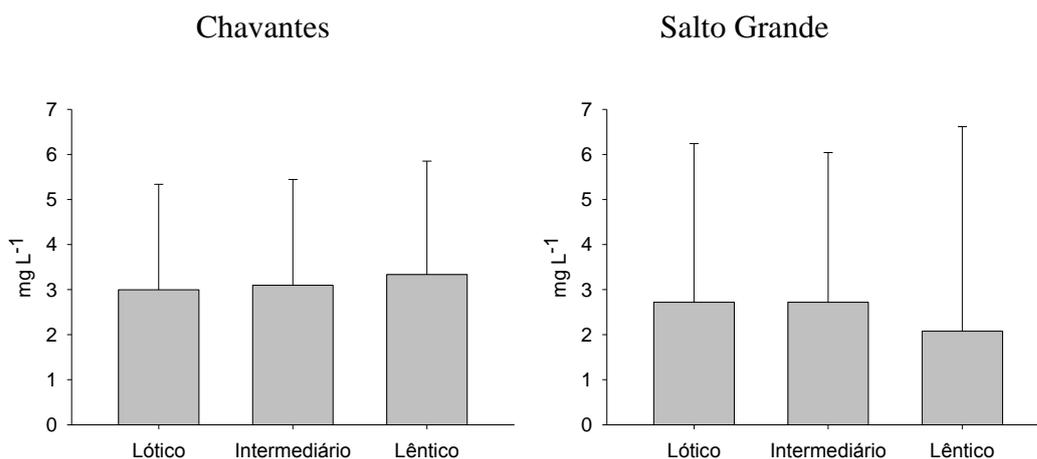
Em geral, os valores para fósforo foram maiores no reservatório de Salto Grande comparado a Chavantes. Os pontos lótico e lântico de Salto Grande apresentaram valores bastante semelhantes e o intermediário se destacou entre eles, exibindo maior concentração.



**Figura 13.** Variação da concentração de fósforo total nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### *Silicato dissolvido*

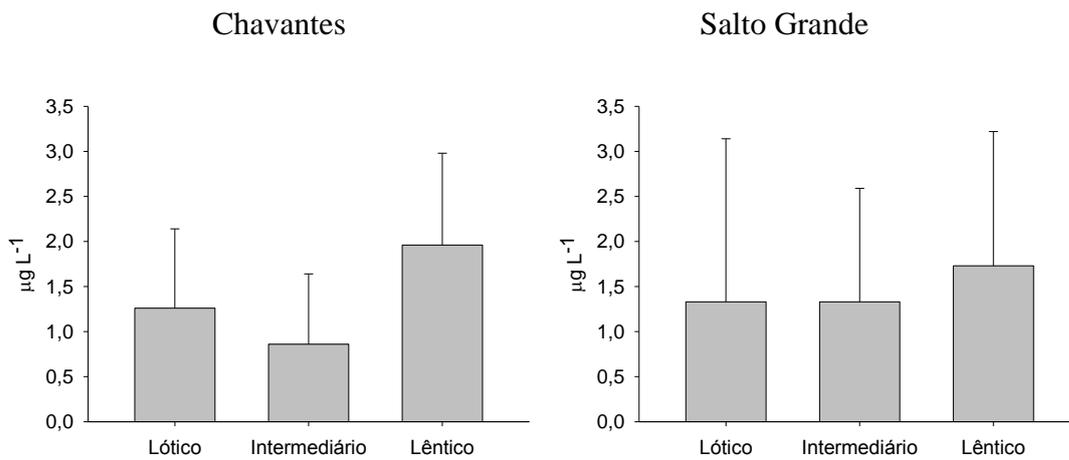
Os valores de silicato dissolvido (Fig. 14) quase não apresentaram diferenças entre os pontos do reservatório de Chavantes. Já em Salto Grande existiu uma diferença um pouco maior entre o ambiente lântico e os demais.



**Figura 14.** Variação da concentração de silicato dissolvido nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### *Clorofila a total*

Os valores para a clorofila (Fig. 15) foram mais homogeneamente distribuídos entre os pontos do reservatório de Salto Grande, sendo que o trecho lântico possui o maior valor. Em Chavantes, a média mais altas foi obtida no ponto lântico, seguidas pelos ambientes lótico e, por último o intermediário.



**Figura 15.** Variação da concentração de clorofila a total nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### 3-b. Zooplâncton

#### *Composição e riqueza*

A Tabela 5 a seguir apresenta a lista dos táxons encontrados no presente estudo, e em quais trechos de cada reservatório em questão estes estiveram presentes.

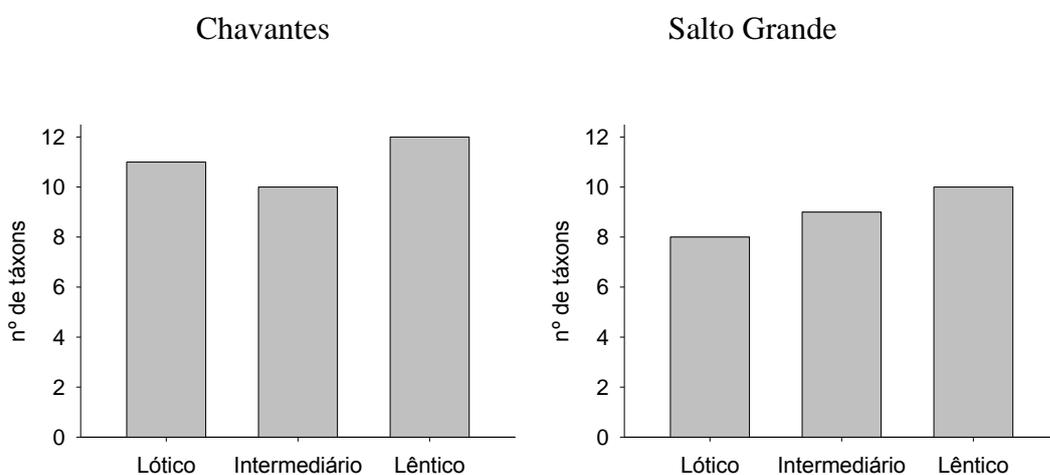
**Tabela 5.** Táxons encontrados no zooplâncton amostrado nos diferentes pontos dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

TÁXON	CHAVANTES			SALTO GRANDE		
	LÓTICO	INTER	LÊNTICO	LÓTICO	INTER	LÊNTICO
<b>Cladocera</b>						
<i>Alona intermedia</i>	X	-	-	-	X	X
<i>Alona</i> sp.	X	-	-	-	-	-
<i>Bosmina hagmanni</i>	X	-	X	-	X	X
<i>Bosminopsis deitersi</i>	-	-	-	-	-	X
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> f. <i>cornuta</i>	X	X	X	X	X	-
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> f. <i>rigaudi</i>	X	-	X	-	X	X
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	-	X	X	X	X	X
<i>Daphnia gessneri</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Diaphanosoma brevireme</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma fluviatile</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Diaphanosoma</i> sp.	-	-	X	-	-	-
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	-	X	X	X	-	-
<i>Moina minuta</i>	X	X	-	X	-	-
<b>Copepoda</b>						
<b>Calanoida</b>						
<i>Argyrodiaptomus</i> sp.	-	X	-	-	-	-
<i>Notodiaptomus henseni</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Notodiaptomus</i> sp.	X	X	X	X	X	X
<b>Cyclopoidea</b>						
<i>Eucyclops</i> sp.	-	-	-	-	X	-
<i>Mesocyclops ogunnus</i>	X	-	X	-	-	X
<i>Paracyclops chiltoni</i>	-	-	-	-	-	X
<i>Thermocyclops decipiens</i>	X	X	X	X	-	-
Número de Táxons	11	10	12	8	9	10

A maioria das espécies encontradas esteve presente nos dois reservatórios. Porém, algumas espécies foram exclusivas a um reservatório somente. Três espécies do

gênero *Diaphanosoma*, *Argyrodiaptomus* sp. e *Alona* sp foram exclusivas do reservatório de Chavantes. Por sua vez *Bosminopsis deitersi*, *Eucyclops* sp.e *Paracyclops chiltoni* ocorreram somente em Salto Grande. Todas as demais espécies foram encontradas nos dois reservatórios.

