

Universidade Estadual Paulista – UNESP
Instituto de Biociências de Botucatu
Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas – AC: Zoologia

**Efeitos da tilapicultura em tanques-rede sobre as assembléias
zooplanctônicas do Reservatório de Chavantes, rio Paranapanema
(SP/PR)**

Juliana Pomari

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências de Botucatu, Universidade
Estadual Paulista – UNESP, como parte
dos requisitos para a obtenção do título
de Mestre em Ciências Biológicas –
Zoologia.

Botucatu – SP
2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus

Pomari, Juliana.

Efeitos da tilapicultura em tanques-rede sobre as assembléias zooplancônicas do reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR) / Juliana Pomari. – Botucatu, 2010.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2010

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Assunto CAPES: 20400004

1. Tilápia (Peixe) 2. Zoologia 3. Piscicultura

Palavras-chave: Eutrofização; Tanques-rede; Zooplâncton

*Dedico essa Dissertação aos meus pais
Ademir e Margarida pelo apoio e amor
Incondicional e por sempre acreditarem
nos nossos sonhos!*

*Aos meus irmãos Leonardo e Simone
que mesmo distante sempre estiveram
presente em todos os momentos da
minha vida!*

Amo muito Vocês.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira por ter aceitado me orientar, me dando a oportunidade de realizar mais essa etapa da minha vida. Muito obrigado pela orientação, ensinamentos, paciência e também pela amizade nesses últimos dois anos.

Aos meus pais, Ademir e Margarida, mais uma vez, por acreditarem na minha capacidade e por me incentivarem em todos os momentos. Sem a ajuda de vocês tenho certeza que tudo seria mais difícil; e aos meus irmãos Leonardo e Simone e minha cunhada Milena, pelo incentivo e amizade, vocês são muito importantes pra mim.

A toda minha família, que de alguma forma contribuiu e me ajudou a seguir em frente, em especial minhas avós Irene e Rosinha e à minha tia Miriam e meu primo Gustavo que estiveram presente em todas as fases dessa dissertação.

À Dadi, pela oportunidade de participar do Projeto “Caracterização das condições limnológicas junto aos sistemas de tilapicultura em tanques-rede no reservatório da UHE de Chavantes, médio rio Paranapanema”, pela amizade, conselhos, pelas coletas, enfim...muito obrigada!

A toda equipe que participou dos trabalhos de campo, César, Edmilson, Marcos, Luiz Ayroza e também a Ritinha pela amizade.

Aos produtores Dirceu, Marquinhos e Mauro, pela permissão para realização deste estudo.

À FINEP, pelo financiamento do Projeto e a FAPESP e CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho, coordenador do Projeto e equipe, pelos ensinamentos e amizade.

A todos do Laboratório pela amizade, ajuda, conselhos, ensinamentos e por todo apoio: Silvia, Fabi, Patty (Pitot), Mirian, Carol, Patty Matsuura, Rosa, Maria Cinira,

Paula, Fernanda, Gilmar, Danilo, Mateus, Zé Roberto, Jorge e Rafael (Gab) e Rose (e também o Ronaldo). Muito obrigada a todos vocês por toda a ajuda nesses dois anos e por tornarem a minha vida mais fácil!

Em especial à Silvia, pela ajuda, conselhos e amizade nessa etapa final, você tem sido muito importante nessa fase e em todas as outras. Muito obrigada por tudo que você tem feito por mim!

Ao Mateus, pela paciência e tempo que dedicou para me ajudar e me ensinar.

À Fabi, Mi, Pitot e Fer, a amizade de vocês é muito importante pra mim. É bom saber que posso compartilhar com pessoas tão especiais as minhas alegrias e tristezas em todos os meus momentos.

Ao Gilmar e ao Danilo, por sempre me darem apoio e por tudo o que vocês me ensinaram nesses dois anos. É muito bom ter a amizade e a companhia de vocês.

À Juliana Ramos, pela eficiência e ajuda em todos os momentos.

Aos funcionários Flávio, Silvio, Hamilton, Socorro e Pisani por todo apoio.

À Luciene e Herivaldo, pela atenção, dedicação e eficiência.

À Tamara, Jaqueline e Bianca, por todo o tempo de convivência, pela amizade e por me receberem tão bem na república. Vocês têm um lugarzinho especial na minha vida.

À Cláudia Yoshida pelas prosas e conselhos. Você tornou a minha vida mais leve.

À Joanna, Aline e Lu, pela amizade e companhia. Vocês são muito queridas.

Às minhas queridas amigas de toda a vida Mari Lopes, Deda, Mari Fleuri, Kaká, Renata e Mieko, por me ouvirem e me incentivarem sempre.

Sozinha tudo seria muito mais difícil. Muito obrigada a todas as pessoas que me ajudaram durante esses dois anos e espero não ter me esquecido de ninguém, afinal, são tantas as pessoas que nos ajudam diariamente. Todas especialmente importantes para mim.

Resumo

O Brasil possui uma imensa rede de reservatórios artificiais que são utilizados para múltiplas finalidades, entre elas a piscicultura em tanques-rede. A implantação de sistemas de cultivo em tanques-rede está se desenvolvendo em larga escala, inclusive com incentivos governamentais. É importante lembrar que este tipo de cultivo emprega um volume considerável de insumos para sua produção, gerando uma grande quantidade de resíduos orgânicos e inorgânicos que podem levar a eutrofização das áreas aquícolas e mudanças nas comunidades aquáticas. Os organismos zooplancctônicos são tidos como elos estruturadores das cadeias alimentares aquáticas, podendo inclusive ter um papel complementar na tilapicultura em tanques redes. Podem ainda ser considerados como indicadores da qualidade de água. O presente trabalho tem por objetivo analisar a composição, riqueza, abundância e diversidade das assembléias zooplancctônicas (Rotifera, Cladocera e Copepoda), e sua relação com mudanças potenciais do grau de trofia relacionadas à implantação de tanques-rede. Os trabalhos de campo foram conduzidos durante um ciclo sazonal completo (novembro de 2006 a novembro de 2007) nas zonas de transição rio-reservatório (Fartura, SP) e na barragem (Chavantes, SP) do reservatório de Chavantes, Rio Paranapanema. São Paulo. As amostragens foram realizadas em áreas com a presença de tanques-rede, bem como em áreas controle, sem efeito da tilapicultura. Além do zooplâncton também foram considerados as variáveis limnológicas (coluna d'água) temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência, turbidez, clorofila, nitrogênio orgânico total e fósforo total. As influências dos sistemas de cultivo em tanques-rede nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR) puderam ser observadas no presente estudo. Devido ao processo de eutrofização, modificações nas características físicas e químicas da água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH e clorofila) e nos atributos ecológicos das assembléias zooplancctônicas (abundância, riqueza e diversidade) puderam ser observadas. No entanto, cabe ressaltar que essas alterações podem ocorrer em maior ou menor grau de intensidade de acordo com a região onde os tanques-rede estão instalados. A hipótese inicial sobre os efeitos da tilapicultura em tanques-rede nas condições limnológicas e assembléias zooplancctônicas do reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR), foram parcialmente comprovadas.

Palavras-chave: Reservatório, tanques-rede, eutrofização, zooplâncton.

Abstract

Brazil has a complex network of artificial reservoirs that are used for multiple purposes, including fish farming in cage aquaculture systems. The introduction of cultivation systems in net cages has been a large-scale development process, which receives governmental incentives. This kind of zootechnical production requires a considerable amount of ration and sanitary products, generating a large quantity of organic and inorganic wastes that can lead to eutrophication of the aquaculture areas. As a consequence it is expected a decrease in the water quality and modifications in the aquatic community. The zooplankton organisms are considered as basic links in the aquatic food webs, and may also have a complementary role in the net cage tilapiculture. The assemblages structure can also be considered as indicators of water quality. This work aimed to analyze the composition, richness, abundance and diversity of the zooplankton assemblages (Rotifera, Cladocera and Copepoda), and its relation to the potential changes of the trophic level related to the introduction of net cages farms. The field work was conducted during a complete seasonal cycle (November 2006 to November 2007) in the river-reservoir transition zone (Fartura, São Paulo State) and in the dam zone (Chavantes, São Paulo State) of Chavantes Reservoir (Paranapanema River, São Paulo/Paraná States). Samplings were taken monthly in areas with the presence of net cages, as well as in control areas (without the tilapiculture effects). Besides the zooplankton the limnological variables (water column) temperature, pH, dissolved oxygen, electrical conductivity, transparency, turbidity, chlorophyll, total organic nitrogen and total phosphorus were also analyzed. The influence of the fish cultivation systems in the regions could be observed. Due to the eutrophication process, changes in physical and chemical water characteristics (temperature, dissolved oxygen, pH and chlorophyll) and in some ecological attributes of the zooplankton assemblages (abundance, richness and diversity) were detected. These alterations are still of low magnitude, but an accumulative process can take to more severe consequences. It was also seen that the responses are different, due to intrinsic local ecological conditions of the distinct reservoir compartments. The initial hypothesis about the effects of net cage tilapiculture in the limnological conditions and zooplankton assemblages of the Chavantes Reservoir, Paranapanema River (São Paulo/Paraná State) were partially confirmed.

Key words: Reservoir, net cage tilapiculture, eutrophication, zooplankton, limnological variables.

Sumário

Introdução	1
Objetivo geral	7
Objetivos específicos	7
Área de estudo	9
Material e métodos	15
Coleta e amostragem	15
Análise dos dados	19
Resultados	23
Variáveis Ambientais	23
Assembléias Zooplanctônicas	75
Cladocera	76
Copepoda	107
Rotifera	135
Discussão	166
Variáveis Ambientais	166
Assembléias Zooplanctônicas	179
Considerações finais	190
Referências Bibliográficas	192
Anexo	206

Introdução

Os reservatórios artificiais foram e estão sendo construídos em todos os continentes e têm sido utilizados para múltiplas finalidades ao longo da história da humanidade. Produção de alimentos (pesca e piscicultura), abastecimento de água, hidroeletricidade, recreação, água para irrigação, turismo e navegação são alguns dos principais usos que se desenvolveram ao longo do tempo (Tundisi, 2005; Tundisi *et al.*, 2008).

O Brasil dispõe das maiores reservas de água doce do mundo e um território privilegiado em termos de topografia e clima. Todas essas condições, associadas aos avanços zootécnicos, tem proporcionado o desenvolvimento acelerado da piscicultura em ambientes artificiais fechados, como tanques escavados ou de concreto. O aproveitamento das grandes represas, lagos e regiões lagunares, mais recentemente, constitui outra grande fronteira para a aquicultura, em que o sistema de tanques-rede será o principal instrumento de produção (Conolly, 2000).

A criação intensiva de peixes em tanques-rede tem se revelado como uma modalidade da piscicultura amplamente difundida no mundo, tanto em águas continentais como em faixas costeiras. A adoção desse sistema deve-se principalmente às possibilidades de aplicação na maioria dos ambientes e aos níveis elevados de produtividade que podem ser alcançados (Schimittou, 1995). O uso das águas de domínio da União, para o desenvolvimento de projetos e empreendimentos na área de aquicultura é o caminho mais seguro e provável para a expansão da base produtiva de pescados no país. Além disso, se bem executado pelo Poder Público, o uso de grandes corpos d'água para fins de aquicultura pode servir como um importante instrumento de geração de renda e até de inclusão social (Ostrenski *et al.*, 2008).

No caso da piscicultura, tem-se registrado uma rápida transformação dos sistemas produtivos, principalmente com a implantação de projetos de produção intensiva em reservatórios, através do uso de tanques-rede e gaiolas. Até o final da década passada, a piscicultura era praticada quase exclusivamente em viveiros

escavados e em pequenas represas, hoje os tanques-rede despontam como grande aposta para o crescimento da piscicultura. As razões principais para isso são os baixos investimentos, se comparados aos envolvidos nas práticas tradicionais de produção, as facilidades de implantação e a disponibilidade de locais para sua instalação (Escorvo, 2004).

Segundo Agostinho *et al.* (2007), nos últimos anos temos assistido a uma tendência crescente de ampliação do fomento pelo poder público à criação de peixes em tanques-rede ou gaiolas. Essa é uma das formas mais intensivas de cultivo praticadas atualmente, estando em fase de expansão devido a um suposto rápido retorno de investimento. Embora o uso dessas estruturas em águas públicas tenha sido facultado pelo Decreto n. 2.869, em 09/12/98, ele se tornou efetivo apenas a partir de 2003 (pelo Decreto n. 4.895, de 25/11/2003 que revogou o anterior), como parte do programa Fome Zero, do Governo Federal. Em termos políticos houve uma grande contribuição institucional a partir da criação da Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca (atual Ministério de Pesca e Aquicultura).

A Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (atual Ministério da Pesca e Aquicultura) e o Ministério do Meio Ambiente, através da Instrução Normativa Interministerial nº 6, de 28 de maio de 2004, estabeleceram que 1% das águas doces em reservatórios, como o das usinas hidrelétricas (aproximadamente cinco milhões de metros cúbicos), seja disponibilizado para a produção de pescado em sistemas de tanques-rede.

O Brasil é o segundo país em importância na produção aquícola na América do Sul, ficando abaixo do Chile. Comparada com outras atividades nacionais, a aquicultura apresenta resultados de crescimento superiores aos da pesca extrativa e também se sobressai com relação à produção de aves, suínos e bovinos, que nos últimos anos apresentaram taxas de crescimento dificilmente superiores a 5% ao ano (AQUA, 2005 apud Ostrenski *et al.*, 2008).

Segundo Ostrenski *et al.* (2008) em 2004 a aquicultura continental foi responsável por 67% (180.731 toneladas) da produção aquícola nacional, fortemente ancorada no cultivo de tilápias, carpas e tambaquis e que produziram juntos 140 mil

toneladas (78% da produção continental com a geração de US\$ 647 milhões). O autor afirma que a produção aquícola brasileira tem crescido acima da média mundial desde 1995. Mesmo com um crescimento negativo da ordem de -1,4% entre os anos de 2003 e 2004, a aquicultura brasileira cresceu em média 21,1%/ano enquanto a mundial cresceu cerca de 9,5%/ano, no período de 1991 a 2004.

A criação de peixes em tanques-rede ou gaiolas é classificada como um sistema intensivo de produção, com alta e contínua renovação de água. A alta taxa de renovação hídrica contribui para manter a qualidade da água dentro dos tanques-rede e remover os metabólitos e dejetos produzidos pelos peixes (Furlaneto *et al.*, 2006). Além da remoção de metabólitos e dejetos produzidos a renovação contínua do fluxo de água no interior dos tanques-rede também fornece suprimento adicional de oxigênio (Beveridge, 1987). As principais características desse sistema de cultivo são as densidades de estocagem elevadas, a dependência de alimentos nutricionalmente balanceados e a qualidade (homogeneidade) genética dos alevinos (Beveridge, 1984; Kubitza, 2000).

Considerada uma atividade econômica importante e uma maneira eficiente de produzir alimento, a aquicultura, como outras atividades produtivas, afeta diretamente o meio ambiente, de forma mais ou menos intensa, estando essa graduação relacionada à forma como o cultivo é praticado (extensiva, semi-intensiva ou intensiva) (Agostinho *et al.*, 2007).

A aquicultura tradicional praticada em pequena escala, com baixa tecnologia e insumos, era tida como uma atividade ambientalmente saudável, visto que atuava na reciclagem de resíduos agrícolas ou domésticos, reduzindo o montante desse tipo de poluição. Já a adoção de práticas de manejo intensivo e o desenvolvimento da atividade em escala industrial, têm gerado preocupações nos órgãos de controle ambiental. Em vários dos países são exigidos programas que assegurem sua sustentabilidade ambiental e incorporem medidas de minimização, mitigação ou compensação de impactos adversos (Pillay, 2004 apud Agostinho *et al.*, 2007).

O objetivo básico da intensificação de cultivo é o aumento da produtividade aquícola. A medida que se intensificam os cultivos, há uma tendência de diminuição

das áreas cultivadas e, em contrapartida, uma maior dependência do uso de rações e maior necessidade de renovação e aeração da água para a manutenção de sua qualidade em níveis aceitáveis para o cultivo (Tundisi *et al.*, 2006). No entanto, o sistema de cultivo em regime intensivo emprega um considerável volume de insumos alimentares para a produção de altas densidades de peixes em áreas reduzidas e, conseqüentemente, leva ao lançamento de restos de alimentos, metabólitos e nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) diretamente no ambiente.

Com essa elevada entrada de cargas orgânicas e inorgânicas, é comum que o sistema de cultivo seja um grande produtor de resíduos, devido: (i) ao fato de os nutrientes não incorporados pelos organismos em cultivo serem automaticamente carregados pela água, (ii) à produção constante de dejetos pelos organismos em confinamento, que também são carregados pela água e (iii) aos resíduos de biocidas que são utilizados para impedir a dinâmica de multiplicação de patógenos e parasitas (Agostinho *et al.*, 2007).

Além disso, em longo prazo, o recebimento de uma carga contínua de poluentes a partir da aquicultura pode superar a capacidade do sistema em absorver, diluir e metabolizar esses resíduos, resultando em um processo previsível, e irreversível, de eutrofização.

A aquicultura em grande escala é vista como fonte poluidora, principalmente, pela liberação de substâncias dissolvidas ou em suspensão nos efluentes (Alves e Baccarin, 2006), e é imprescindível avaliar seus impactos sobre as comunidades aquáticas, incluindo os organismos zooplanctônicos.

Embora seja uma prática antiga, a aquicultura tem ainda um baixo embasamento científico (Pillay, 2004) e muito esforço de pesquisa nessa área é voltado ao desenvolvimento de tecnologias de produção e ao manejo das condições do ambiente dentro dos tanques, pouco sendo investigado acerca de sua relação com o meio ambiente (Zaniboni Filho, 1997; Agostinho *et al.*, 2007).

A eutrofização pode afetar a composição específica do zooplâncton. Isto pode ocorrer através de alterações na composição química da água que, por sua vez,

modificam a composição do fitoplâncton, acarretando alterações na qualidade e quantidade de alimento disponível ao zooplâncton. Por sua vez, modificações na estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica podem provocar mudanças em toda a rede trófica do reservatório e, conseqüentemente, refletir na qualidade e produtividade de suas águas (Rocha *et al.*, 1995; Serafim Junior *et al.*, 2003).

A eutrofização artificial pode ser considerada como uma reação de causa e efeito bem evidentes, cuja característica principal é a quebra da estabilidade do ecossistema, que começa a produzir mais matéria orgânica do que consegue consumir e decompor (Esteves, 1998), além de ser um processo dinâmico, no qual ocorrem profundas modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e no nível de produção do sistema, podendo ser considerada uma forma de poluição.

O zooplâncton é uma das comunidades que pode ser afetada pelos processos de eutrofização artificial (Tundisi, 2005). Esta comunidade representa um elo estruturador das cadeias alimentares em reservatórios, a partir da transferência de matéria e energia entre os produtores primários e consumidores de níveis tróficos superiores (Rocha *et al.*, 1995). Na grande maioria dos ambientes aquáticos continentais o zooplâncton é formado por protozoários (flagelados, sarcodinas e ciliados) e por vários grupos metazoários, entre estes destacam-se os rotíferos, cladóceros e copépodes (crustáceos) e larvas de dípteros (insetos) da família Chaoboridae (Esteves, 1998).

Modificações na estrutura e na dinâmica do zooplâncton podem produzir alterações em toda estrutura trófica de um reservatório. Estes organismos possuem alta taxa de crescimento, respondendo rapidamente aos impactos que alteram as condições físicas e químicas da água (Sendacz *et al.*, 1985; Matsumura Tundisi, 1999; Nogueira 2001; Serafim Junior *et al.*, 2003), podendo ser considerados bons indicadores da qualidade ambiental.

Dessa forma, a análise da estrutura e dinâmica das assembléias zooplanctônicas, associadas aos sistemas de cultivo em tanques-rede, pode

demonstrar mudanças importantes no estado trófico e funcionamento ecológico desses ambientes.

O objetivo desse trabalho foi determinar a influência de sistemas de cultivo em tanques-rede implantados em duas regiões do reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR), devido ao potencial de eutrofização das áreas aquícolas. As regiões localizam-se nos municípios de Chavantes e Fartura, e os possíveis impactos foram avaliados através da análise comparativa (áreas controle e com tanques) das características físicas e químicas da água e atributos ecológicos das assembléias zooplanctônicas, as quais são diretamente afetadas pelos processos de eutrofização artificial.

Neste trabalho foram analisadas as variáveis ambientais (coluna d'água) temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência, turbidez, clorofila, nitrogênio e fósforo totais, além da composição, abundância, riqueza e diversidade das assembléias zooplanctônicas (Rotifera, Cladocera e Copepoda) do reservatório de Chavantes.

Objetivo geral

O presente estudo teve por objetivo analisar a composição, riqueza, abundância e diversidade das assembléias zooplanctônicas (Rotifera, Cladocera e Copepoda), bem como a relação desses atributos com as possíveis alterações do grau de trofia associado à implantação de tanques-rede nas zonas de montante e de barragem do Reservatório de Chavantes, Rio Paranapanema. Simultaneamente também foram analisadas as características limnológicas das áreas de estudo.

Objetivos específicos

- Analisar a variação mensal da composição, riqueza, abundância e diversidade das assembléias zooplanctônicas (Rotifera, Cladocera e Copepoda) em área controle e sob influência da tilapicultura em tanques-rede na zona da barragem (lacustre) do reservatório;
- Analisar a variação mensal da composição, riqueza, abundância e diversidade das assembléias zooplanctônicas (Rotifera, Cladocera e Copepoda) em área controle e sob influência da tilapicultura em tanques-rede na zona de transição rio-reservatório;
- Analisar a variação mensal das variáveis físico-químicas da água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência, turbidez, nitrogênio e fósforo totais) e biomassa fitoplanctônica (clorofila-a) em área controle e sob influência da tilapicultura em tanques-rede na zona da barragem (lacustre) do reservatório;

- Analisar a variação mensal das variáveis físico-químicas da água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência, turbidez, nitrogênio e fósforo totais) e biomassa fitoplanctônica (clorofila-a) em área controle e sob influência da tilapicultura em tanques-rede na zona de transição rio-reservatório;
- Correlacionar as variações das variáveis limnológicas e a estrutura das assembléias zooplanctônicas nas zonas de montante e barragem do reservatório.

Área de estudo

O reservatório de Chavantes localiza-se na região de transição entre o alto e o médio Paranapanema (Figura 1), estando a barragem localizada a 23°8'27"S/49°42'24"W. É uma região que possui tradição pecuária e agrícola de cultivos variados, com forte influência do café.

O reservatório de Chavantes é considerado oligotrófico e a transparência da água chega a alcançar valores próximos a 5 m nos períodos mais secos do ano. A profundidade máxima chega a ser de 90m (Nogueira *et al.*, 2002a, b; Nogueira *et al.*, 2006).

O reservatório de Chavantes pode ser considerado de grande porte (400 km²) com uma potência instalada de 414 MW (www.duke-energy.com.br) e foi construído em 1969. Sua morfometria é dendrítica (Figura 2), e alcança um volume de água de 9410 hm³. O tempo médio de retenção da água neste reservatório é de aproximadamente 400 dias (Nogueira *et al.*, 2006)

As águas do Paranapanema são consideradas pouco poluídas (CESP, 1998). No entanto, dados recentes mostram que condições mesotróficas e até mesmo eutróficas são detectadas principalmente nos reservatórios de médio curso do rio, em função do uso intensivo do solo para fins agrícolas na região (Nogueira *et al.*, 2002a). O processo de implantação dos sistemas de cultivo em tanques-rede é mais um fator que pode influenciar negativamente a qualidade da água desses sistemas.

A pesquisa proposta foi conduzida em duas regiões do reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR) sendo uma localizada na zona de barragem (Chavantes, SP) e outra na zona de transição rio-reservatório (Fartura, SP) (Figuras 2, 3 e 4). Em cada uma das regiões estão sendo analisadas duas áreas ("baías"), uma de cultivo em tanques-rede e uma área próxima com características similares denominada de controle (sem influência da aquicultura) (Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10). Por sua vez, em cada área três pontos são considerados (os pontos estão demarcados nas

figuras 5, 6, 7 e 8): um na linha central de disposição dos tanques (centro da “baía”), um no interior da “baía” e outro na zona de comunicação com o rio (Figura 5 e 7). Na área controle os três pontos analisados apresentam a mesma disposição espacial (Figura 6 e 8).

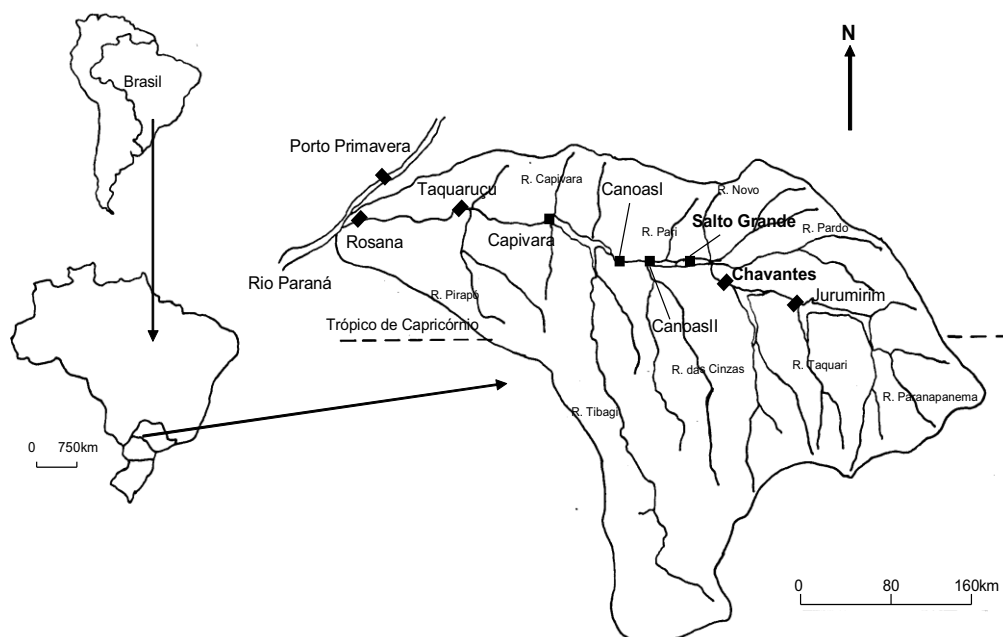


Figura 1- Localização da bacia do rio Paranapanema e da série de reservatórios em cascata.

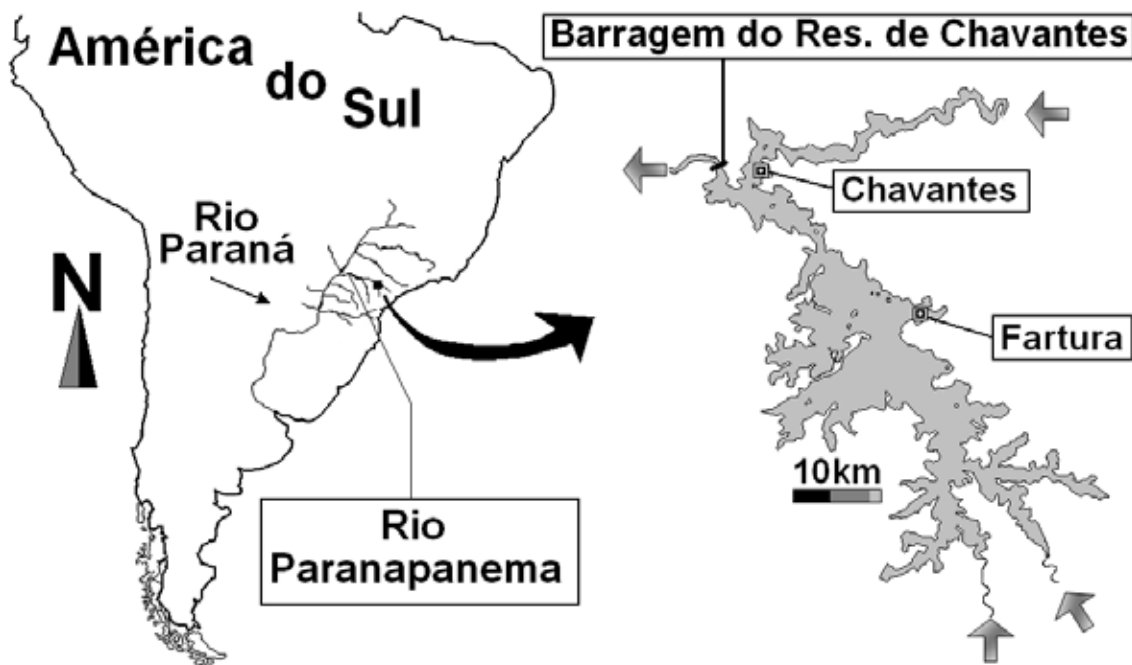


Figura 2- Imagem do reservatório de Chavantes e localização das regiões de estudo.

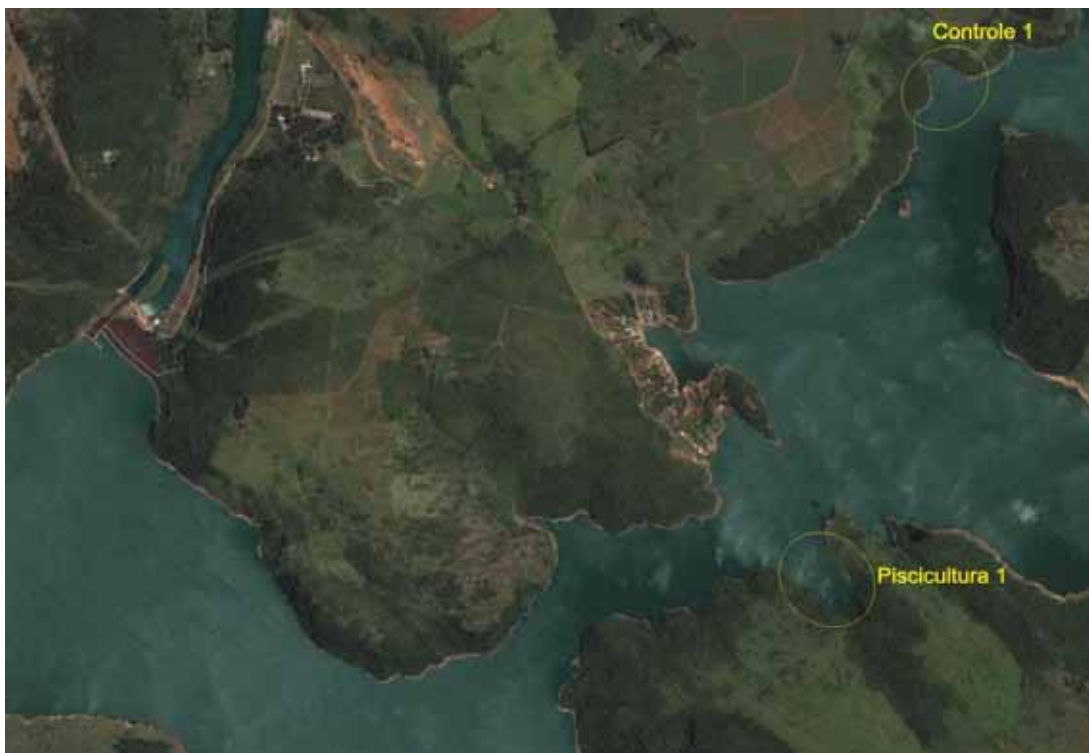


Figura 3 – Localização da área de estudo região na região da Barragem, município de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR). Fonte: Google Earth.



Figura 4 - Localização da área de estudo região na zona de transição rio-reservatório, município de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR). Fonte: Google Earth.



Figura 5 – Área dos tanques-rede na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR). Fonte: Google Earth.



Figura 6 - Área do controle na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR). Fonte: Google Earth.



Figura 7 – Área dos tanques-rede na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR). Fonte: Google Earth.



Figura 8 – Área controle na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR). Fonte: Google Earth.

Material e métodos

Coleta e amostragem

Os trabalhos de campo tiveram seu início em outubro de 2006, com reconhecimento das áreas e definição dos pontos de amostragem (Figuras 9, 10, 11 e 12)

Para a localização das áreas de estudo, foram utilizados como material de suporte, folhas topográficas na escala 1:50.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), imagens de satélite do programa Google Earth e planta digitalizada dos projetos de tanques-rede, a partir do georreferenciamento realizado em campo utilizando-se o equipamento GPS (Garmin Etrex).

Os pontos de amostragem também foram definidos em campo com a utilização do GPS (Etrex).

A pesquisa foi conduzida em duas áreas aquícolas, com sistema de cultivo de tilápias em tanques-rede: Chavantes (49°41'40,33"W e 23°08'20,16"S), próxima à barragem, com aproximadamente 250 tanques-rede de 6,0 m³ de volume útil, e Fartura (S 23° 22' 40,49" e W 049° 35' 04,49"), zona de transição rio-reservatório, com aproximadamente 500 tanques-rede entre 4,0 m³ e 36 m³ de volume útil, e duas baías controle, respectivas às áreas de tanques-rede, com características similares, localizadas a aproximadamente a 2 Km de distância, para que não houvesse interferência dos sistemas de criação (Figuras 3 e 4).

As coletas foram realizadas quinzenalmente (Figuras 11 e 12), com alternância entre as áreas. Isso garantiu que em cada área fosse feita uma amostragem mensal durante um ciclo sazonal completo (novembro de 2006 a novembro de 2007).

As campanhas foram realizadas sem alterar a rotina de manejo das pisciculturas, e as coletas foram feitas simultaneamente aos processos de criação, concomitante ao arraçoamento dos peixes e realização de biometrias, estocagem, etc.

Para a caracterização limnológica, foram realizados perfis verticais (ponto central) de cada uma das áreas, e nos demais pontos (interior da “baía” e zona de comunicação com o rio), as amostragens foram realizadas em três profundidades da coluna d’água, superfície, metade da zona eufótica (determinada através do disco de Secchi) e fundo.

As variáveis e parâmetros medidos foram os seguintes:

- transparência (desaparecimento visual do disco de Secchi)
- temperatura (sensor Horiba Mod. U10)
- oxigênio dissolvido (sensor Horiba Mod. U10)
- pH (sensor Horiba Mod. U10)
- condutividade elétrica (sensor Horiba Mod. U10)
- nitrogênio orgânico total (espectrofotométrico)
- fósforo total (espectrofotométrico)
- clorofila *a* total (espectrofotométrico)
- turbidez (Turbidímetro Tecnopon)

Para as determinações feitas em laboratório (nitrogênio orgânico total e fósforo total, clorofila *a* total e turbidez) foram coletadas amostras de água com a utilização da garrafa de Van Dorn, e estas foram armazenadas sob refrigeração em frascos de polietileno, e encaminhadas para o laboratório no mesmo dia da realização da coleta. As análises foram feitas no Laboratório CEPECI – FEMA.

As determinações em laboratório seguem metodologias especificadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20ª edição.

Foram acrescentados às variáveis ambientais, os dados de pluviosidade, vazão e cota altimétrica. Os dados de cota altimétrica e vazão total (turbinada mais vertida), obtidos para o período estudado, foram cedidos pela Duke-Energy, para a UHE de Chavantes e também as réguas de leitura para a vazão no rio Paranapanema. Os dados de pluviosidade foram obtidos na Casa de Agricultura do município de Fartura (SP), localizado às margens do reservatório de Chavantes.

Para a amostragem de zooplâncton foram realizados arrastos verticais ao longo da coluna d'água, com uma rede cônica padrão, com 50 μm de abertura de malha. As amostras foram fixadas com formaldeído, a uma concentração final de 4%, e foram utilizadas para análise quantitativa e qualitativa. Devido a um problema no campo, perdemos a rede de zooplâncton (que era de 30 cm de abertura de boca) utilizada nos meses de novembro e dezembro de 2006, e esta foi substituída por uma rede com 50 cm de abertura de boca. Embora ambas as redes utilizadas tenham 50 μm de abertura de malha, os resultados apresentaram diferenças quanto à abundância absoluta dos grupos (Cladocera, Copepoda e Rotifera).

Os espécimes coletados serão depositados na Coleção de Invertebrados de Águas Continentais do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da UNESP/Campus Botucatu.

Para a análise quantitativa foram contados pelo menos cem indivíduos por sub-amostra, tanto para microcrustáceos (microscópio estereoscópio Zeiss), como para rotíferos e náuplios de Copepoda (microscópio comum Zeiss).

A partir dos dados obtidos para cada grupo de organismos (Rotifera, Copepoda e Cladocera) foi determinada a composição (frequência de ocorrência), riqueza de espécies, diversidade de Shannon-Weaver (H'), abundância absoluta (ind./m^3) e relativa e análise da variação temporal para as principais espécies.

A identificação do material foi realizada com base na literatura especializada disponível no laboratório de Ecologia Aquática do Departamento de Zoologia (IBB-Unesp – Campus Botucatu), entre elas Koste (1978 a e b); José de Paggi (1978, 1979 e 1995); Elmoor-Loureiro (1997); Matsumura Tundisi (1984); Pontin (1978); Reid (1985 e

1991); Reid e Pinto-Coelho (1994); Smirnov (1976); Sendacz e Kubo (1982); Paggi (1973 a e b, 1978, 1979, 1995).

Testemunhos dos organismos zooplanctônicos serão depositados na Coleção de Microcrustáceos de Água Continentais do Departamento de Zoologia (IBB-UNESP) e no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Análise dos dados

Os dados obtidos em campo (através da sonda multiparâmetros) e os dados das amostras de água analisados em laboratório para as variáveis ambientais foram devidamente tabulados e organizados e, a partir destes, foram plotados os gráficos e tabelas apresentados nos resultados e discussão.

Os gráficos descritivos de comparação entre as áreas para cada uma das variáveis foi feito utilizando-se a média entre pontos e desvios padrão. Os perfis verticais foram realizados utilizando-se os dados brutos. Os gráficos foram plotados no programa Sigma Plot 11.

Foram realizados cálculos para determinação do grau de trofia dos ambientes estudado, através do Índice de Estado Trófico proposto por Carlson (1977) considerando-se as três variáveis incluídas no cálculo: transparência, clorofila e fósforo total. Uma vez que o Índice de Carlson não estabelece limites entre os diferentes graus de trofia do ambiente, utilizamos neste estudo os limites propostos por Kratzer e Brezonick (1981), que utiliza como referência os seguintes valores: Ultra oligiotrófico < 20, Oligotrófico 21 – 40, Mesotrófico 41 – 50, Eutrófico 51 – 60, Hipereutrófico > 61.

A fim de detectar possíveis semelhanças dos parâmetros ambientais entre as áreas dos tanques-rede e controle e os meses estudados, foram realizadas análises de componentes principais (PCA), considerando-se os valores médios entre pontos (previamente padronizados ($\log(x+1)$) nas diferentes regiões. Para a região de Fartura, devido a ausência de dados de oxigênio dissolvido em um dos meses de coleta, foi retirado esse mês nesta análise. A análise foi realizada utilizando o programa Pcordwin.

Para avaliar se houve diferenças significativas estatisticamente entre as variáveis e as áreas com e sem criação de peixes em tanques-rede foi feita análise de variância (ANOVA) pelo programa Statistica 7. As variáveis dependentes que apresentaram variação significativa ($p < 0,05$) entre as áreas foram apresentadas em tabelas.

Para os organismos zooplanctônicos, a partir do volume dos arrastos (volume do cilindro) e das contagens das amostras foram obtidos os valores de abundância, expressos em número de indivíduos/m³ e para cada grupo de organismos (Rotifera, Copepoda e Cladocera), foram elaborados gráficos e tabelas (valores médios entre pontos e desvios-padrão) para os diferentes atributos analisados.

Calculou-se a frequência de ocorrência para os táxons ($F.O (\%) = n. \text{ registros} / n. \text{ total de amostras} * 100$), abundância absoluta e relativa, riqueza de espécies, diversidade (Índice de Shannon-Weaver (H') – Krebs, 1999) e foi realizada análise da variação temporal para as principais espécies. Esta última foi elaborada apenas com os valores dos meses de jan/07 a nov/07 devido as diferenças observadas nos valores de abundância entre as duas redes utilizadas nas coletas. Optou-se por retirar os dois primeiros meses para as diferenças pudessem ser mais bem observadas.

A fim de detectar os principais fatores ambientais que influenciaram as assembléias zooplanctônicas e para identificar algum tipo de associação entre as regiões amostras foram realizadas análises de correspondência canônica (CCA), análise de similaridade (correlação de Pearson) e, análise de variância (ANOVA), sendo que esta última foi realizada apenas para a abundância absoluta e riqueza de espécies. As variáveis dependentes que apresentaram variação significativa ($p < 0,05$) entre as áreas foram apresentadas em tabelas.

Também foi aplicado o Índice de Comunidade Zooplanctônica (ICZres) elaborado por um grupo técnico da CETESB, a fim de verificar diferenças na qualidade da água entre as áreas de cultivo e controle (Anexo 1)(CETESB, 2006).



Figura 9 – Área com Sistema de Cultivo em Tanques-rede, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR). Foto: Juliana Pomari.



Figura 10 – Gaiola utilizada para confinamento dos peixes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR). Foto: Juliana Pomari.



Figura 11 – Coleta de Zooplâncton – rede padrão, 50 μ m de abertura de malha. Foto: Juliana Pomari.



Figura 12 – Equipe de Coleta. Foto: Juliana Pomari.

Resultados

Variáveis Ambientais

Pluviosidade

Os valores acumulados de precipitação mensal registrados no reservatório de Chavantes, no período de nov/06 a nov/07 estão apresentados na Figura 13. A precipitação total referente ao período foi de 1569,4 mm. Os maiores valores ocorreram nos meses de dez/06 (211 mm), jan/07 (352 mm) e jul/07 (218 mm), sendo que para este último mês, pode-se considerar um evento atípico de chuvas. Os menores valores foram registrados nos meses de ago/07 (0 mm) e set/07 (10 mm).

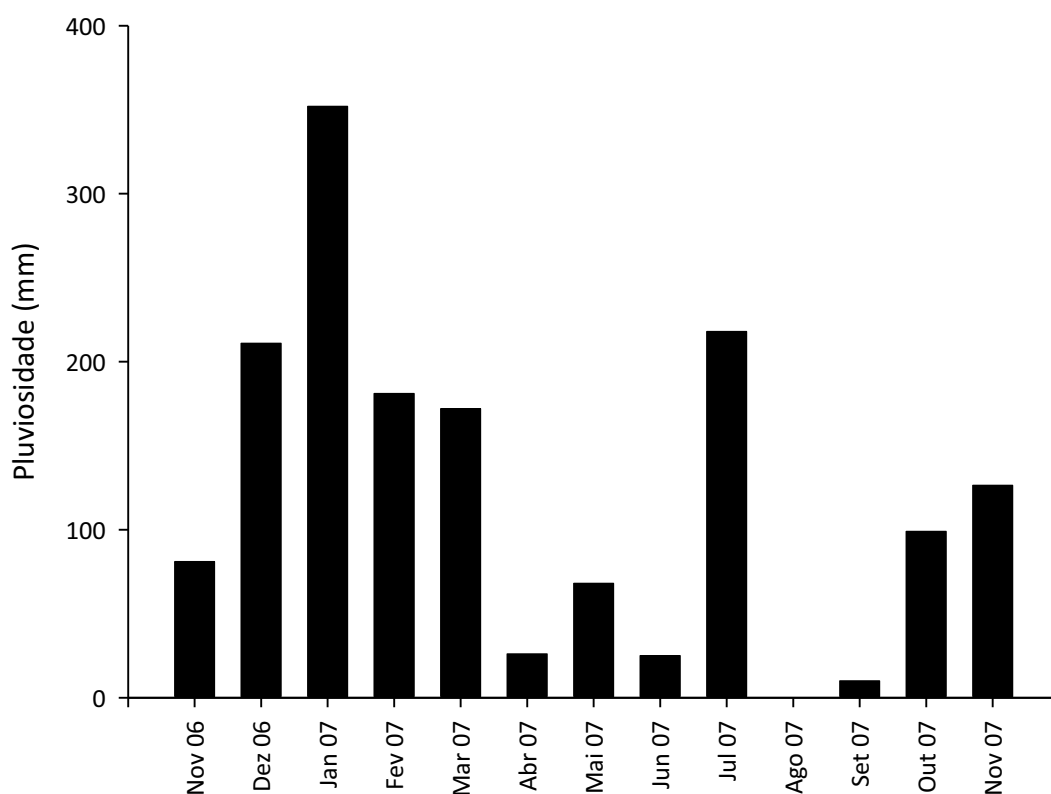


Figura 13. Precipitação mensal (mm), no período de nov/06 a nov/07, no reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR.

Cota altimétrica e vazão defluente

A variação do nível da água no reservatório no período de estudo foi de 4,55 m, sendo a menor cota registrada em dez/06 (468,02 m) e a maior em ago/07 (472,57 m). O maior nível altimétrico coincidente com o período de seca demonstra tratar-se de um reservatório do tipo acumulação de água, cujo volume retido serve para alimentar as represas de jusante, principalmente nos períodos mais críticos ao final da época de estiagem. O reservatório também apresentou uma ampla oscilação da vazão total defluente (turbinada e vertida) (Figura 14), com valores mínimos próximos a $170 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ nos meses de jan/07, mai/07, jun/07 e jul/07, e, valores máximos variando de $320 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ a $380 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ referentes aos meses de mar/07, out/07 e nov/07, respectivamente.

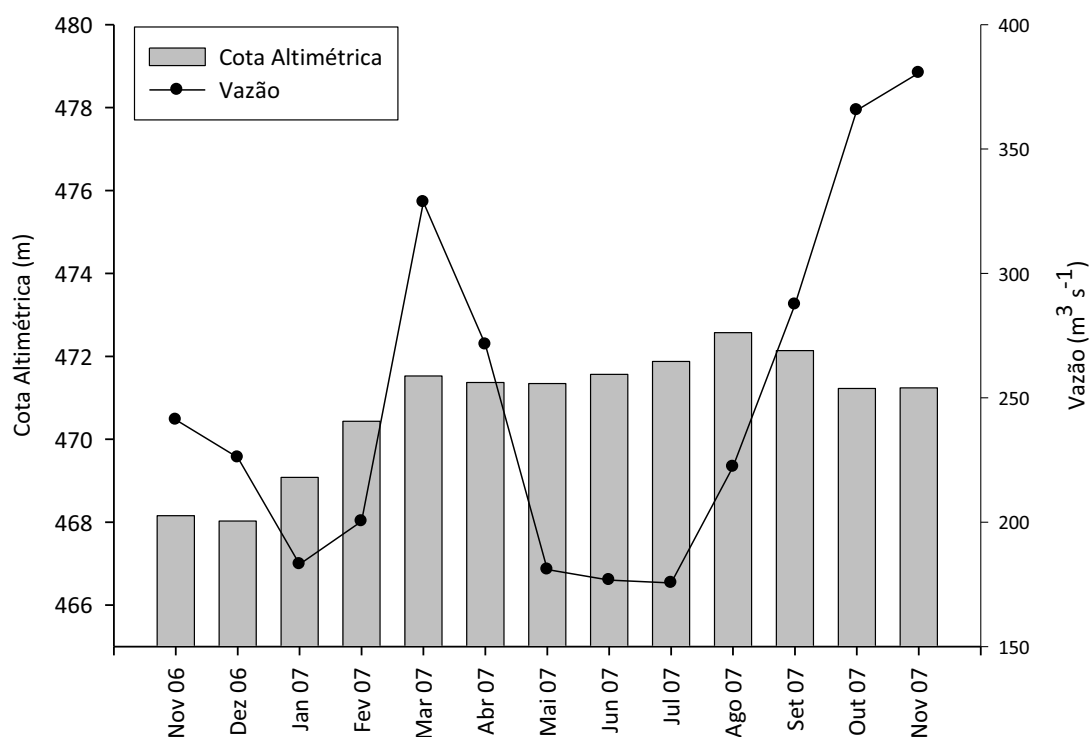


Figura 14. Variação mensal da cota altimétrica (m) e vazão total defluente ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$) no reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

Transparência

A Figura 15 mostra a variação da transparência da água nas diferentes áreas amostradas durante o período de estudo.

Na região da barragem, município de Chavantes, observou-se os maiores valores de transparência no período de mai/07 a set/07, com valor máximo na área dos tanques-rede no mês de set/07 (5,8 m). Os menores valores foram observados em fev/07 (1,3 m na área dos tanques-rede e 1,5 m na área controle). A amplitude de variação nessa região do reservatório foi de 4,5 m na área dos tanques-rede e 3,0 m na área controle.

Na zona de transição rio-reservatório, município de Fartura, os maiores valores de transparência foram observados em jun/07 (4,0 m) na área dos tanques-rede e controle. O menor valor (0,8 m) foi registrado no mês de nov/06, na área dos tanques-rede. A amplitude de variação da transparência nesta região do reservatório foi de 3,2 m na área dos tanques-rede e 2,25 m na área controle.

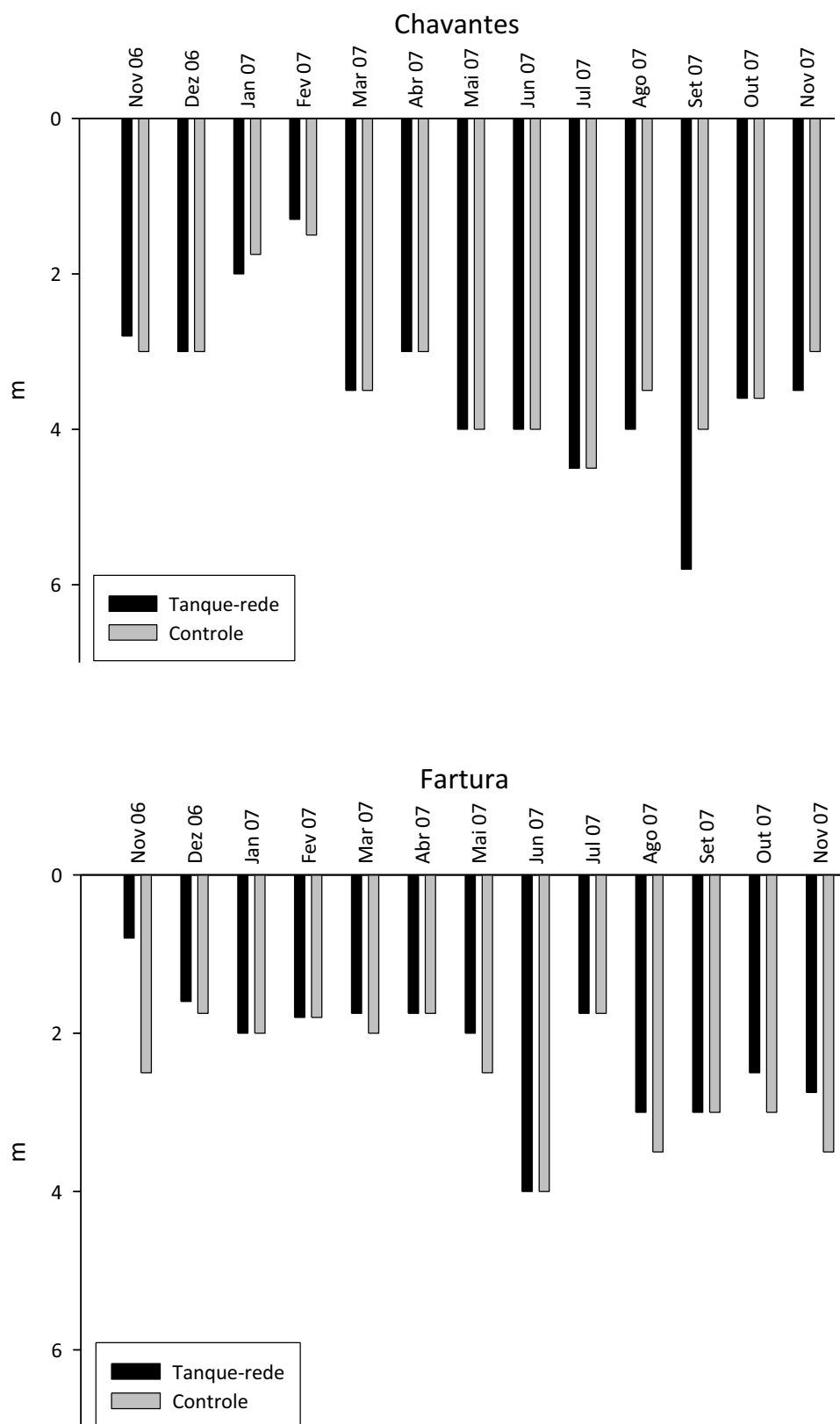


Figura 15. Transparência da água (m) medida com Disco de Secchi nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, durante o período de nov/06 a nov/07.

Temperatura da água

Na Figura 16 e 17 são apresentados os valores médios da temperatura da água, e os valores médios da amplitude variação entre superfície e fundo, nas duas regiões amostradas do reservatório, Chavantes e Fartura e nas áreas com tanques-rede e controle.

Em Chavantes, as maiores médias de temperatura na superfície, 30 °C na área dos tanques-rede e 28 °C na área controle, foram registradas nos meses de jan/07 e mar/07, respectivamente. As menores médias da temperatura no fundo, 18,7 °C na área dos tanques-rede e 18,4 °C na área controle, foram registradas no mês de ago/07. A elevada amplitude de variação da temperatura entre superfície e fundo nesta região do reservatório se deve a estratificação térmica que ocorre na coluna d'água, a qual pode ser observada na Figura 18, onde são mostrados os perfis verticais de temperatura nas duas regiões estudadas.

Em Fartura, as maiores médias da temperatura na superfície, 29,1 °C na área dos tanques-rede e 28 °C na área controle, foram registradas nos meses de mar/07 e fev/07, respectivamente. As menores médias da temperatura no fundo, 18,6 °C na área dos tanques-rede e 18,5 °C na área controle, foram registradas no mês de ago/07. Pode se observar que nesta região do reservatório houve uma menor amplitude de variação entre superfície e fundo, devido às menores profundidades quando comparado à zona da barragem (Chavantes) e cujos perfis verticais de temperatura também são mostrados detalhadamente na Figura 19.

A Figura 18 mostra a variação sazonal dos perfis verticais de temperatura na região de Chavantes no período de nov/06 a nov/07. A região de Chavantes é um ambiente mais profundo e com estratificação térmica evidente na maior parte do ano, com tendência a desestratificação apenas no período de mai/07 a ago/7.

A Figura 19 mostra a variação sazonal dos perfis de temperatura na região de Fartura, que, ao contrário da primeira, trata-se de um ambiente mais raso, relativamente bem misturado e tendendo a estratificação ou gradientes mais evidentes apenas no período de nov/06 a fev/07.

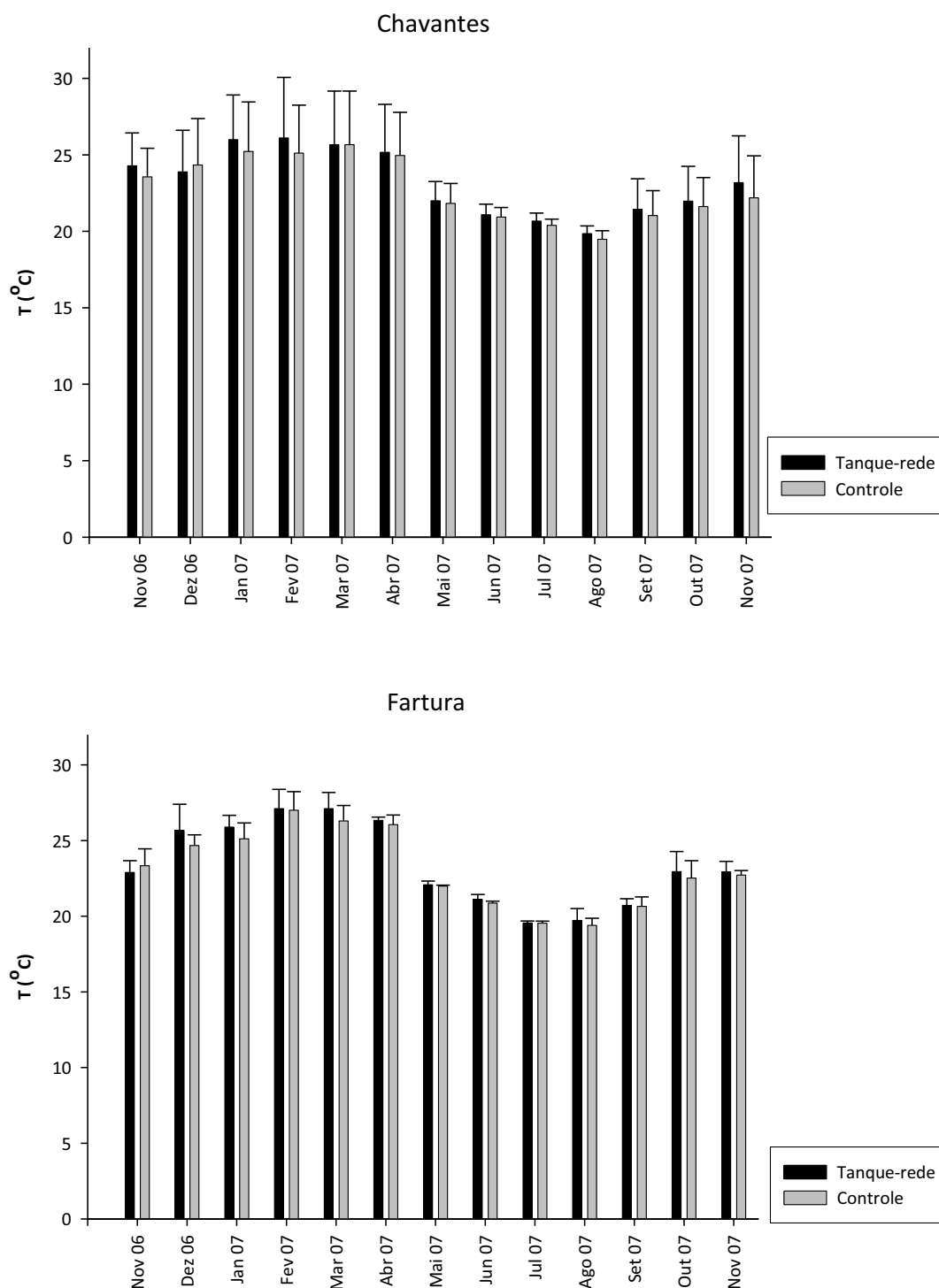
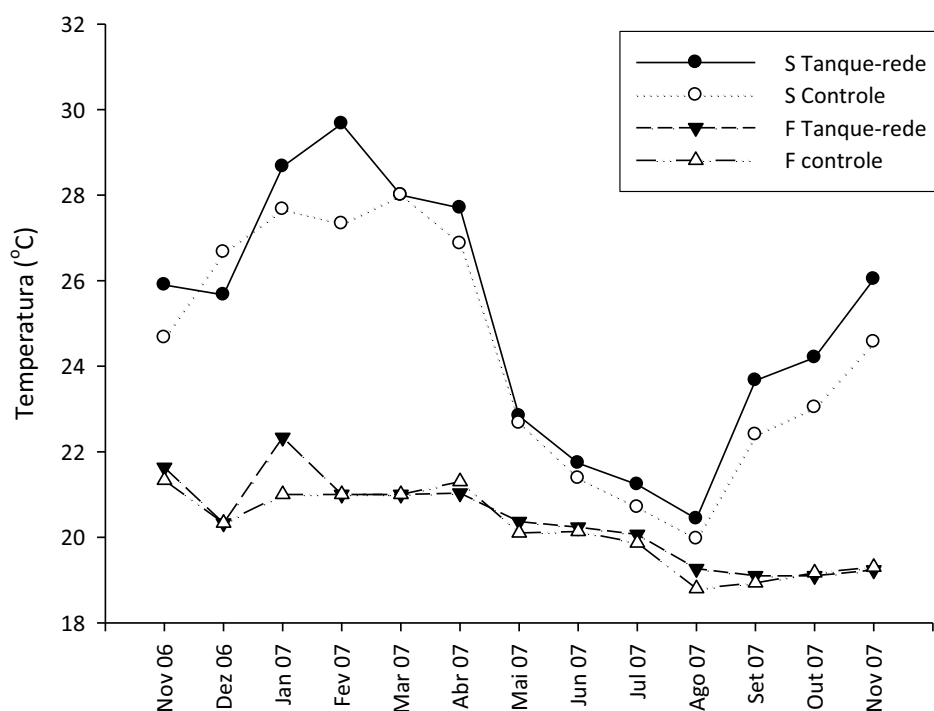


Figura 16. Variação dos valores médios (entre os pontos de coleta) da temperatura da água (°C) nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

Chavantes



Fartura

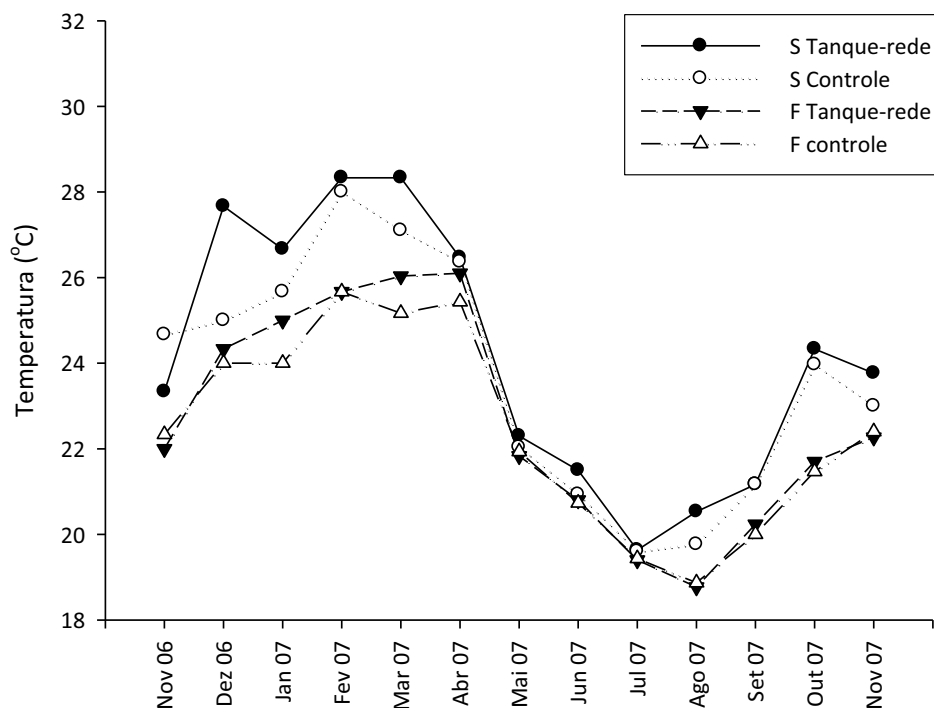


Figura 17. Variação dos valores médios (entre os pontos de coleta) da temperatura da água (°C) em diferentes profundidades (superfície e fundo) nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

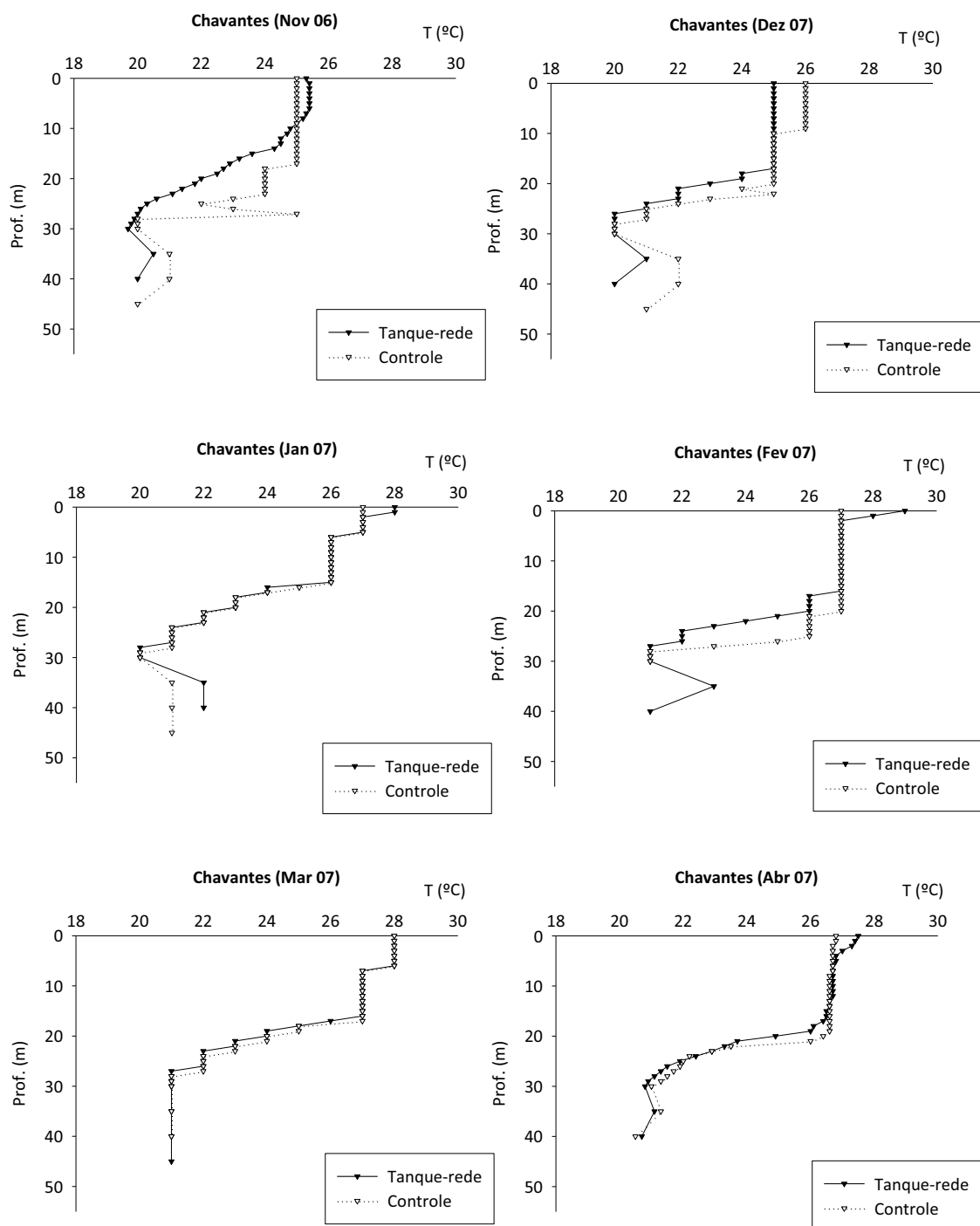


Figura 18. Perfis verticais de variação de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

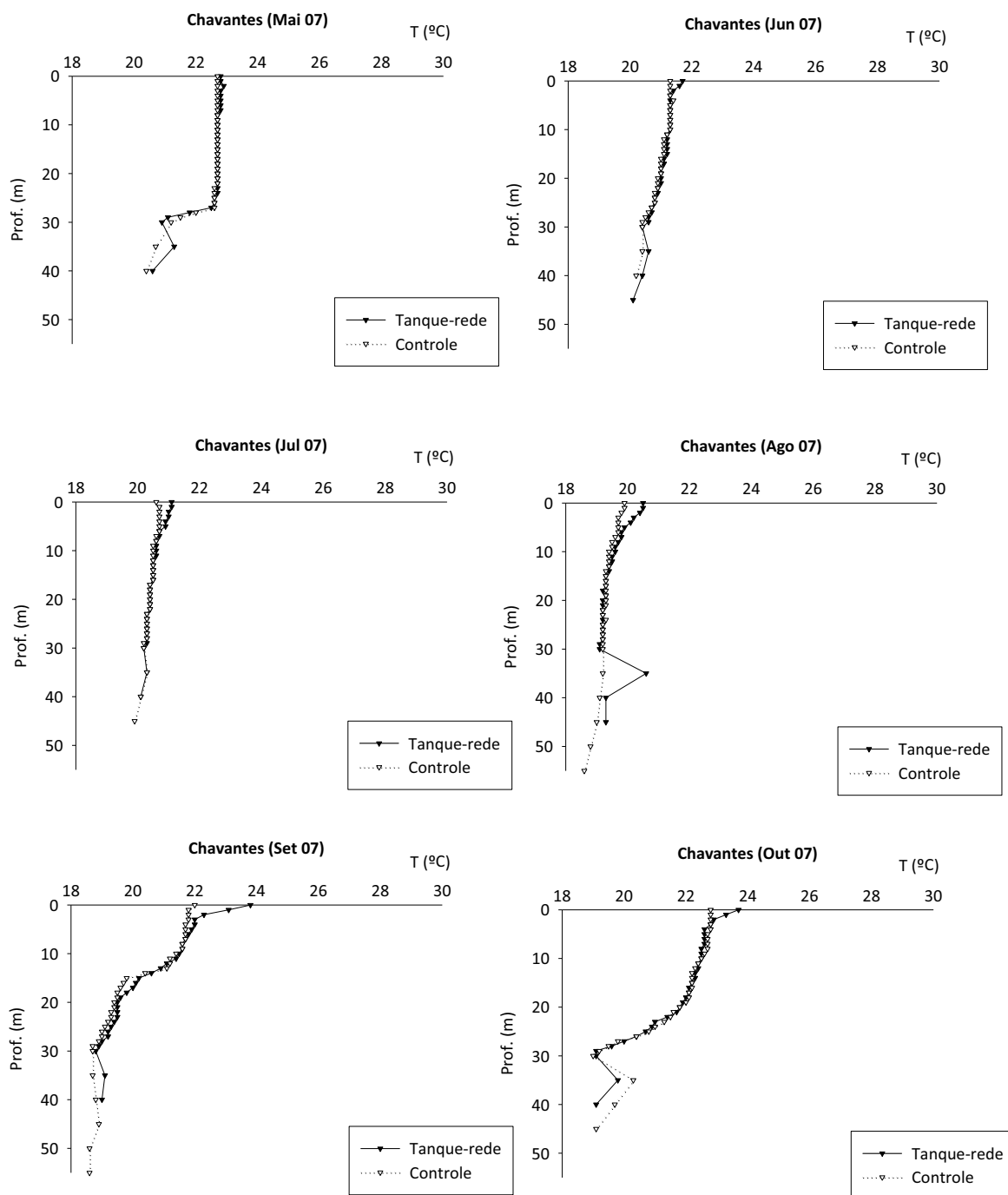


Figura 18. Continuação.

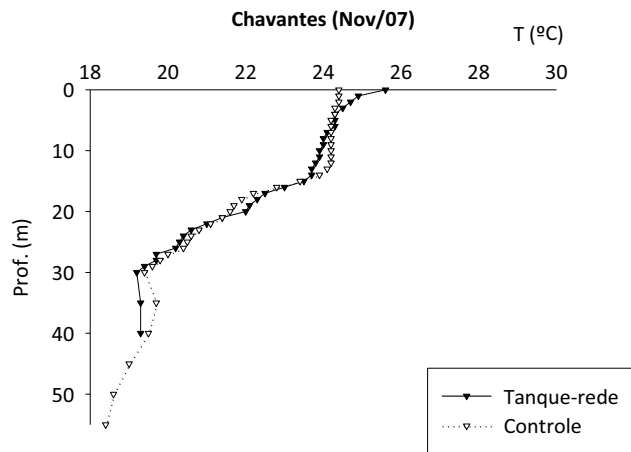


Figura 18. Continuação.

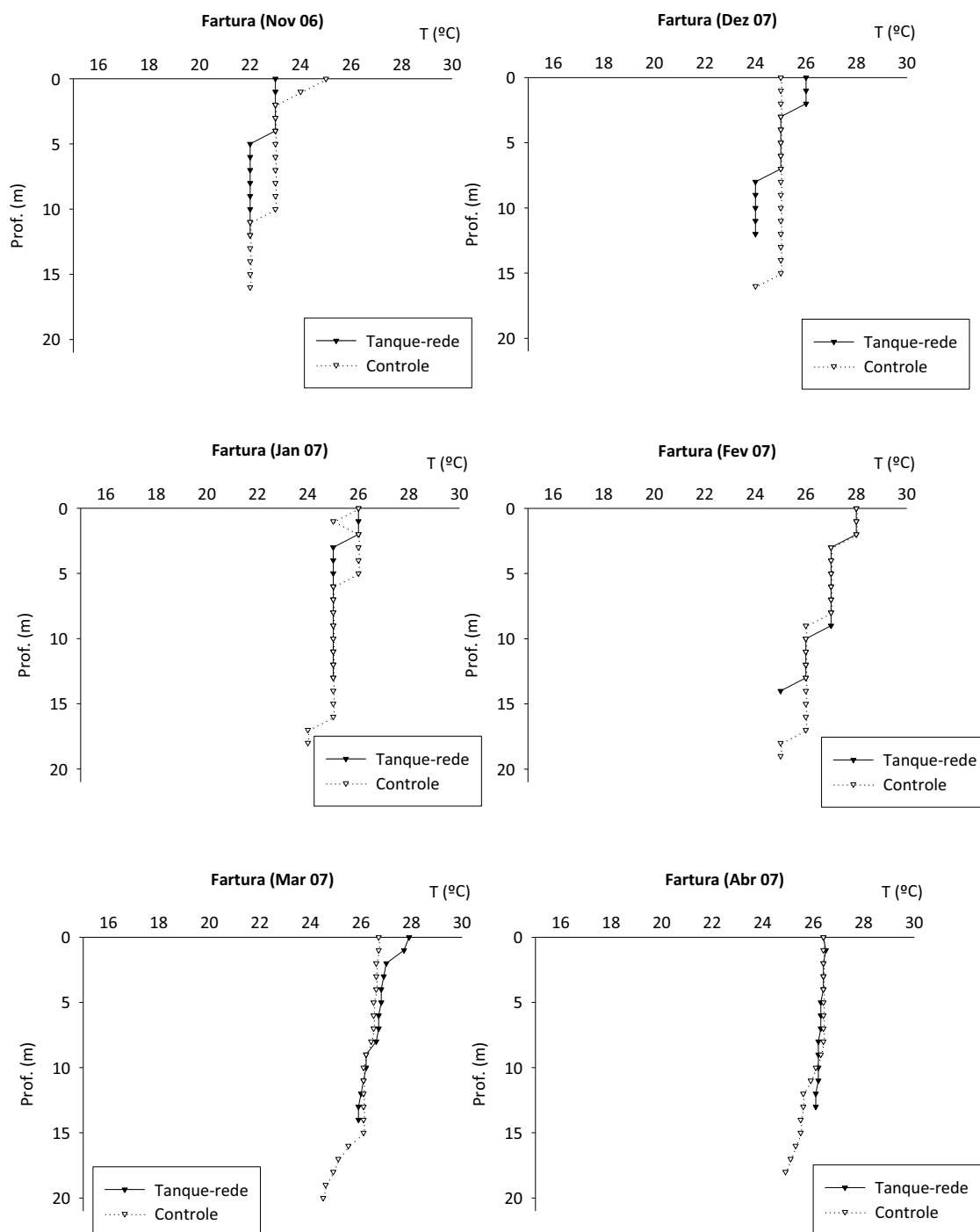


Figura 19. Perfis verticais de variação de temperatura (°C) na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

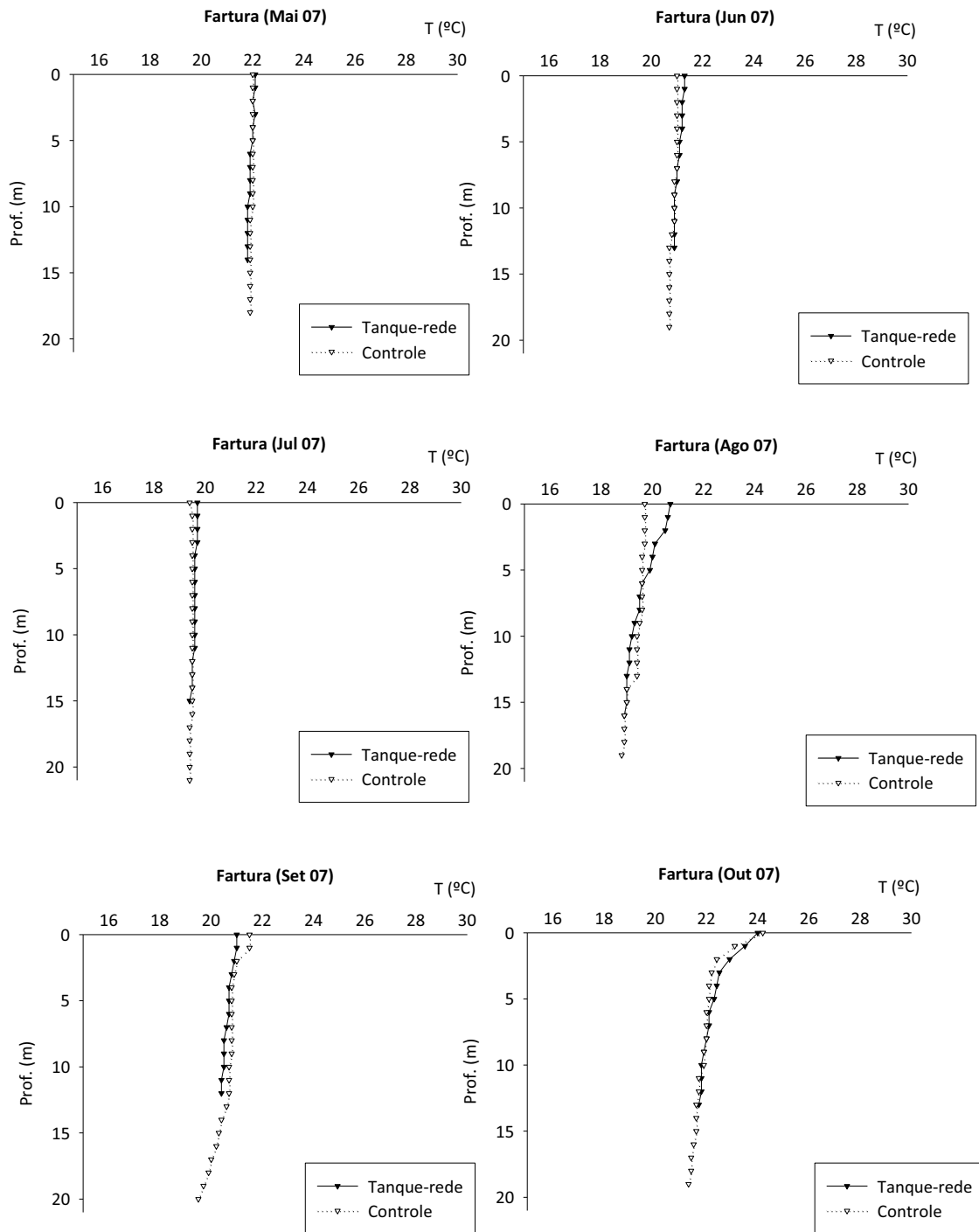


Figura 19. Continuação.

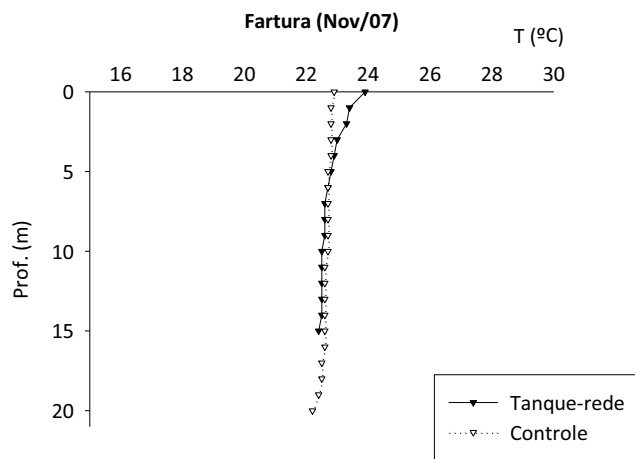


Figura 19. Continuação.

Oxigênio Dissolvido

A Figura 20 mostra a variação dos valores médios das concentrações de oxigênio dissolvido nas regiões de Chavantes e Fartura.

Na região de Chavantes, as maiores médias de oxigênio dissolvido foram registradas nos mês de jan/07, 8,17 mg L⁻¹ e 8,00 mg L⁻¹ nas áreas de tanques-rede e controle, respectivamente; já os menores valores foram registrados em jun/07, 5,15 mg L⁻¹ na área de tanque-rede, e em fev/07, 6,11 mg L⁻¹ na área controle.

Na região de Fartura, as maiores médias de oxigênio dissolvido foram registradas nos mês de set/07, 8,81 mg L⁻¹ na área de tanques-rede, e jun/07, 8,00 mg L⁻¹ na área controle. Os menores valores foram registrados em fev/07, 5,83 mg L⁻¹ na área de tanque-rede, e em mar/07, 6,26 mg L⁻¹ na área controle. Nesta região, não foram obtidos os valores de oxigênio dissolvido no mês de set/07 para a área controle devido a problemas no sensor do equipamento utilizado.

As Figuras 21 e 22 mostram os perfis verticais de oxigênio dissolvido durante o período de estudo nas regiões de Chavantes e Fartura. Assim como foi observada estratificação térmica na coluna d'água, também houve estratificação química demonstrada pela distribuição do oxigênio, principalmente em Chavantes. É interessante notar ainda que os valores ao longo da coluna de água são predominantemente mais baixos nas áreas de tanques-rede, comparados às áreas controle (e.g. jan/07 em Chavantes e mai/07 em Fartura).

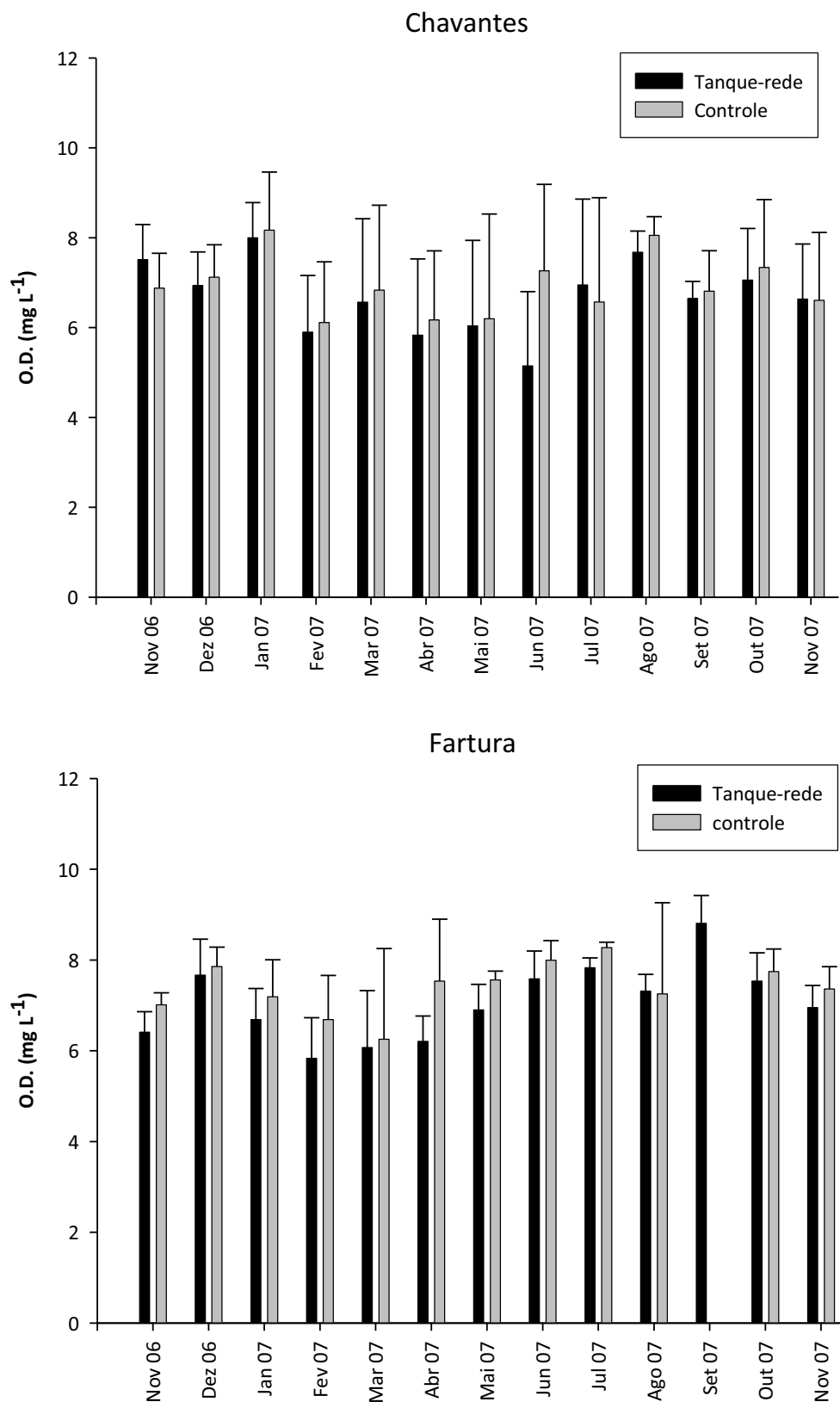


Figura 20. Variação dos valores médios e desvios-padrão (entre os pontos de coleta) de oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07..

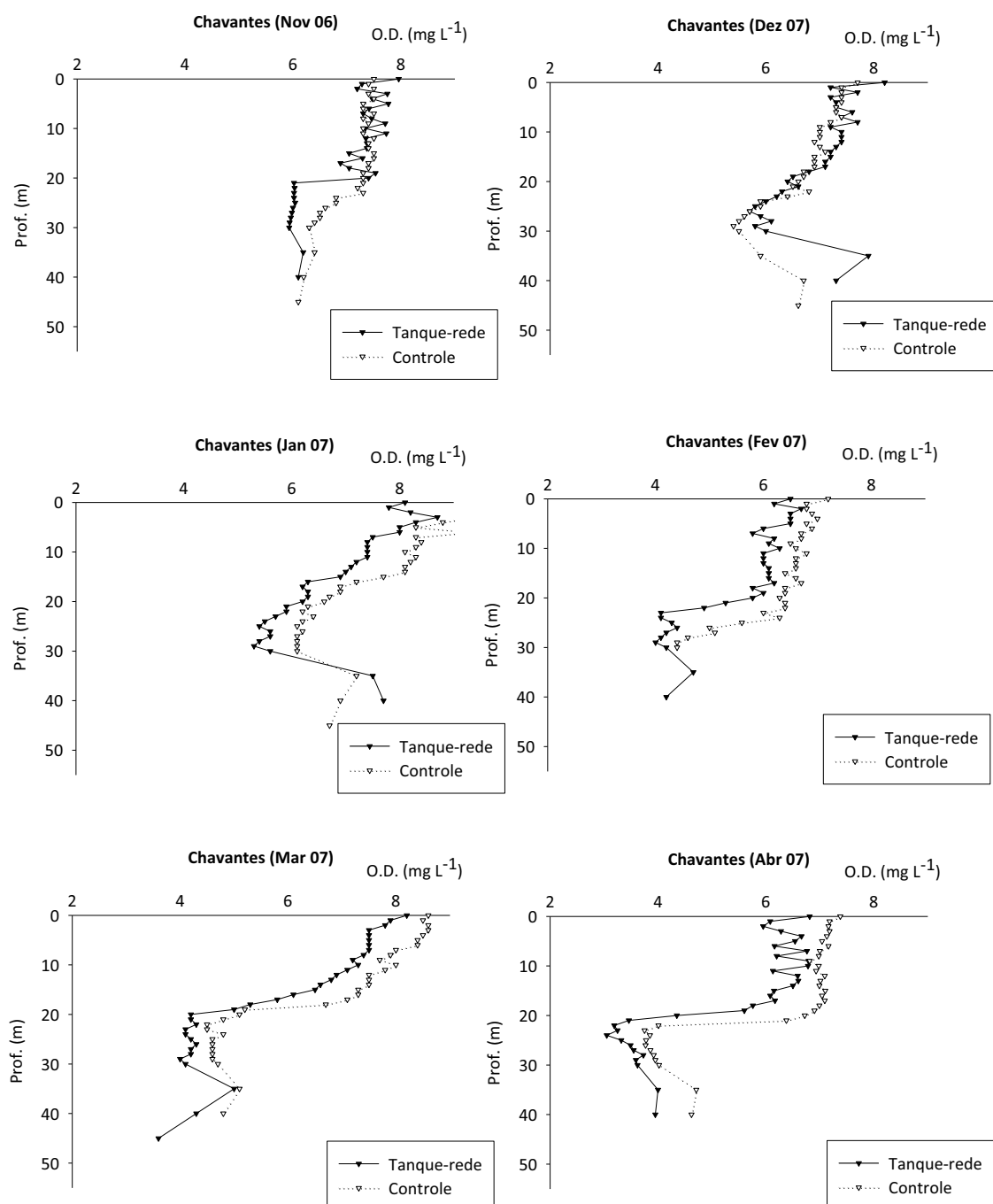


Figura 21. Perfis verticais de variação de oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

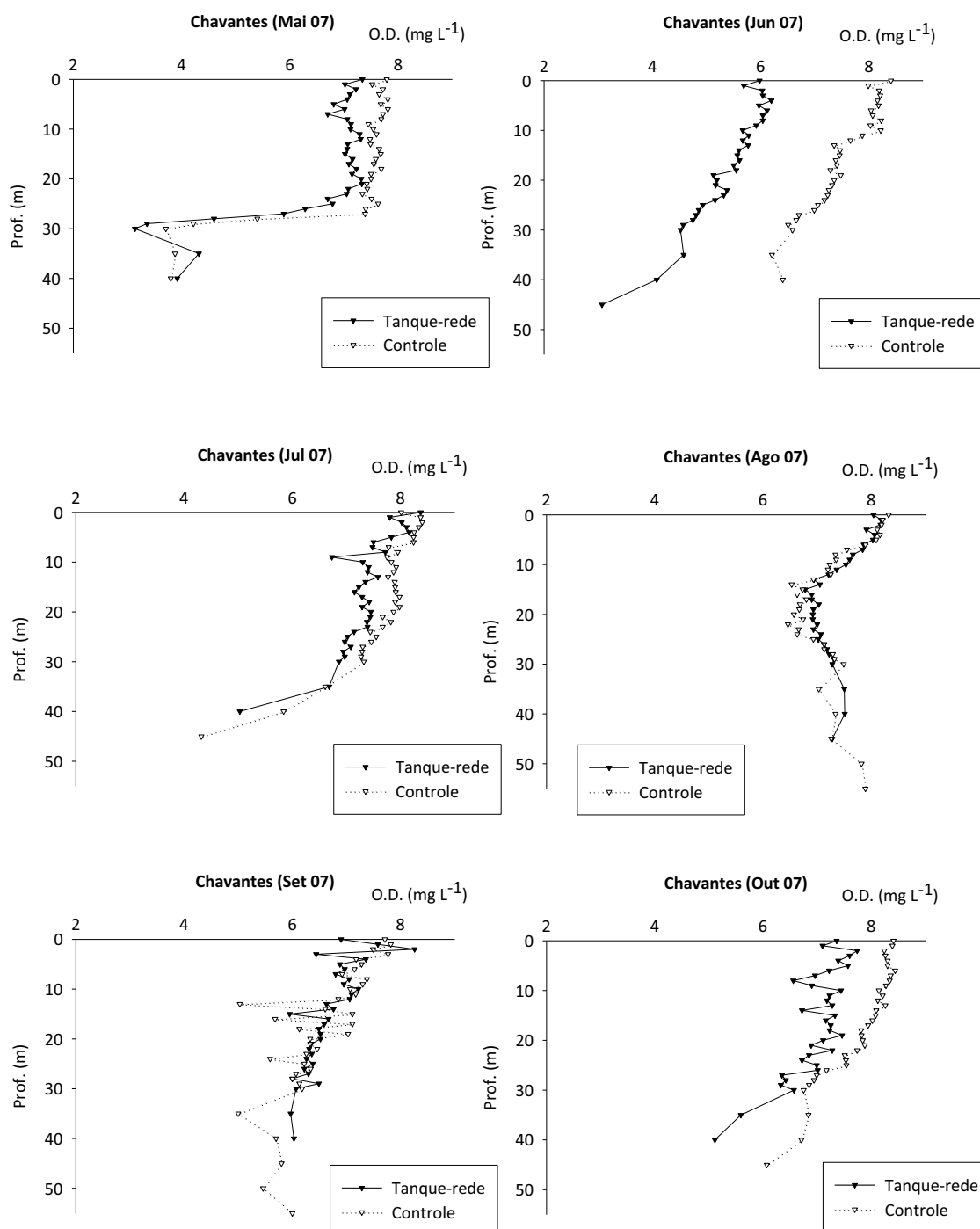


Figura 21. Continuação.