A riqueza de táxons (Fig. 16) foi maior no reservatório de Chavantes, onde o trecho lântico apresentou o maior número de táxons. Em Salto Grande, o número de táxons aumentou longitudinalmente, com o menor o número de táxons no trecho lótico e maior no trecho lântico.

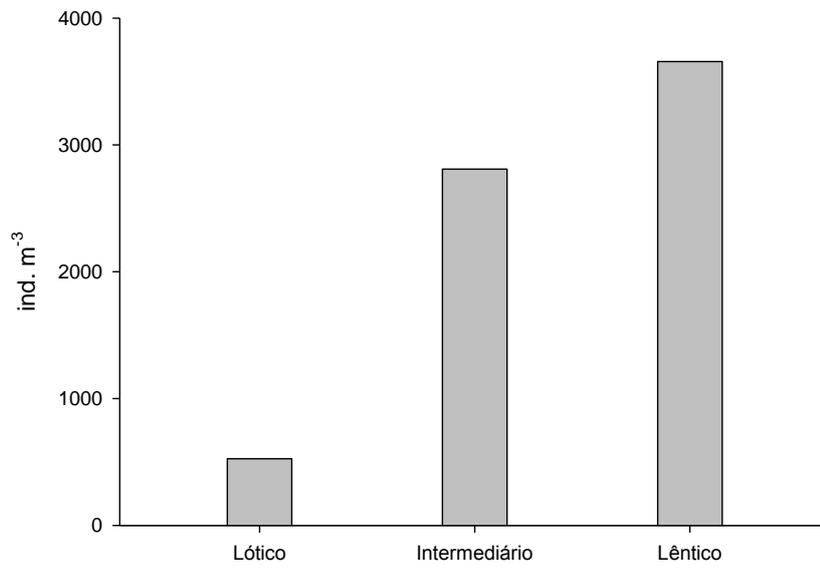


**Figura 16.** Variação da riqueza de táxons nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

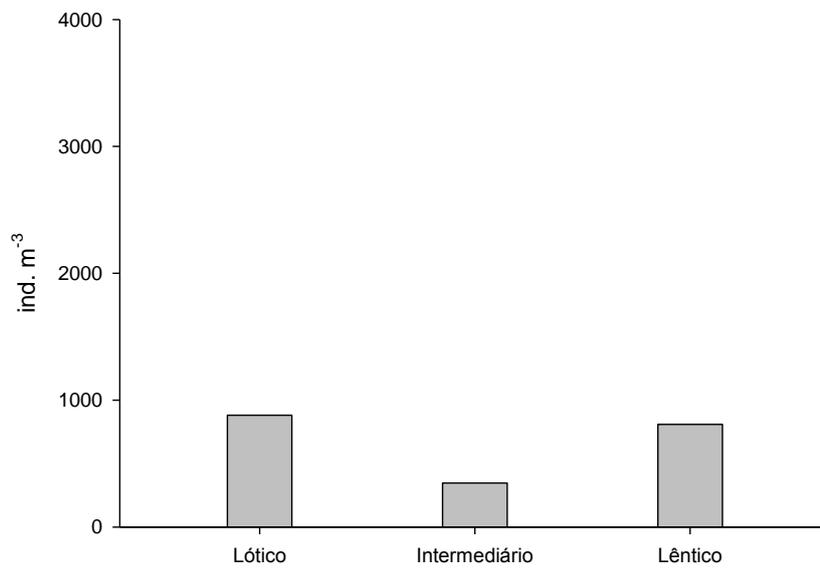
#### *Abundância total*

A abundância total do zooplâncton (Fig. 17) foi expressivamente maior em Chavantes, principalmente nos trechos intermediário e lântico. Em todos os pontos de coleta do reservatório de Salto Grande a abundância não ultrapassou 1000 indivíduos por  $m^3$ , já em Chavantes, no trecho lântico a abundância chegou a quase 4000 indivíduos por  $m^3$ .

### Chavantes



### Salto Grande



**Figura 17.** Variação da abundância do zooplâncton nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

## *Copepoda*

Assim como ocorreu com o zooplâncton total, no caso dos Copepoda (Fig. 18), a abundância em Chavantes foi muito maior do que em Salto Grande. Em Chavantes os Copepoda apresentaram abundância crescente longitudinalmente, com um valor mínimo de 525 ind. m<sup>-3</sup> no trecho lótico e valor máximo de 3657 ind. m<sup>-3</sup>. Em Salto Grande a abundância de Copepoda foi maior no ponto lótico (881 ind. m<sup>-3</sup>) e menor no intermediário (347 ind. m<sup>-3</sup>).

Em relação à ordem Calanoida (Fig. 19), no reservatório de Chavantes a maior abundância ocorreu no trecho lêntico (1004 ind. m<sup>-3</sup>), enquanto que em Salto Grande foi no lótico (710 ind. m<sup>-3</sup>). Para esta mesma ordem, os menores valores de abundância foram observados no ponto lótico em Chavantes (70 ind. m<sup>-3</sup>) e em Salto Grande os pontos intermediário e lêntico obtiveram o mesmo valor (154 ind. m<sup>-3</sup>).

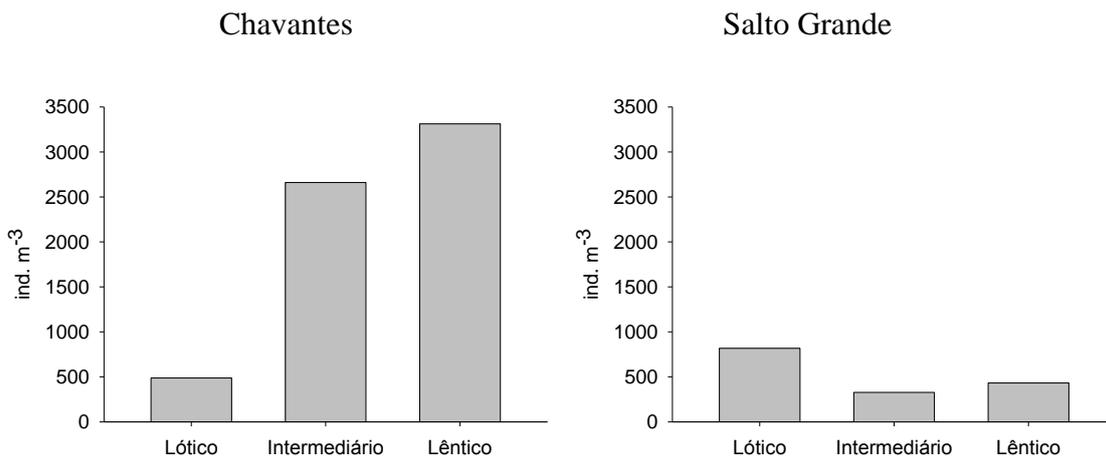
Para a ordem Cyclopoida (Fig. 20) as tendências de variação foram distintas. A diferença de abundância entre os reservatórios foi muito maior, em Chavantes a ordem se mostrou mais abundante. Neste último, a abundância foi elevada nos pontos intermediário e lêntico (2170 e 2310 ind. m<sup>-3</sup>, respectivamente), e no ponto lótico o valor obtido foi mais baixo (418 ind. m<sup>-3</sup>).