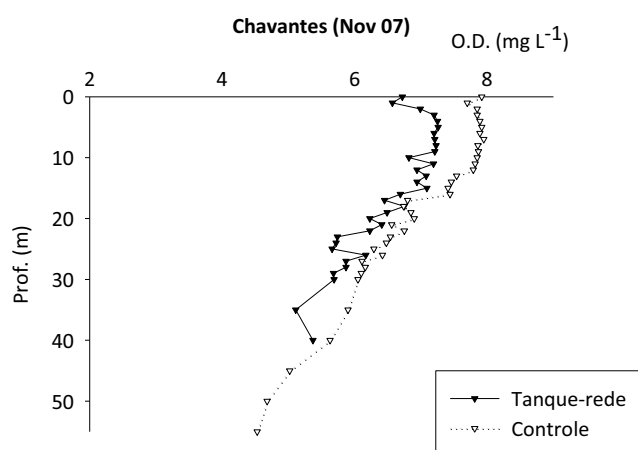


Figura 21. Continuação.

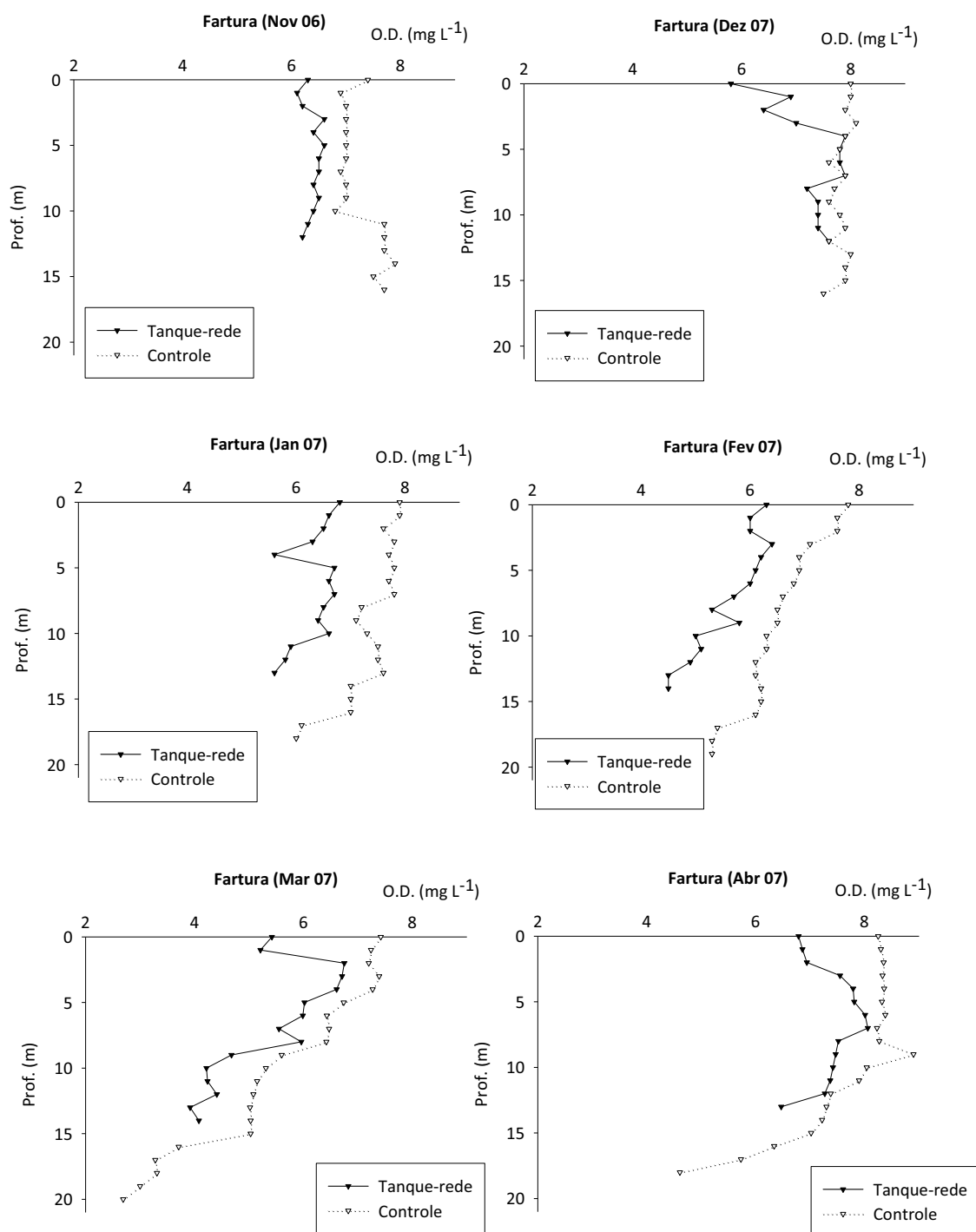


Figura 22. Perfis verticais de oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

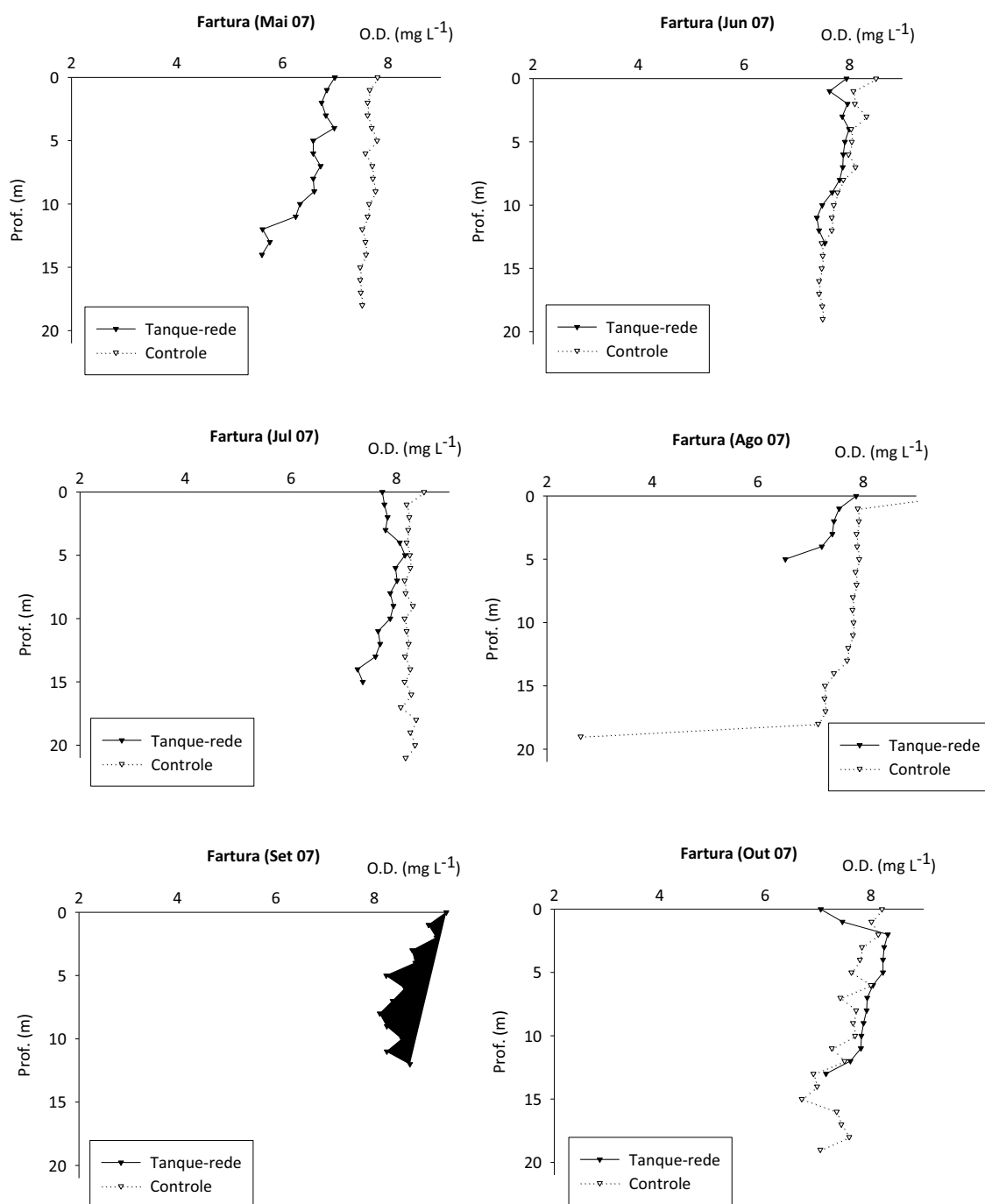


Figura 22. Continuação.

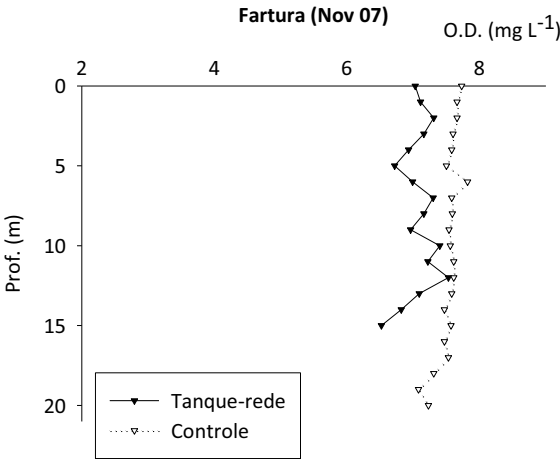


Figura 22. Continuação.

pH

A Figura 23 mostra os valores médios de pH para as regiões de Chavantes e Fartura. Os maiores valores de pH na região de Chavantes foram registrados em dez/06 (8,03) na área dos tanques-rede e em jan/07 (7,98) na área controle. Os menores valores foram registrados em nov/06 (6,38) na área dos tanques-rede e em jun/07 (6,69) na área controle.

Na região de Fartura os maiores valores de pH foram registrados em dez/06 (8,02 e 7,88) na área dos tanques-rede e na área controle, respectivamente. Os menores valores foram registrados em mai/07 (6,59 e 6,64) na área dos tanques-rede e na área controle, respectivamente.

Em ambas as regiões do reservatório os valores de pH foram mais baixos no período de outono/inverno.

As Figuras 24 e 25 mostram os perfis verticais de variação do pH durante o período de estudo na região de Chavantes e Fartura.

Os perfis mostram uma tendência de valores mais ácidos de pH nas áreas de tanques-rede ao longo de toda a coluna de água (e.g. Nov/06 e mai/07 em Chavantes; jan/07, mar/07 e abr/07 em Fartura).

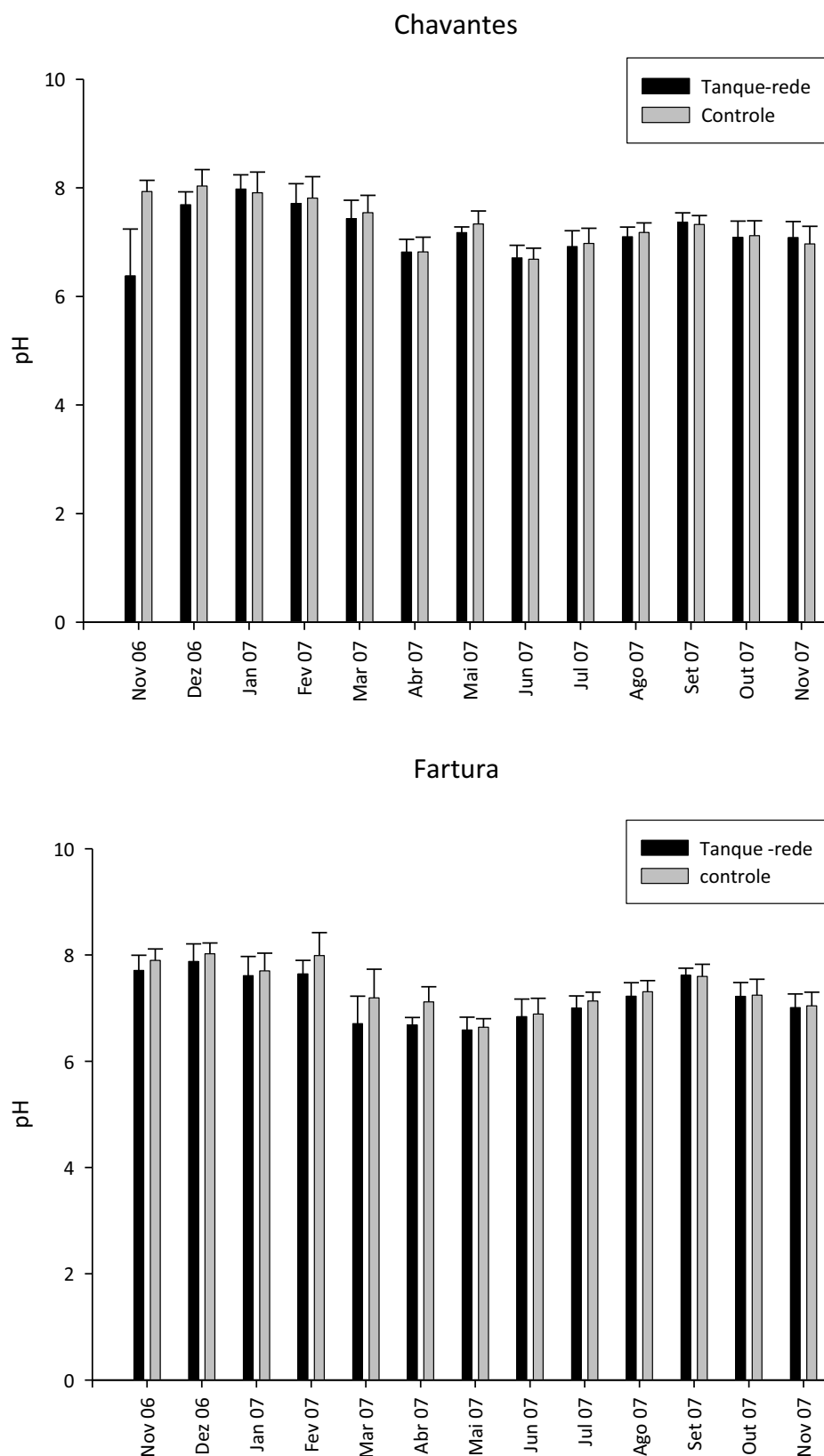


Figura 23. Variação dos valores médios e desvios-padrão (entre os pontos de coleta) de pH nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

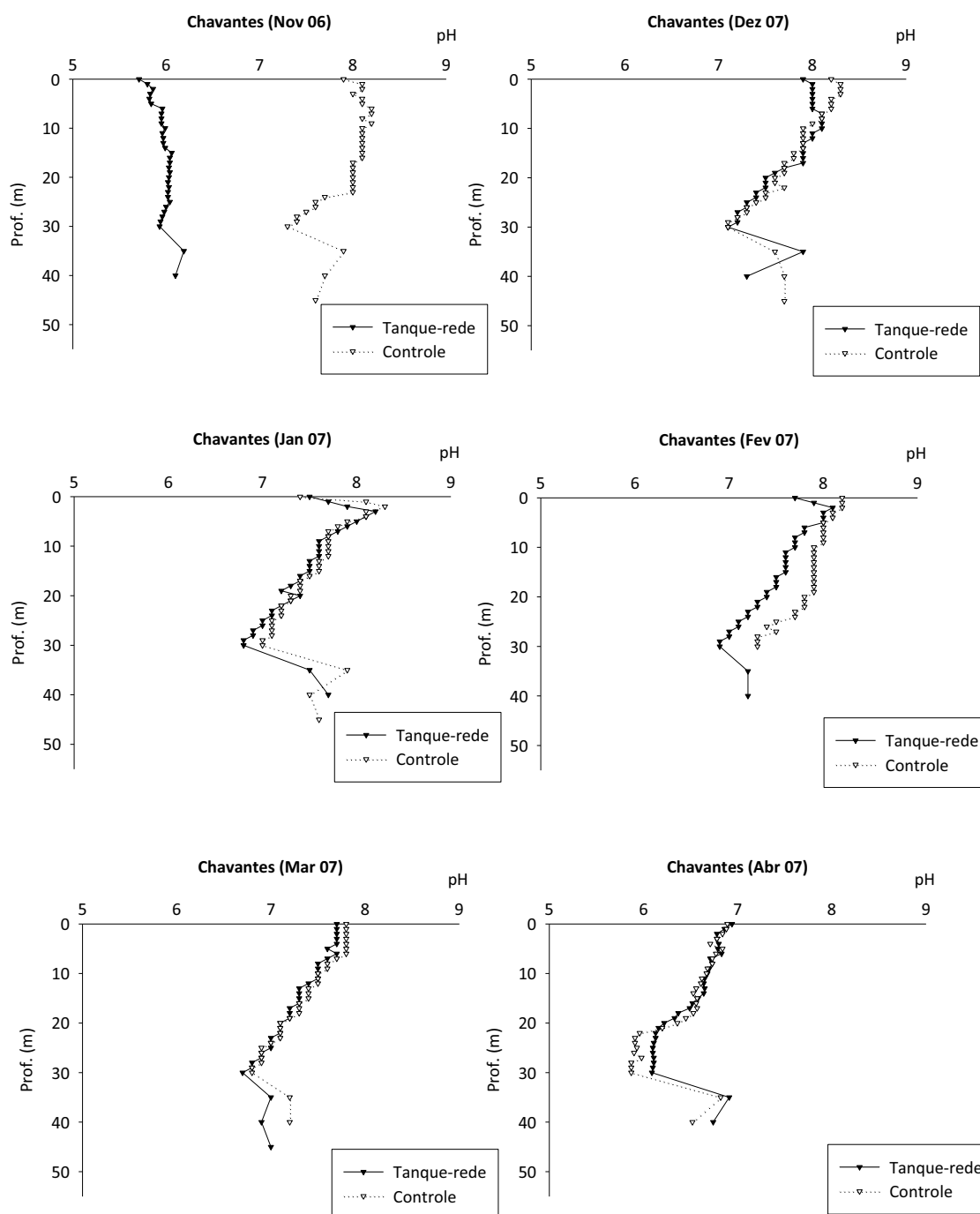


Figura 24. Perfis verticais de pH na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

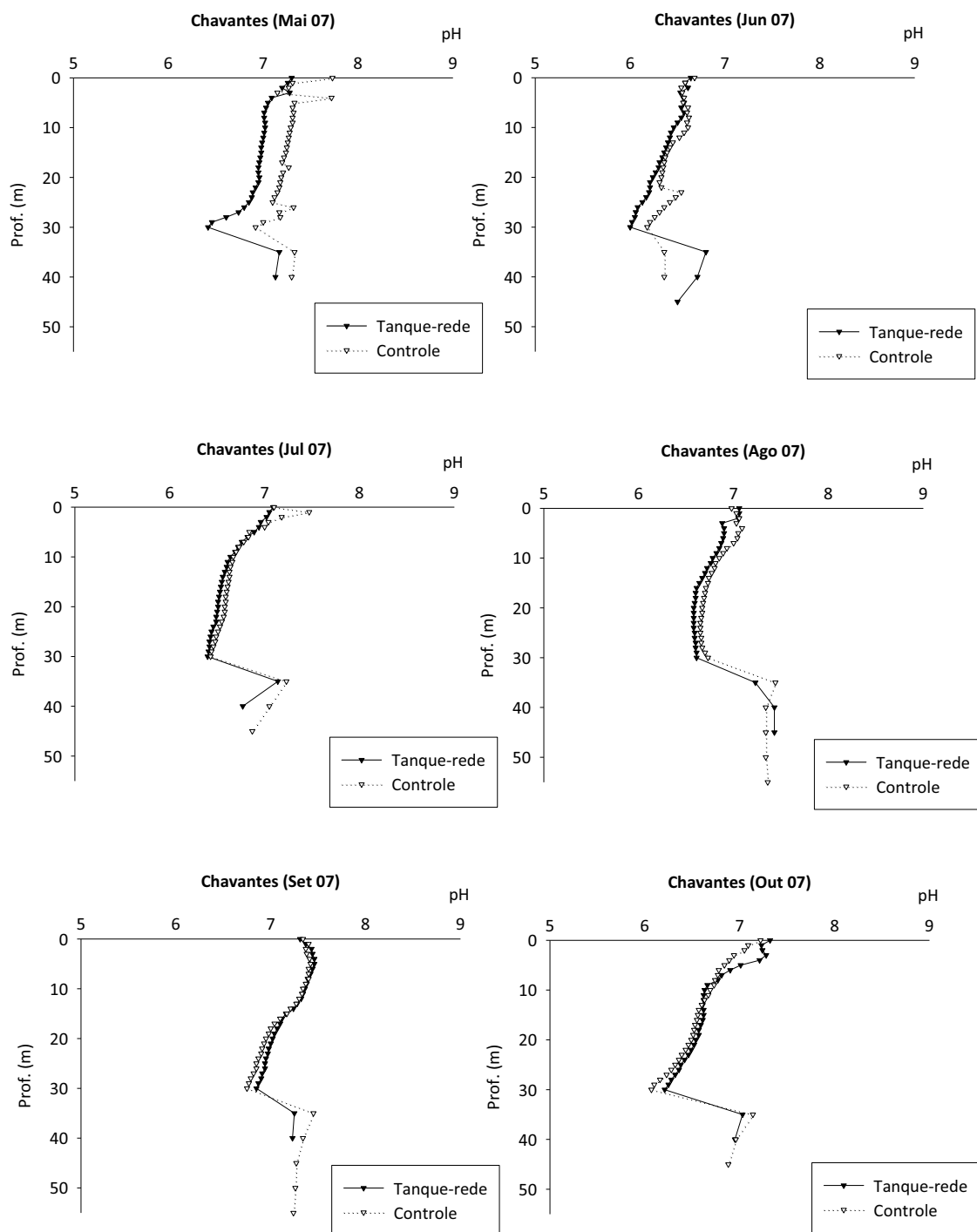


Figura 24. Continuação.

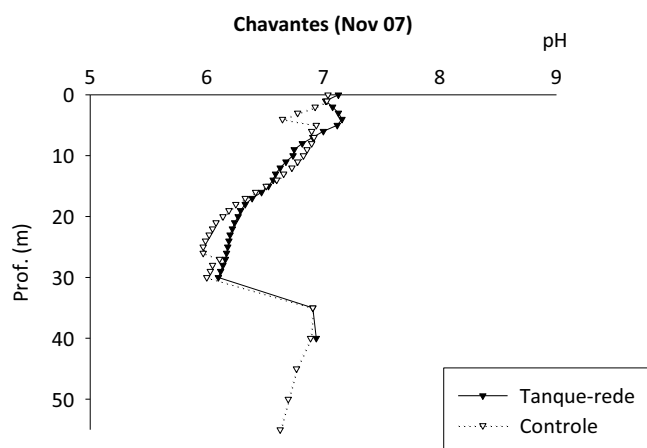


Figura 24. Continuação.

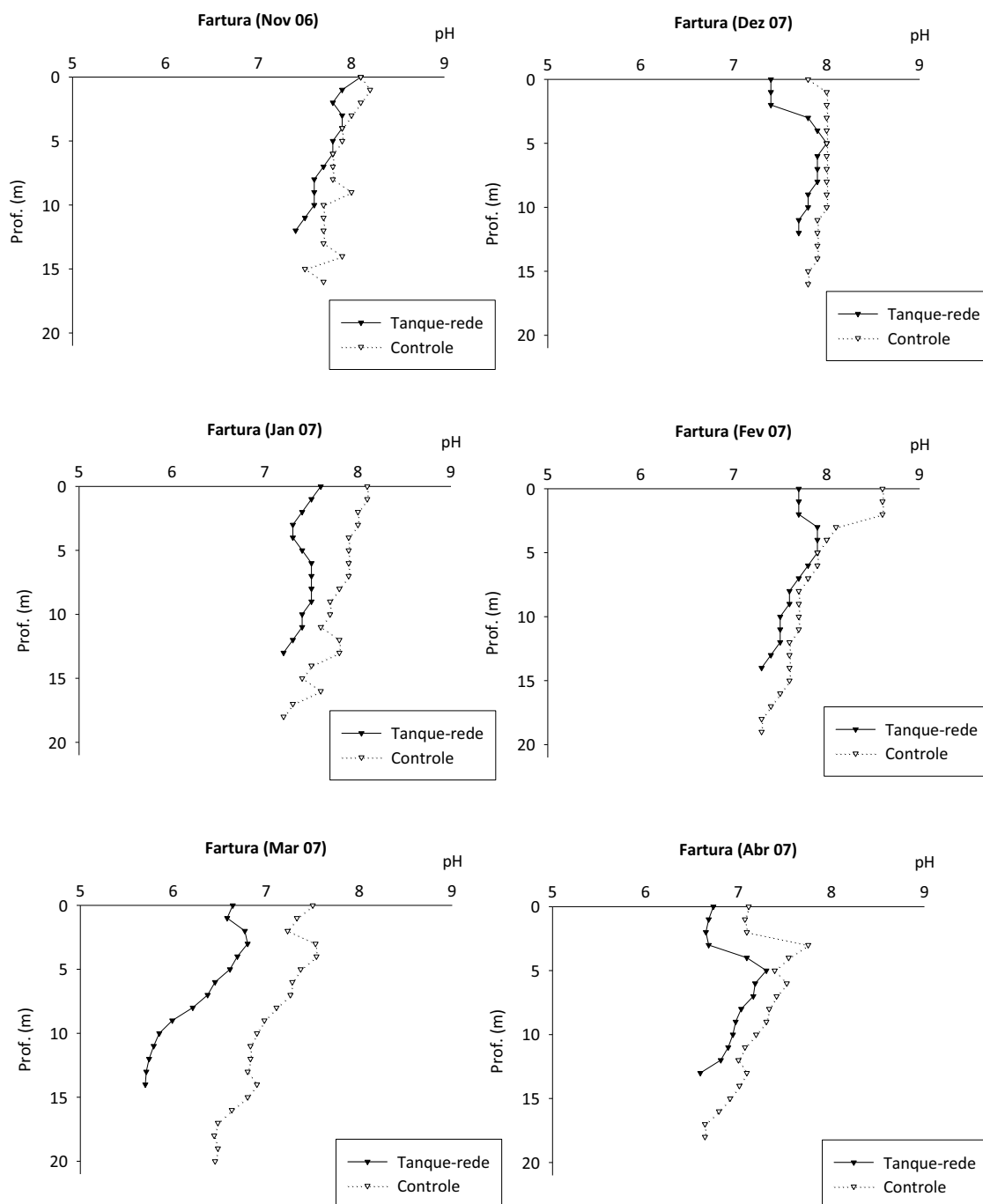


Figura 25. Perfis verticais de pH na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

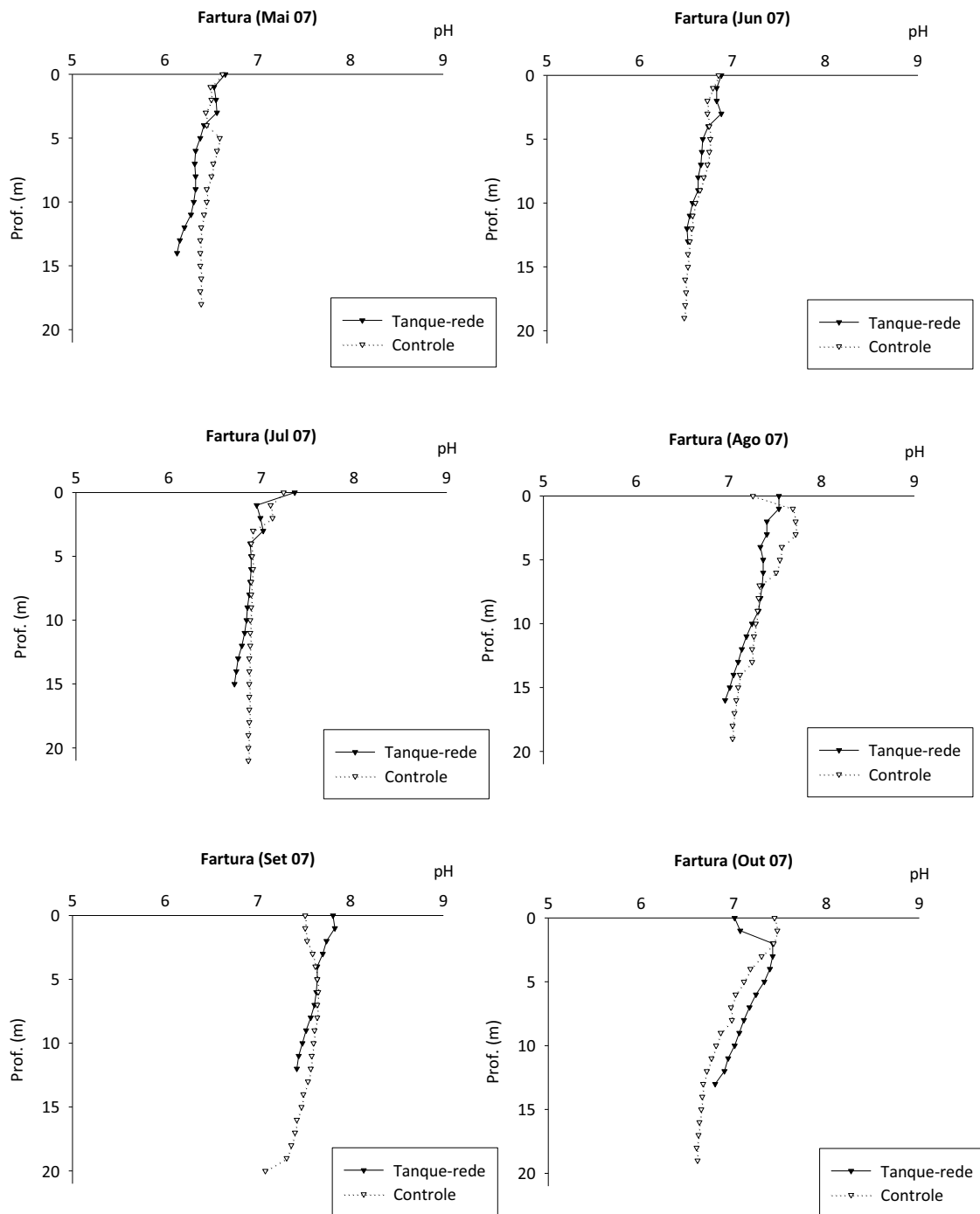


Figura 25. Continuação.

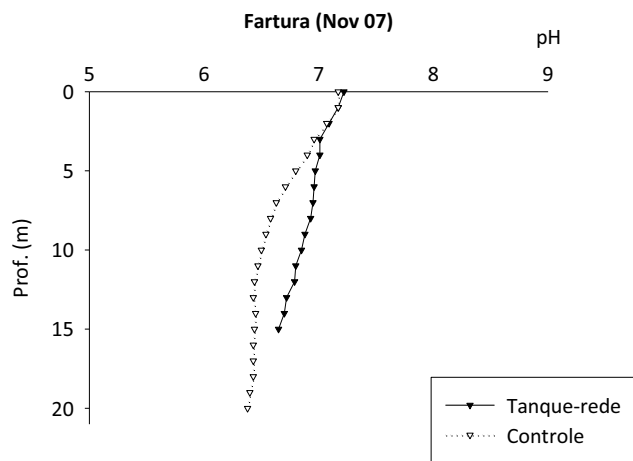


Figura 25. Continuação.

Condutividade elétrica

A Figura 26 mostra os valores médios da condutividade elétrica (K) em Chavantes e Fartura. Não são apresentados os dados dos meses de nov/06 a mar/07 na região de Chavantes e dos meses de nov/06 a fev/07 na região de Fartura devido a problemas ocorridos na sonda multiparâmetros Horiba, conforme explicado no item materiais e métodos.

Na região de Chavantes, os maiores valores de condutividade foram registrados em set/07 ($72,67 \mu\text{S cm}^{-1}$ e $70,67 \mu\text{S cm}^{-1}$) na área dos tanques-rede e controle respectivamente. Os menores valores nesta região foram registrados em out/07 ($38,78 \mu\text{S cm}^{-1}$ e $38,67 \mu\text{S cm}^{-1}$) na área dos tanques-rede e controle respectivamente. Na região de Fartura, os maiores valores foram registrados no período de mar/07 à ago/07, com médias variando entre $51,00$ e $55,00 \mu\text{S cm}^{-1}$ tanto na área dos tanques-rede como na área controle. Os menores valores nesta região foram registrados em set/07 ($41,11 \mu\text{S cm}^{-1}$ e $41,56 \mu\text{S cm}^{-1}$), na área dos tanques-rede e controle respectivamente. Ao observarmos os gráficos com valores médios e os perfis verticais da condutividade elétrica (Figuras 27 e 28), podemos verificar que não existe diferença clara entre as áreas com tanques-rede e as áreas controle. Observa-se ainda que os valores desta variável nas diferentes profundidades são relativamente homogêneos e não ocorre variação em função do processo de estratificação da coluna d'água, como foi observado para temperatura, oxigênio dissolvido e pH (Figuras 18 e 19, 21 e 22, 24 e 25, respectivamente).

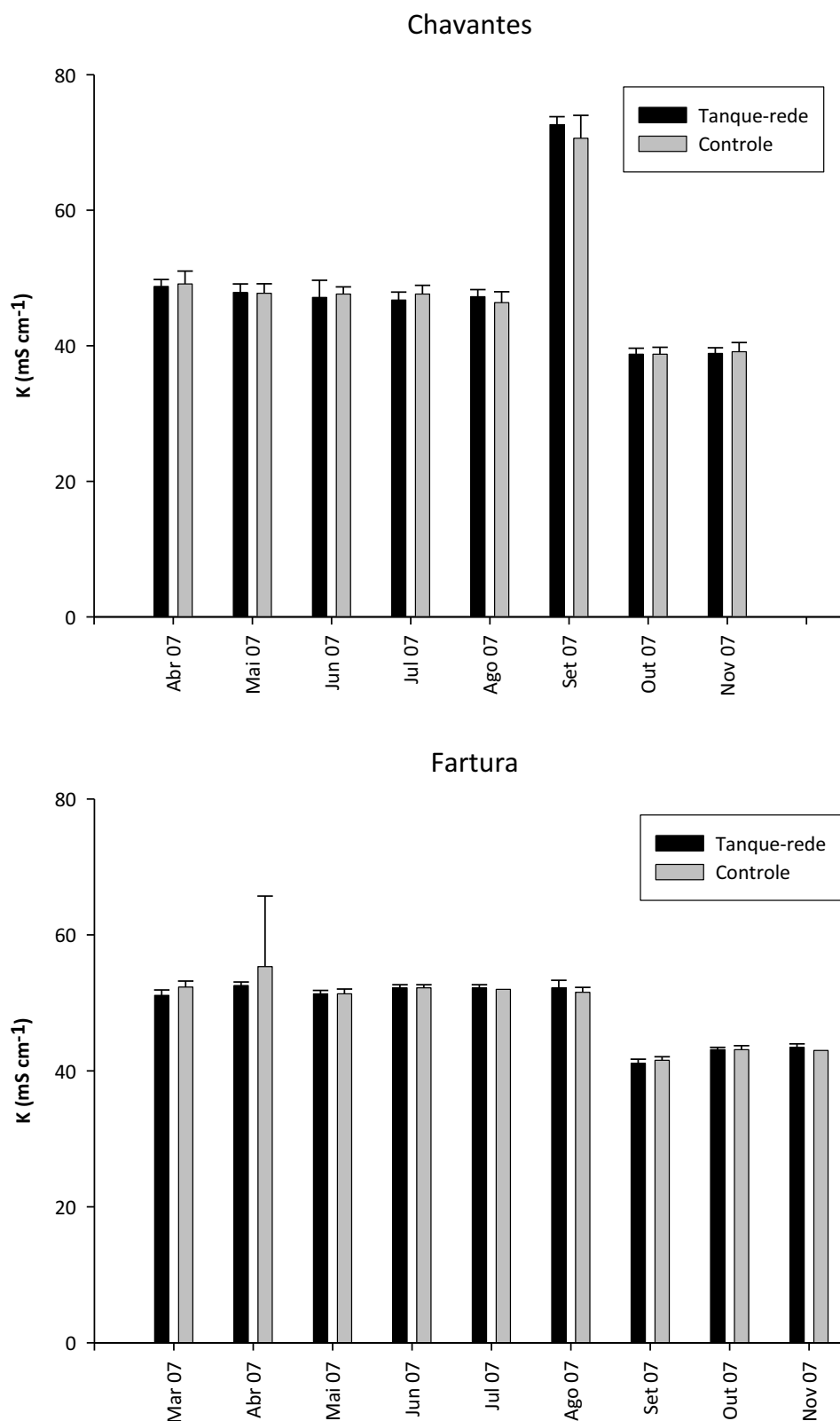


Figura 26. Variação dos valores médios e desvios-padrão (entre os pontos de coleta) de condutividade elétrica nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07..

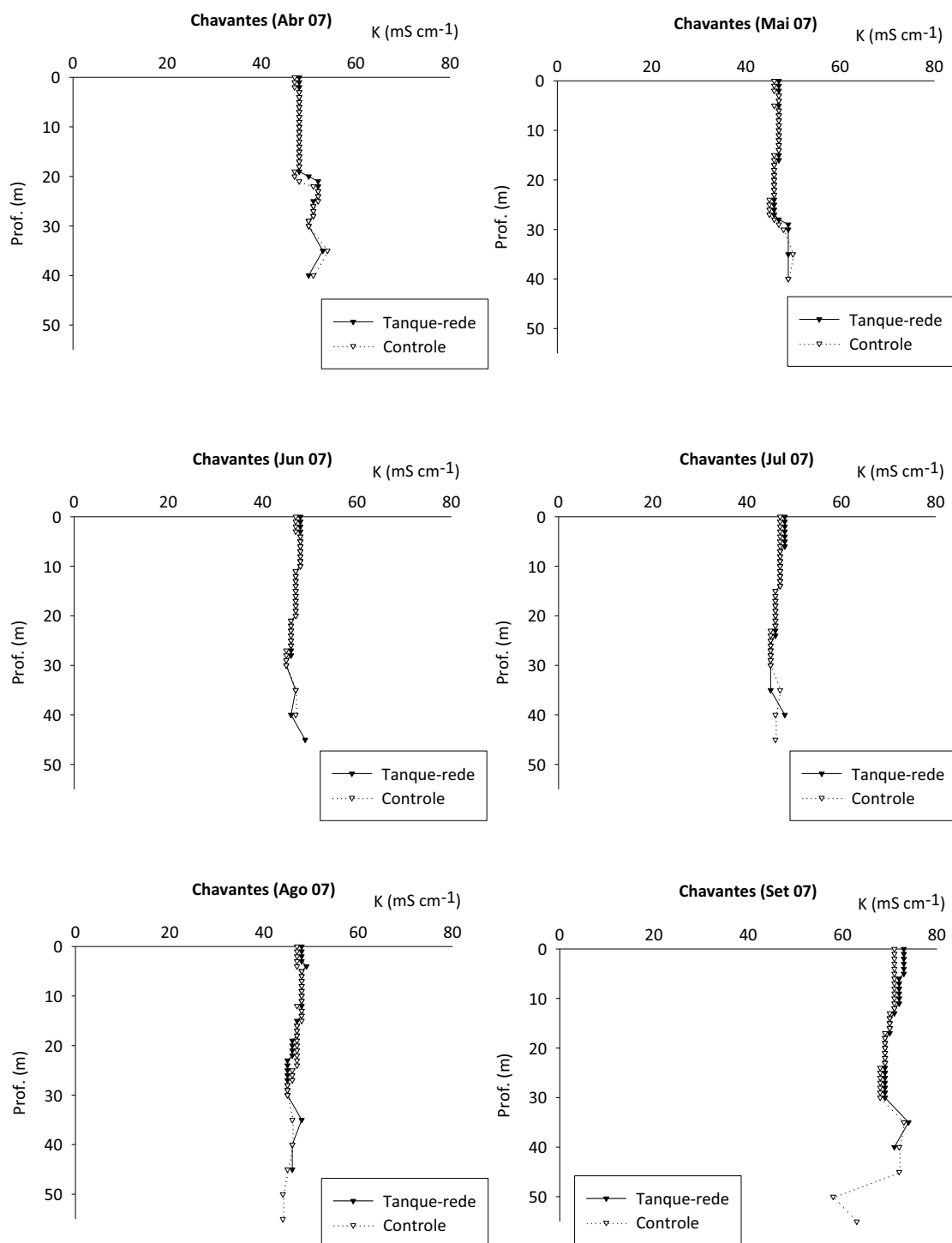


Figura 27. Perfis verticais de condutividade elétrica na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

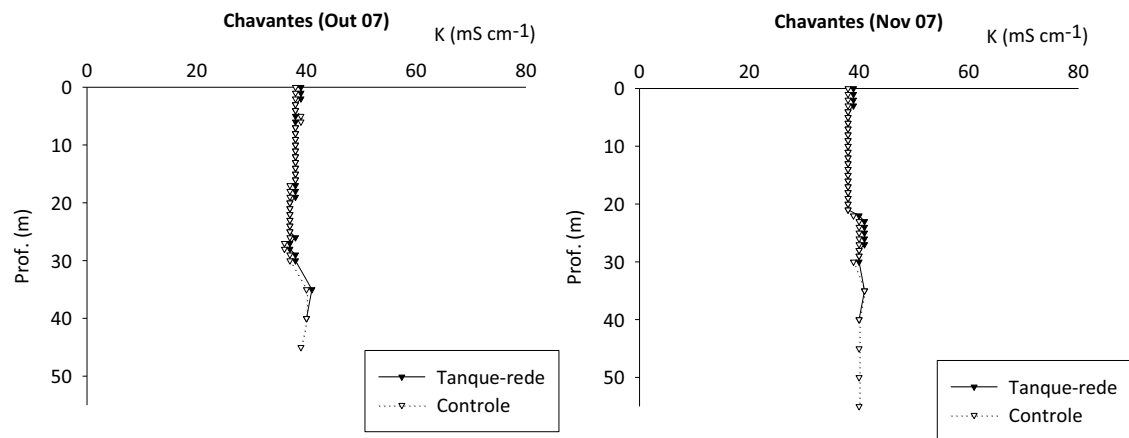


Figura 27. Continuação.

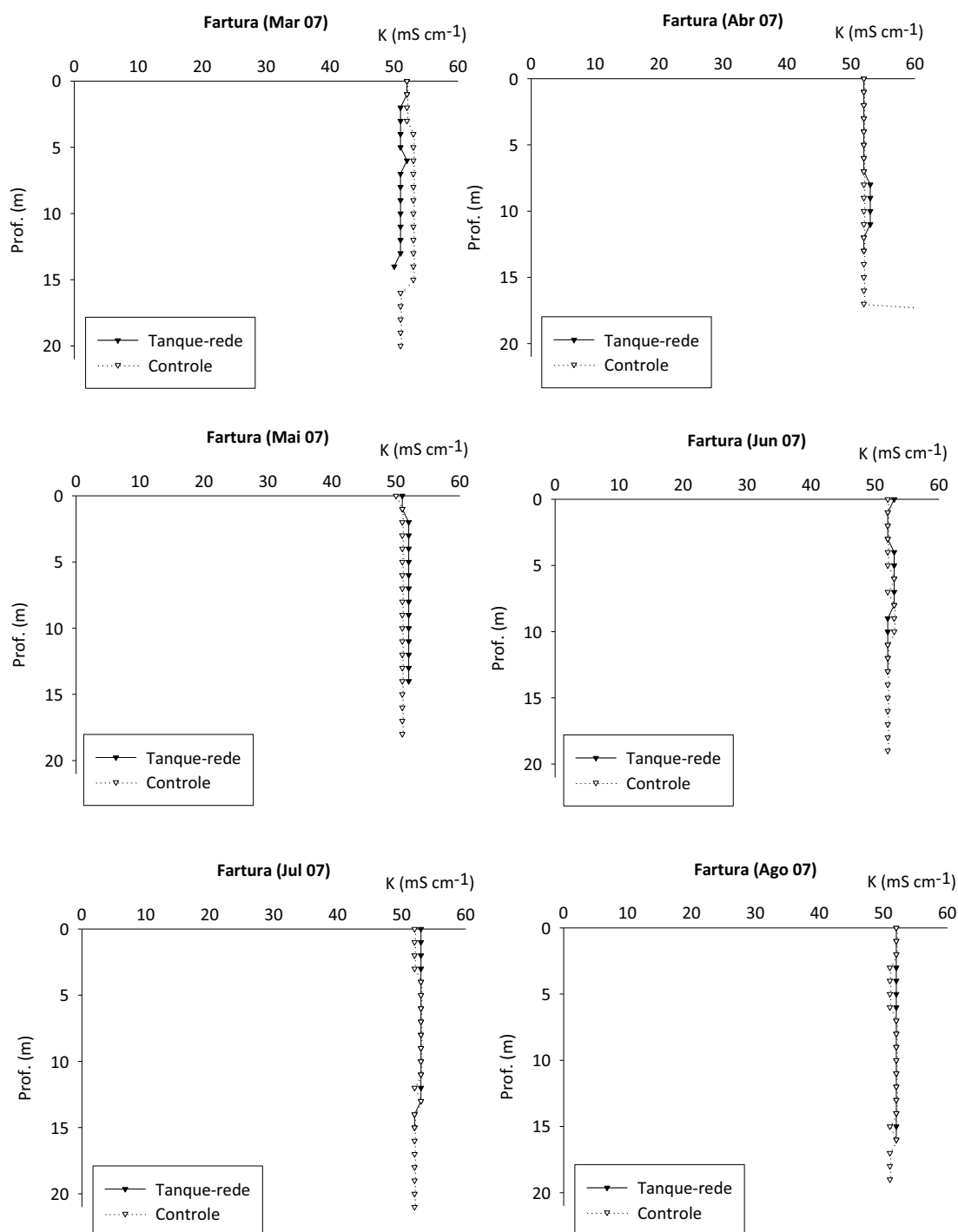


Figura 28. Perfis verticais de condutividade elétrica na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

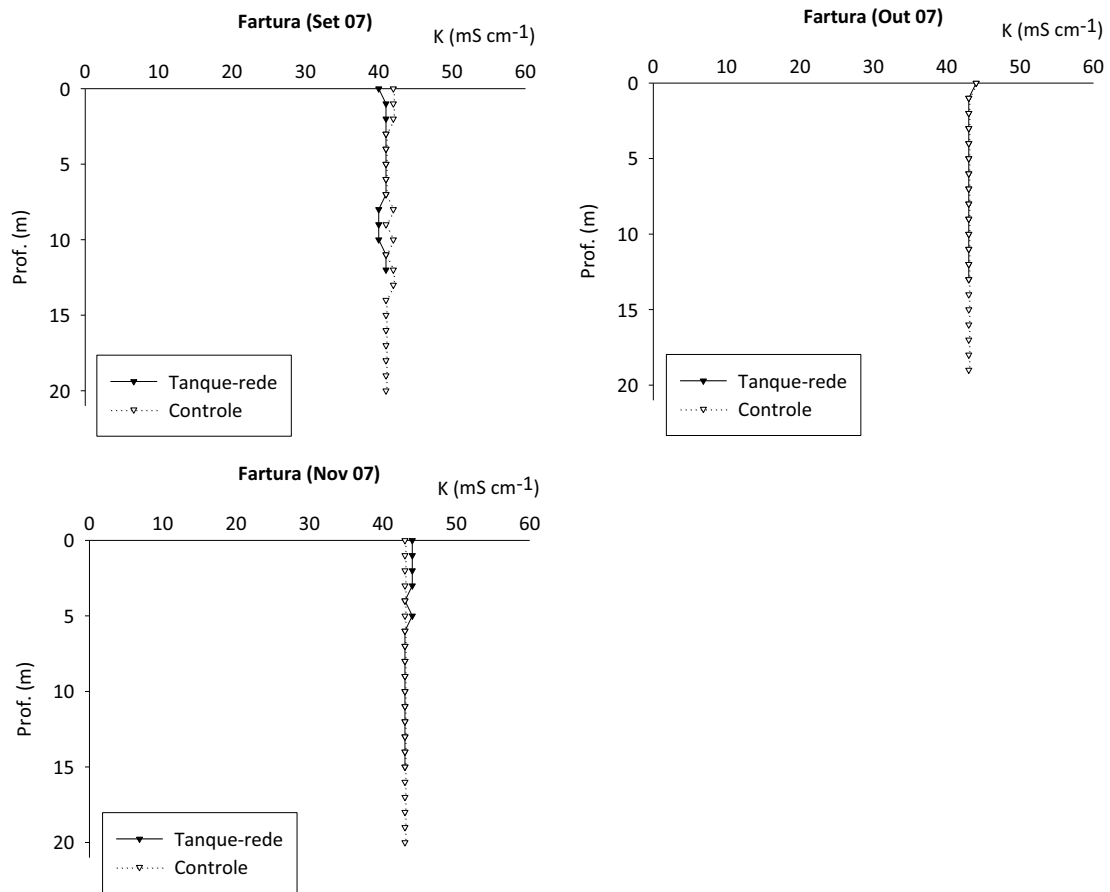


Figura 28. Continuação.

Turbidez

A Figura 29 apresenta os valores médios da turbidez nas regiões de Chavantes e Fartura. Em Chavantes os maiores valores ocorreram em jan/07 (4,49 NTU na área controle) e fev/07 (7,82 NTU na área dos tanques-rede). Os menores valores foram observados em jul/07 (1,02 NTU e 0,84 NTU) na área de tanques-rede e controle, respectivamente.

Em Fartura os maiores valores ocorreram em fev/07 (4,24 NTU na área controle) e mar/07 (6,00 NTU na área dos tanques-rede). Os menores valores foram observados em jul/07 (1,02 NTU e 0,84 NTU) na área de tanques-rede e controle, respectivamente.

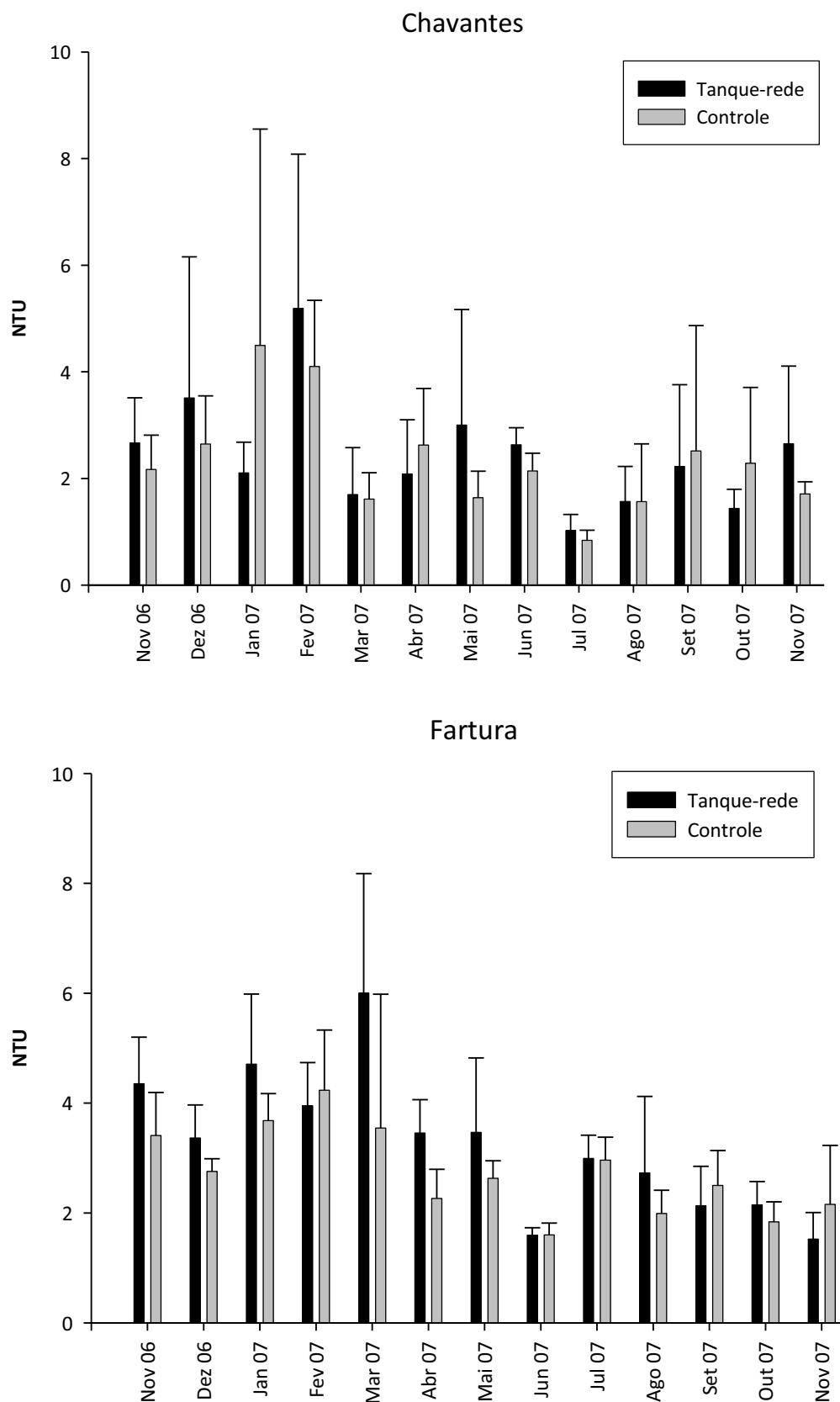


Figura 29. Variação dos valores médios e desvios-padrão (entre pontos de coleta) de turbidez (NTU) nas regiões de Chavantes e Fartura reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

Nutrientes totais: Fósforo e Nitrogênio

Nitrogênio Orgânico Total

Na Figura 30 estão apresentados os valores médios de nitrogênio orgânico total, nas regiões de Chavantes e Fartura. Os maiores valores de nitrogênio orgânico total em Chavantes ocorreram nos meses de nov/06 (0,41 mg L⁻¹) na área dos tanques-rede e em dez/06 (0,33 mg L⁻¹) na área controle e os menores no mês de fev/07 (0,15 mg L⁻¹) tanto na área dos tanques-rede, como na área controle.

Em Fartura, os maiores valores foram observados em dez/06 (0,40 mg L⁻¹) na área dos tanques-rede e (0,68 mg L⁻¹) na área controle. Os menores valores para esta região foram observados em nov/06 (0,15 mg L⁻¹) na área dos tanques-rede e em jul/07 (0,15 mg L⁻¹) na área controle.

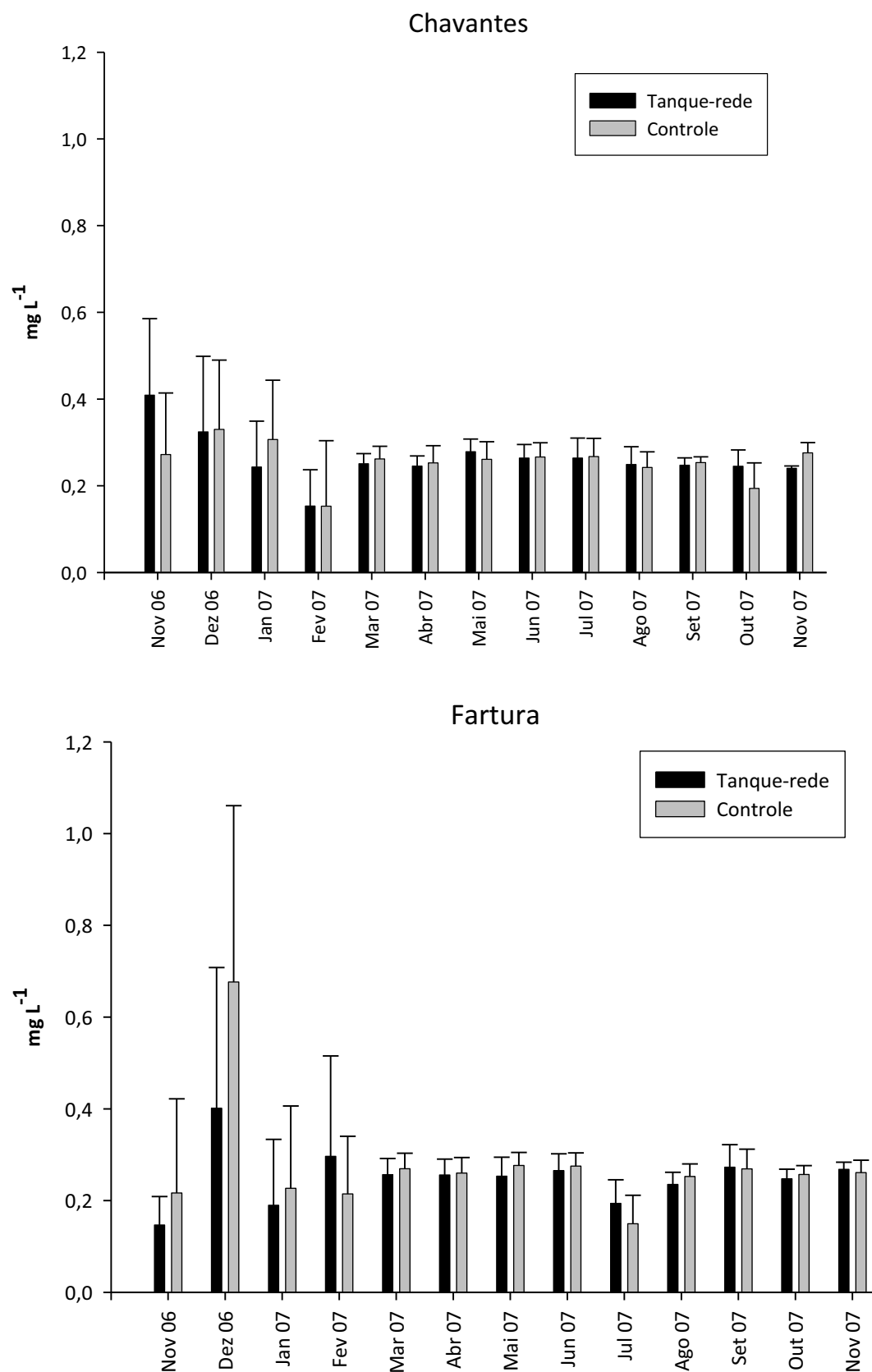


Figura 30. Variação dos valores médios e desvios-padrão (entre os pontos de coleta) de nitrogênio orgânico total (mg L^{-1}) nas regiões de Chavantes e Fartura reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

Fósforo Total

Na Figura 31 são apresentados os valores médios de fósforo total, nas regiões de Chavantes e Fartura. Os maiores valores de fósforo orgânico total em Chavantes ocorreram nos meses de fev/07 (0,09 mg L⁻¹ na área dos tanques-rede e 0,08 mg L⁻¹ na área controle) e out/07 (0,08 mg L⁻¹ na área controle). Os menores valores foram observados em nov/06 (0,01 mg L⁻¹ na área dos tanques-rede), dez/06 e jan/07 (0,02 mg L⁻¹ na área dos tanques-rede e controle).

Na região de Fartura os maiores valores foram observados em nov/06 (0,14 mg L⁻¹ na área dos tanques-rede), fev/07, mar/07 e set/07 (0,5 mg L⁻¹ na área controle). Os menores valores para esta região foram observados em fev/07 (0,1 mg L⁻¹) na área dos tanques-rede.

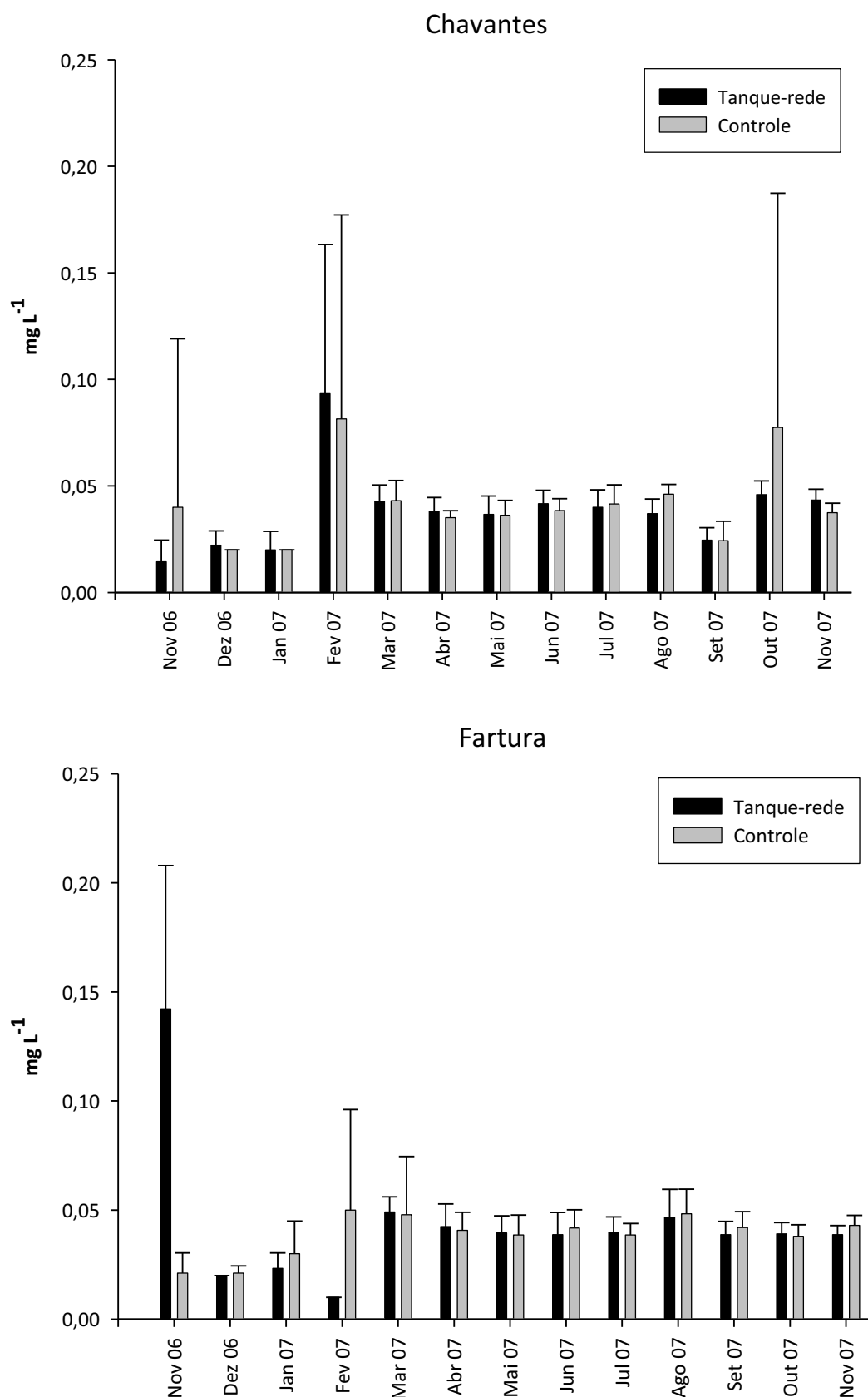


Figura 24. Variação dos valores médios e desvios-padrão (entre os pontos de coleta) de fósforo total (mg L^{-1}) nas regiões de Chavantes e Fartura.

Clorofila Total (clorofila *a* e feofitina)

As concentrações médias de clorofila estão apresentadas na Figura 32. Os maiores valores na região de Chavantes foram observados no mês de dez/06 (3,19 $\mu\text{g L}^{-1}$) para a área dos tanques-rede e controle (1,65 $\mu\text{g L}^{-1}$), e os menores valores foram observados em mai/07 (0,35 $\mu\text{g L}^{-1}$) na área dos tanques-rede e em nov/07 (0,45 $\mu\text{g L}^{-1}$) na área controle.

Para a região de Fartura, os maiores valores foram observados em Nov/06 (1,90 $\mu\text{g L}^{-1}$) para a área dos tanques-rede e (2,59 $\mu\text{g L}^{-1}$), e os menores valores foram observados em abr/07 (0,35 $\mu\text{g L}^{-1}$) na área dos tanques-rede e nos meses de ago/07 e set/07 (0,32 $\mu\text{g L}^{-1}$ e 0,31 $\mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente) na área controle.

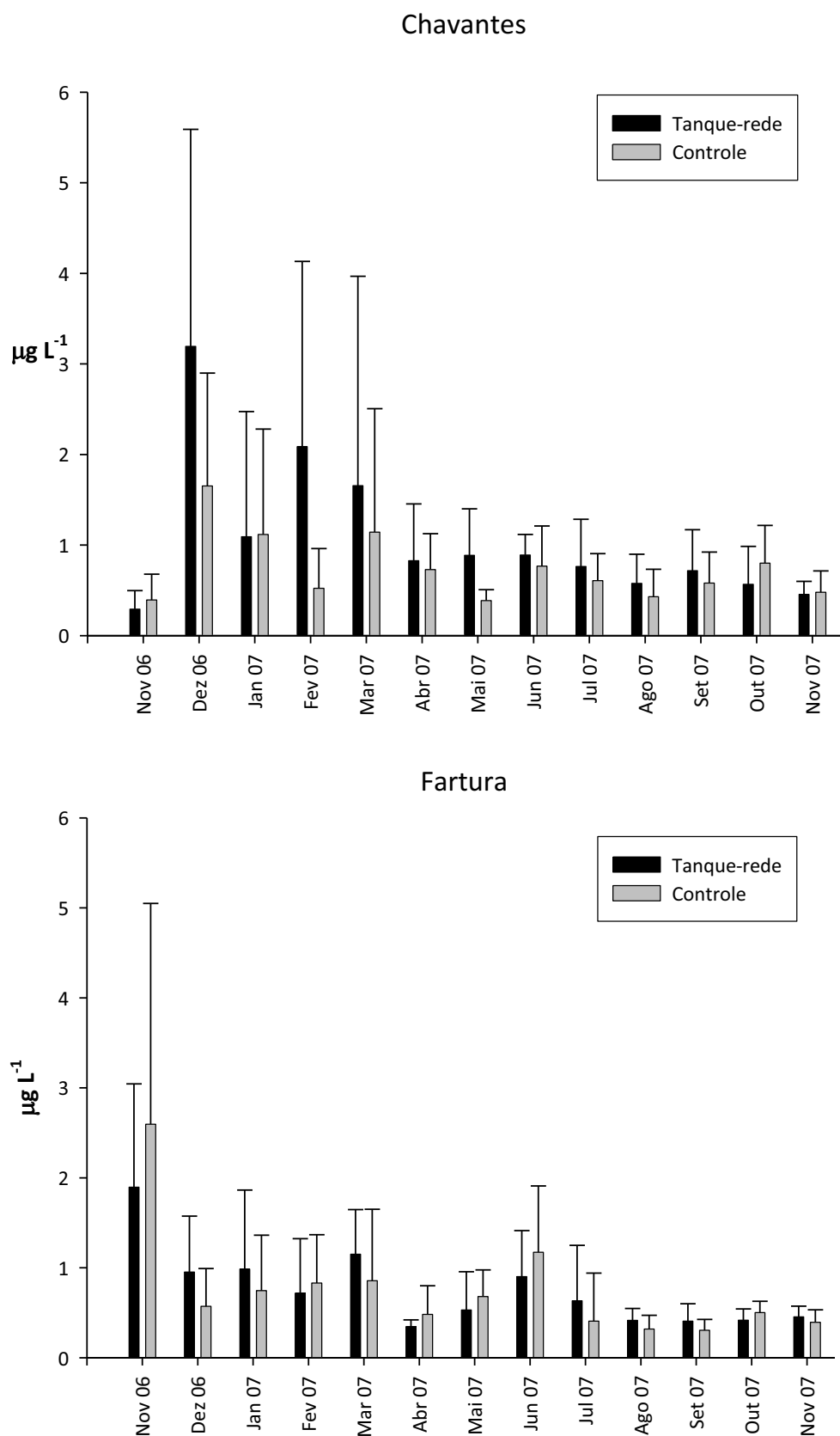


Figura 32. Variação dos valores médios e desvios-padrão (entre os pontos de coleta) de clorofila a total (mg L^{-1}) nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

Índice de Estado Trófico (IET)

As Figuras 33 e 34 apresentam os valores referentes ao índice de estado trófico de Carlson (1977), calculados mensalmente para a região de Chavantes e Fartura (tanque-rede e controle), considerando-se as três variáveis incluídas no cálculo: transparência, clorofila e P total. A Tabela 1 apresenta os valores médios do índice de estado trófico para ambas as regiões.

A Tabela 1 mostra que as regiões de Chavantes e de Fartura, apresentam diferentes classificações quanto ao grau de trofia quando consideradas as diferentes variáveis. Para o IET Transparência, os ambientes são considerados Hipereutróficos; para o IET P-Total, Mesotróficos e para a Clorofila a total, Oligotróficos. Contudo, os índices, independente da variável utilizada, não mostraram diferenças importantes quando comparadas áreas de tanque e controle.

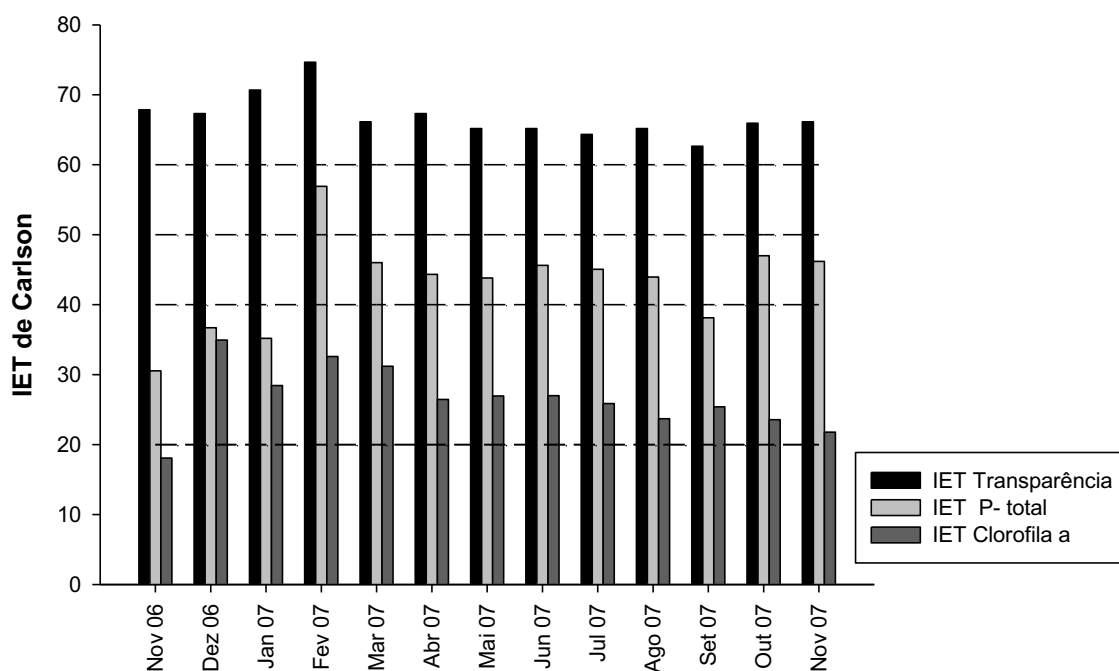
Na região de Chavantes, Figura 33, os valores do IET –Transparência, consideram o ambiente hipereutrófico em todo o período de estudo, tanto na área dos tanques-rede como na área controle. O IET P-total, variou entre eutrófico (fev/07), mesotrófico (mar/07 a ago/07, out/07 e nov/07) e oligotrófico (nov/06 à jan/07 e set/07) na área dos tanques-rede e entre eutrófico (fev/07 e out/07), mesotrófico (nov/06, mar/07 à ago/07 e nov/07) e oligotrófico (dez/06, jan/07 e set/07) na área controle. O IET Clorofila a total classificou o ambiente como oligotrófico em todo período de estudo, tanto na área dos tanques-rede como na área controle, exceto para o mês de nov/06 na área dos tanques-rede, onde foi classificado como ultra oligotrófico.

Na região de Fartura, Figura 34, os valores do IET –Transparência, consideram o ambiente hipereutrófico em todo o período de estudo, tanto na área dos tanques-rede como na área controle. O IET P-total, variou entre hipereutrófico (nov/06), mesotrófico (mar/07 a nov/07) e oligotrófico (dez/06, jan/07 e fev/07) na área dos tanques-rede e entre mesotrófico (jan/07 a nov/07) e oligotrófico (nov/06 e dez/06) na área controle. O IET Clorofila a total classificou o ambiente como oligotrófico na maior parte do todo período de estudo, exceto mês de abr/07 (ultra-oligotrófico) na área dos tanques-rede, assim como na área controle, exceto também para os meses de ago/07, set/07 e nov/07, onde foi classificado como ultra-oligotrófico.

Tabela 1. Valores médios (dados mensais) referentes ao Índice de estado trófico – Carlson (1977) para as regiões de Chavantes e Fartura, considerando-se as variáveis Transparência, P-total e Clorofila a total na área dos tanques-rede e controle.

	IET Transparência	IET P-total	IET Clorofila a total
Chavantes			
Tanque- rede	67 Hipereutrófico	43 Mesotrófico	27 Oligotrófico
Controle	67 Hipereutrófico	44 Mesotrófico	25 Oligotrófico
Fartura			
Tanque- rede	71 Hipereutrófico	44 Mesotrófico	25 Oligotrófico
Controle	69 Hipereutrófico	44 Mesotrófico	24 Oligotrófico

Chavantes - Tanque-rede



Chavantes - Controle

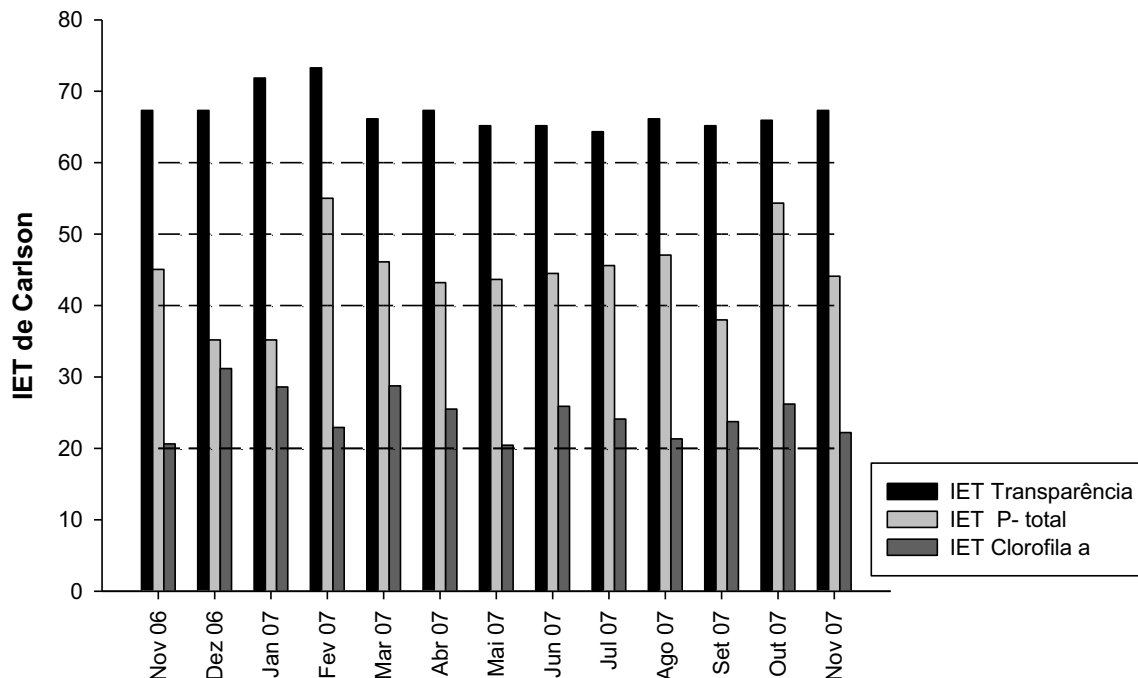


Figura 33. Valores do índice de estado trófico (IET) de Carlson para a região de Chavantes, área dos tanques-rede e controle, calculados para a transparência, clorofila a e fósforo total. Traços indicam, sucessivamente, limites para condições: Ultra oligotrófico < 20, Oligotrófico 21 – 40, Mesotrófico 41 – 50, Eutrófico 51 – 60, Hipereutrófico > 61.

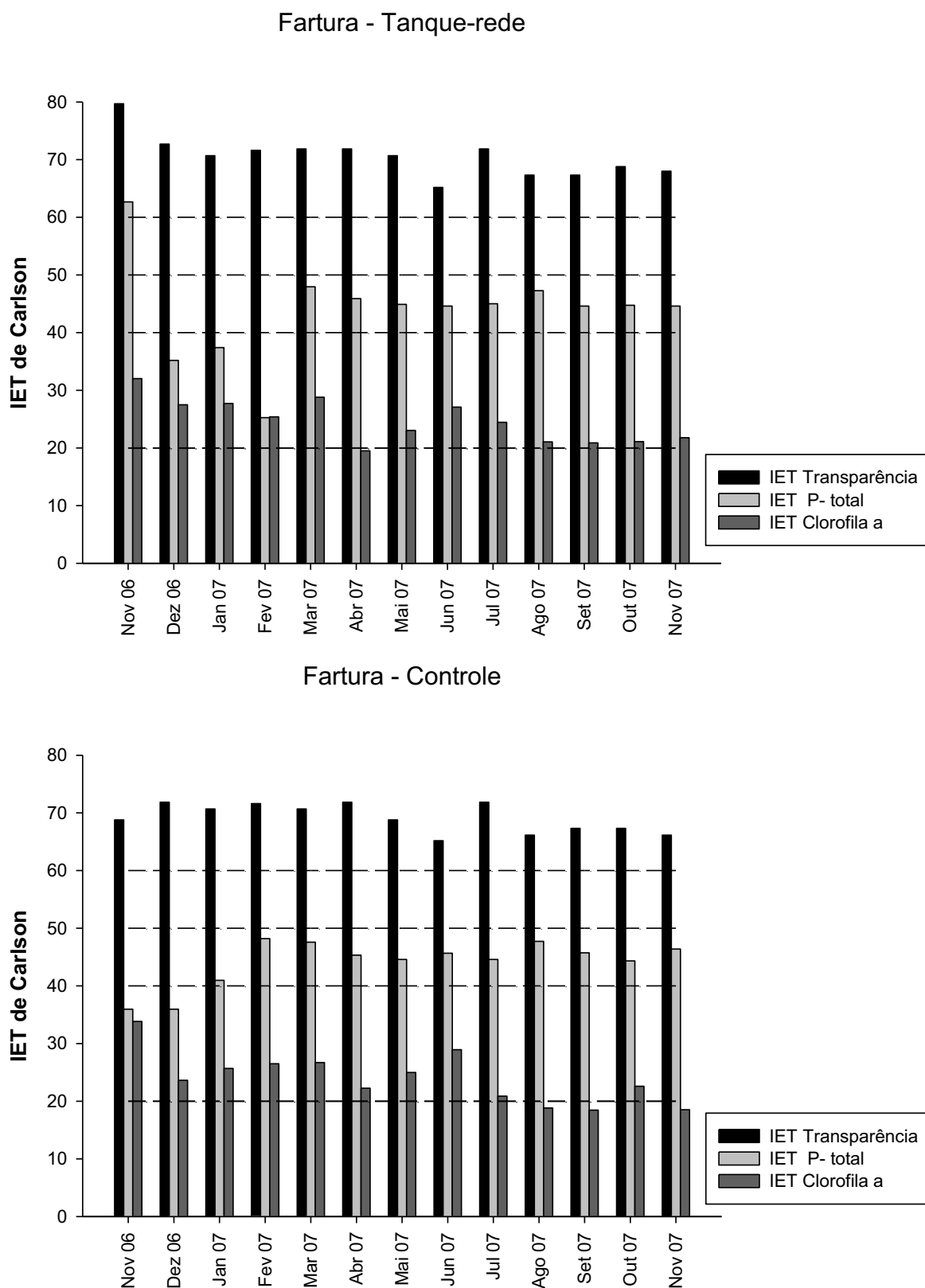


Figura 34. Valores do índice de estado trófico (IET) de Carlson para a região de Fartura, área dos tanques-rede e controle, calculados para a transparência, clorofila a e fósforo total. Traços indicam, sucessivamente, limites para condições: Ultra oligotrófico < 20, Oligotrófico 21 – 40, Mesotrófico 41 – 50, Eutrófico 51 – 60, Hipereutrófico > 61.

Análise de componentes principais das variáveis ambientais

Foram realizadas análises de componentes principais, em base às variáveis ambientais analisadas, para as regiões de Chavantes e Fartura, sendo considerados para fins de apresentação dos resultados os dois primeiros componentes.

Na região de Chavantes os dois primeiros eixos da análise de componentes principais explicaram 98,7% da variância dos dados ambientais, sendo 97,5% referentes ao primeiro componente (CP1) e 1,2% ao segundo componente (CP2). Em Fartura, os dois primeiros eixos da análise de componentes principais explicaram 98,4% da variância dos dados ambientais, sendo 96,5% referentes ao primeiro componente (CP1) e 1,7% ao segundo componente (CP2).

As Tabelas 2 e 3 mostram os valores de correlação das variáveis ambientais com os componentes 1 e 2 da análise, para as regiões de Chavantes e Fartura.

A análise de componentes principais para a região de Chavantes (Figura 35) apresentou correlação positiva das variáveis ambientais condutividade elétrica e transparência com o eixo 1, associadas ao período de menor pluviosidade (mai/07 a set/07) e correlação negativa das variáveis pH, temperatura, turbidez e clorofila associadas ao período chuvoso (nov/06 a mar/07). As variáveis condutividade elétrica e transparência apresentaram correlação positiva com o eixo 2, enquanto a temperatura e turbidez correlação negativa.

Em Fartura (Figura 36) o pH apresentou correlação negativa significativa com o eixo 1, associado ao período chuvoso (nov/06 a mar/07), enquanto a condutividade elétrica apresentou correlação positiva significativa com o mesmo eixo. O oxigênio dissolvido e a clorofila apresentaram correlação negativa, com o eixo 2.

Os resultados das análises de componentes principais não permitiram uma clara discriminação entre as áreas dos tanques-rede e controle. Provavelmente o fator que teve mais influência na distribuição das áreas foi a sazonalidade.

Tabela 2. Correlação das variáveis ambientais gerada pela análise de componentes principais para o reservatório de Chavantes, considerando os dois primeiros componentes.

Variáveis ambientais	Chavantes	
	CP 1	CP2
pH	-1,000	0,009
Condutividade elétrica (K)	0,581	0,424
Oxigênio Dissolvido (O.D)	-0,216	0,273
Temperatura (T)	-0,472	-0,456
Nitrogênio total (Nt)	0,214	0,059
Fósforo total (Pt)	0,640	-0,318
Turbidez (Turb.)	-0,493	-0,817
Clorofila a (Cloro.)	-0,466	-0,068
Transparência (Transp.)	0,505	0,581

Tabela 3. Correlação das variáveis ambientais gerada pela análise de componentes principais para o reservatório de Fartura, considerando os dois primeiros componentes.

Variáveis ambientais	Fartura	
	CP 1	CP2
pH	-1,000	0,000
Condutividade elétrica (K)	0,809	0,201
Oxigênio Dissolvido (O.D)	0,162	-0,955
Temperatura (T)	-0,210	-0,239
Nitrogênio total (Nt)	-0,169	0,065
Fósforo total (Pt)	0,021	-0,057
Turbidez (Turb.)	-0,265	-0,197
Clorofila a (Cloro.)	-0,281	-0,416
Transparência (Transp.)	0,252	0,298

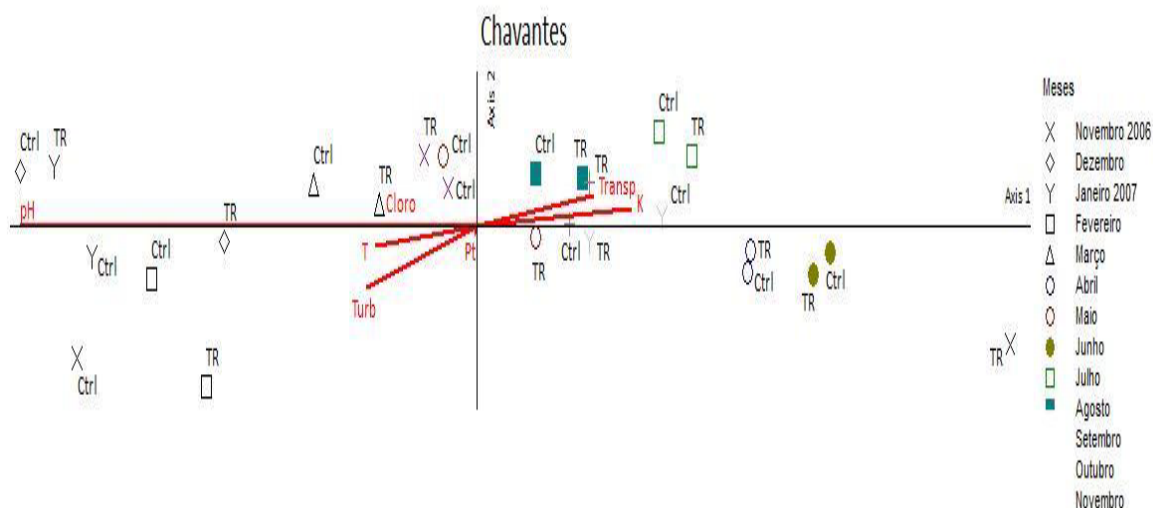


Figura 35. Análise de componentes principais das variáveis ambientais na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, para a área dos tanques-rede e controle.

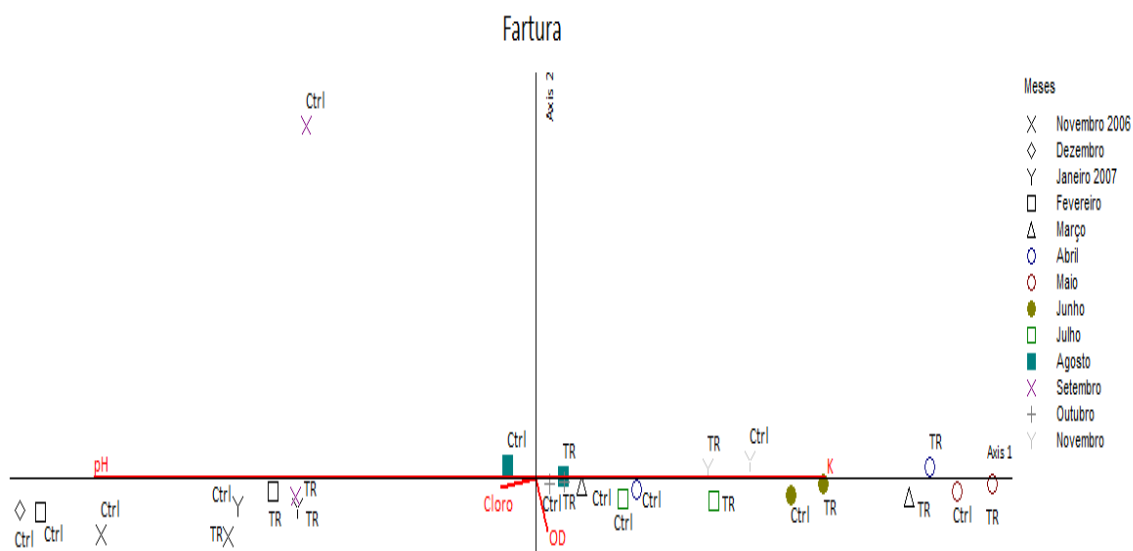


Figura 36. Análise de componentes principais das variáveis ambientais na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, para a área dos tanques-rede e controle.

Análise de variância

Foram realizadas ANOVAS *two-way* (*f* e *p*) para as variáveis ambientais entre as áreas e meses amostrados nas regiões de Chavantes e Fartura, visando detectar diferenças significativas entre as áreas dos tanques-rede e controle.

Na região de Chavantes, Tabela 4, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as áreas de tanques-rede e controle para pH ($f = 15,84$; $p = 0,00$), oxigênio dissolvido ($f = 12,44$; $p = 0,00$), temperatura ($f = 35,97$; $p = 0,00$) e transparência ($f = 7,12$; $p = 0,01$).

Em Fartura (Tabela 5) foram encontradas diferenças significativas entre as áreas dos tanques-rede e controle para pH ($f = 24,16$; $p = 0,00$), temperatura ($f = 26,63$; $p = 0,00$) e clorofila a total ($f = 13,67$; $p = 0,00$).

Tabela 4. Resultados das ANOVAS *two-way* (*f* e *p*) para as variáveis ambientais entre as áreas dos tanques-rede e controle na região de Chavantes no período de nov/06 a nov/07. Diferenças significativas ($p < 0,05$) estão destacadas em negrito.