Comparando-se a abundância entre as ordens Calanoida e Cyclopoida (Fig. 21) foram obtidas proporções interessantes. No reservatório de Chavantes, Cyclopoida foi mais representativa que Calanoida em todos os trechos. Já no reservatório de Salto Grande, Cyclopoida só obteve proporção maior no trecho lêntico. No trecho intermediário houve um equilíbrio entre as duas ordens e no lótico predominou os Calanoida.

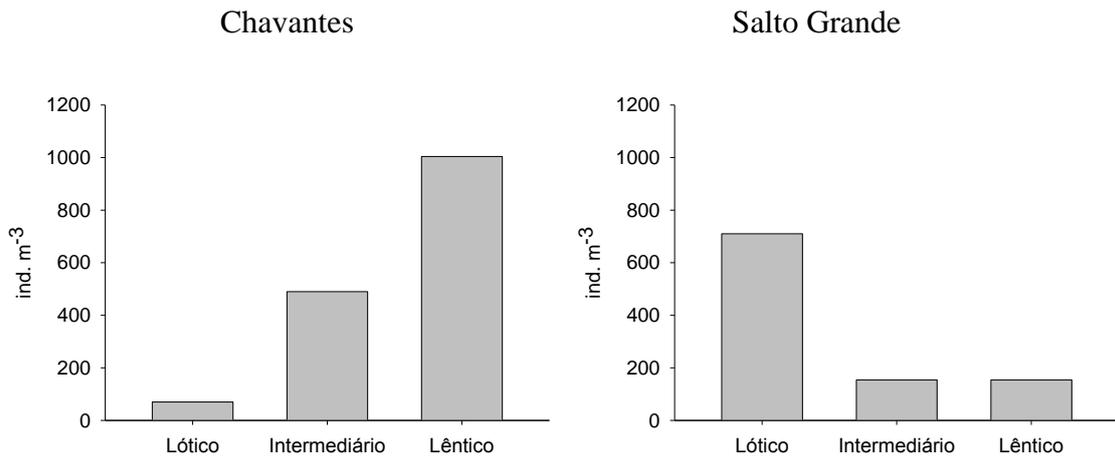
Os copepoditos de Calanoida (Fig. 22) seguiram o mesmo padrão de abundância dos adultos, foram mais numerosos em Chavantes do que em Salto Grande. Em Chavantes eles foram mais abundantes no trecho lêntico (869 ind. m<sup>-3</sup>) e em Salto Grande no trecho lótico (315 ind. m<sup>-3</sup>). O menor valor para Chavantes foi 59 ind. m<sup>-3</sup> no ponto lótico e para Salto Grande 97 ind. m<sup>-3</sup> no ponto intermediário. Os copepoditos de Cyclopoida (Fig. 23) também apresentaram abundância semelhante aos adultos da mesma ordem, sendo mais numerosos em Chavantes. Em ambos os reservatórios estes copepoditos foram mais abundantes no trecho lêntico (854 ind. m<sup>-3</sup> para Chavantes e 56

ind. m<sup>-3</sup> para Salto Grande) e foram menos abundantes no trecho lótico para Chavantes (27 ind. m<sup>-3</sup>) e no trecho intermediário para Salto grande (18 ind. m<sup>-3</sup>)

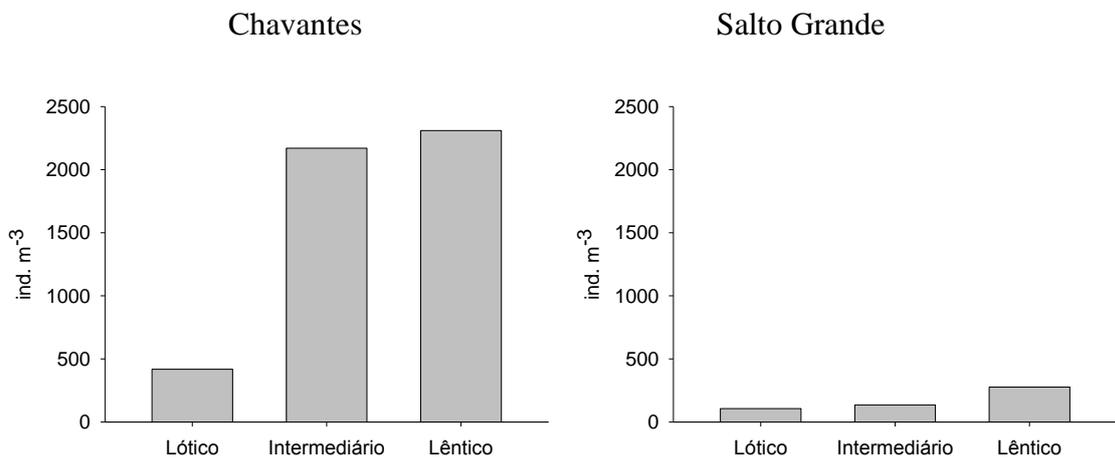
No caso dos náuplios (estágio larval de microcrustáceos), a diferença de abundância foi enorme, com uma maior ocorrência em Chavantes comparado a Salto Grande (Fig. 24). Os náuplios de Cyclopoida foram encontrados em todos os pontos de coleta, enquanto que os de Calanoida foram encontrados em somente no ponto lântico de Chavantes. O valor máximo encontrado para abundância de náuplios de Cyclopoida em Chavantes foi de 1700 ind. m<sup>-3</sup> (ponto intermediário) e em Salto Grande 191 ind. m<sup>-3</sup> (ponto lântico). Para náuplios desta mesma ordem, o valor mínimo em Chavantes foi 372 ind. m<sup>-3</sup> (ponto lótico) e em Salto Grande 58 ind. m<sup>-3</sup> (também no ponto lótico). Para a ordem Calanoida, somente foram encontrados náuplios no ponto lântico do reservatório de Chavantes, com uma abundância de 15 ind. m<sup>-3</sup>.



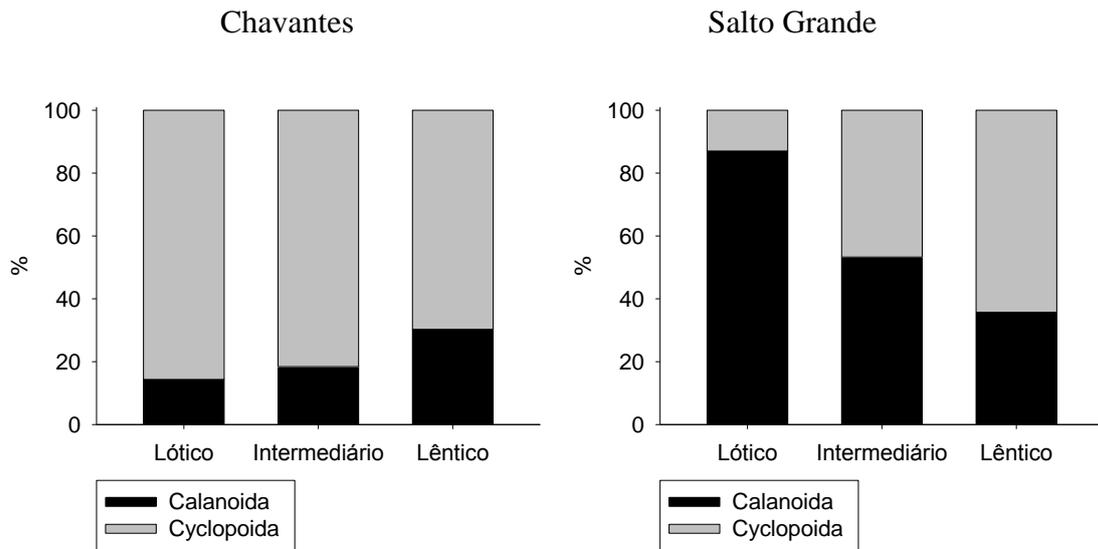
**Figura 18.** Variação da abundância de Copepoda nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.



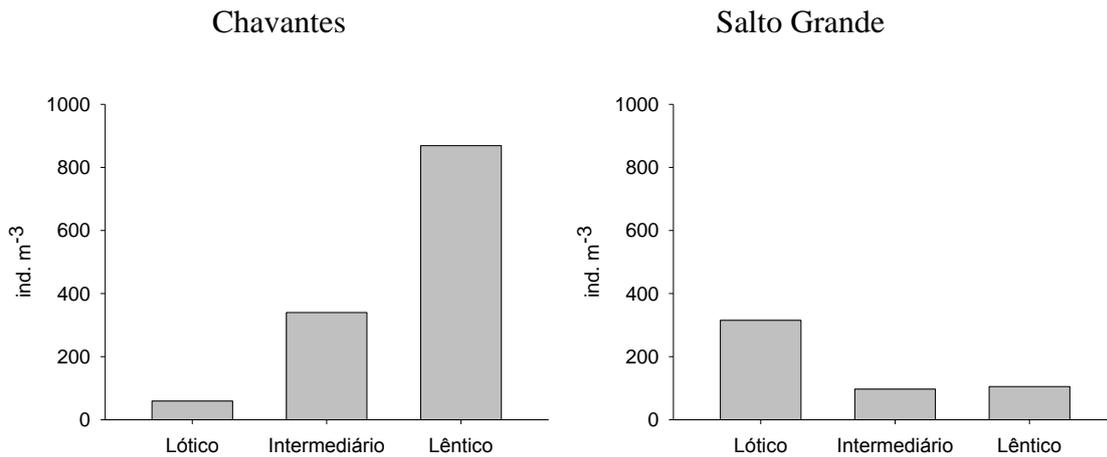
**Figura 19.** Variação da abundância da ordem Calanoida nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.



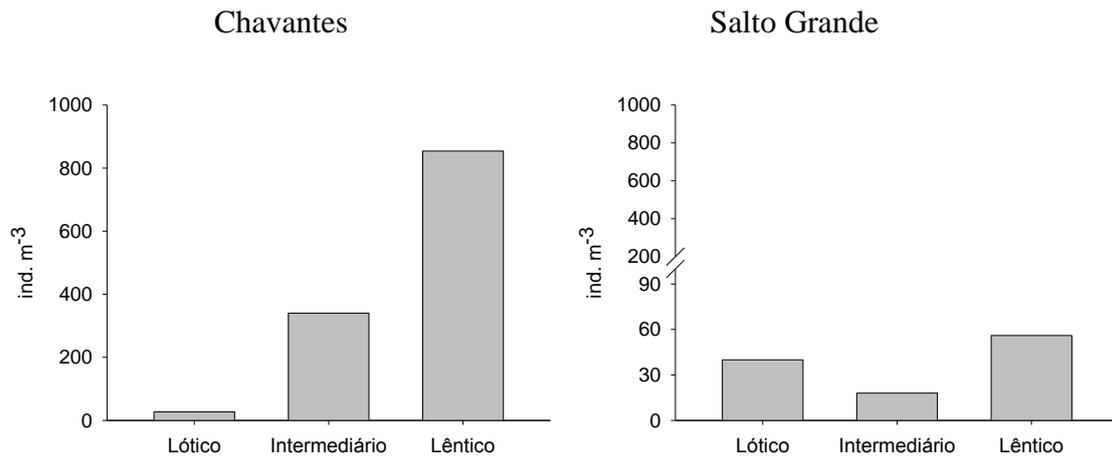
**Figura 20.** Variação da abundância da ordem Cyclopoida nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.



**Figura 21.** Variação da proporção entre Calanoida e Cyclopoida nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

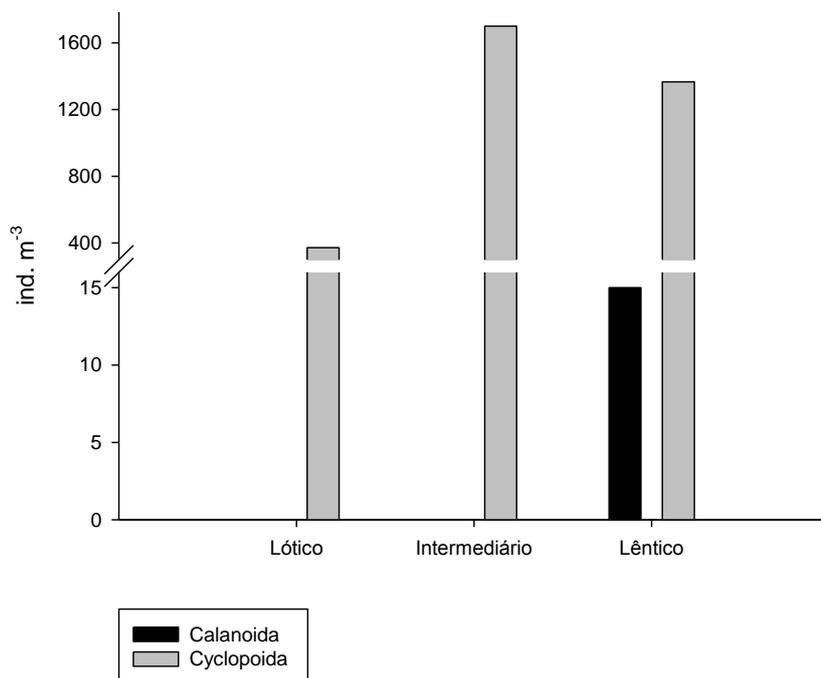


**Figura 22.** Variação da abundância de copepoditos da ordem Calanoida nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

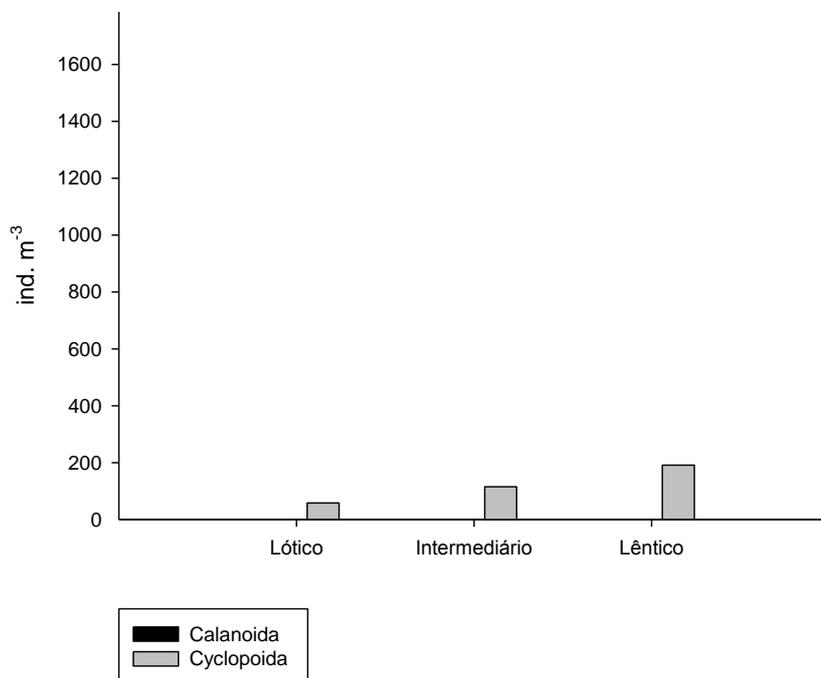


**Figura 23.** Variação da abundância de copepoditos da ordem Cyclopoida nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### Chavantes