Variáveis Ambientais	Chavantes	
	<i>f</i>	<i>p</i>
pH	15,84	0,00
Condutividade elétrica	0,00	0,97
Oxigênio dissolvido	12,44	0,00
Temperatura	35,97	0,00
Nitrogênio total	0,14	0,71
Fósforo total	0,21	0,65
Clorofila a total	0,36	0,55
Transparência	7,12	0,01

Tabela 5. Resultados das ANOVAS *two-way* (*f* e *p*) para as variáveis ambientais entre as áreas dos tanques-rede e controle na região de Fartura no período de nov/06 a nov/07. Diferenças significativas ($p < 0,05$) estão destacadas em negrito.

Variáveis Ambientais	Fartura	
	<i>f</i>	<i>p</i>
pH	24,16	0,00
Condutividade elétrica	0,54	0,47
Oxigênio dissolvido	1,79	0,19
Temperatura	26,63	0,00
Nitrogênio total	0,92	0,34
Fósforo total	2,18	0,15
Clorofila a total	13,67	0,00
Transparência	0,00	0,96

Assembléias Zooplanctônicas

Para a análise das assembléias zooplanctônicas, foram considerados os representantes dos grupos Cladocera, Copepoda e Rotifera. O grupo com maior número de táxons foi Rotifera, com 27 táxons (53%), distribuídos em 11 famílias, além de 1 representante da ordem Bdelloidea, seguido pelo grupo Cladocera, que foi representado por 18 táxons (35%), distribuídos em 6 famílias e o grupo Copepoda, que foi representado por 6 táxons (12%), distribuídos nas subordens Calanoida (2) e Cyclopoida (4).

Outros organismos estiveram presentes na amostragem do zooplâncton, entre eles Chaoboridae, Chironomidae, Ephemeroptera, Hydracarina, Turbellaria (*Mesostoma*), Oligochaeta, Ostracoda, além de ovos e larvas de peixes e outros crustáceos (larvas de camarão). Esses organismos, embora não quantificados, são importantes por apresentarem, muitas vezes, inter-relações com os grupos Cladocera, Copepoda e Rotifera, como por exemplo, relação de predação, e, portanto, são aqui mencionados por fazerem parte da fauna acessória.

Cladocera

Composição

As Tabelas 6 e 7, apresentam a lista das espécies de Cladocera que ocorreram na região de Chavantes e Fartura, respectivamente, com dados de frequência de ocorrência ($n = 147$ amostras) nas áreas de tanque-rede e controle. Considerando-se ambas as regiões do reservatório, este grupo foi representado por 18 táxons, distribuídos em 6 famílias. Considerou-se também a presença de indivíduos jovens e a espécie *Ceriodaphnia cornuta* foi subdividida nas formas *C. cornuta cornuta*, *C. cornuta intermedia* e *C. cornuta rigaudi*, uma vez que estas variações podem representar diferenças morfológicas, ou mesmo taxonômicas, associadas a alterações no ambiente.

Na região de Chavantes (Tabela 6) foram identificados 16 táxons, sendo que na área dos tanques-rede aparecem 15 táxons e na área controle 14. Esta diferença corresponde a presença das espécies *Alona quadrangularis* e *Macrothrix squamosa* que só ocorreram na área dos tanques-rede e a espécies *Simocephalus serrulatus* que só foi encontrado na área controle.

As espécies mais frequentes na região de Chavantes, área dos tanques-rede (Tabela 6) foram: *Ceriodaphnia cornuta rigaudi*, *Ceriodaphnia silvestrii*, *Diaphanosoma spinulosum*, *Ceriodaphnia cornuta intermedia*, *Bosmina hagmanni*, *Ceriodaphnia cornuta cornuta*, *Ceriodaphnia cornuta* jovem e *Diaphanosoma birgei*, com frequência de ocorrência superior a 70%. Na área controle (Tabela 6), as maiores frequências de ocorrência foram de *Ceriodaphnia silvestrii*, *Diaphanosoma spinulosum*, *Ceriodaphnia cornuta rigaudi*, *Ceriodaphnia cornuta intermedia*, *Bosmina hagmanni*, *Ceriodaphnia cornuta cornuta*, *Moina minuta* e *Daphnia gessneri*, também com valores superiores a 70%.

Na região de Fartura, Tabela 7, foram identificados 16 táxons, sendo que na área dos tanques-rede aparecem 14 táxons e na área controle 14. As espécies *Bosmina* jovem, *Leydigia ciliata* e *Camptocercus dady* só ocorreram na área dos tanques-rede e

a espécies *Chydorus* sp e *Simocephalus serrulatus* só foram encontrados na área controle.

As espécies mais freqüentes na região de Fartura, área dos tanques-rede (Tabela 7) foram: *Ceriodaphnia cornuta rigaudi*, *Ceriodaphnia silvestrii*, *Diaphanosoma spinulosum*, *Ceriodaphnia cornuta intermedia*, *Ceriodaphnia cornuta* jovem, *Ceriodaphnia cornuta cornuta*, *Moina minuta*, com freqüência de ocorrência superior a 70%. Na área controle (Tabela 7), as maiores freqüências de ocorrência foram de *Ceriodaphnia silvestrii*, *Diaphanosoma spinulosum*, *Ceriodaphnia cornuta intermedia*, *Ceriodaphnia cornuta rigaudi*, *Ceriodaphnia cornuta* jovem, *Daphnia gessneri*, *Moina minuta* e *Diaphanosoma birgei*, também com valores superiores a 70%.

Tabela 6. Lista das espécies de Cladocera identificadas na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07 e a frequência de ocorrência (n = 147 amostras) nas áreas de Tanques-rede e Controle.

Chavantes	Tanque-rede F.O (%)	Controle F.O (%)
Bosminidae		
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	12,8	18,4
<i>Bosmina freyi</i> De Melo & Hebert, 1994	66,7	63,2
<i>Bosmina hagmanni</i> (Stingelin, 1904)	79,5	84,2
<i>Bosmina</i> jovem	10,3	5,3
Chydoridae		
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Muller, 1875)	5,1	0,0
<i>Leydigia ciliata</i>	2,6	2,6
Daphniidae		
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886		
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> cf. <i>cornuta</i>	76,9	84,2
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> cf. <i>intermedia</i>	87,2	86,8
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> cf. <i>rigaudi</i>	94,9	89,5
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> jovem	76,9	81,6
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday, 1902	94,9	97,4
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967	66,7	71,1
<i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)	0,0	7,9
Macrothricidae		
<i>Macrothrix squamosa</i> Sars, 1901	2,6	0,0
Moinidae		
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	2,6	7,9
<i>Moina minuta</i> Hansen 1899	69,2	76,3
Sididae		
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	71,8	68,4
<i>Diaphanosoma brevireme</i> Sars, 1901	48,7	50,0
<i>Diaphanosoma fluviatile</i> Hansen, 1899	43,6	50,0
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967	89,7	94,7
<i>Diaphanosoma</i> jovem	18,0	26,3

Tabela 7. Lista das espécies de Cladocera identificadas na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07 e a frequência de ocorrência (n = 147 amostras) nas áreas de Tanques-rede e Controle.

Fartura	Tanque-rede	Controle
	F.O (%)	F.O (%)
Bosminidae		
<i>Bosmina freyi</i> De Melo & Hebert, 1994	41,2	47,2
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	64,7	63,9
<i>Bosmina</i> jovem	5,9	0,0
Chydoridae		
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Muller, 1875)	5,9	2,8
<i>Camptocercus daday</i> Stingelin, 1914	2,9	0,0
<i>Chydorus</i> sp	0,0	2,8
<i>Leydigia ciliata</i> Gauthier, 1939	2,9	0,0
Daphniidae		
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Sars, 1886		
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> cf. <i>cornuta</i>	76,5	76,4
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> cf. <i>intermedia</i>	91,2	91,7
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> cf. <i>rigaudi</i>	100,0	88,9
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> jovem	88,2	80,6
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday, 1902	97,1	100,0
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967	67,7	80,6
<i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)	0,0	11,1
Moinidae		
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	2,9	5,6
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	76,5	75,0
Sididae		
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	64,7	75,0
<i>Diaphanosoma brevireme</i> Sars, 1901	5,9	8,3
<i>Diaphanosoma fluviatile</i> Hansen, 1899	38,2	22,2
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967	97,1	94,4
<i>Diaphanosoma</i> jovem	23,5	22,2

Riqueza

Na região de Chavantes, a riqueza de espécies de Cladocera variou entre 5 (jul/07) e 14 táxons (jan/07) na área dos tanques-rede e entre 7 (jul/07) e 14 táxons (nov/06, jan/07 e mar/07) na área controle (Figura 37).

Na Figura 38, estão apresentados os valores de riqueza de espécies de Cladocera para a região de Fartura, que variou entre 8 (mar/07 e abr/07) e 11 táxons (jan/07) na área dos tanques-rede e entre 8 (fev/07, jul/07 e ago/07) e 12 táxons (jan/07) na área controle.

Pode se observar através das Figuras 37 e 38, tanto para a região de Chavantes como para a região de Fartura, que em geral os maiores valores de riqueza de espécies de Cladocera ocorreram na área controle durante a maior parte (8 meses) do período de estudo.

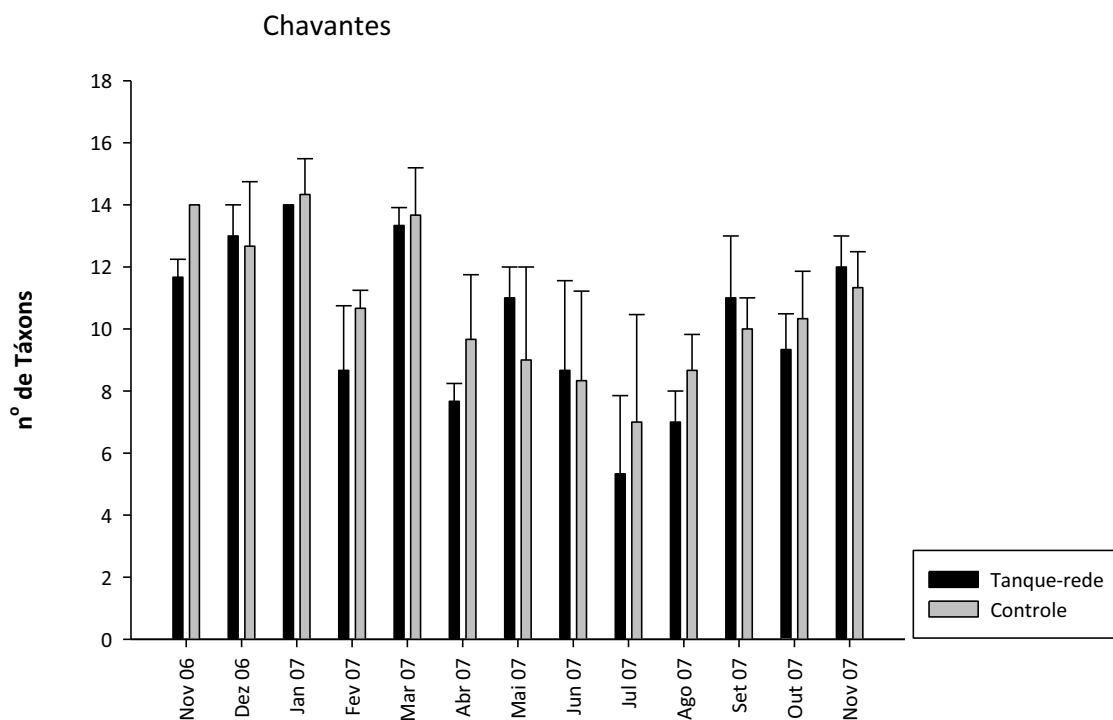


Figura 37. Variação da riqueza (média e desvios-padrão entre os pontos) de espécies de Cladocera na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

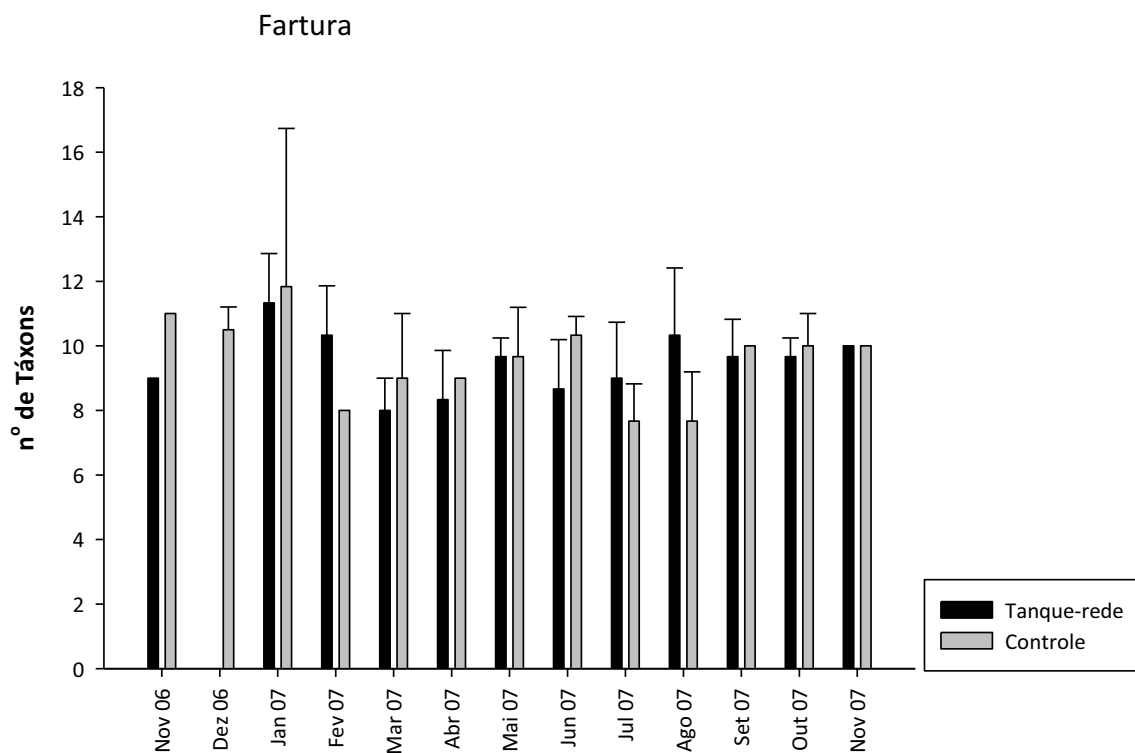


Figura 38. Variação da riqueza (média e desvios-padrão entre os pontos) de espécies de Cladocera na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Diversidade

Os valores da diversidade de Cladocera, calculados pelo Índice de Shannon Wiener (H'), variaram, na região de Chavantes entre 1,66 bits. ind.⁻¹ (nov/06) e 2,72 bits. ind.⁻¹ (jan/07) na área dos tanques-rede e entre 1,72 bits. ind.⁻¹ (fev/07) e 3 bits. ind.⁻¹ (jan/07) na área controle (Figura 39). Na maioria dos meses (9) a diversidade foi maior na área controle.

Na região de Fartura (Figura 40), os valores de diversidade variaram entre 0,567 bits. ind.⁻¹ (nov/06) e 2,84 bits. ind.⁻¹ (ago/07) na área dos tanques-rede e entre 1,51 bits. ind.⁻¹ (mar/07) e 2,73 bits. ind.⁻¹ (mai/07) na área controle.

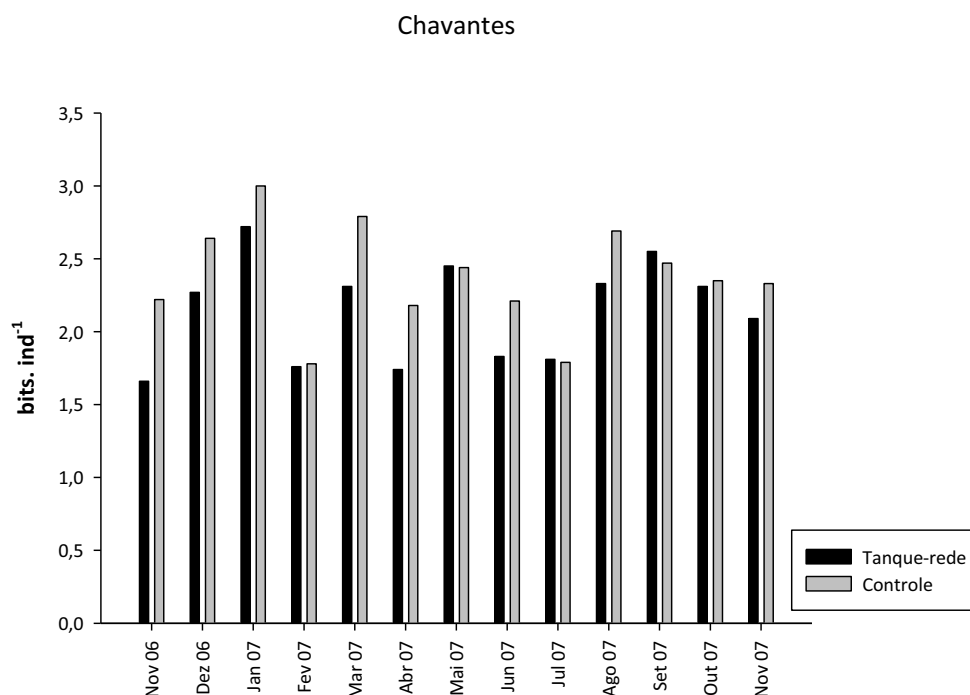


Figura 39. Variação da diversidade de Shannon-Wiener H' (bits ind⁻¹), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

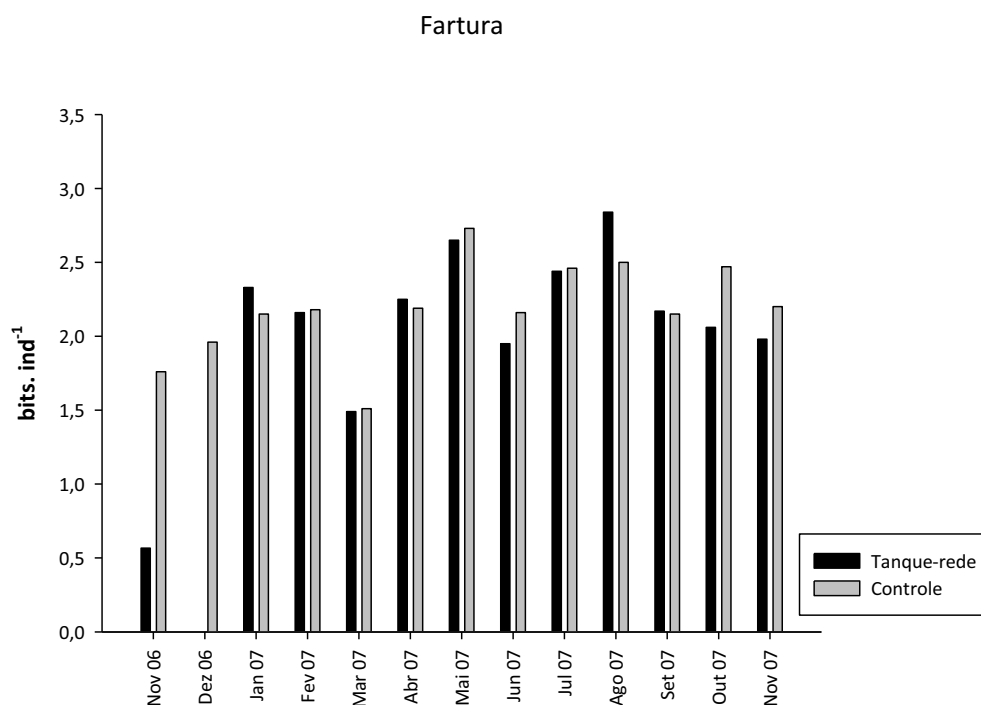


Figura 40. Variação da diversidade de Shannon-Wiener H' (bits ind⁻¹), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

Abundância absoluta

A variação da abundância absoluta de Cladocera está representada pelas Figuras 41 e 42. Os maiores valores ocorreram nos meses de nov/06 e dez/06, na região de Chavantes e Fartura, tanto na área dos tanques-rede quanto na área controle. Contudo, é importante observar que a amostragem realizada nesses meses difere do período restante devido à alteração na rede utilizada nas coletas, conforme explicado no item Materiais e Métodos. Na região de Fartura, no mês de dez/06 só houve coleta na área controle.

Na região de Chavantes, Figura 41, os valores de abundância absoluta nos meses de nov/06 e dez/06 foram de 5550 ind. m^{-3} e 6088 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, e de 9816 ind. m^{-3} e 1748 ind. m^{-3} na área controle, respectivamente. No período de jan/07 a nov/07, os maiores valores de abundância foram registrados no mês de fev/07, com 557 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede e 1438 ind. m^{-3} na área controle. Os menores valores ocorreram em ago/07, com 20,3 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede e 20,7 ind. m^{-3} na área controle.

Na região de Fartura, Figura 42, a abundância absoluta de cladóceros no mês de nov/06, para a área dos tanques-rede, foi de 2665 ind. m^{-3} . Os valores referentes a área controle nos meses de nov/06 e dez/06 foram de 2602 ind. m^{-3} e 5835 ind. m^{-3} , respectivamente. No período de jan/07 a nov/07, os maiores valores de abundância foram registrados no mês de fev/07, com 1294 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede e 938 ind. m^{-3} na área controle. Os menores valores ocorreram em ago/07, com 99 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, e em jul/07, com 39 ind. m^{-3} na área controle. Na maioria dos meses (8) a abundância de cladóceros foi maior na área dos tanques-rede.

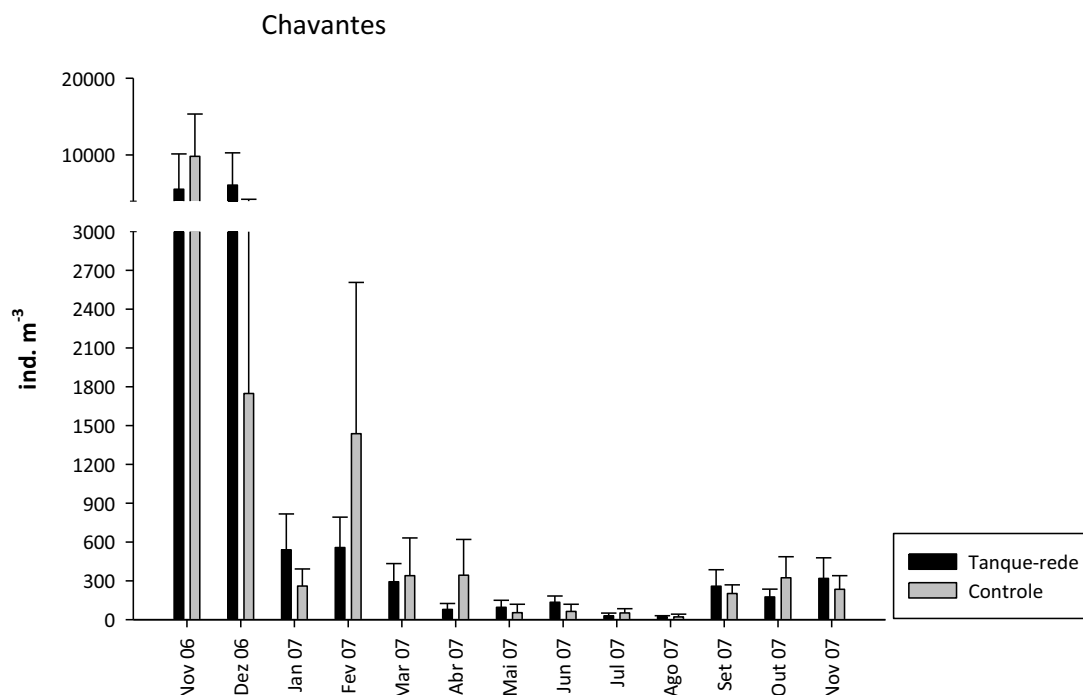


Figura 41. Variação da abundância absoluta (média e desvios-padrão entre os pontos) de Cladocera (ind. m⁻³), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

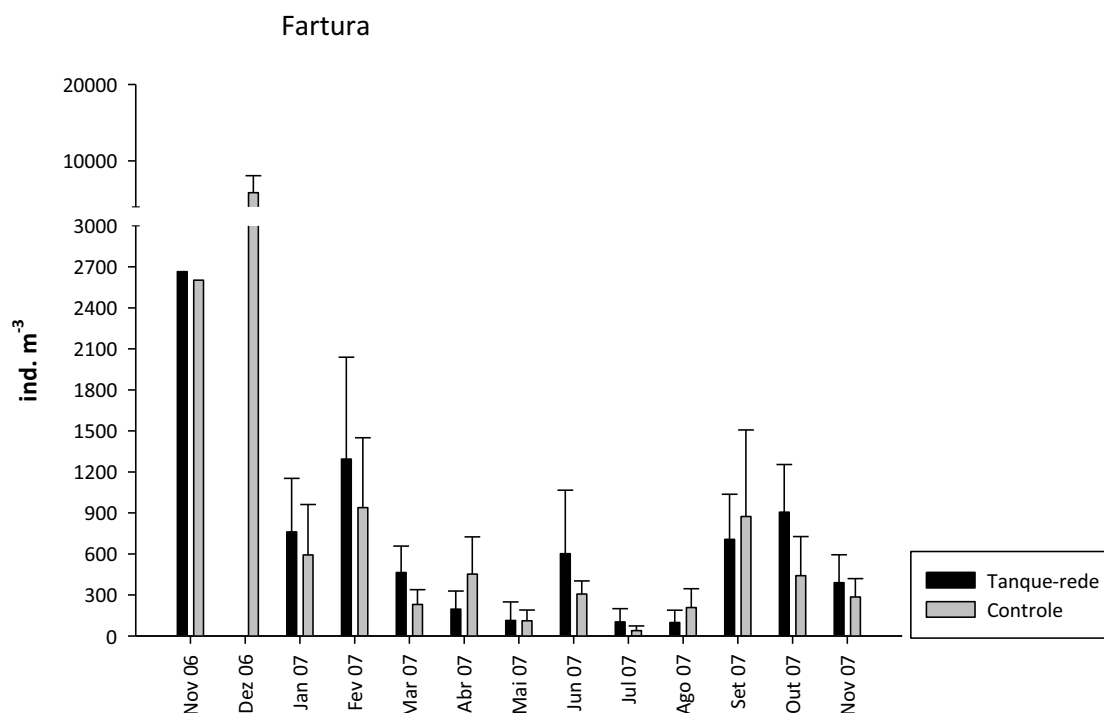


Figura 42. Variação da abundância absoluta (média e desvios-padrão entre os pontos) de Cladocera (ind. m⁻³), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

Abundância relativa

As famílias mais representativas quanto à abundância relativa de Cladocera nas regiões de Chavantes e Fartura foram Daphniidae e Sididae. A família Bosminidae também apresentou picos de abundância nas duas regiões.

Na região de Chavantes (Figuras 43 e 44), a representatividade da família Bosminidae variou entre 0 (fev/07) e 59,3% (ago/07), enquanto as famílias Daphniidae e Sididae, variaram de 25,3% (ago/07) a 81% (nov/06 e nov/07) e de 5,1% (jun/07) a 67,7% (fev/07, respectivamente, na área dos tanques-rede (Figura 43). Na área controle (Figura 44) a proporção da família Bosminidae variou entre 0,1 (fev/07) e 46,9% (set/07), enquanto as famílias Daphniidae e Sididae, variam de 22,3% (fev/07) a 82,1% (nov/07) e de 4,9% (fev/07) a 75,5% (nov/07), respectivamente.

Nas Figuras 45 e 46, estão apresentados os valores da abundância relativa para a região de Fartura, a família Bosminidae apresentou um pico de abundância no mês de ago/07, representando 36,8% dos cladóceros. A família Daphniidae foi a mais representativa durante todo o período de estudo, apresentando os maiores valores nos meses de nov/06 (93,5%), jun/07 (80%) e jul/07 (83,4%), enquanto que a família Sididae, variou de 4,8% (nov/06) a 50,5% (jan/07) na área dos tanques-rede (Figura 45). Na área controle (Figura 46), a família Bosminidae também apresentou um pico de abundância no mês de ago/07 com representatividade de 52,5%. As famílias Daphniidae e Sididae, variam de 33,8% (jan/07) a 77% (mar/07) e de 8,3% (jun/07) a 58% (jan/07), respectivamente.

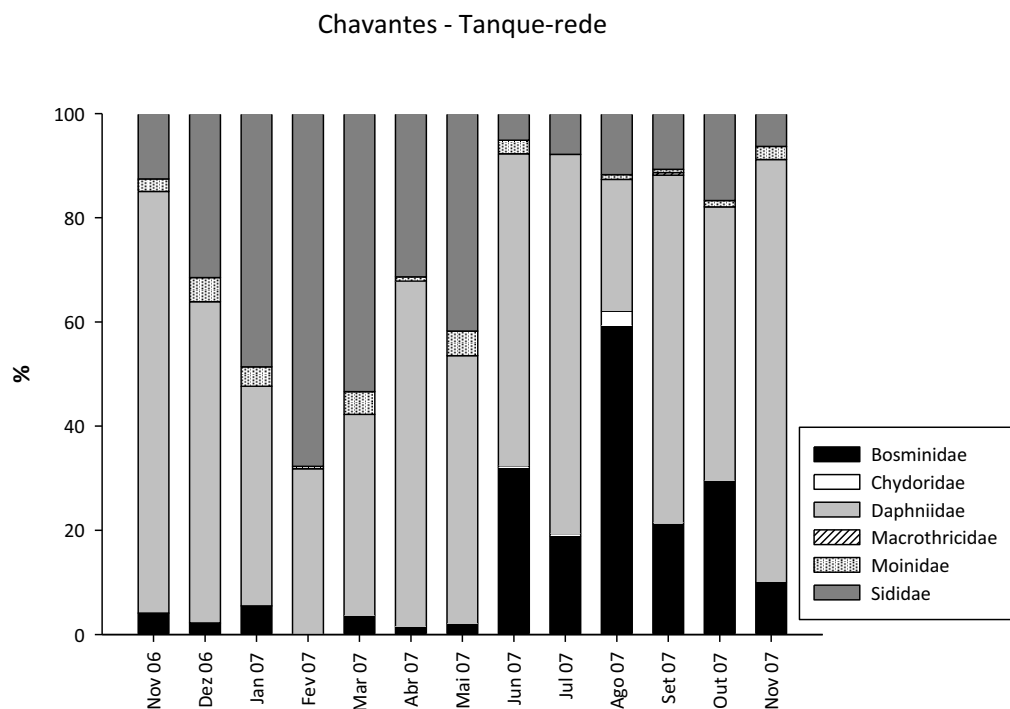


Figura 43. Valores de abundância relativa das famílias de Cladocera (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

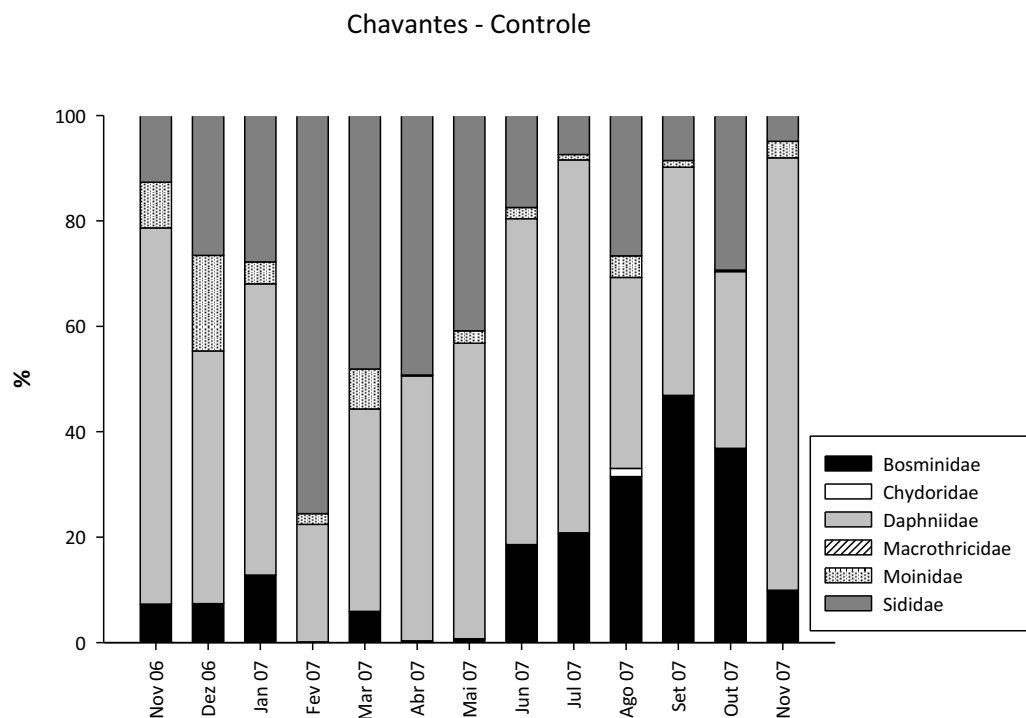


Figura 44. Valores de abundância relativa das famílias de Cladocera (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área controle.

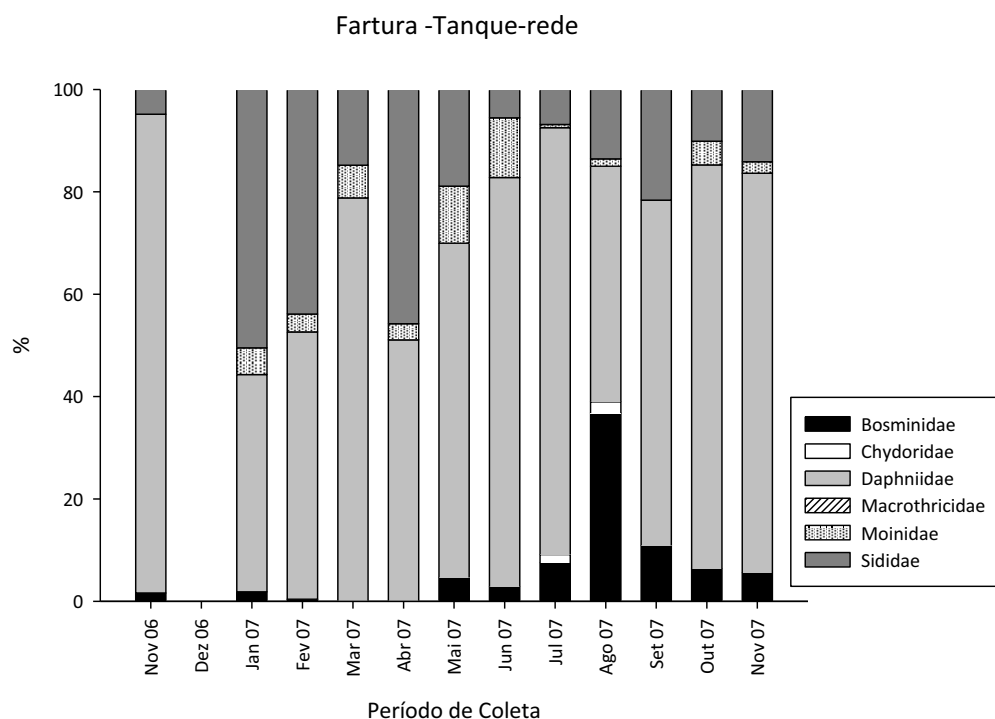


Figura 45. Valores de abundância relativa das famílias de Cladocera (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

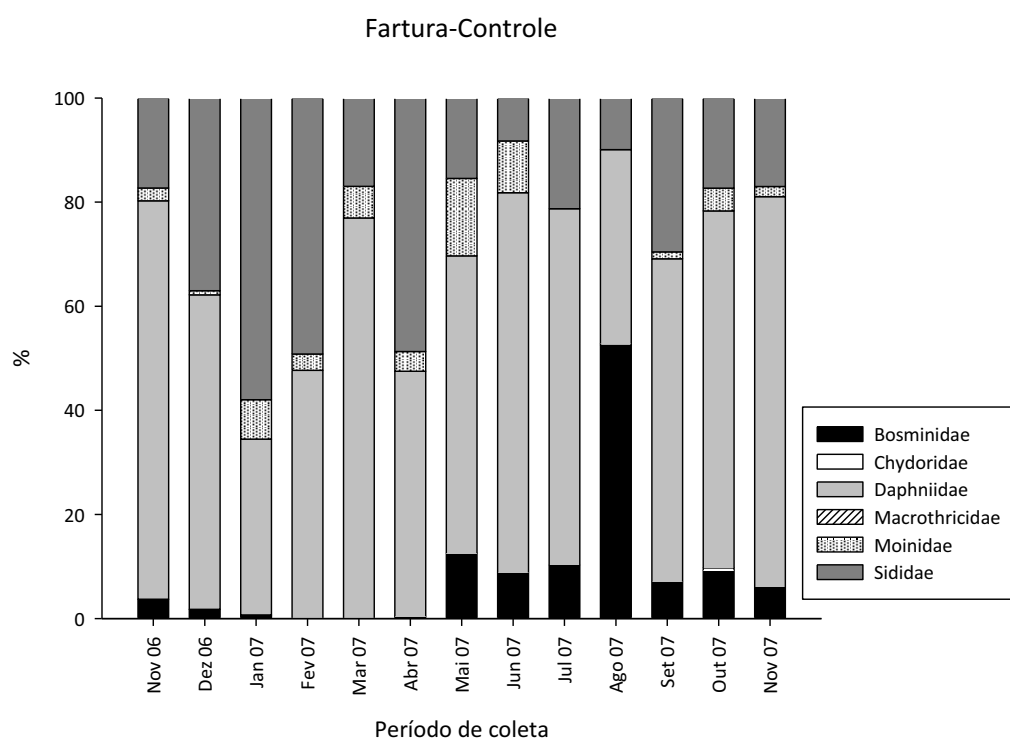


Figura 46. Valores de abundância relativa das famílias de Cladocera (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área controle.

Variação temporal das principais espécies de Cladocera

As Figuras 47, 48, 49, 50, 51, 52 e 53 mostram a flutuação sazonal das espécies de Cladocera, cujas famílias tiveram grande representatividade na abundância relativa do grupo durante o período de estudos, nas regiões de Chavantes e Fartura, nas áreas dos tanques-rede e controle.

A Figura 47 apresenta a flutuação sazonal (média entre pontos) da espécie *Ceriodaphnia conuta* (formas *cornuta*, *intermedia* e *rigaudi*), na região de Chavantes, área dos tanques-rede e controle. Na área dos tanques-rede, os maiores valores apresentados foram: *C. cornuta cornuta* com maior abundância nos meses de fev/07 (45 ind. m⁻³) e nov/07 (32 ind. m⁻³), *C. cornuta intermedia* nos meses de jan/07 (52 ind. m⁻³) e fev/07 (67 ind. m⁻³) e *C. cornuta rigaudi* nos meses de jan/07 (49 ind. m⁻³), fev/07 (50 ind. m⁻³), mar/07 (45 ind. m⁻³) e nov/07 (84 ind. m⁻³). Na área controle, os maiores valores apresentados foram: *C. cornuta cornuta* com maior abundância no mês de fev/07 (87 ind. m⁻³), *C. cornuta intermedia* nos meses de fev/07 (110 ind. m⁻³) e abr/07 (60 ind. m⁻³) e *C. cornuta rigaudi* nos meses de fev/07 (73 ind. m⁻³) e nov/07 (46 ind. m⁻³).

Na região de Fartura a flutuação sazonal (média entre pontos) da espécie *Ceriodaphnia conuta* (formas *cornuta*, *intermedia* e *rigaudi*), estão apresentadas na Figura 48. Na área dos tanques-rede, os maiores valores apresentados foram: *C. cornuta cornuta* com maior abundância nos meses de fev/07 (117 ind. m⁻³) e out/07 (146 ind. m⁻³), *C. cornuta intermedia* nos meses de mar/07 (102 ind. m⁻³), set/07 (94 ind. m⁻³) e out/07 (158 ind. m⁻³) e *C. cornuta rigaudi* nos meses de jun/07 (60 ind. m⁻³), set/07 (113 ind. m⁻³) e out/07 (168 ind. m⁻³). Na área controle, os maiores valores apresentados foram: *C. cornuta cornuta* com maior abundância no mês de set/07 (76 ind. m⁻³), *C. cornuta intermedia* nos meses de jan/07 (56 ind. m⁻³), fev/07 (60 ind. m⁻³), mar/07 (59 ind. m⁻³) e set/07 (50 ind. m⁻³) e *C. cornuta rigaudi* nos meses de jan/07 (60 ind. m⁻³), set/07 (130 ind. m⁻³) e out/07 (82 ind. m⁻³).

Na região de Chavantes a espécie *C. silvestrii* Figuras 49, apresentou picos de abundância nos meses jan/07 (42 ind. m⁻³), jun/07 (68 ind. m⁻³), set/07 (75 ind. m⁻³) e

nov/07 (82 ind. m^{-3}) na área dos tanques rede e nos meses de set/07 (40 ind. m^{-3}) e nov/07 (58 ind. m^{-3}) na área controle. Em Fartura, os picos de abundância ocorreram nos meses de fev/07 (373 ind. m^{-3}), jun/07 (337 ind. m^{-3}), set/07 (129 ind. m^{-3}) e out/07 (185 ind. m^{-3}) na área dos tanques-rede e nos meses de fev/07 (279 ind. m^{-3}), abr/07 (132 ind. m^{-3}), jun/07 (159 ind. m^{-3}), set/07 (197 ind. m^{-3}) e out/07 (106 ind. m^{-3}) na área controle.

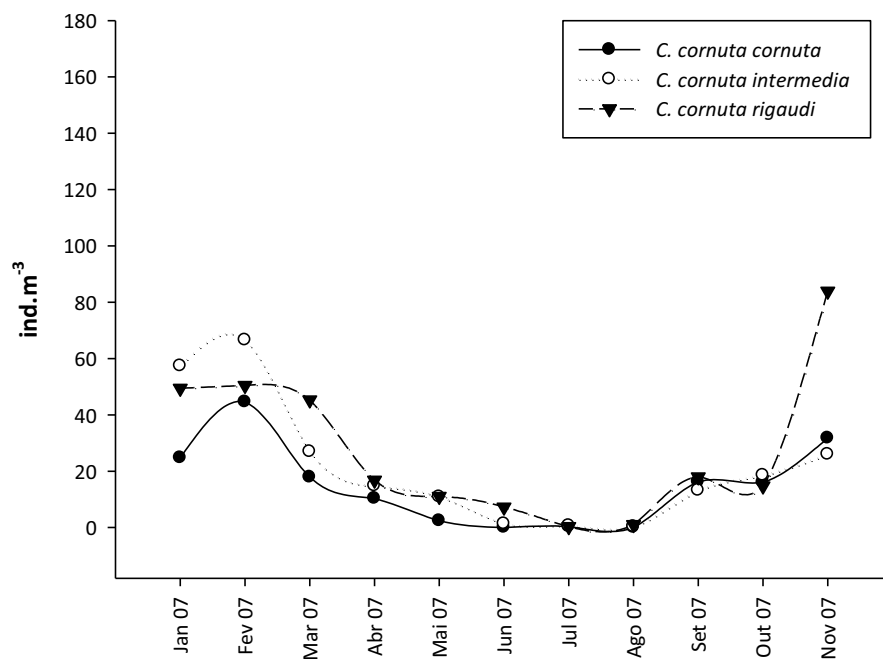
A flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Diaphanosoma birgei*, *Diaphanosoma brevireme*, *Diaphanosoma fluviatile* e *Diaphanosoma spinulosum*, nas regiões de Chavantes e Fartura, nas áreas dos tanques-rede e controle estão apresentadas nas Figuras 50 e 51. Em Chavantes (Figura 50), os maiores valores de abundância de *D. birgei* ocorreram nos meses de jan/07 (57 ind. m^{-3}), fev/07 (281 ind. m^{-3}) e mar/07 (99 ind. m^{-3}) na área dos tanques-rede e em fev/07 (762 ind. m^{-3}), mar/07 (55 ind. m^{-3}) e abr/07 (71 ind. m^{-3}) na área controle; *D. brevireme* em jan/07 (23 ind. m^{-3}) na área dos tanques-rede e nos meses de mar/07 e abr/07 (9 ind. m^{-3}) na área controle; *D. fluviatile* no mês de jan/07 (32 ind. m^{-3}) na área dos tanques-rede e nos meses de fev/07 (43 ind. m^{-3}) e abr/07 (44 ind. m^{-3}) na área controle e *D. spinulosum* nos meses de jan/07 (128 ind. m^{-3}) e fev/07 (81 ind. m^{-3}) na área dos tanques-rede e fev/07 (252 ind. m^{-3}), mar/07 (80 ind. m^{-3}) e out/07 (89 ind. m^{-3}) na área controle.

Na região de Fartura (Figura 51), os maiores valores de abundância de *D. birgei* ocorreram nos meses de jan/07 (227 ind. m^{-3}) e fev/07 (393 ind. m^{-3}) na área dos tanques-rede e em jan/07 (219 ind. m^{-3}), fev/07 (207 ind. m^{-3}) e abr/07 (151 ind. m^{-3}) na área controle; *D. brevireme* ocorreu somente nos meses de jan/07 (8 ind. m^{-3}) e abr/07 (1 ind. m^{-3}) na área dos tanques-rede e nos meses de mar/07, mai/07 (1 ind. m^{-3} em cada mês) e out/07 (2 ind. m^{-3}) na área controle; *D. fluviatile* apresentou valor máximo no mês de fev/07 (27 ind. m^{-3}) na área dos tanques-rede e no mês de ago/07 (8 ind. m^{-3}) na área controle e *D. spinulosum* apresentou maiores valores nos meses de jan/07 (98 ind. m^{-3}) e fev/07 (105 ind. m^{-3}), set/07 (147 ind. m^{-3}) e out/07 (78 ind. m^{-3}) na área dos tanques-rede e em jan/07 (101 ind. m^{-3}), fev/07 (236 ind. m^{-3}) e set/07 (258 ind. m^{-3}) na área controle.