### Salto Grande

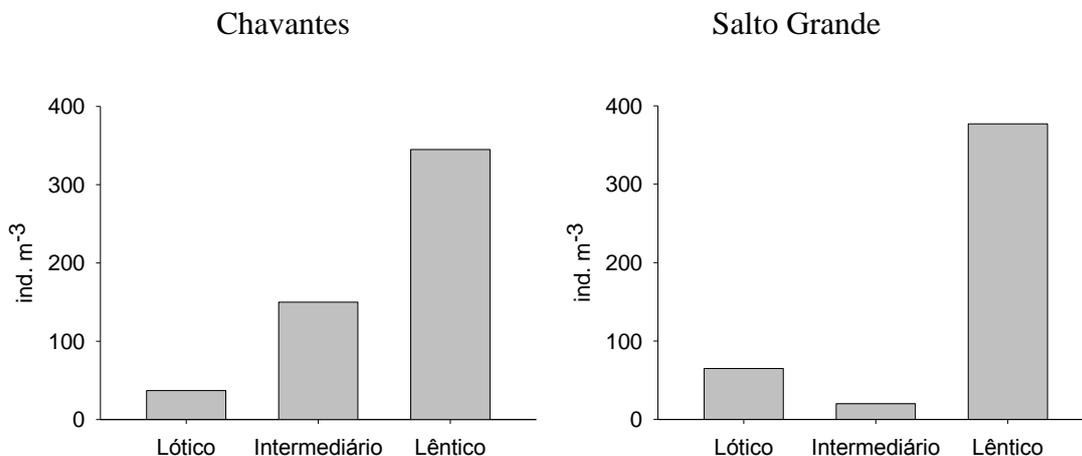


**Figura 24.** Variação da abundância de náuplios das ordens Calanoida e Cyclopoida nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

## Cladocera

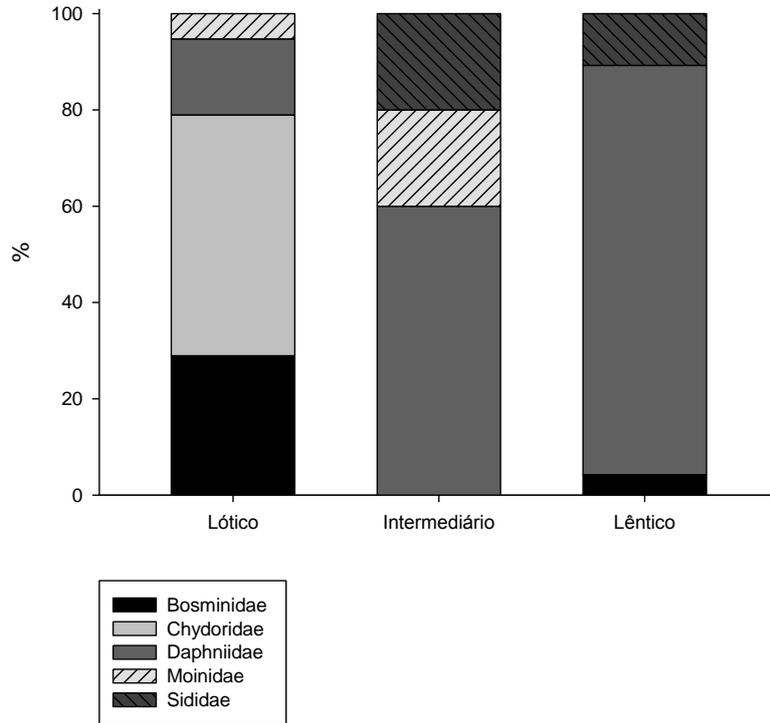
Os Cladocera apresentaram distribuição diferente dos Copepoda. Enquanto estes últimos foram mais abundantes no ponto lântico de Chavantes e no lótico de Salto Grande, os Cladocera foram mais abundantes no ponto lântico de ambos os reservatórios (Fig. 25). No reservatório de Chavantes, o valor máximo para abundância de Cladocera foi 345 ind. m<sup>-3</sup> (no trecho lântico) e o mínimo de 37 ind. m<sup>-3</sup> (no trecho lótico). Em Salto Grande o maior valor para abundância de Cladocera foi 377 ind. m<sup>-3</sup> (no trecho lântico) e o menor foi 20 ind. m<sup>-3</sup> (no trecho intermediário).

As famílias de Cladocera se distribuíram de forma variada entre os reservatórios. No trecho lótico de Chavantes foi encontrado um maior número de famílias: Bosminidae, Chydoridae, Daphniidae e Moinidae. Exceto para este trecho citado, todos os outros apresentaram 3 famílias de Cladocera. A única família que esteve presente em todos os pontos de coleta foi a Daphniidae. No geral, as famílias encontradas foram: Bosminidae, Chydoridae, Daphniidae, Moinidae e Sididae (Fig. 26).

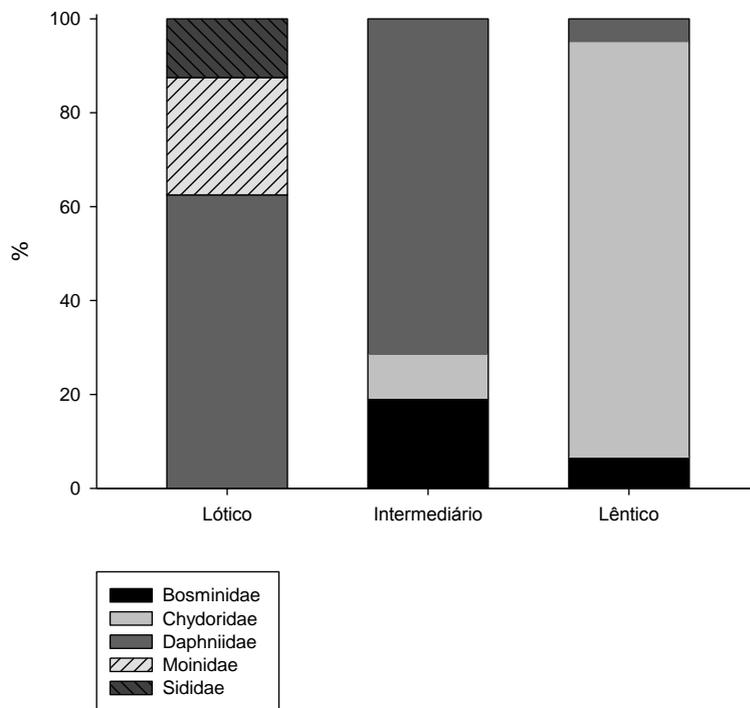


**Figura 25.** Variação da abundância de Cladocera nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### Chavantes



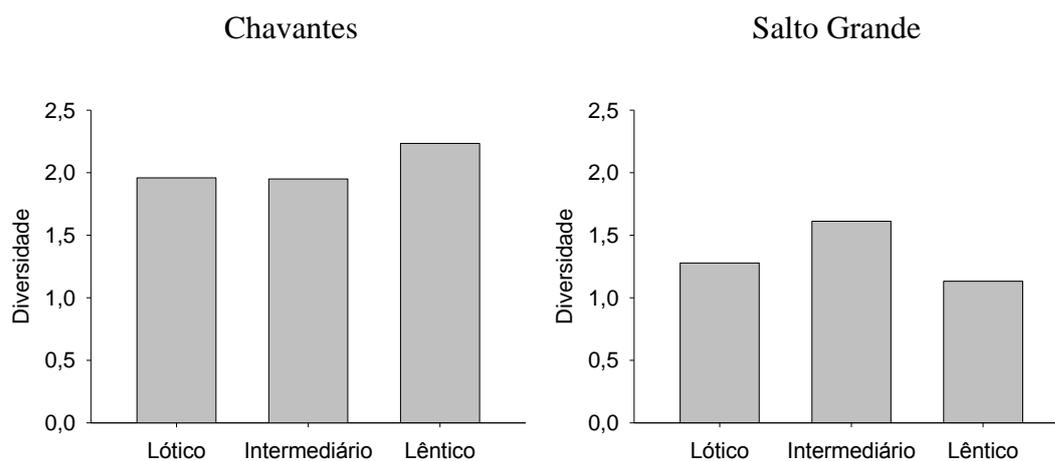
### Salto Grande



**Figura 26.** Variação da abundância relativa das famílias de Cladocera nos diferentes pontos dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