A Figura 52 apresenta a flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Bosmina freyi* e *B. hagmanni* na região de Chavantes, área dos tanques-rede e controle. Na área dos tanques-rede, os maiores valores apresentados foram; *B. freyi* com maior abundância nos meses de set/07 (40 ind. m⁻³) e out/07 (38 ind. m⁻³) e *B. hagmanni* no mês de jun/07 (41 ind. m⁻³). Na área controle, os maiores valores apresentados foram: *B. freyi* com maior abundância nos meses de set/07 (71 ind. m⁻³) e out/07 (105 ind. m⁻³) e *B. hagmanni* no mês de set/07 (23 ind. m⁻³).

Na região de Fartura a flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Bosmina freyi* e *B. hagmanni* estão apresentadas na Figura 53. Na área dos tanques-rede, os maiores valores apresentados foram: *B. freyi* com maior abundância nos meses de set/07 (36 ind. m⁻³) e out/07 (37 ind. m⁻³) e *B. hagmanni* no mês de set/07 (40 ind. m⁻³). Na área controle, os maiores valores apresentados foram: *B. freyi* com maior abundância nos meses de ago/07 (32 ind. m⁻³), set/07 (36 ind. m⁻³) e out/07 (32 ind. m⁻³) e *B. hagmanni* no mês de ago/07 (76 ind. m⁻³).

Chavantes - Tanque-rede



Chavantes - Controle

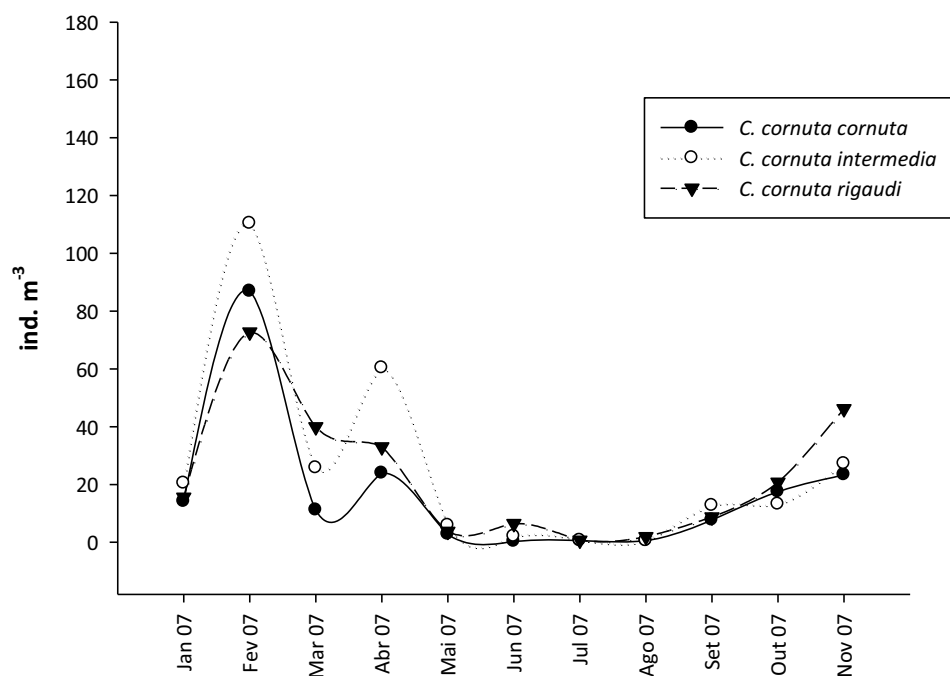


Figura 47. Flutuação sazonal (média entre pontos) da espécie *Ceriodaphnia cornuta* (formas *cornuta*, *intermedia* e *rigaudi*) (ind m⁻³) na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

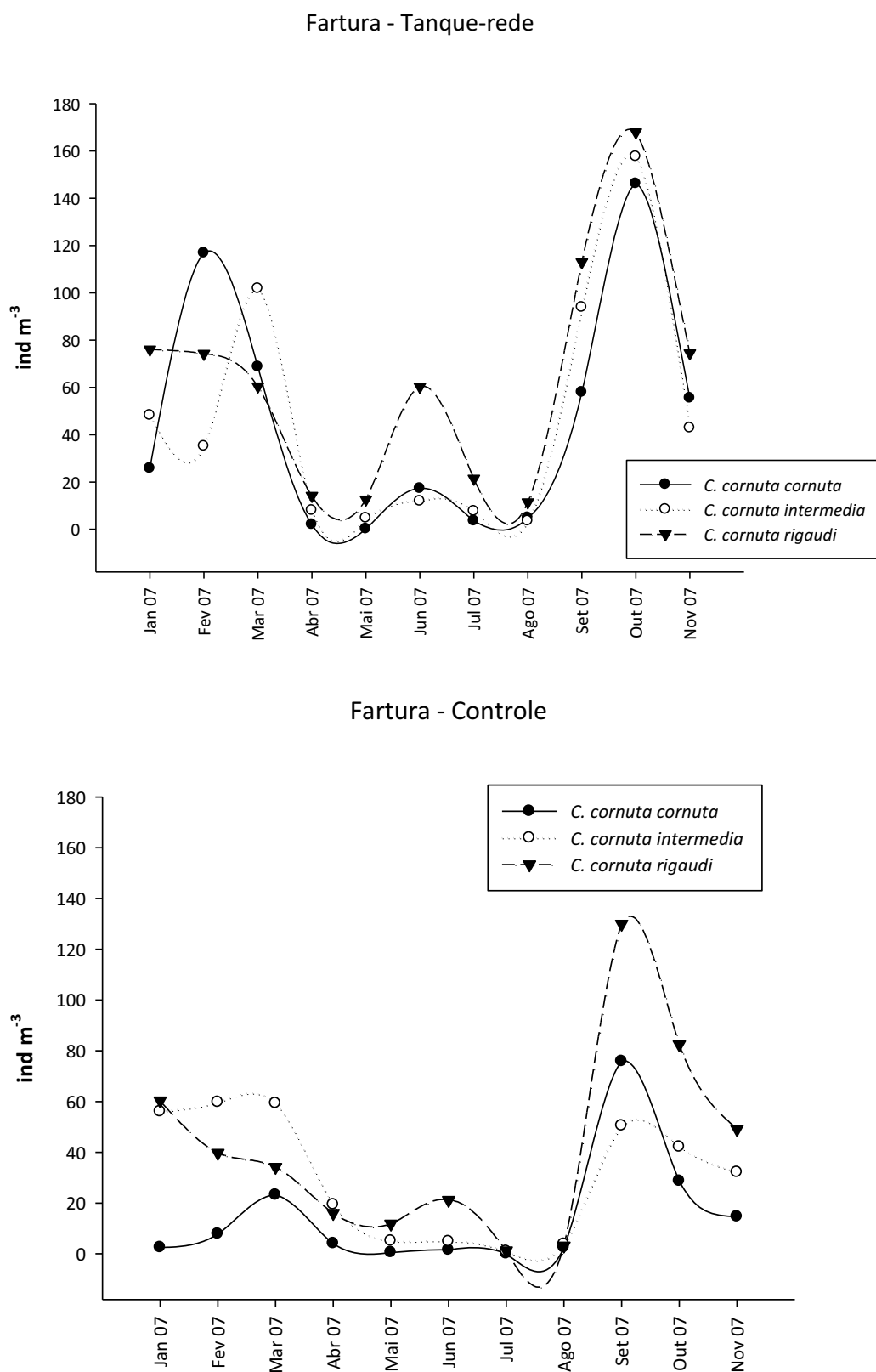


Figura 48. Flutuação sazonal (média entre pontos) da espécie *Ceriodaphnia conuta* (formas *cornuta*, *intermedia* e *rigaudi*) na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

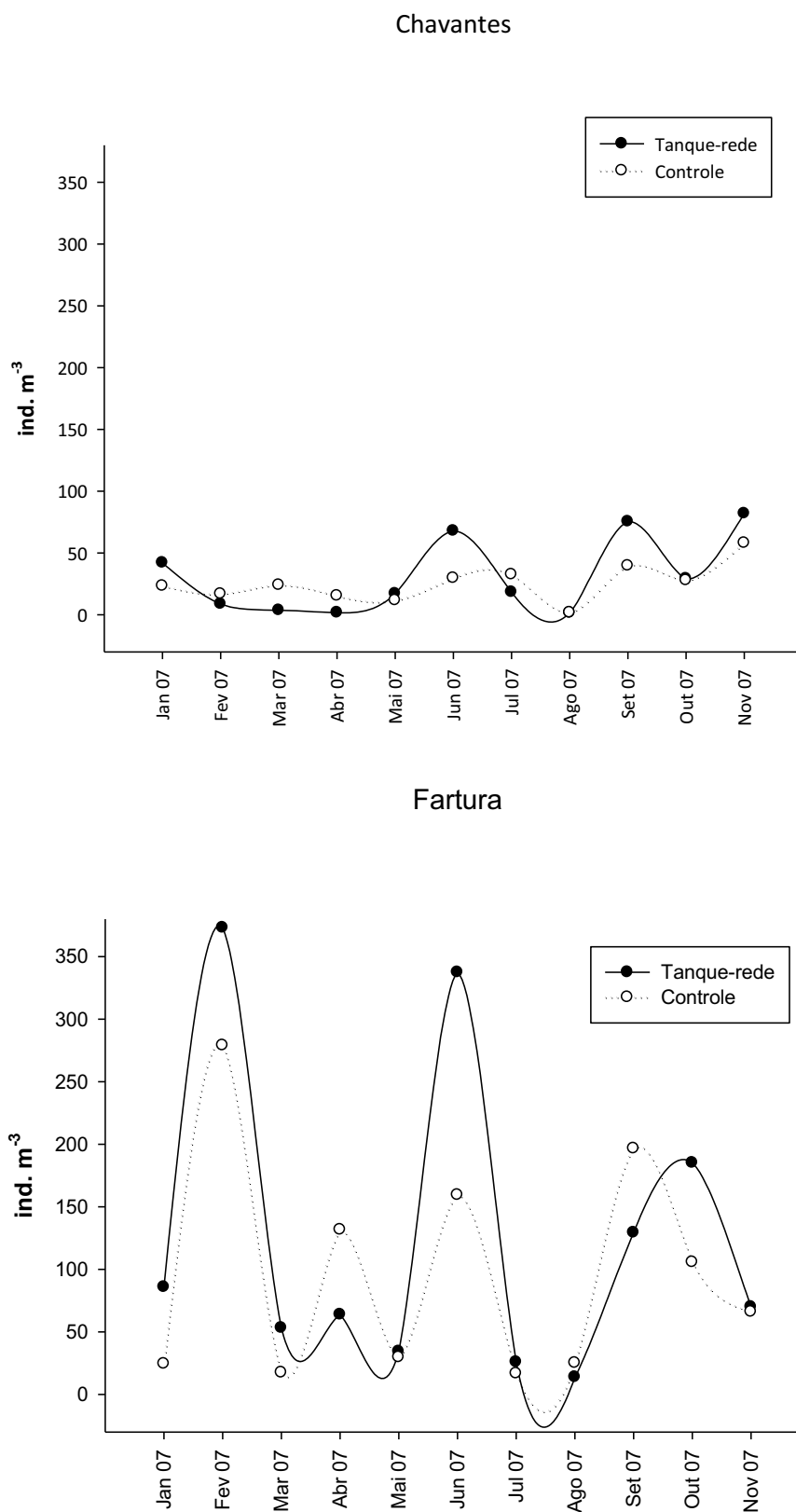
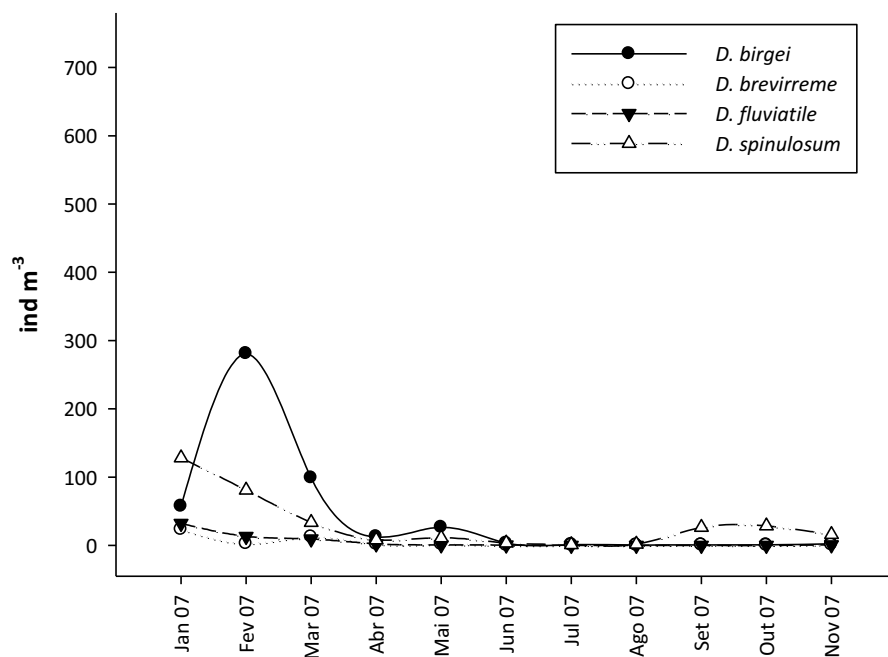


Figura 49. Flutuação sazonal (média entre pontos) da espécie *Ceriodaphnia silvestrii* (ind m⁻³), nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Chavantes - Tanque-rede



Chavantes - Controle

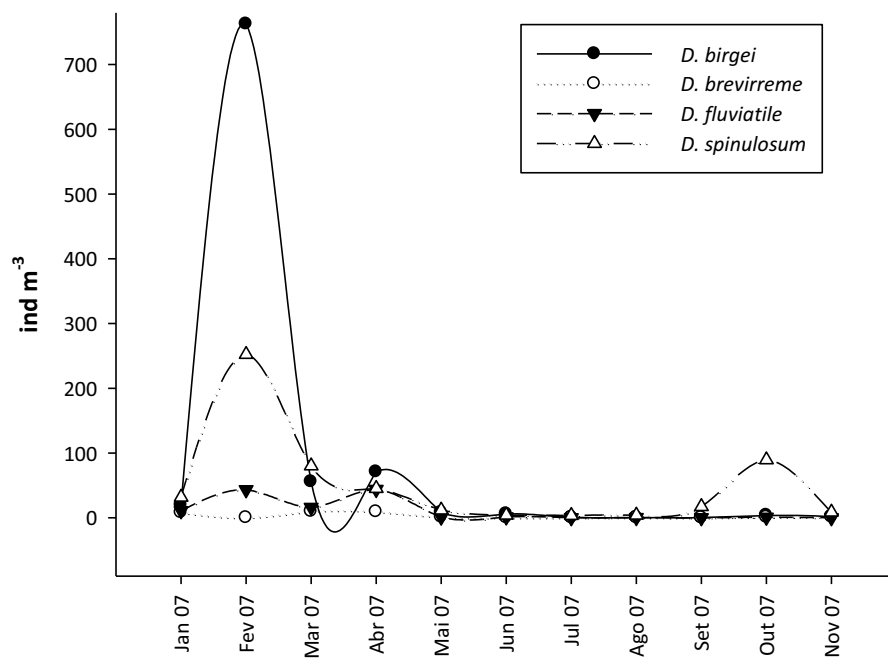
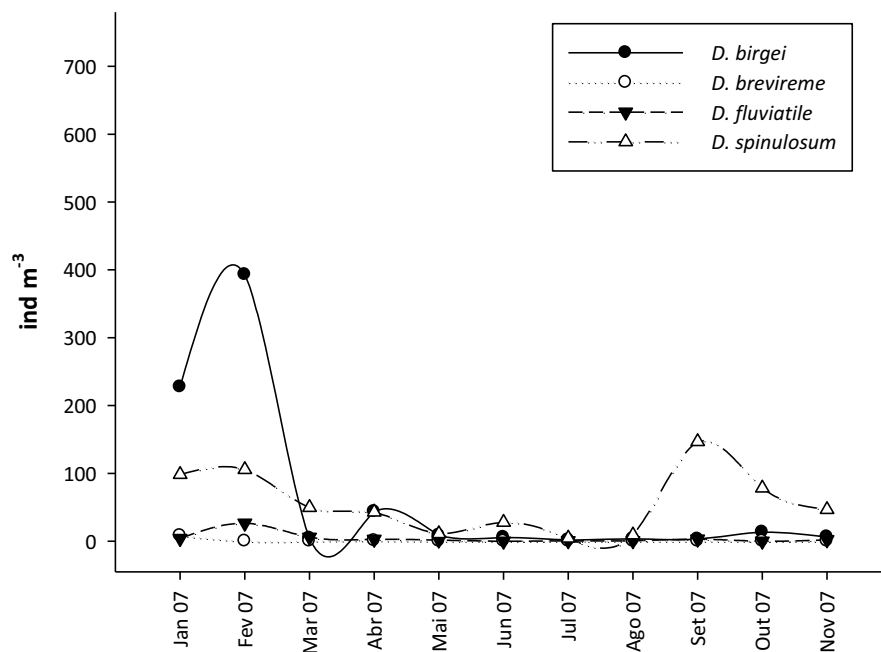


Figura 50. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Diaphanosoma birgei*, *D. brevireme*, *D. fluviatile* e *D. spinulosum* (ind m⁻³), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Fartura - Tanque-rede



Fartura - Controle

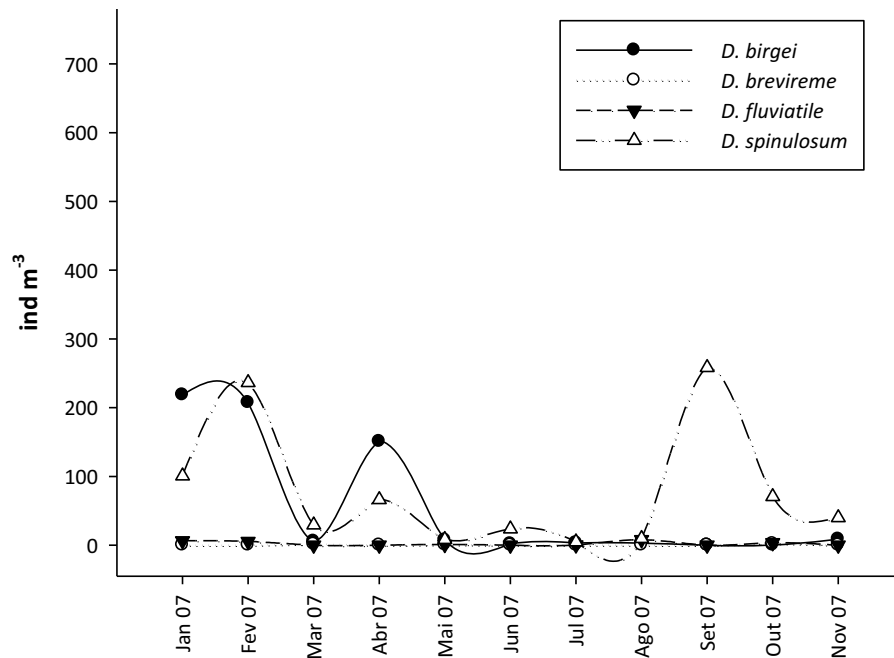


Figura 51. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Diaphanosoma birgei*, *D. brevireme*, *D. fluviatile* e *D. spinulosum* (ind m⁻³), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

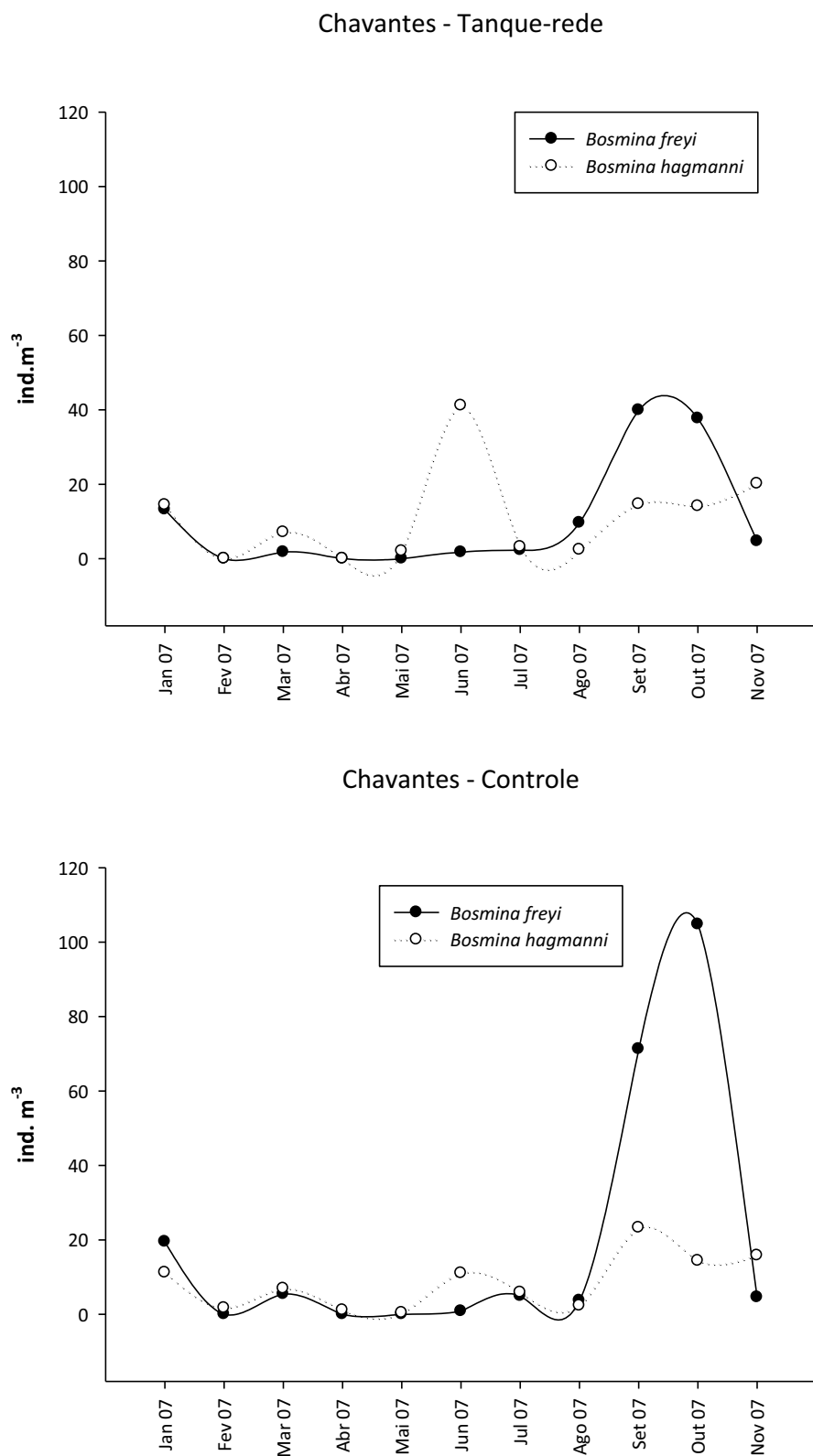


Figura 52. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Bosmina freyi* e *B. hagmanni* (ind m⁻³) na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07 área dos tanques-rede e controle.

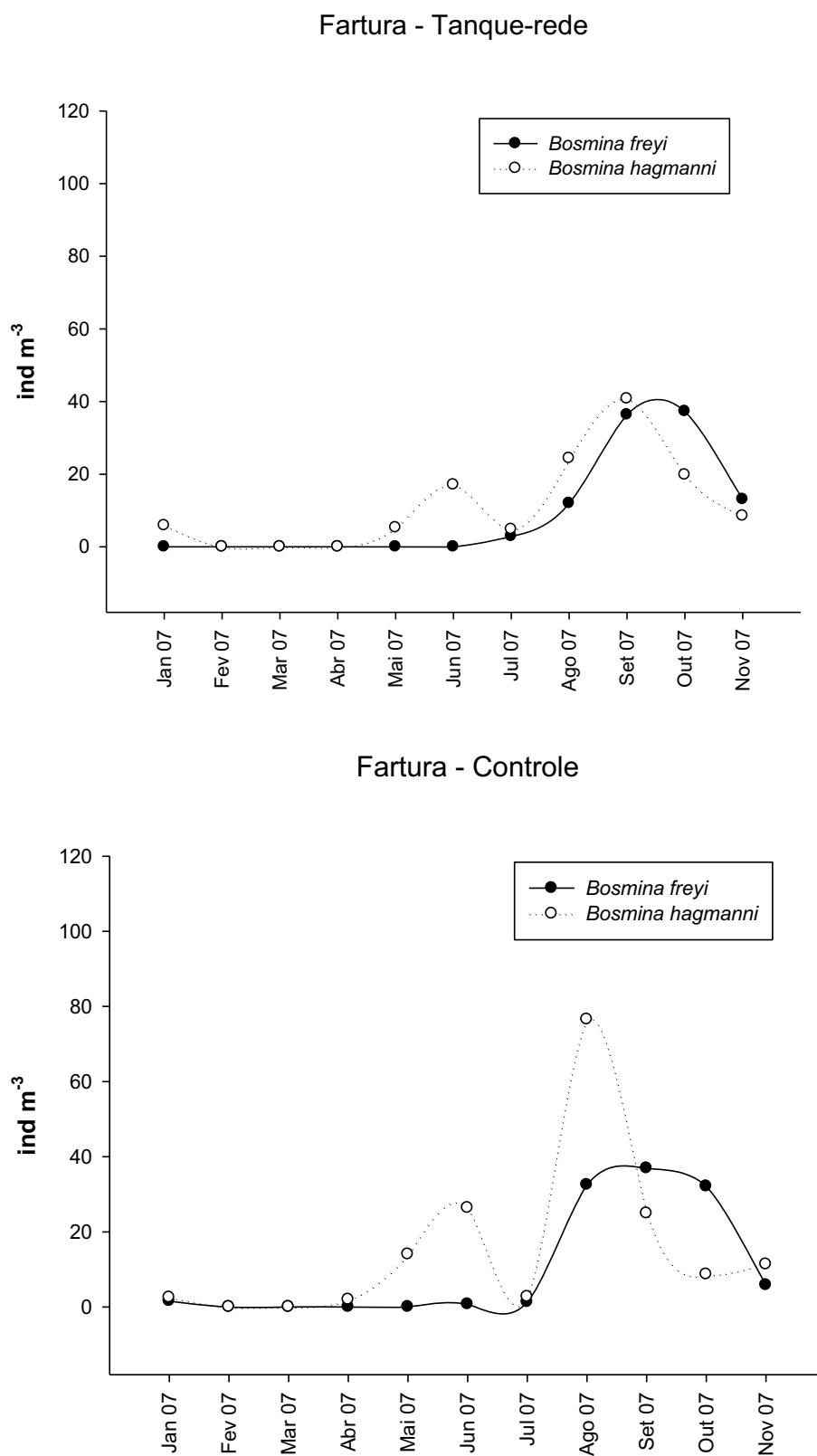


Figura 53. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Bosmina freyi* e *B. hagmanni* (ind m⁻³) na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07 área dos tanques-rede e controle.

Análise de similaridade

A Figura 54 apresenta os resultados da análise de similaridade em base a abundância das principais espécies de Cladocera nas regiões de Chavantes e Fartura, nos meses de nov/06 a nov/07.

Podemos observar, nas duas regiões do reservatório, que não houve distinção entre a área dos tanques-rede e a área controle, mas que dois grupos de meses foram agrupados, os meses mais quentes e chuvosos (nov/06 a mar/07, out/07 e nov/07) e os meses mais frios e secos (mai/07 a set/07). Os meses com maior grau de similaridade foram nov/07 área dos tanques rede e controle e os meses de jun/07 e jul/07 para a área dos tanques-rede e controle. O mês de set/07 na área dos tanques-rede foi o ponto que apresentou menor grau de similaridade entre o grupo.

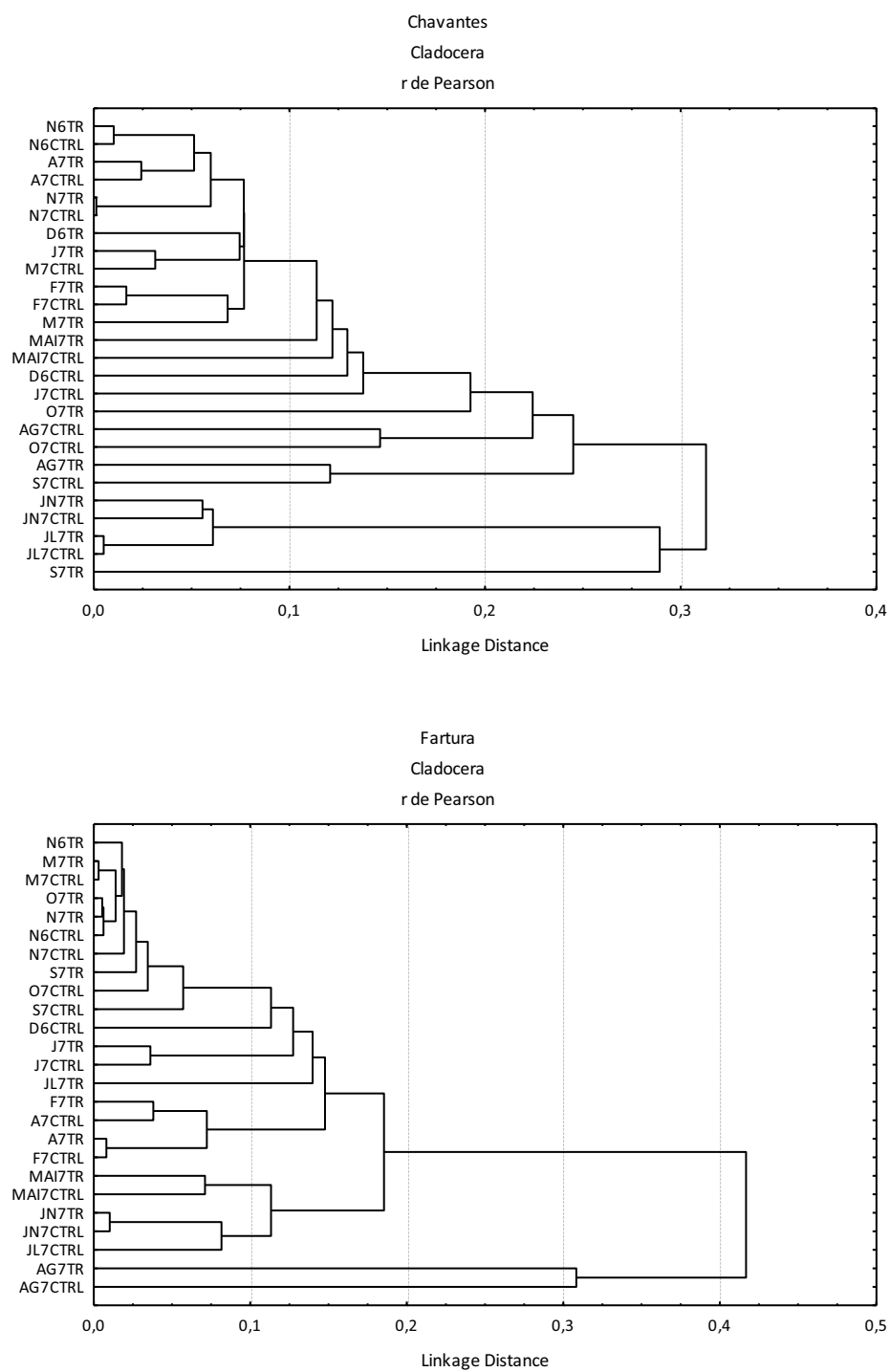


Figura 54. Análise de agrupamento para as espécies mais abundantes de Cladocera, nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Correlação entre os principais táxons de Cladocera e as variáveis ambientais

A análise de correlação canônica (CP1 e CP2) explicou 60,9% da variância dos dados na região de Chavantes e 57,2% na região de Fartura. Nas Tabelas 6 e 7 são apresentados os resultados da análise de correlação canônica, envolvendo os principais táxons de cladocera e as variáveis.

Na região de Chavantes (Figura 55) a análise demonstrou que as espécies *Ceriodaphnia cornuta*, *Diaphanosoma birgei* e *D. spinulosum*, apresentaram correlação positiva relacionadas aos maiores valores de temperatura, fósforo total, clorofila e turbidez no eixo 1. As variáveis ambientais, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e transparência da água apresentaram correlação negativa com este eixo. A condutividade elétrica apresentou correlação positiva com o eixo 2 assim como o fósforo total. *Bosmina freyi*, *B. hagmanni* e *C. silvestrii*, apresentaram correlação positiva com o eixo 2, associadas a transparência da água e condutividade enquanto *Daphnia gessneri* apresentou correlação negativa com este eixo, associada ao oxigênio dissolvido e ao nitrogênio. *Moina minuta* e *Diaphanosoma brevireme* e *Ceriodaphnia cornuta* apresentaram correlação negativa com o eixo 2, associadas ao pH, temperatura e nitrogênio total. Nesta análise não foram observadas diferenças significativas entre as áreas dos tanques-rede e controle, sendo que as correlações estiveram mais associadas às variáveis ambientais e a sazonalidade, como mostrado nas análises de componentes principais (Figura 35).

Para a região de Fartura (Figura 56) a análise demonstrou que as espécies *Moina minuta* e *Diaphanosoma birgei* apresentaram correlação positiva relacionadas aos maiores valores de temperatura e turbidez no eixo 1. As espécies *Bosmina freyi*, *B. hagmanni* e *Daphnia gessneri*, associadas às variáveis ambientais condutividade elétrica e transparência da água, apresentaram correlação negativa com este eixo. A espécie *Diaphanosoma fluviatile*, apresentou correlação positiva com o eixo 2, associada às variáveis ambientais fósforo total e clorofila. *Bosmina freyi*, *Moina minuta* e *Diaphanosoma birgei*, apresentaram correlação negativa com o eixo 2, associadas à transparência da água e nitrogênio total. Nesta análise não foram observadas

diferenças significativas entre as áreas dos tanques-rede e controle, sendo que as correlações estiveram mais associadas às variáveis ambientais e à sazonalidade, como mostrado nas análises de componentes principais (Figura 36).

Tabela 6. Correlações dos principais táxons de Cladocera com as variáveis ambientais geradas pela análise de correlação canônica para a região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07 considerando os dois primeiros componentes.

	Chavantes	
	CP 1 (41,8%)	CP2(19,1%)
Cladocera		
<i>Bosmina freyi</i>	-0,385	-0,526
<i>Bosmina hagmanni</i>	-0,224	-0,618
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	0,479	-0,735
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	-0,022	-0,629
<i>Daphnia gessneri</i>	-0,099	-0,784
<i>Moina minuta</i>	0,214	-0,836
<i>Diaphanosoma birgei</i>	0,807	-0,367
<i>Diaphanosoma brevireme</i>	0,243	-0,903
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	0,408	-0,727
Variáveis ambientais		
pH	0,252	-0,502
Condutividade elétrica (K)	-0,590	0,517
Oxigênio Dissolvido (O.D)	-0,561	-0,377
Temperatura (T)	0,863	-0,565
Nitrogênio total (Nt)	-0,310	-0,631
Fósforo total (Pt)	0,352	0,555
Turbidez (Turb.)	0,441	-0,389
Clorofila a (Cloro.)	0,415	-0,390
Transparência (Transp.)	-0,647	0,225

Tabela 7. Correlações dos principais táxons de Cladocera com as variáveis ambientais geradas pela análise de correlação canônica para a região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07 considerando os dois primeiros componentes.

	Fartura	
	CP 1 (42,6%)	CP2 (14,6%)
Cladocera		
<i>Bosmina freyi</i>	-0,610	-0,169
<i>Bosmina hagmanni</i>	-0,742	0,166
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	0,300	0,197
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	0,170	-0,089
<i>Daphnia gessneri</i>	-0,693	-0,374
<i>Moina minuta</i>	0,516	-0,409
<i>Diaphanosoma birgei</i>	0,542	-0,435
<i>Diaphanosoma brevireme</i>	0,379	-0,540
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	0,329	-0,118
Variáveis ambientais		
pH	0,027	0,217
Condutividade elétrica (K)	-0,458	-0,285
Oxigênio Dissolvido (O.D)	0,125	-0,016
Temperatura (T)	0,937	-0,195
Nitrogênio total (Nt)	-0,028	-0,534
Fósforo total (Pt)	-0,049	0,827
Turbidez (Turb.)	0,676	0,340
Clorofila a (Cloro.)	0,345	0,570
Transparência (Transp.)	-0,552	-0,410

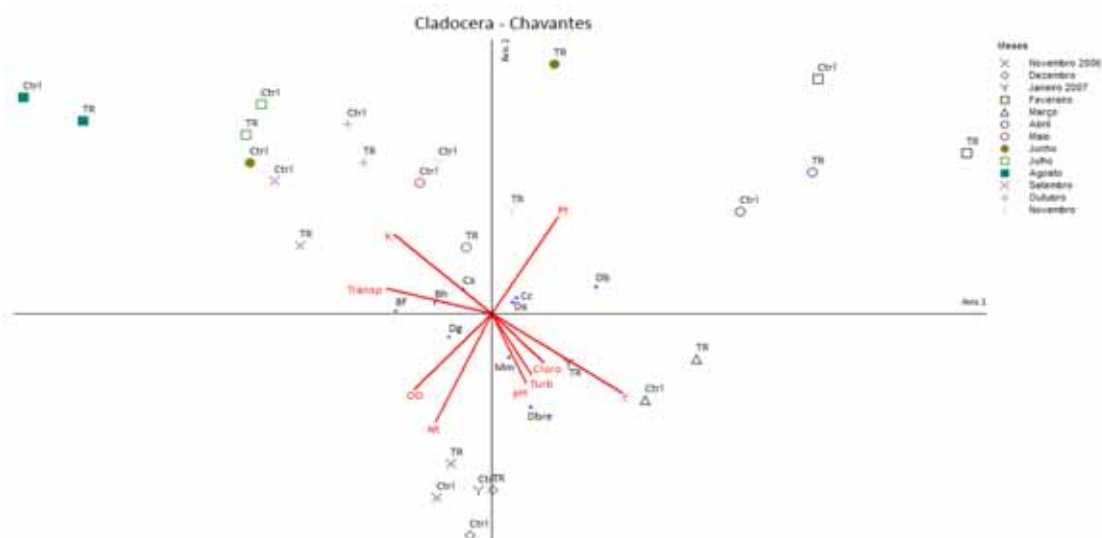


Figura 55. Análise de correlação canônica dos principais táxons de Cladocera com as variáveis ambientais na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, para a área dos tanques-rede e controle.

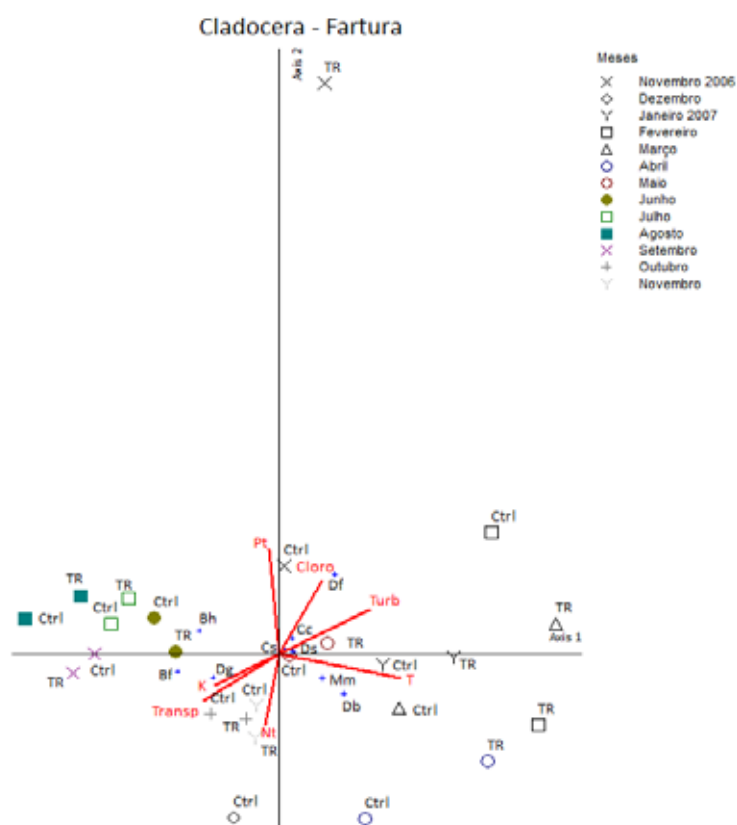


Figura 56. Análise de correlação canônica dos principais táxons de Cladocera com as variáveis ambientais na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, para a área dos tanques-rede e controle.

Copepoda

Composição

As Tabelas 8 e 9, apresentam a lista das espécies de Copepoda que ocorreram na região de Chavantes e Fartura, respectivamente, com dados de frequência de ocorrência ($n = 147$ amostras) nas áreas de tanques-rede e controle. Foram encontrados 6 táxons do grupo Copepoda, representados pela Ordem Cyclopoida (4 táxons) e Ordem Calanoida (2 táxons), além de formas jovens (copepoditos e náuplios).

As espécies mais freqüentes na região de Chavantes (Tabela 8), área dos tanques-rede foram: *Thermocyclops decipens* e *Mesocyclops ogunnus* (Ordem Cyclopoida) e *Notodiaptomus* cf. *henseni* (Ordem Calanoida), com frequência de ocorrência superior a 70%. Na área controle, as maiores freqüências de ocorrência foram *Thermocyclops decipens* (Ordem Cyclopoida) e *Notodiaptomus* cf. *henseni* (Ordem Calanoida), também com valores superiores a 70% de organismos do grupo.

Na Tabela 9 estão apresentadas as espécies mais freqüentes na região de Fartura, que foram: *Thermocyclops decipens* e *Thermocyclops minutus* (Ordem Cyclopoida) e *Notodiaptomus* cf. *henseni* (Ordem Calanoida), com frequência de ocorrência superior a 70%, na área dos tanques-rede e na área controle.

Tabela 8. Lista de espécies de Copepoda identificados na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07 e frequência de ocorrência (n = 147 amostras) nas áreas de Tanques-rede e Controle.

Chavantes	Tanque-rede	Controle
	F.O (%)	F.O (%)
Ordem Cyclopoida		
<i>Mesocyclops ogunnus</i> Onabamiro, 1957	71,8	50,0
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	92,3	83,5
<i>Thermocyclops minutus</i> Lowndes, 1934	56,4	52,6
<i>Paracyclops chiltoni</i> (G.M. Thomson, 1883)	10,3	10,5
Copepodito Cyclopoida	97,4	100,0
Náuplio Cyclopoida	100,0	100,0
Ordem Calanoida		
<i>Notodiaptomus</i> cf. <i>henseni</i> (Dahl, 1894)	82,1	92,1
<i>Notodiaptomus</i> cf. <i>deitersi</i> (Poppe, 1891)	17,6	5,3
<i>Notodiaptomus</i> sp ♀	94,9	94,7
Copepodito Calanoida	97,4	100,0
Náuplio Calanoida	100,0	100,0

Tabela 9. Lista de espécies de Copepoda identificados na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07 e frequência de ocorrência (n = 147 amostras) nas áreas de Tanques-rede e Controle.

Fartura	Tanque-rede	Controle
	F.O (%)	F.O (%)
Ordem Cyclopoida		
<i>Mesocyclops ogunnus</i> Onabamiro, 1957	32,4	38,9
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	88,3	86,1
<i>Thermocyclops minutus</i> Lowndes, 1934	97,1	88,9
<i>Paracyclops chiltoni</i> (G.M. Thomson, 1883)	2,9	2,8
Copepodito Cyclopoida	100,0	100,0
Náuplio Cyclopoida	100,0	100,0
Ordem Calanoida		
<i>Notodiaptomus</i> cf. <i>henseni</i> (Dahl, 1894)	88,3	91,7
<i>Notodiaptomus</i> cf. <i>deitersi</i> (Poppe, 1891)	26,5	25,0
<i>Notodiaptomus</i> sp ♀	94,1	97,2
Copepodito Calanoida	100,0	100,0
Náuplio Calanoida	100,0	100,0

Riqueza

Na região de Chavantes a riqueza de espécies de Copepoda variou entre 3 (dez/06 e jul/07) e 5 táxons (jan/07, fev/07, abr/07, ago/07 e set/07) na área dos tanques-rede e entre 2 (nov/06) e 5 táxons (jan/07 e ago/07) na área controle, conforme Figura 57.

Na Figura 58, são apresentados os valores de riqueza de espécies de Copepoda para a região de Fartura, que variou entre 3 (mar/07 e ago/07) e 5 táxons (fev/07 e jul/07) na área dos tanques-rede e entre 2 (nov/06 e dez/06) e 4 táxons (jan/07 e ago/07) na área controle. Para a maioria dos meses (11) foi encontrada um maior número de espécies na área de tanques-rede.