## Diversidade

Os valores para a diversidade de Shannon Wiener não ultrapassaram  $2 \text{ bits.ind}^{-1}$ , exceto no ponto lântico de Chavantes (Fig. 27). Este foi o ponto onde ocorreu a maior diversidade,  $2,23 \text{ bits.ind}^{-1}$ . O ponto que apresentou menor diversidade foi o lântico de Salto Grande, com  $1,13 \text{ bits.ind}^{-1}$ .



**Figura 27.** Variação da diversidade de Shannon Wiener do zooplâncton nos diferentes pontos de amostragem dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande.

### **3-c. Análises estatísticas**

Foram tabelados dados das variáveis limnológicas, bem como dos dados referentes ao zooplâncton, a fim de comparar os diferentes períodos que este trabalho se propôs analisar (Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10). Os dados referentes ao trecho intermediário de Salto Grande não foram tabelados pois só havia dados da coleta realizada neste trabalho, dos anos de 2000, 2001, 2006 e 2007 não havia valores para este ponto de coleta.

A partir destes dados foram feitas as correlações de Pearson, as quais estão apresentadas nas Tabelas 11, 12, 13 e 14. Estas análises foram aplicadas somente a dois pontos de cada reservatório, isto porque não havia dados suficientes dos pontos lótico de Chavantes e intermediário de Salto Grande, para fins de comparação com os dados obtidos no presente estudo. As variáveis limnológicas e aquelas relacionadas ao zooplâncton foram correlacionadas com os valores de tempo de residência acumulado dos quatro meses anteriores (verão - período chuvoso) a abril, para os diferentes períodos em que os dados estão disponíveis. Os maiores valores de correlação estão marcados em vermelho. Para o reservatório de Chavantes, a correlação mais significativa foi entre tempo de residência acumulado e clorofila *a* no ponto intermediário, e para Salto Grande foi entre tempo de residência acumulado e transparência, no ponto lótico.

**Tabela 6.** Variáveis limnológicas e características do zooplâncton do reservatório de Chavantes, ponto lótico, em diferentes períodos de estudo.

	Transp. (m)	Temp. (°C)	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	Mat. susp. (mg.L <sup>-1</sup> )	Turbidez (NTU)	NT (µg.L <sup>-1</sup> )	PT (µg.L <sup>-1</sup> )	Silicato dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	Clorofila a (µg.L <sup>-1</sup> )	Riqueza	Zooplâncton total (ind. m <sup>-3</sup> )	Copepoda (ind. m <sup>-3</sup> )	Cladocera (ind. m <sup>-3</sup> )	Diversidade
2000	2,2	-	-	4,1	1,8	392	43,2	1,37	-	-	-	-	-	-
2001	3,5	-	-	2,41	5	294	29,1	4,1	-	-	-	-	-	-
2006	2,7	23,9	8,2	1,51	1	126,25	10,95	4,18	1,18	18	789	746	43	2,36
2007	2,4	26	7	1,83	15	237,25	8,08	8,33	1,35	13	1958	1617	341	2,01
2010	1,1	23,7	8,5	3,54	19,7	343,7	7,28	3	1,26	11	525	488	37	1,96

(-) Dados não obtidos.

**Tabela 7.** Variáveis limnológicas e características do zooplâncton do reservatório de Chavantes, ponto intermediário, em diferentes períodos de estudo.

	Transp. (m)	Temp. (°C)	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	Mat. susp. (mg.L <sup>-1</sup> )	Turbidez (NTU)	NT (µg.L <sup>-1</sup> )	PT (µg.L <sup>-1</sup> )	Silicato dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	Clorofila a (µg.L <sup>-1</sup> )	Riqueza	Zooplâncton total (ind. m <sup>-3</sup> )	Copepoda (ind. m <sup>-3</sup> )	Cladocera (ind. m <sup>-3</sup> )	Diversidade
2000	2,1	23	8	2,8	2,8	434	47,4	2,12	0,99	14	2818	2325	493	2,5
2001	1,9	24,9	8	1,18	4	364	26	5	1,54	10	10461	7892	2569	2,8
2006	2	23,6	8	1,96	6	202,8	13,24	5,94	0,96	11	5346	4694	652	2,01
2007	2,6	25,7	6,9	0,79	6,5	202,8	7,34	8,69	1,63	14	9103	7542	1561	2,04
2010	0,7	23,5	7	10,21	57,1	487,2	11,11	2,34	0,88	10	2810	2660	150	1,95

**Tabela 8.** Variáveis limnológicas e características do zooplâncton do reservatório de Chavantes, ponto lântico, em diferentes períodos de estudo.

	Transp. (m)	Temp. (°C)	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	Mat. susp. (mg.L <sup>-1</sup> )	Turbidez (NTU)	NT (µg.L <sup>-1</sup> )	PT (µg.L <sup>-1</sup> )	Silicato dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	Clorofila a (µg.L <sup>-1</sup> )	Riqueza	Zooplâncton total (ind. m <sup>-3</sup> )	Copepoda (ind. m <sup>-3</sup> )	Cladocera (ind. m <sup>-3</sup> )	Diversidade
2000	5,9	24,2	8,2	2,4	0,7	406	45,3	1,52	1,76	18	6266	4377	1889	3,2
2001	5,2	25,2	10	0,08	4	336	13,2	4,3	0,88	15	3999	3541	457	3
2006	4,9	24,5	8,5	1,14	9	50,47	10,18	5,84	1,74	16	3837	2463	1374	2,48
2007	3,8	26,4	7	1,1	2,5	186,4	7,71	8,22	2,43	12	11590	8982	2608	1,79
2010	1	24,2	7,75	3,18	18,6	443,8	8,33	3,71	2,04	12	3657	3312	345	2,23

**Tabela 9.** Variáveis limnológicas e características do zooplâncton do reservatório de Salto Grande, ponto lótico, em diferentes períodos de estudo.

	Transp. (m)	Temp. (°C)	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	Mat. susp. (mg.L <sup>-1</sup> )	Turbidez (NTU)	NT (µg.L <sup>-1</sup> )	PT (µg.L <sup>-1</sup> )	Silicato dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	Clorofila a (µg.L <sup>-1</sup> )	Riqueza	Zooplâncton total (ind. m <sup>-3</sup> )	Copepoda (ind. m <sup>-3</sup> )	Cladocera (ind. m <sup>-3</sup> )	Diversidade
2000	2,9	24	8,2	1,5	0,8	413	17	1,39	3,08	8	260	218	42	1,9
2001	3,7	25	7,9	0,54	6	308	22,3	4,5	0,99	6	167	161	6	0,7
2006	3,2	21,5	9	2,04	1,2	424,73	15,15	8,71	0,9	14	1230	1069	161	1,39
2007	3,9	23	9,2	1,12	1	218,33	10,05	7,22	0,84	10	3793	3504	289	1,36
2010	1	24,7	7,37	4,79	19	385,7	10,76	2,72	1,33	8	881	817	65	1,28

**Tabela 10.** Variáveis limnológicas e características do zooplâncton do reservatório de Salto Grande, em diferentes períodos de estudo.