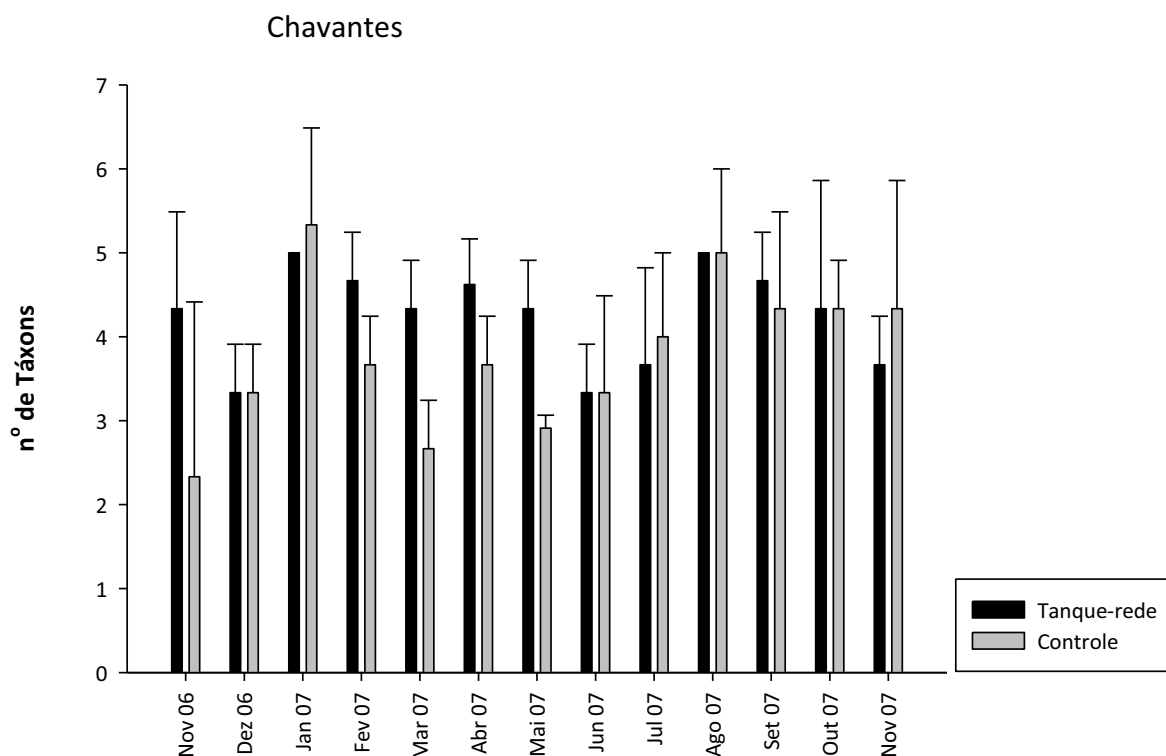


Figura 57. Variação da riqueza de espécies de Copepoda (média e desvios-padrão entre os pontos) na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, áreas dos tanques-rede e controle.

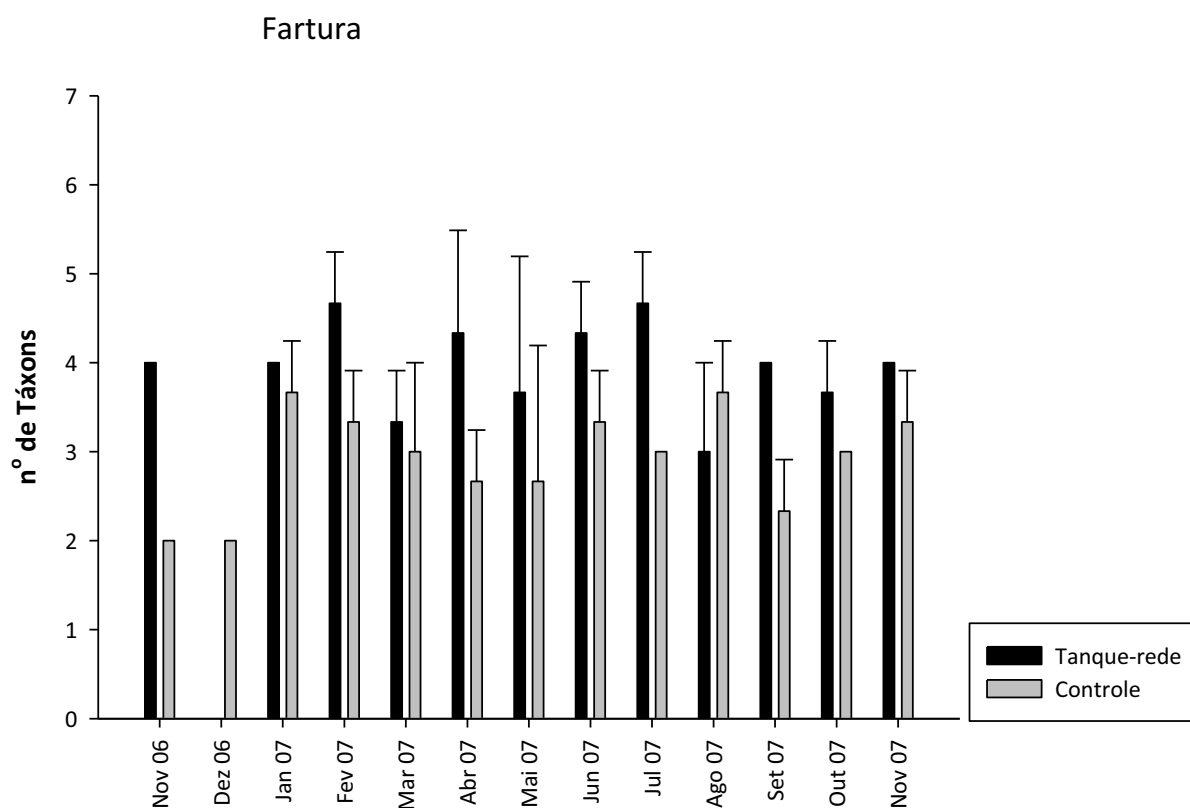


Figura 58. Variação da riqueza de espécies de Copepoda (média e desvios-padrão entre os pontos) na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, áreas dos tanques-rede e controle.

Diversidade

Os valores da diversidade de Copepoda, calculados pelo Índice de Shannon Wiener (H'), variaram, na região de Chavantes entre 1,52 bits. ind.⁻¹ (mai/07) e 2,2 bits. ind.⁻¹ (nov/06 e jul/07) na área dos tanques-rede e entre 1,16 bits. ind.⁻¹ (fev/07) e 2,26 bits. ind.⁻¹ (set/07) na área controle (Figura 59).

Na região de Fartura (Figura 60), os valores de diversidade variaram entre 1,21 bits. ind.⁻¹ (nov/06) e 2,19 bits. ind.⁻¹ (mai/07) na área dos tanques-rede e entre 1,07 bits. ind.⁻¹ (nov/06) e 2,35 bits. ind.⁻¹ (mai/07) na área controle. Para a maioria dos meses (9) a diversidade de Copepoda foi maior na área controle.

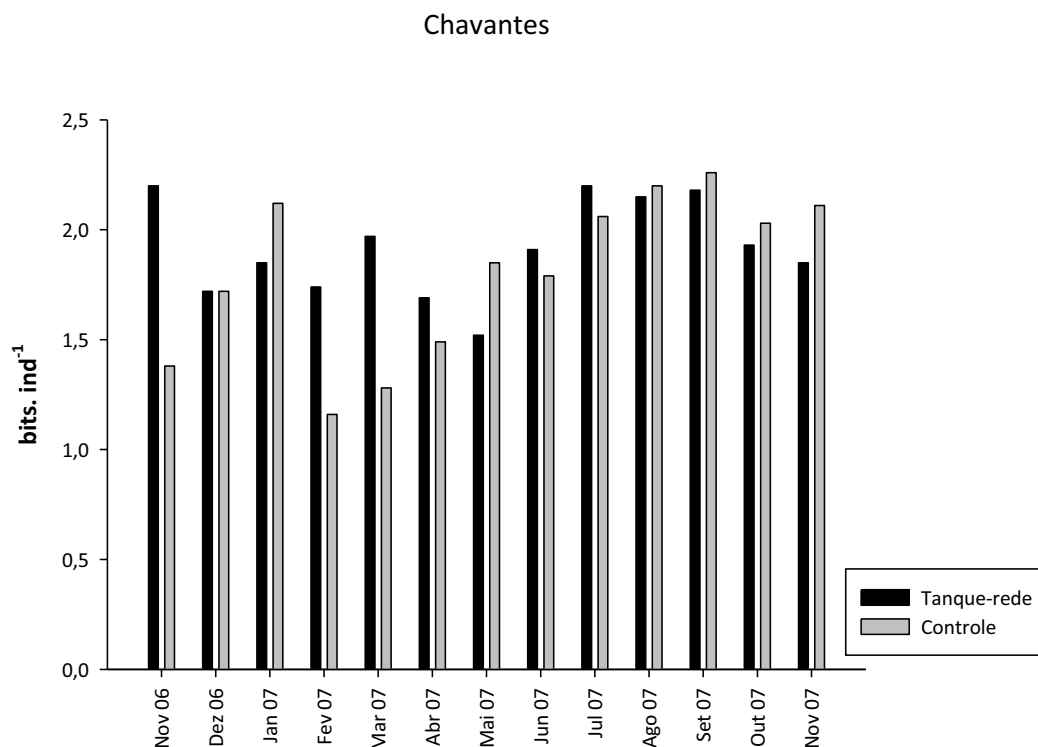


Figura 59. Variação da diversidade de Copepoda (Shannon-Wiener H') na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, nas áreas dos tanques-rede e controle.

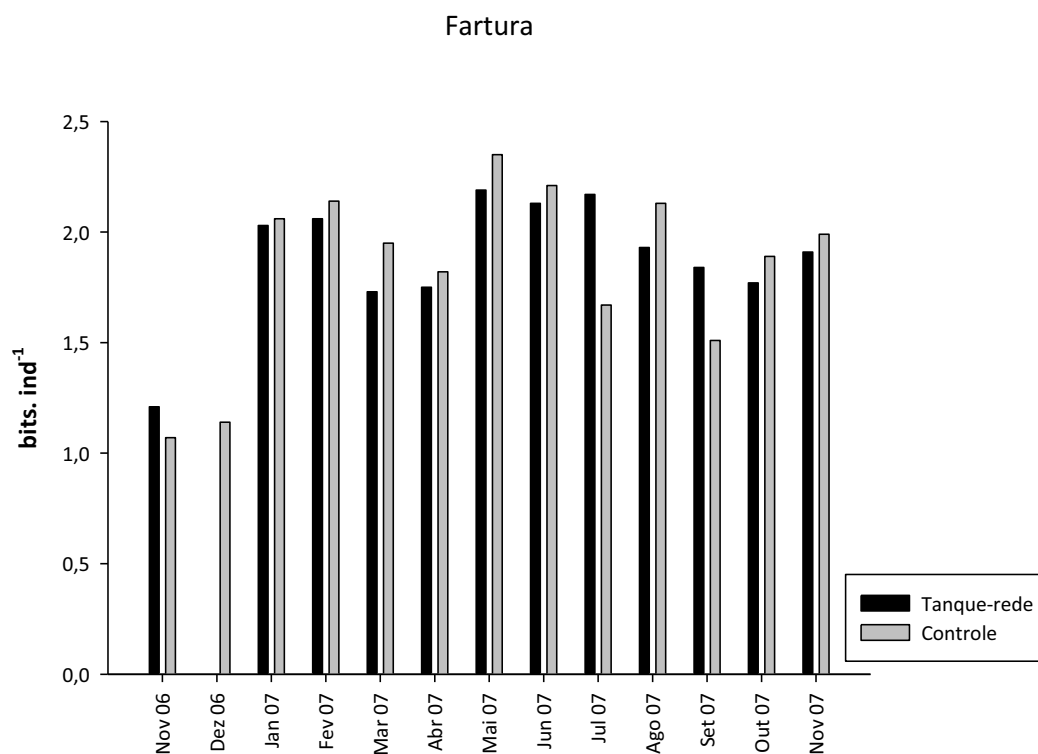


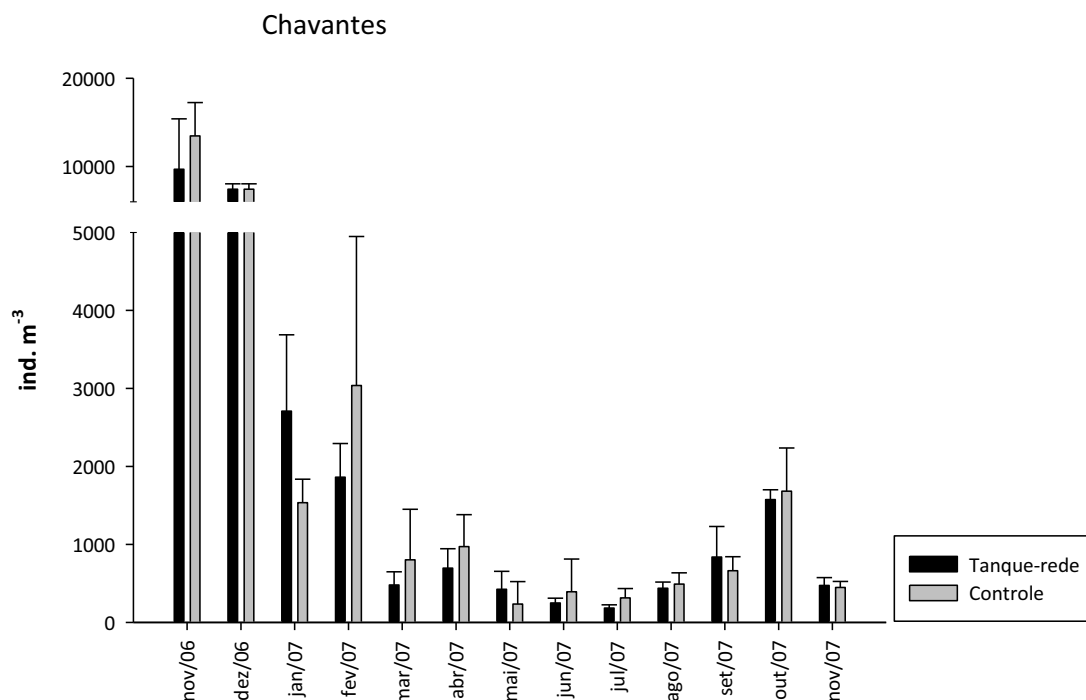
Figura 60. Variação da diversidade de Copepoda (Shannon-Wiener H') na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, nas áreas dos tanques-rede e controle.

Abundância absoluta

A variação da abundância absoluta de Copepoda está representada pelas Figuras 61 e 62. Os maiores valores ocorreram nos meses de nov/06 e dez/06, na região de Chavantes e Fartura, tanto na área dos tanques-rede quanto na área controle. Contudo, é importante observar que a amostragem realizada nesses meses difere do período restante devido à alteração na rede utilizada nas coletas, conforme explicado no item Materiais e Métodos. Na região de Fartura, no mês de dez/06 só houve coleta na área controle.

Na região de Chavantes, Figura 61, as abundâncias absolutas nos meses de nov/06 e dez/06 foram de 9674 ind. m^{-3} e 7414 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, 13462 ind. m^{-3} e 7414 ind. m^{-3} na área controle, respectivamente. No período de jan/07 a nov/07, os maiores valores de abundância foram registrados no mês de jan/07, com 2708 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, e no mês de fev/07, 3037 ind. m^{-3} na área controle. Os menores valores ocorreram em jul/07, com 184 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, e em mai/07, com 236 ind. m^{-3} na área controle.

Na região de Fartura, Figura 62, a abundância absoluta no mês de nov/06 para a área dos tanques-rede foi de 8917 ind. m^{-3} . Os valores referentes a área controle nos meses de nov/06 e dez/06, foram de 8929 ind. m^{-3} e 12063 ind. m^{-3} , respectivamente. No período de jan/07 a nov/07, os maiores valores de abundância foram registrados no mês de fev/07, com 5274 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede e 5732 ind. m^{-3} na área controle. Os menores valores ocorreram em mai/07, com 442 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede e 492 ind. m^{-3} na área controle.



Fi

Figura 61. Variação da abundância absoluta (média e desvios-padrão entre os pontos) de Copepoda (ind. m⁻³), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

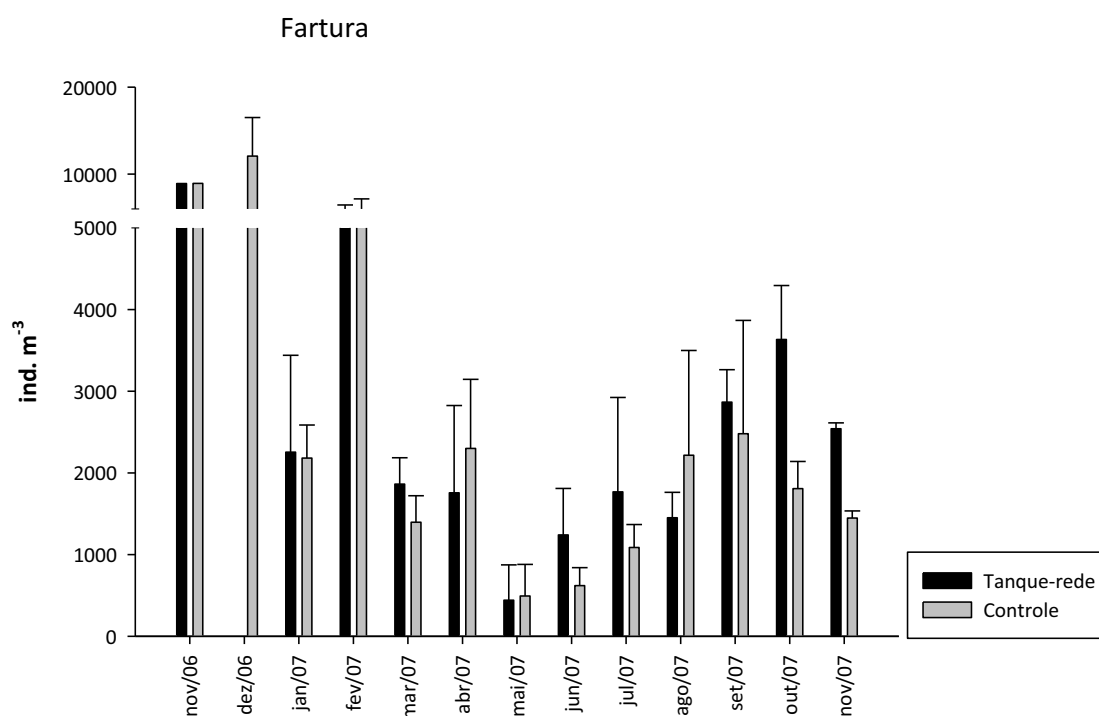


Figura 62. Variação da abundância absoluta (média e desvios-padrão entre os pontos) de Copepoda (ind. m⁻³), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

Abundância relativa

As Ordens Cyclopoida e Calanoida estiveram presentes em todo o período de amostragem, representados por indivíduos adultos, copepoditos e náuplios.

Considerando-se a abundância relativa dos indivíduos adultos, observamos pelas Figuras 63 e 64, que na região de Chavantes a Ordem Cyclopoida foi predominante nos meses de jul/07 a out/07 na área dos tanques-rede e nos meses jun/07 e jul/07 na área controle. A ordem Calanoida foi predominante nos meses nov/06, dez/06, mar/07, abr/07, jun/07 e nov/07 na área dos tanques-rede e nos meses nov/06, dez/06, fev/07, mar/07, abr/07 e mai/07 na área controle.

Na região de Fartura, Figuras 65 e 66, a Ordem Cyclopoida foi predominante nos meses de ago/07 e nov/07 na área dos tanques-rede e nos meses de jul/07 à out/07 na área controle. A Ordem Calanoida foi predominante nos meses de nov/06, abr/07, jul/07 e out/07 na área dos tanques-rede e nos meses de nov/06, dez/06 e jun/06 na área controle.

Na região de Chavantes os náuplios de Cyclopoida foram predominantes em todo o período de coleta tanto na área dos tanques-rede quanto na área controle, seguidos pelos copepoditos e adultos, que ocorrem em menor número, como mostram as Figura 67 e 68. As Figuras 69 e 70 mostram que a Ordem Calanoida apresentou predomínio de copepoditos nos meses de nov/07 a abr/07, tanto na área dos tanques-rede como na área controle, e predomínio de náuplios no período de mai/07 a out/07 na área dos tanques-rede e controle. Os adultos apresentaram uma abundância relativa levemente mais alta nos meses de jan/07 e fev/07 nas duas áreas, tanque-rede e controle.

Na região de Fartura, os náuplios de Cyclopoida predominaram todo o período de coleta, tanto na área dos tanques-rede quanto na área controle, seguidos pelos copepoditos e adultos, que ocorrem em menor número, como mostram as Figuras 71 e 72. As Figuras 73 e 74, mostram que a Ordem Calanoida apresentou predomínio de copepoditos nos meses de jan/07 a mar/07 na área dos tanques-rede e de nov/06 a

abr/07 na área controle. Os náuplios predominaram de mai/07 à nov/07 na área dos tanques-rede e controle. Os adultos apresentaram um pico de abundância no mês de nov/06 na área dos tanques-rede e uma abundância relativa levemente mais alta nos meses de nov/06 a jan/07 nas duas áreas, tanque-rede e controle.

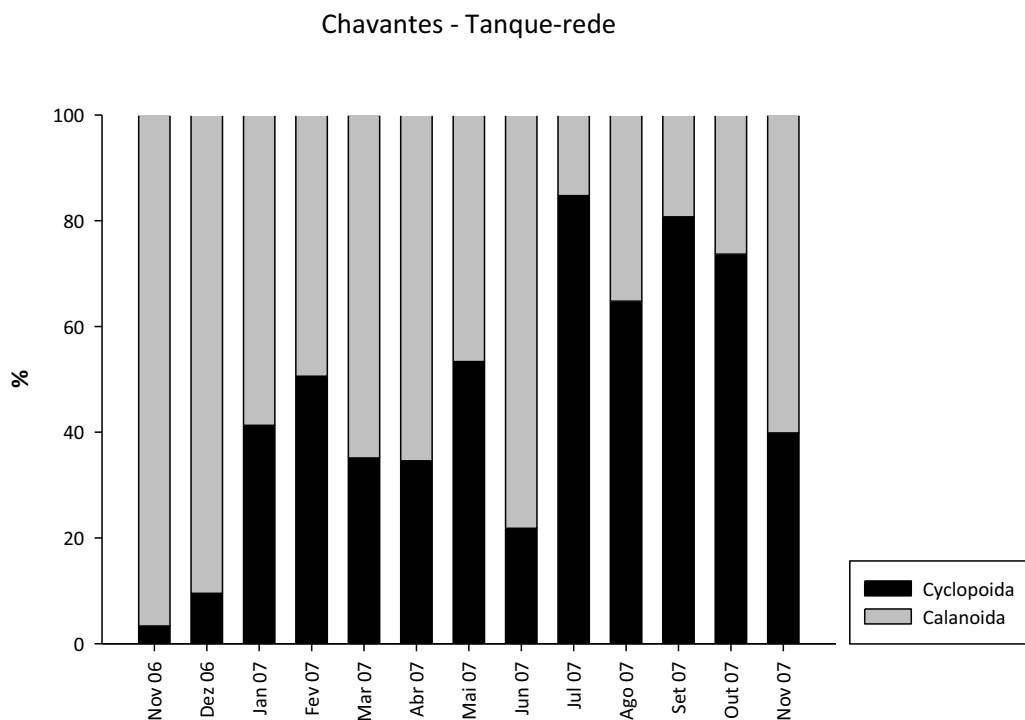


Figura 63. Valores de abundância relativa de Copepoda, Ordens Cyclopoida e Calanoida (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

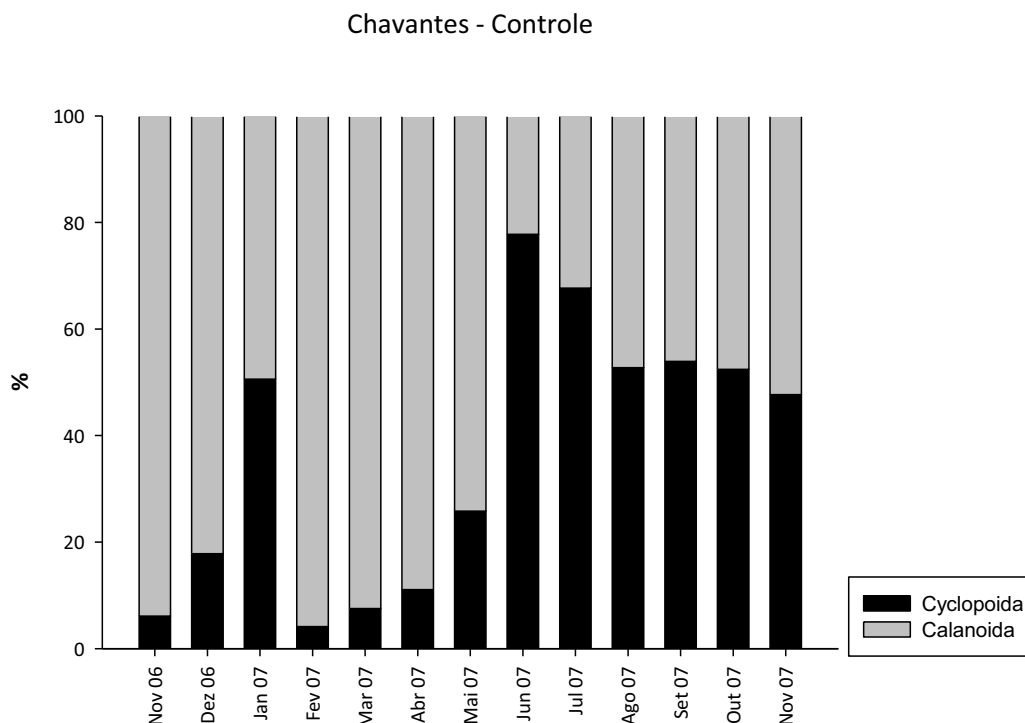


Figura 64. Valores de abundância relativa de Copepoda, Ordens Cyclopoida e Calanoida (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área Controle.

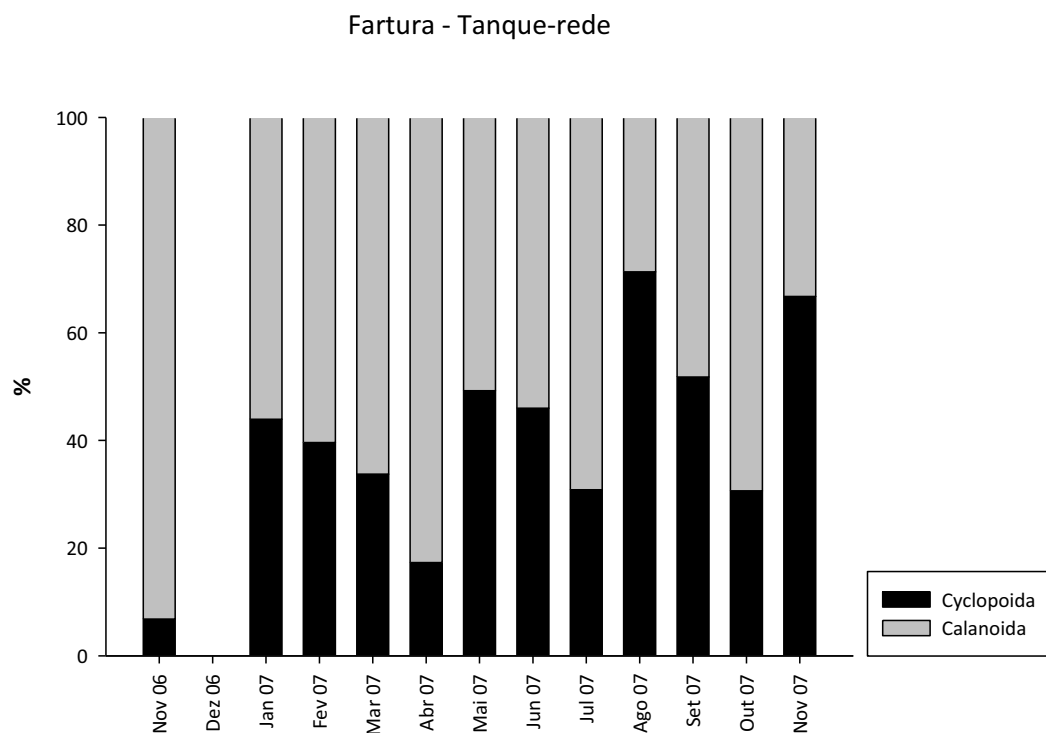


Figura 65. Valores de abundância relativa de Copepoda, Ordens Cyclopoida e Calanoida (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

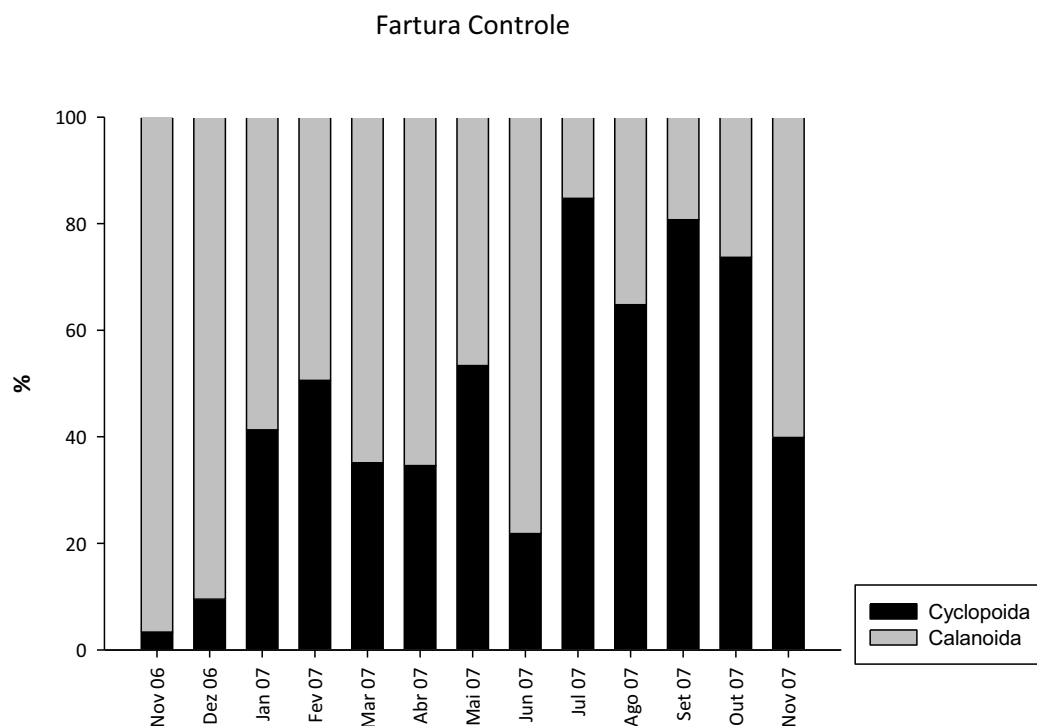


Figura 66. Valores de abundância relativa de Copepoda, Ordens Cyclopoida e Calanoida (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área controle.

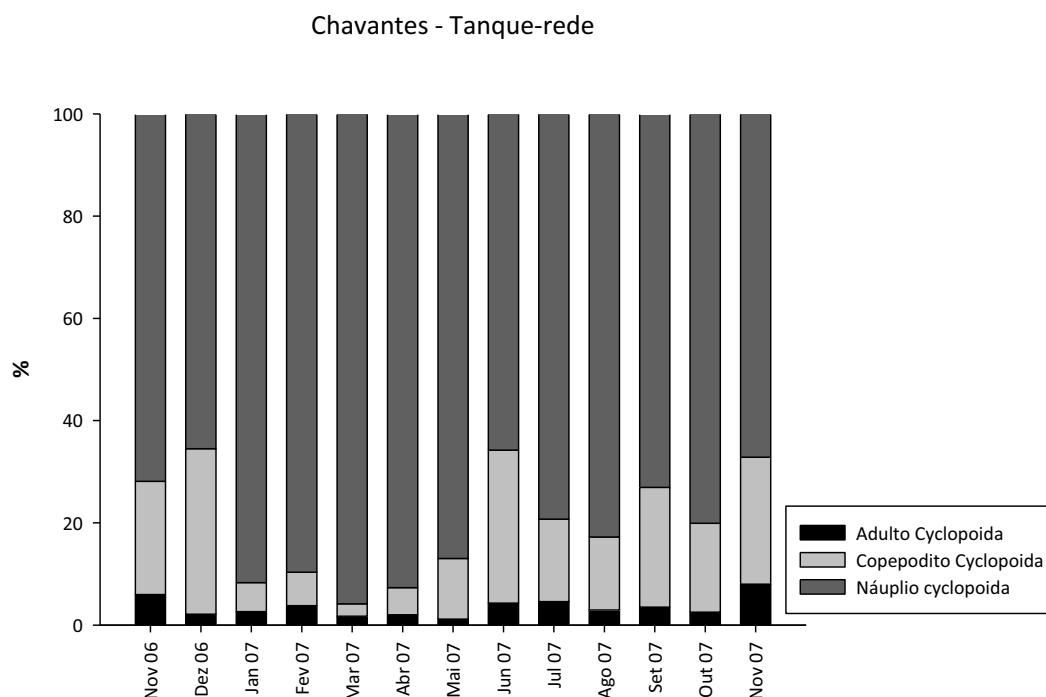


Figura 67. Valores de abundância relativa de Copepoda, adultos, copepoditos e náuplios de Cyclopoida (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

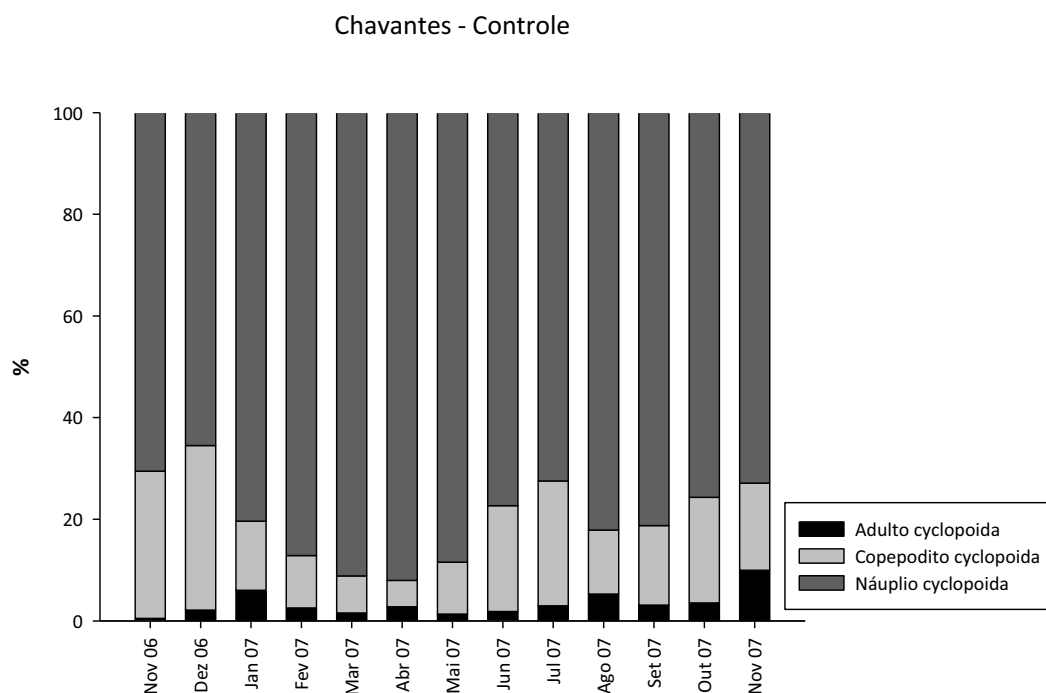


Figura 68. Valores de abundância relativa de Copepoda, adultos, copepoditos e náuplios de Cyclopoida (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área controle.

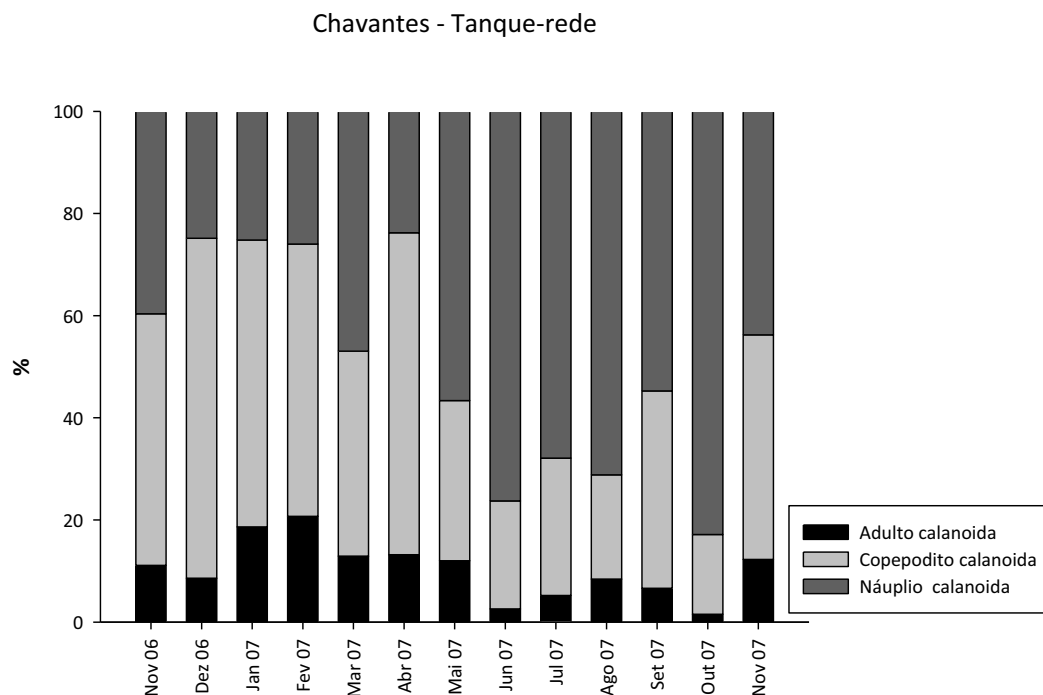


Figura 69. Valores de abundância relativa de Copepoda, adultos, copepoditos e náuplios de Calanoida (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

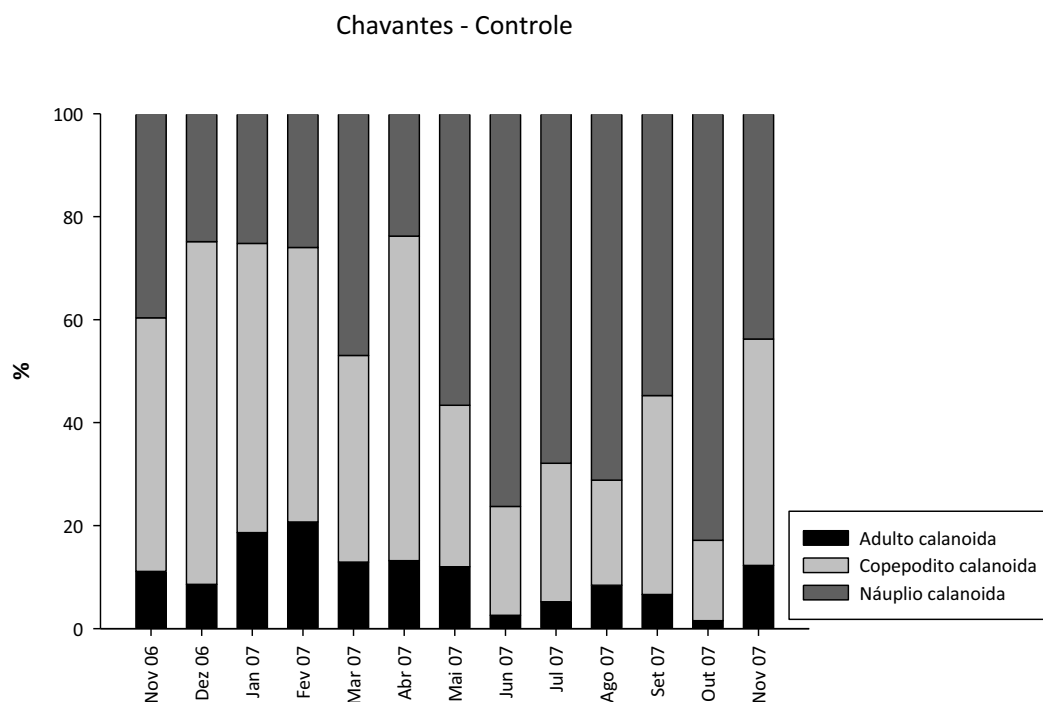


Figura 70. Valores de abundância relativa de Copepoda, adultos, copepoditos e náuplios de Calanoida (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área controle.

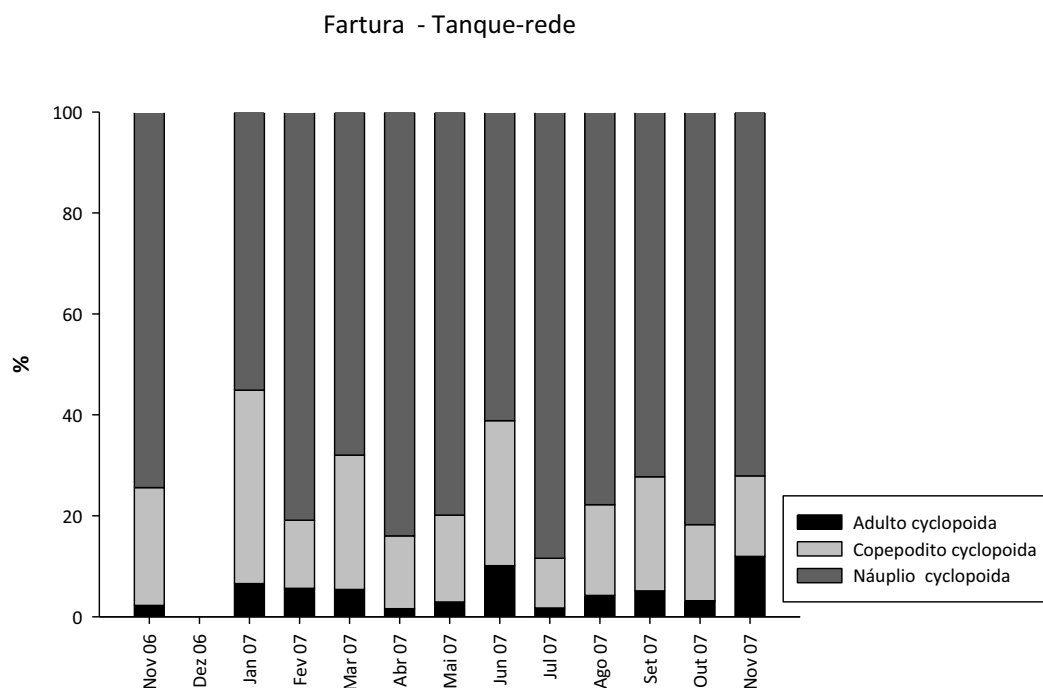


Figura 71. Valores de abundância relativa de Copepoda, adultos, copepoditos e náuplios de Cyclopoida (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

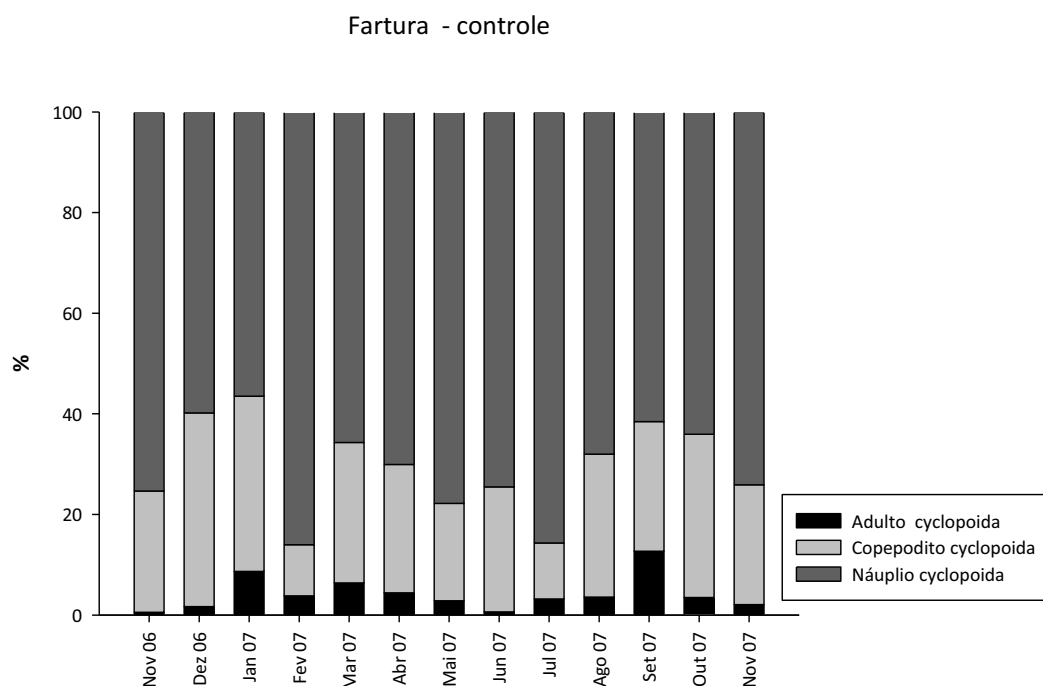


Figura 72. Valores de abundância relativa de Copepoda, adultos, copepoditos e náuplios de Cyclopoida (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área controle.