	Transp. (m)	Temp. (°C)	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	Mat. susp. (mg.L <sup>-1</sup> )	Turbidez (NTU)	NT (µg.L <sup>-1</sup> )	PT (µg.L <sup>-1</sup> )	Silicato dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	Clorofila a (µg.L <sup>-1</sup> )	Riqueza	Zooplâncton total (ind. m <sup>-3</sup> )	Copepoda (ind. m <sup>-3</sup> )	Cladocera (ind. m <sup>-3</sup> )	Diversidade
2000	2,5	23,7	8,5	5,2	1,4	406	19,9	3,09	1,21	8	271	251	20	2,8
2001	2	24,8	7,5	1,02	10	336	30,9	4,5	1,32	13	349	302	47	2,6
2006	3,5	20,5	9,2	1,21	3	304,87	14	10,5	0,73	13	409	226	183	1,89
2007	1	22,5	9,2	4,71	5	298	21,76	10,46	1,29	13	1508	1317	191	2,09
2010	1,1	24,5	7,9	3,38	15,9	452,9	11,80	2,97	1,1	10	809	432	377	1,13

**Tabela 11.** Valores de correlação (Pearson) entre diferentes as variáveis limnológicas e características do zooplâncton e o tempo de residência acumulado (dezembro, janeiro, fevereiro e março) para o reservatório de Chavantes, ponto intermediário, considerando 5 diferentes períodos de estudo. P=0,05.

	Transp.	Temp.	O. D.	Mat. susp.	Turbidez	Nitrogênio total	Fósforo total	Silicato dissolvido	Clorofila a	Riqueza	Zooplâncton Total	Copepoda	Cladocera	Diversidade
Coefficiente	0,811	0,769	0,203	-0,89	-0,795	-0,552	0,0647	0,678	0,91	0,302	0,895	0,873	0,896	0,552
P	0,096	0,129	0,744	0,0429	0,108	0,335	0,918	0,209	0,032	0,621	0,0404	0,0532	0,0396	0,334
n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Tabela 12.** Valores de correlação (Pearson) entre diferentes as variáveis limnológicas e características do zooplâncton e o tempo de residência acumulado (dezembro, janeiro, fevereiro e março) para o reservatório de Chavantes, ponto lêntico, considerando 5 diferentes períodos de estudo. P=0,05.

	Transp.	Temp.	O. D.	Mat. Susp.	Turbidez	Nitrogênio total	Fósforo total	Silicato dissolvido	Clorofila a	Riqueza	Zooplâncton Total	Copepoda	Cladocera	Diversidade
Coefficiente	0,618	0,772	0,303	-0,884	-0,799	-0,341	-0,0513	0,444	-0,309	0,0777	0,504	0,51	0,399	0,0617
P	0,267	0,126	0,62	0,0466	0,105	0,574	0,935	0,454	0,613	0,901	0,387	0,38	0,506	0,922
n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Tabela 13.** Valores de correlação (Pearson) entre diferentes as variáveis limnológicas e características do zooplâncton e o tempo de residência acumulado (dezembro, janeiro, fevereiro e março) para o reservatório de Salto Grande, ponto lótico, considerando 5 diferentes períodos de estudo. P=0,05.

	Transp.	Temp.	O. D.	Mat. susp.	Turbidez	Nitrogênio total	Fósforo total	Silicato dissolvido	Clorofila a	Riqueza	Zooplâncton Total	Copepoda	Cladocera	Diversidade
Coefficiente	<b>0,993</b>	-0,232	<b>0,641</b>	<b>-0,976</b>	<b>-0,817</b>	<b>-0,549</b>	0,461	0,454	-0,203	0,0353	0,285	0,284	0,289	-0,255
P	0,000641	0,707	0,244	0,00435	0,0914	0,338	0,435	0,443	0,743	0,955	0,642	0,644	0,637	0,679
n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Tabela 14.** Valores de correlação (Pearson) entre diferentes as variáveis limnológicas e características do zooplâncton e o tempo de residência acumulado (dezembro, janeiro, fevereiro e março) para o reservatório de Salto Grande, ponto lêntico, considerando 5 diferentes períodos de estudo. P=0,05.

	Transp.	Temp.	O. D.	Mat. susp.	Turbidez	Nitrogênio total	Fósforo total	Silicato dissolvido	Clorofila a	Riqueza	Zooplâncton Total	Copepoda	Cladocera	Diversidade
Coefficiente	0,202	-0,231	0,248	-0,158	<b>-0,586</b>	<b>-0,843</b>	<b>0,779</b>	0,498	0,302	<b>0,559</b>	0,0662	0,302	<b>-0,738</b>	<b>0,746</b>
P	0,744	0,708	0,687	0,8	0,299	0,0731	0,12	0,393	0,622	0,328	0,916	0,622	0,154	0,148
n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

#### 4. Discussão

Em uma área de drenagem de uma bacia hidrográfica, pontos diferentes podem receber quantidades pluviométricas diferentes. Os índices pluviométricos foram importantes para se fazer uma análise geral sobre as diferentes quantidades de chuva que ocorreram em épocas distintas. Porém, o fator que melhor expressa a influência da variação pluviométrica para um reservatório é o tempo de residência, isso porque a operação das barragens varia conforme a quantidade de água que chega e produção de energia, alterando assim o tempo de retenção no reservatório. Assim, toda a água drenada na região dos reservatórios, assim como a água que chega através dos tributários, vai influenciar nas vazões e volumes dos reservatórios. É por conta desta situação que o tempo de residência foi a variável escolhida para se analisar o efeito das chuvas.

Nos reservatórios de Chavantes e Salto Grande, foram obtidos baixos valores para a transparência da água, o que expressa relação com a quantidade de material em suspensão presente. Os valores para esta variável foram altos, e estas partículas presentes em abundância na água aumentam sua turbidez e diminuem sua transparência. Esta situação evidencia o grande volume de chuvas que antecedeu anteriormente ao período de coleta, pois a chuva em elevada quantidade promove o transporte de material alóctone e os adiciona aos corpos d'água.

Como retratou Soares et al. (2008), é comum em reservatórios tropicais ocorrer uma homogeneidade térmica durante a época seca e fria (outono e inverno) e uma estratificação durante a época quente e chuvosa (primavera e principalmente verão). A estratificação térmica foi presente nos dois reservatórios em questão, visto que as coletas ocorreram logo após o término do verão, durante o mês de abril. Verificou-se claramente a formação de termoclinas em Chavantes. Notou-se uma estratificação superficial, a qual deve ser fruto de variações térmicas diárias. Entretanto, a estratificação que ocorreu a partir de aproximadamente 25m de profundidade, neste mesmo reservatório, demonstra a formação de estratos térmicos estabelecidos e duradores, formados pelo aumento da temperatura e entrada de grande quantidade de água pluvial na bacia hidrográfica. No caso de Salto Grande, ocorreu uma estratificação térmica repentina e incomum a uma profundidade aproximada de 3m apenas no trecho intermediário do reservatório. Este fato provavelmente está associado à entrada de

grande volume de água por conta de um tributário, já que neste ponto de coleta há presença de rios que deságuam no Paranapanema.

Um padrão semelhante de variação da temperatura foi observado nos seguintes fatores abióticos: oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica. Estes são dependentes da temperatura, ou seja, variações térmicas implicam em respostas dessas variáveis. Entretanto, algumas exceções ocorreram. No trecho lântico de Chavantes, o oxigênio dissolvido oscilou mais que a temperatura. Já a condutividade elétrica, que aumentou conforme a diminuição da temperatura em todos os outros pontos, no ponto intermediário de Chavantes diminuiu proporcionalmente à temperatura, sugerindo que esta variável sofreu interferência de algum outro fator neste trecho.

Muitos estudos feitos nos reservatórios em cascata do rio Paranapanema têm levantado valiosas informações sobre a composição, riqueza, abundância e diversidade de espécies deste rio, de seus reservatórios artificiais e seus tributários (Sampaio et al. 2002; Neves et al. 2008; Nogueira et al. 2008; Sartori et al. 2009; Pomari et al. 2010), mostrando que essas comunidades são bastante dinâmicas e interagem de diversas formas com as variáveis presentes no ambiente.

Tanto para as variáveis limnológicas quanto para os parâmetros referentes ao zooplâncton, este trabalho discorreu sobre a influência exercida pelas chuvas. De uma maneira geral, turbidez, material em suspensão e transparência foram as variáveis mais afetadas pelas chuvas. A transparência diminuiu conforme o aumento das chuvas, com a quantidade de material em suspensão e a turbidez aconteceu o contrário, ou seja, quando houve chuvas mais intensas essas variáveis aumentaram. Este padrão mostrou que a chegada de grandes quantidades de chuva promove um intenso escoamento superficial na bacia, alterando a distribuição de partículas suspensas na coluna d'água.

Outras variáveis se manifestaram de forma diferente entre os reservatórios, comportamento bastante plausível, visto que foram analisados dois reservatórios com morfometria e funcionamento bastante diferentes. Os valores para fósforo total e silicato dissolvido decresceram conforme as chuvas aumentaram e o tempo de residência diminuiu. Provavelmente a maior vazão transportou esses nutrientes longitudinalmente. As quantidades de nitrogênio total e clorofila *a* não responderam da mesma forma, não demonstrando relação com o tempo de residência. Possivelmente, este padrão referente à clorofila *a* deve estar relacionado com o comportamento das comunidades fitoplanctônicas em relação à coluna d'água.

As assembléias zooplanctônicas demonstraram ser mais susceptíveis a mudanças pluviométricas no reservatório de Chavantes, onde ocorreu diminuição da maioria dos atributos ecológicos mensurados. Por se tratar de um reservatório de acumulação, em Chavantes o tempo de retenção sofre variações mais significativas do que em reservatórios fio d'água (Salto Grande, por exemplo), essa mudança na hidrodinâmica do reservatório deve se refletir intensamente sobre as comunidades zooplanctônicas, sugerindo que os reservatórios fio d'água exercem menor impacto no zooplâncton, principalmente em sua abundância. Houve pouca relação entre as variações no tempo de residência e os atributos ecológicos do zooplâncton no reservatório de Salto Grande, o que corrobora com essa idéia.

Por fim, este trabalho demonstrou que as flutuações pluviométricas exercem forte influência tanto nas assembléias zooplanctônicas quanto na dinâmica hidrológica dos reservatórios e suas variáveis limnológicas. Desta forma, o presente trabalho, de caráter pioneiro, aponta para a necessidade de que próximos estudos explorem mais o assunto, investigando mais a fundo essas interações.

## 5. Referências Bibliográficas

- Elmoor-Loureiro, L.M.A. 1997. Manual de Identificacao de Cladóceros Limnicos do Brasil. Taguatinga: Universa, 156p.
- Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de Limnologia. 2a ed. Editora Interciencia. Rio de Janeiro. 602pp.
- Feitosa, M. F.; Nogueira, M. G. & Vianna, N.C. 2006. Transporte de Nutrientes e Sedimentos no Rio Paranapanema (SP/PR) e Seus Principais Tributários nas Estações Seca e Chuvosa. In: Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. 2a ed Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcín, A. (eds.). Rima, São Carlos, 435-459p.
- Korínek, V. 1987. Revision of three species of the genus *Diaphanosoma* Fischer, 1850. *Hydrobiologia*, 145: 35-45.
- Koste, W. 1978. Rotatoria – Die Redertiere Mitt Leuropas – I Test Band. 237p.
- Matsumura-Tundisi, T. 1999. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: Henry, R. (ed.). Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais. Botucatu: Fapesp/Fundibio, pp. 39-54.
- Nimer, E. 1979. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE. 422pp.
- Nogueira, M. G. & Matsumura-Tundisi, T. 1996. Limnologia de um Sistema Artificial Raso (Represa do Monjolinho – São Carlos, SP). Dinâmica das Populações Planctônicas. *Acta Limnologica Brasiliensis*. Vol. 8. 149-168.
- Nogueira, M. G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), Sao Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 455: 1-18.

- Nogueira, M. G.; Jorcin, A.; Vianna, N. C. & Britto, Y. C. T. 2002. Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do Rio Paranapanema (SP-PR), Brasil. In: Cirelli, A. & Marquisa, G. (eds.). El Agua en Iberoamerica, de la limnologia a la gestion en Sudamerica, Argentina. CYTED. 91-106.
- Nogueira, M.G.; Jorcin, A.; Vianna, N.C.; Britto, Y.C. 2005. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos): Um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR). In: Nogueira, M.G.; Henry, R.; Jorcin, A. (eds). Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata. São Carlos, Rima. 83-125.
- Reid, J.W. 1985. Chave de identificação para as espécies continentais sul americanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Boletim de Zoologia, Universidade de São Paulo, 9: 17-143.
- Rocha, C.E.F. & Sendacz, S. 1996. Diversidade de Copepoda e Cladocera in the continental waters of Brazil. In: Bicudo, C.E.M. & Menezes, N.A. (eds.). Biodiversity in Brazil: a first approach. São Paulo: CNPq, pp. 145-155.
- Roche, K.F. e Rocha, O. (Orgs.), 2005. Ecologia trófica de peixes (com ênfase na planctivoria em ambientes lênticos de água doce no Brasil). São Carlos: RiMa. 146p.
- Sampaio, E.V.; Rocha, O.; Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 2002. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic of seven reservoirs of the Paranapanema River. Brazilian Journal of Biology 62 (3): 525-545.
- Sendacz, S.; Kubo, E. & Cestarolli, M. A. 1985. Limnologia de reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. VIII. Zooplâncton. Bol. Inst. Pesca 12(1): 187-207.
- Serafim-Junior, M; Lansac-Toha, F.A.; Paggi, J.C.; Velho, L.F.M.; Robertson, B. 2003. Cladocera fauna composition in a river-lagoon system of the upper Parana River

floodplain, with a new record for Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 63 (2), p.349-356.

Smirnov, N.N. 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In: DUMONT. H.J.F. (ed) *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. Amsterdam: SPB Academic Publishing, 197 p.

Soares, M. C. S.; Marinho, M. M.; Huszar, V. L.; Branco, C. W. C. & Azevedo, S. M. F. O. The effects of water retention time and watershed features on the limnology of two tropical reservoirs in Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 2008 13: 257–269.

Straškraba, M. & Tundisi, J.G. 1999. Reservoir ecosystem functioning: theory and application. In: Tundisi, J.G. & Straškraba, M. (eds.). *Theoretical Reservoir ecology and its applications*. São Carlos: International Institute of Ecology/Brazilian Academy of Sciences. 565-583.

Tundisi, J.G. & Matsumura-Tundisi, T. 2008. *Limnologia*. Oficina de Textos. 38-46; 323-330.

Tundisi, J. G. & Matsumura-Tundisi, T. Integration of research and management in optimizing multiple uses of reservoirs: the experience in South America and Brazilian case studies. *Hydrobiologia* 500: 231–242.