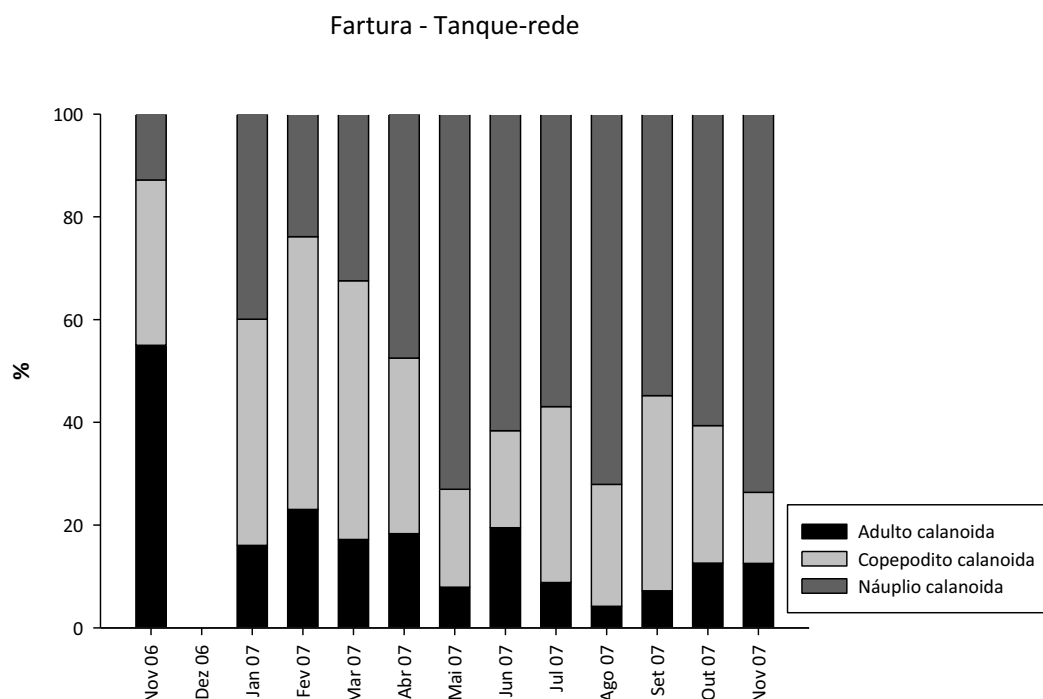


Figura 73. Valores de abundância relativa de Copepoda, adultos, copepoditos e náuplios de Calanoida (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

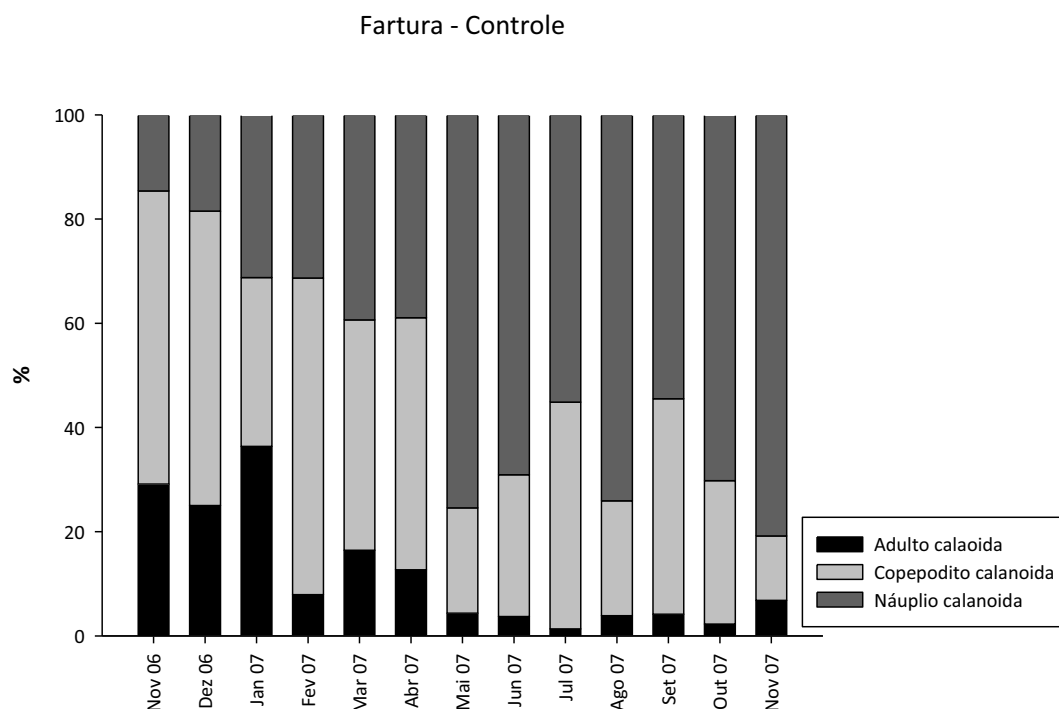


Figura 74. Valores de abundância relativa de Copepoda, adultos, copepoditos e náuplios de Calanoida (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

Variação temporal das principais espécies de Copepoda

As Figuras 75, 76 e 77 mostram a flutuação sazonal das espécies (média entre pontos) de Copepoda nas regiões de Chavantes e Fartura, nas áreas dos tanques-rede e controle, no período de jan/07 a nov/07.

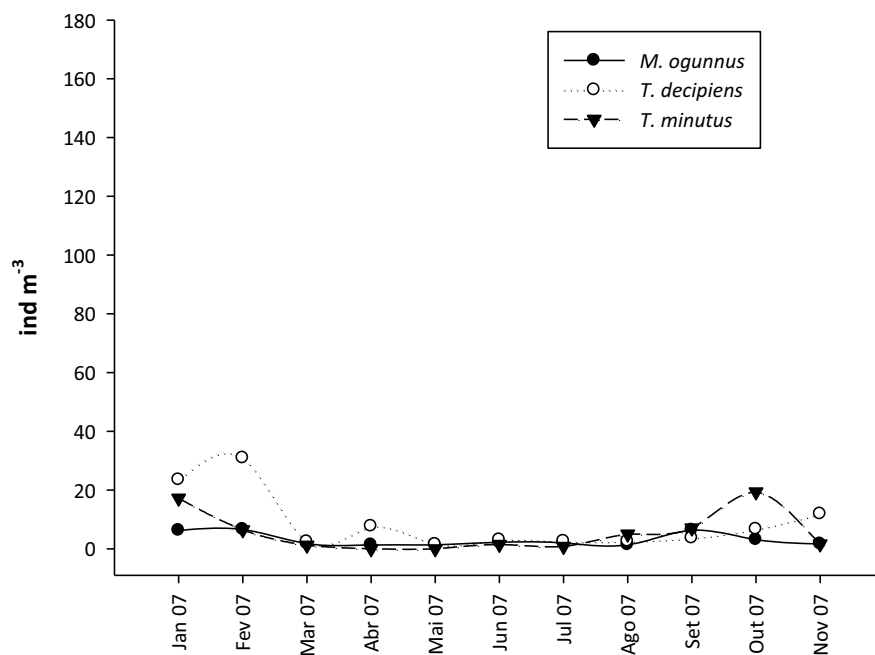
A Ordem Cyclopoida foi representada pelas espécies *Mesocyclops ogunnus*, *Thermocyclops decipiens* e *Thermocyclops minutus* tanto na área dos tanques-rede quanto na área controle. Na região de Chavantes, Figura 75, os maiores valores de *M. ogunnus* ocorreram no mês de fev/07 na área dos tanques-rede (7 ind. m⁻³) e na área controle (5 ind. m⁻³); *T. decipiens* apresentou maiores valores nos meses de jan/07 (23 ind. m⁻³), fev/07 (31 ind. m⁻³) e nov/07 (12 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de jan/07 (33 ind. m⁻³), fev/07 (19 ind. m⁻³), abr/07 (10 ind. m⁻³) e out/07 (12 ind. m⁻³) na área controle enquanto que *T. minutus*, apresentou maiores valores nos meses de jan/07 (17 ind. m⁻³) e out/07 (19 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de jan/07 (23 ind. m⁻³), ago/07 (11 ind. m⁻³), out/07 (24 ind. m⁻³) e nov/07 (16 ind. m⁻³) na área controle.

Em Fartura, Figura 76, os maiores valores de *M. ogunnus* ocorreram no mês de fev/07 (11 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e na área controle (9 ind. m⁻³); *T. decipiens* apresentou maiores valores nos meses de jan/07 (42 ind. m⁻³), fev/07 (122 ind. m⁻³), jun/07 (50 ind. m⁻³), out/07 (39 ind. m⁻³) e nov/07 (49 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de fev/07 (80 ind. m⁻³) e ago/07 (56 ind. m⁻³) na área controle enquanto que *T. minutus*, apresentou maiores valores nos meses de jan/07 (51 ind. m⁻³), fev/07 (83 ind. m⁻³), mar/07 (56 ind. m⁻³), set/07 (69 ind. m⁻³), out/07 (35 ind. m⁻³) e nov/07 (149 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de jan/07 (94 ind. m⁻³), fev/07 (64 ind. m⁻³), abr/07 (47 ind. m⁻³), set/07 (156 ind. m⁻³) e nov/07 (71 ind. m⁻³) na área controle.

A Ordem Calanoida Figura 77, foi representada predominantemente pela espécie *Notodiaptomus cf. henseni*. Na região de Chavantes, os maiores valores para a área dos tanques-rede ocorreu nos meses de jan/07 (65 ind. m⁻³) e fev/07 (47 ind. m⁻³), enquanto que na área controle houve um pico de abundância no mês de fev/07 (180

ind. m^{-3}). Na região de Fartura, a área dos tanques-rede apresentou maior abundância nos meses de fev/07 (79 ind. m^{-3}), mar/07 (52 ind. m^{-3}), jun/07 (59 ind. m^{-3}), out/07 (43 ind. m^{-3}) e nov/07 (53 ind. m^{-3}) e na área controle os maiores valores de abundância ocorreram nos meses de jan/07 (65 ind. m^{-3}), fev/07 (52 ind. m^{-3}), abr/07 (44 ind. m^{-3}), ago/07 (36 ind. m^{-3}), set/07 e out/07 (37 ind. m^{-3} em cada mês).

Chavantes - Tanque-rede



Chavantes - Controle

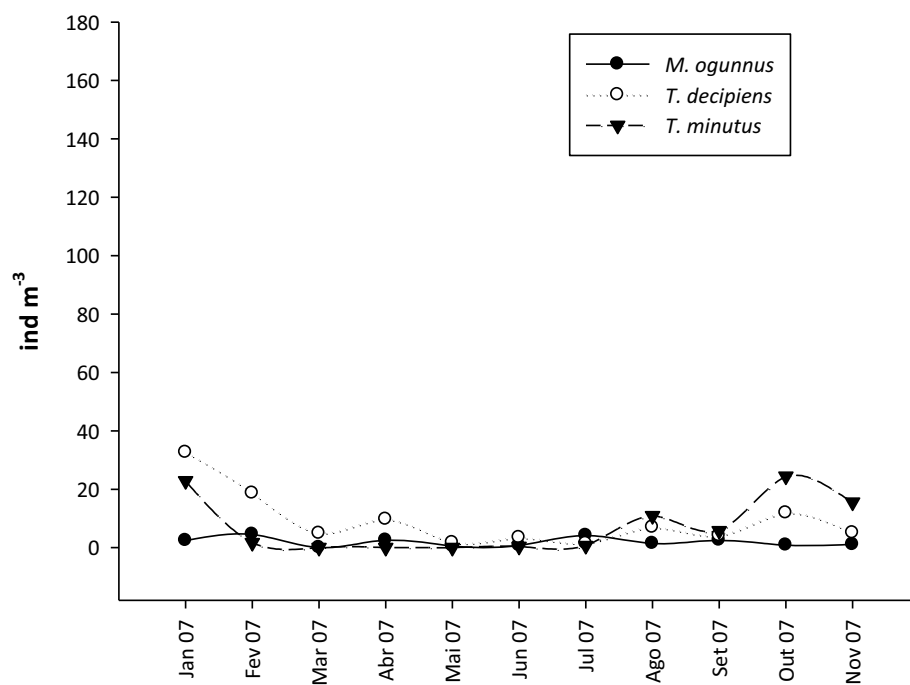


Figura 75. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Mesocyclops ogunnus*, *Thermocyclops decipiens* e *Thermocyclops minutus*, representantes da Ordem Cyclopoida, na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07 área dos tanques-rede e controle.

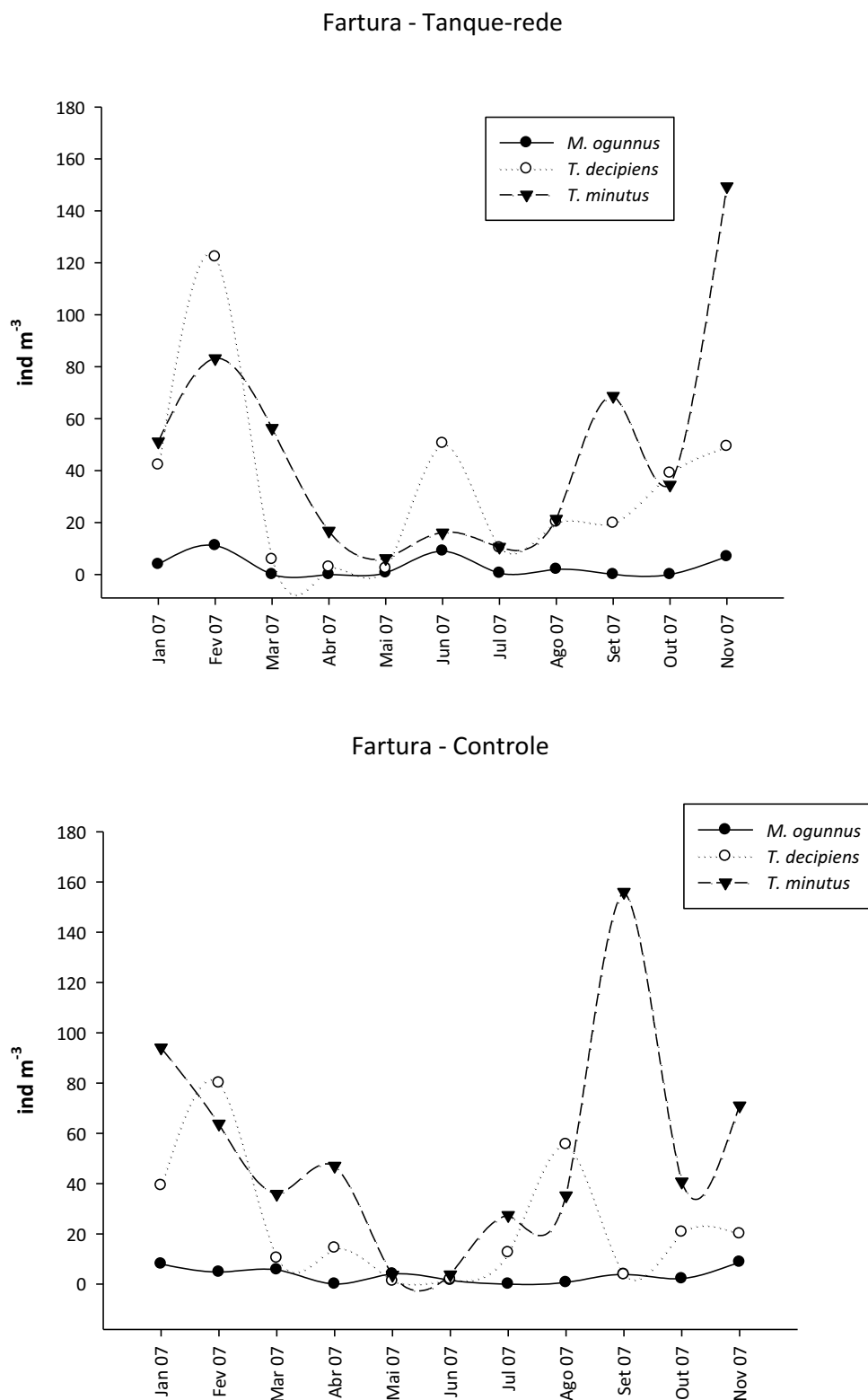


Figura 76. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Mesocyclops ogunnus*, *Thermocyclops decipiens* e *Thermocyclops minutus*, representantes da Ordem Cyclopoida, na região de Chavantes, área dos tanques-rede e controle, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

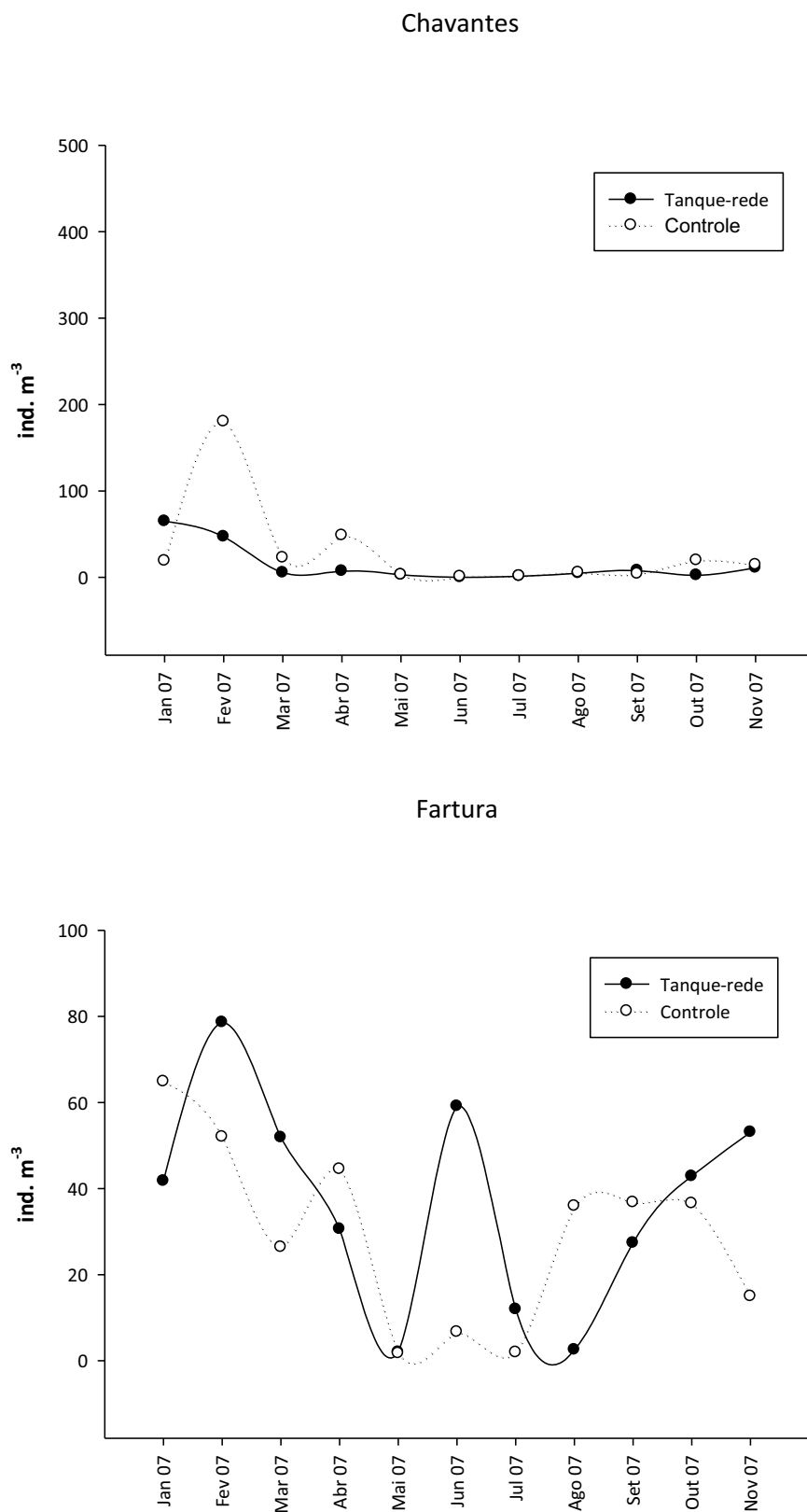


Figura 77. Flutuação sazonal (média entre pontos) da espécie *Notodiaptomus* cf. *henseni*, representante da Ordem Calanoida, nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Análise de similaridade

Na Figura 78 , estão representados os resultados da análise de similaridade em base a abundância das principais espécies de Copepoda nas regiões de Chavantes e Fartura, nos meses de nov/06 a nov/07.

Pode-se observar nas duas regiões que não houve distinção entre a área dos tanques-rede e a área controle, nem entre os meses mais quentes e chuvosos (nov/06 a mar/07, out/07 e nov/07) e os meses mais frios e secos (mai/07 a set/07). O mês com maior grau de similaridade foram dez/07 na área dos tanques rede e controle e os meses que, embora agrupados, apresentaram maior grau de diferença foram jun/07 e jul/07 para a área dos tanques-rede e controle.

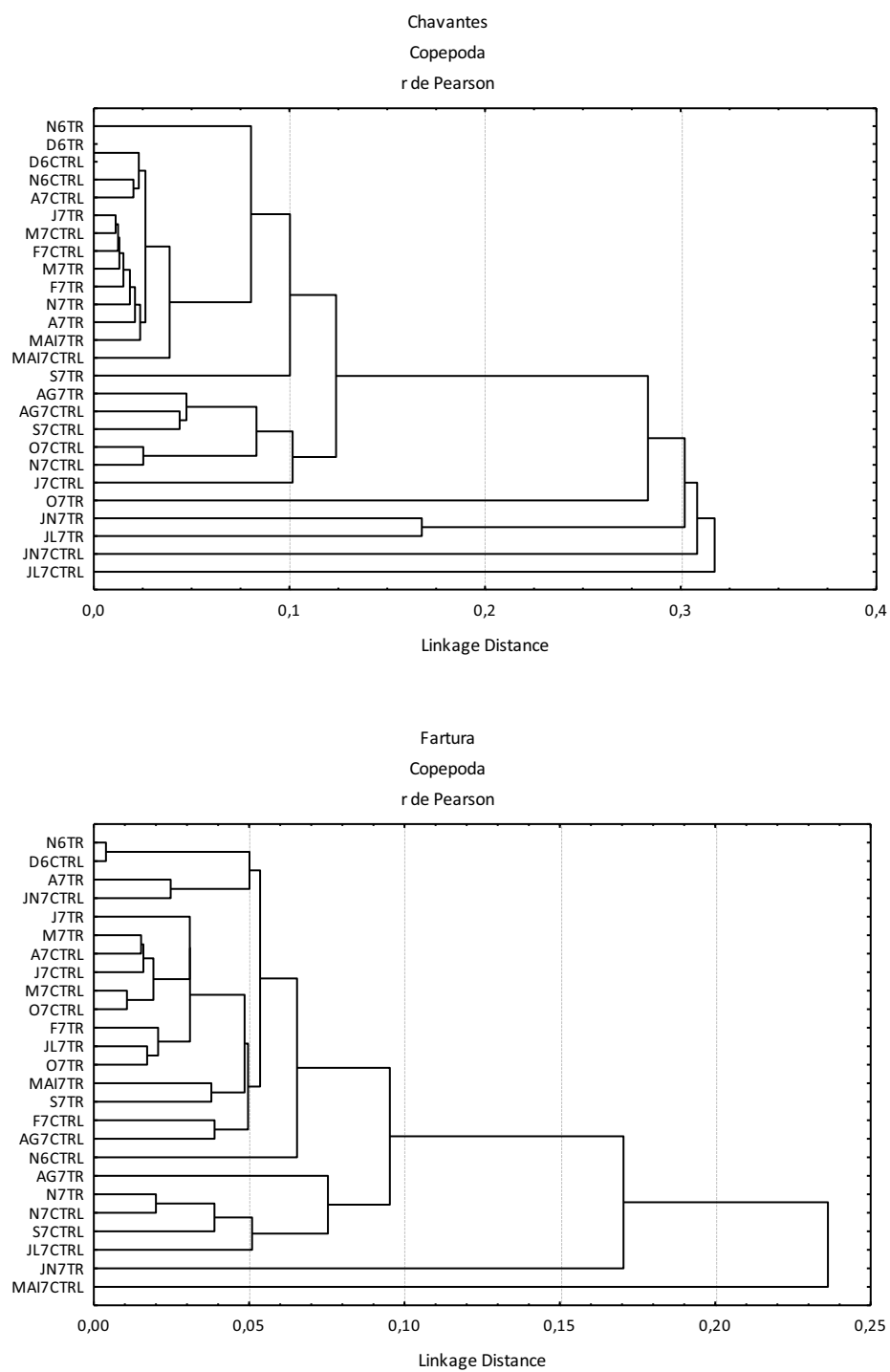


Figura 78. Análise de agrupamento para as espécies mais abundantes de Copepoda, nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Correlação entre os principais táxons e as variáveis ambientais

As análises de correlação canônica explicaram (CP1 e CP3) 44,2% da variância dos dados na região de Chavantes e 42,0% na região de Fartura. Nas Tabelas 10 e 11, são apresentados os resultados das análises de correlação canônica, envolvendo os principais táxons de Copepoda observados nas regiões de Chavantes e Fartura.

Na região de Chavantes (Figura 79) a análise demonstrou que as espécies *Mesocyclops ogunnus*, *Thermocyclops minutus*, *Paracyclops chiltoni* e *Notodiaptomus deitersi*, apresentaram correlação positiva com o eixo 1, associados aos valores de nitrogênio total, sendo que as variáveis ambientais pH, clorofila e fósforo total se correlacionaram negativamente com este eixo. A espécie *Thermocyclops minutus* apresentou correlação negativa com o eixo 3, associados com o oxigênio dissolvido. Nesta análise não foram observadas diferenças significativas entre as áreas dos tanques-rede e controle, sendo que as correlações estiveram mais associadas às variáveis ambientais e à sazonalidade, como mostrado nas análises de componentes principais (Figura 35).

Em Fartura (Figura 80) a análise demonstrou que as espécies *Mesocyclops ogunnus* e *Thermocyclops minutus* apresentaram correlação positiva com o eixo 1, associadas aos valores de condutividade elétrica e transparência da água, enquanto *Notodiaptomus henseni*, *Notodiaptomus deitersi* e *Notodiaptomus* sp ♀, correlacionaram-se negativamente com o eixo 1, associados aos valores de pH, fósforo total, turbidez e clorofila. A espécie *Notodiaptomus deitersi*, apresentou correlação positiva com o eixo 2 e *Notodiaptomus henseni* correlação negativa, associado ao nitrogênio total. Nesta análise não foram observadas diferenças significativas entre as áreas dos tanques-rede e controle, sendo que as correlações estiveram mais associadas às variáveis ambientais e à sazonalidade, como mostrado nas análises de componentes principais (Figura 36).

Tabela 10. Correlação dos principais táxons de Copepoda com as variáveis ambientais geradas pela análise de correlação canônica para a região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, considerando-se os componentes 1 e 3.

	Chavantes	
	CP 1 (34,5%)	CP3 (9,7%)
Copepoda		
<i>Mesocyclops ogunnus</i>	0,509	0,010
<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,014	0,115
<i>Thermocyclops minutus</i>	0,426	-0,449
<i>Paracyclops chiltoni</i>	0,832	0,119
<i>Notodiaptomus cf. henseni</i>	0,073	-0,009
<i>Notodiaptomus cf. deitersi</i>	0,630	-0,131
<i>Notodiaptomus</i> sp ♀	0,176	0,109
Variáveis ambientais		
pH	-0,444	-0,205
Condutividade elétrica (K)	-0,008	-0,239
Oxigênio Dissolvido (O.D)	0,323	-0,733
Temperatura (T)	-0,096	0,537
Nitrogênio total (Nt)	0,650	0,015
Fósforo total (Pt)	-0,416	0,049
Turbidez (Turb.)	0,117	-0,068
Clorofila a (Cloro.)	-0,420	0,251
Transparência (Transp.)	0,006	-0,173

Tabela 11. Correlação dos principais táxons de Copepoda com as variáveis ambientais geradas pela análise de correlação canônica para a região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, considerando-se os dois primeiros componentes.

	Fartura	
	CP 1 (27,2%)	CP2 (14,8%)
Copepoda		
<i>Mesocyclops ogunnus</i>	0,476	0,122
<i>Thermocyclops decipiens</i>	-0,349	-0,012
<i>Thermocyclops minutus</i>	0,633	0,202
<i>Paracyclops chiltoni</i>	0,391	0,036
<i>Notodiaptomus cf. henseni</i>	-0,461	-0,442
<i>Notodiaptomus cf. deitersi</i>	-0,477	-0,501
<i>Notodiaptomus</i> sp ♀	-0,648	-0,338
Variáveis ambientais		
pH	-0,494	-0,348
Condutividade elétrica (K)	0,468	-0,003
Oxigênio Dissolvido (O.D)	-0,223	0,033
Temperatura (T)	-0,173	-0,089
Nitrogênio total (Nt)	-0,056	-0,510
Fósforo total (Pt)	-0,413	0,355
Turbidez (Turb.)	-0,548	0,263
Clorofila a (Cloro.)	-0,533	-0,246
Transparência (Transp.)	0,806	-0,311

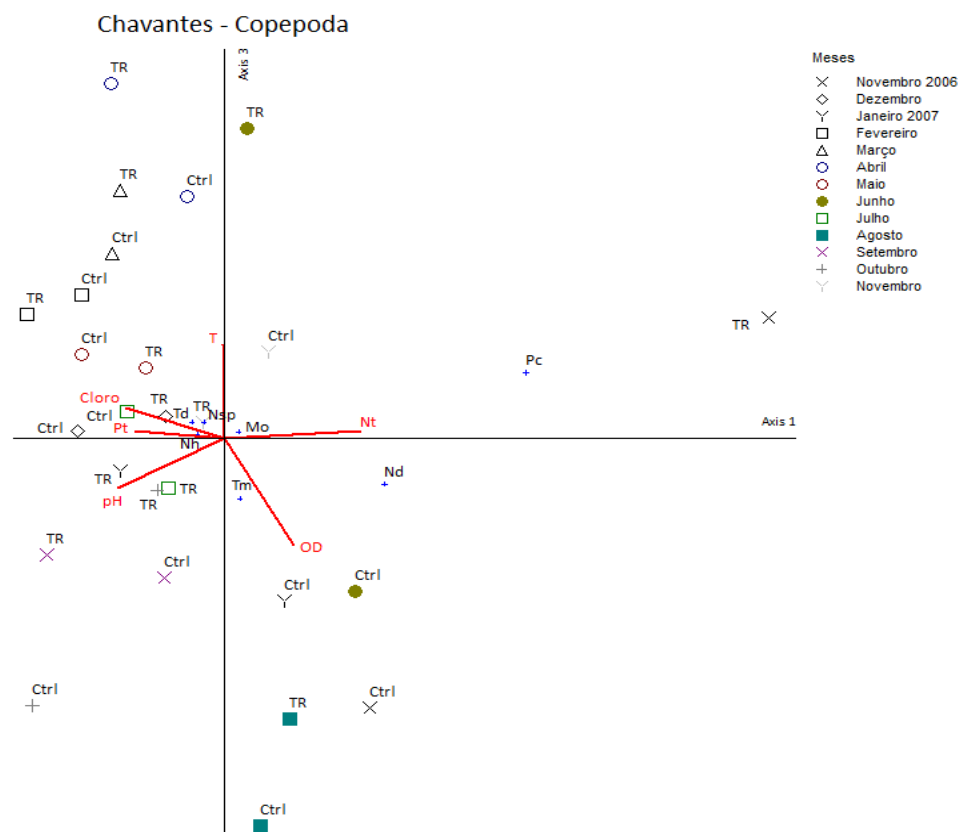


Figura 79. Análise de correlação canônica dos principais táxons de Copepoda com as variáveis ambientais na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, para a área dos tanques-rede e controle.

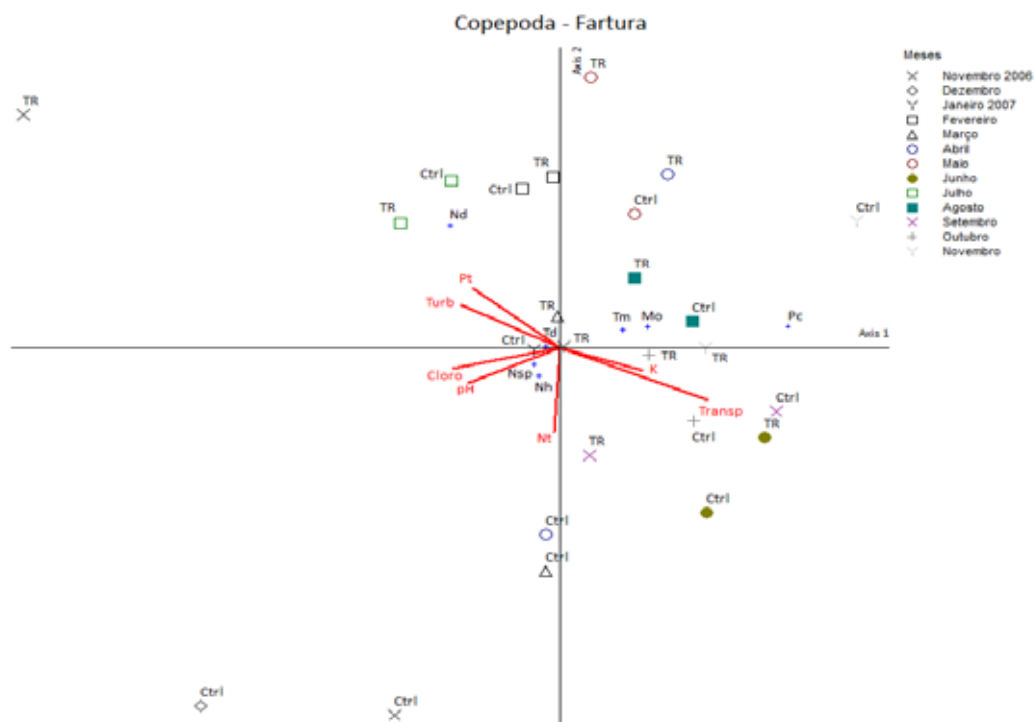


Figura 80. Análise de correlação canônica dos principais táxons de Copepoda com as variáveis ambientais na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, para a área dos tanques-rede e controle.

Rotifera

Composição

O grupo zooplanctônico com maior riqueza foi Rotifera, com 27 táxons (53%), distribuídos em 11 famílias, além de 1 representante da ordem Bdelloidea. As Tabelas 12 e 13 apresentam a lista das espécies que ocorreram na região de Chavantes e Fartura, respectivamente, com dados de frequência de ocorrência (n = 147 amostras nas áreas de tanque-rede e controle).

Na região de Chavantes, Tabela 12, foram identificados 26 táxons, sendo que na área dos tanques-rede aparecem 24 táxons e na área controle 23. As espécies *Filinia terminalis*, *Lecane hamata* e *Lecane* sp ocorreram somente na área dos tanques-rede e a espécie *Testudinella patina patina* e um representante da Ordem Bdelloidea só foi encontrado na área controle.

As espécies mais frequentes na região de Chavantes, área dos tanques-rede foram: *Conochilus unicornis*, *Polyarthra vulgaris*, *Collotoca* sp, *Conochilus coenobais*, *Keratella cochlearis*, *Ascomorpha ecaudis* e *Synchaeta stylata*, com frequência de ocorrência superior a 70%. Na área controle, as maiores frequências de ocorrência foram *Conochilus unicornis*, *Polyarthra vulgaris*, *Conochilus coenobasis*, *Keratella cochlearis*, *Hexarthra* spp, *Synchaeta stylata*, *Collotoca* sp e *Ascomorpha ecaudis*, também com valores superiores a 70%.

Na região de Fartura, Tabela 13 foram identificados 25 táxons, sendo que na área dos tanques-rede aparecem 23 táxons e na área controle 23. As espécies *Kellicottia bostoniensis* e *Ascomorpha saltans* ocorreram apenas na área dos tanques-rede e a espécie *Filinia terminalis* e *Testudinella patina patina* só foram encontradas na área controle.

As espécies mais frequentes na região de Fartura, área dos tanques-rede foram: *Conochilus unicornis*, *Polyarthra vulgaris*, *Keratella cochlearis*, *Hexarthra* spp,

Colloteca sp, *Ascomorpha ecaudis*, com frequência de ocorrência superior a 70%. Na área controle, as maiores frequências de ocorrência foram de *Conochilus unicornis*, *Polyarthra vulgaris*, *Colloteca* sp, *Keratella cochlearis*, *Ascomorpha ecaudis*, *Hexarthra* spp, *Conochilus coenobasis*, *Pompholyx* sp, e também com valores superiores a 70%.

Tabela 12. Lista de espécies de Rotifera identificadas na região de Chavantes e frequência de ocorrência (n = 147 amostras) nas áreas de Tanques-rede e Controle.

Chavantes	Tanque-rede F.O (%)	Controle F.O (%)
Brachionidae		
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)	2,6	5,3
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	33,3	23,7
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	79,5	81,6
Collothecidae		
<i>Collotheca</i> sp	84,6	76,3
Conochilidae		
<i>Conochilus coenobasis</i> (Skorikov, 1914)	84,6	84,2
<i>Conochilus natans</i> (Seligo, 1900)	23,1	23,7
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	100,0	97,4
Euchlanidae		
<i>Euchlanis</i> sp	5,1	15,8
Filiniidae		
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	33,3	18,4
<i>Filinia opoliensis</i> (Zacharias, 1898)	23,1	18,4
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	5,1	0,0
Gastropodidae		
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	79,5	73,7
<i>Ascomorpha ovalis</i> Carlin, 1943	33,3	15,8
<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	7,7	7,9
Hexarthridae		
<i>Hexarthra</i> spp	82,1	79,0
Lecanidae		
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	2,56	0,0
<i>Lecane</i> sp	7,69	0,0
Synchaetidae		
<i>Ploesoma truncatum</i> (Levander, 1894)	61,5	55,3
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	97,4	97,4
<i>Synchaeta</i> sp	66,7	57,9
<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893	74,4	79,0
Testudinellidae		
<i>Pompholyx</i> sp	69,2	57,9
<i>Testudinella patina patina</i> (Hermann, 1783)	0,0	2,6
Trichocercidae		
<i>Trichocerca chattoni</i> (de Beauchamp, 1907)	25,6	42,1
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	41,0	52,6
Bdelloidea	0,0	2,6

Tabela 13. Lista de espécies de Rotifera identificadas na região de Chavantes e frequência de ocorrência (n = 147 amostras) nas áreas de Tanques-rede e Controle.

Fartura	Tanque-rede F.O (%)	Controle F.O (%)
Brachionidae		
<i>Brachionus dolabratus</i> Haring, 1915	8,8	8,3
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)	2,9	0,0
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	64,7	55,6
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	88,2	88,9
Collothecidae		
<i>Collotheca</i> sp	79,4	91,7
Conochilidae		
<i>Conochilus coenobasis</i> (Skorikov, 1914)	82,4	75,0
<i>Conochilus natans</i> (Seligo, 1900)	11,8	19,4
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	100,0	100,0
Euchlanidae		
<i>Euchlanis</i> sp	5,9	8,3
Filiniidae		
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	41,2	44,4
<i>Filinia opoliensis</i> (Zacharias, 1898)	52,9	52,8
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	0,0	2,8
Gastropodidae		
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	76,5	86,1
<i>Ascomorpha ovalis</i> Carlin, 1943	29,4	30,6
<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	5,9	0,0
Hexarthridae		
<i>Hexarthra</i> spp	82,4	86,1
Lecanidae		
<i>Lecane</i> sp	17,7	5,6
Synchaetidae		
<i>Ploesoma truncatum</i> (Levander, 1894)	8,8	11,1
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	100,0	100,0
<i>Synchaeta</i> sp	52,9	66,7
<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893	58,8	61,1
Testudinellidae		
<i>Pompholyx</i> sp	64,7	72,2
<i>Testudinella patina patina</i> (Hermann, 1783)	0,0	2,8
Trichocercidae		
<i>Trichocerca chattoni</i> (de Beauchamp, 1907)	14,7	47,2
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	38,2	44,4

Riqueza

Na região de Chavantes, a riqueza de espécies de Rotifera variou entre 9 (fev/07) e 15 táxons (mai/07) na área dos tanques-rede e entre 8 (jul/07) e 13 táxons (mai/07 e ago/07) na área controle, conforme se observa na Figura 81.

Na Figura 82, estão apresentados os valores de riqueza de espécies de Rotifera para a região de Fartura, que variou entre 8 (nov/06 e set/07) e 14 táxons (jan/07) na área dos tanques-rede e entre 8 (dez/06) e 14 táxons (jan/07 e abr/07) na área controle.

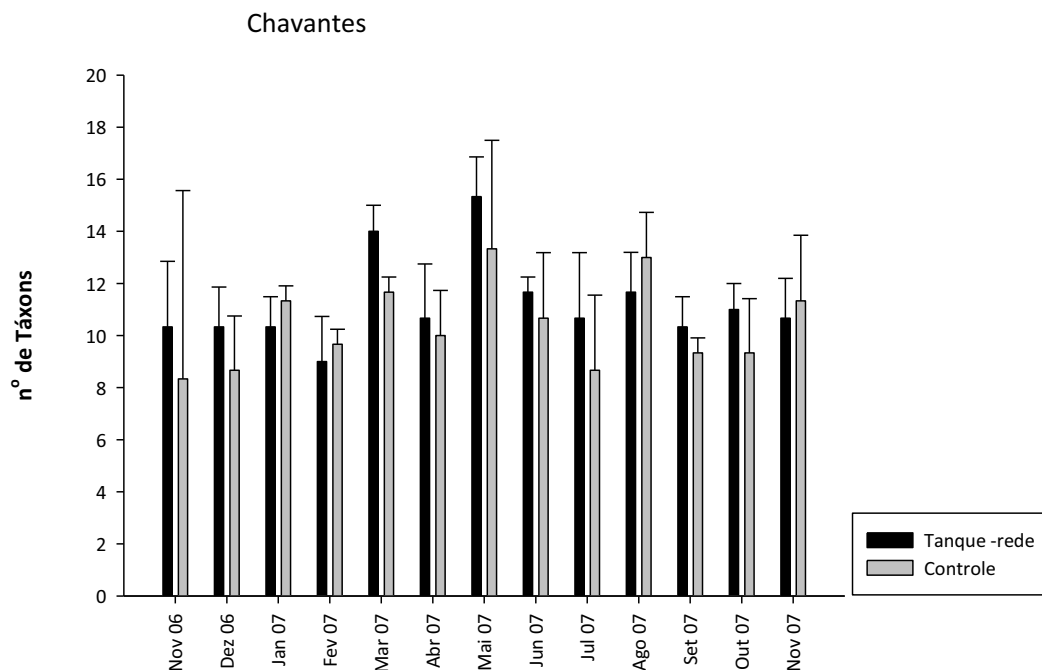


Figura 81. Variação da riqueza (média e desvios-padrão entre os pontos) de espécies de Rotifera na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

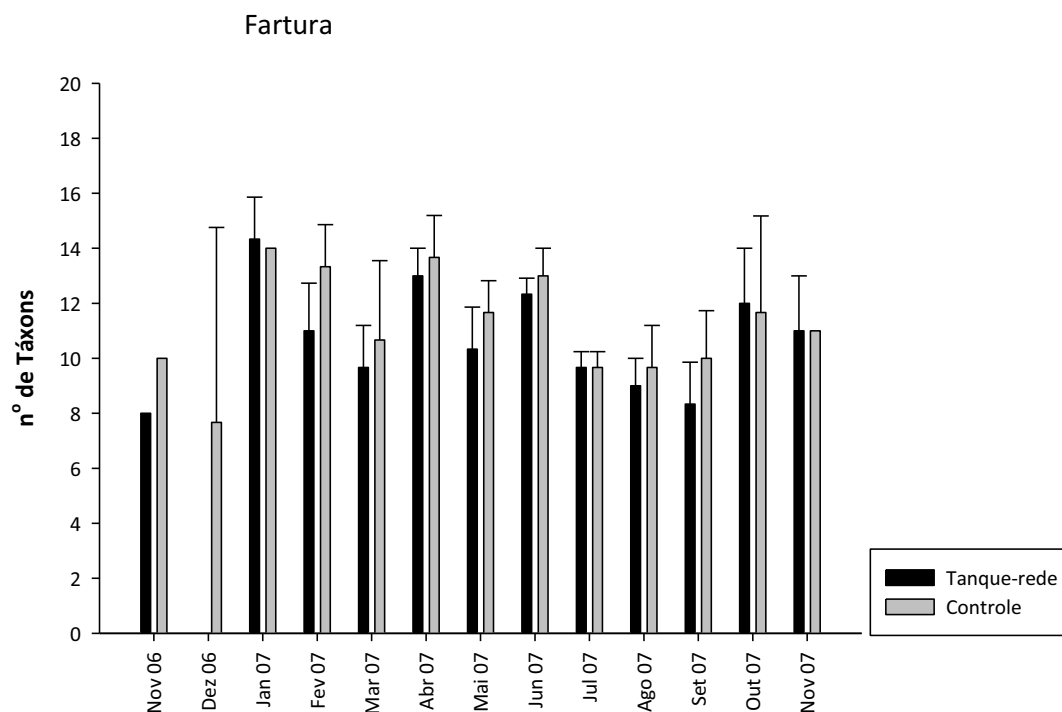


Figura 82. Variação da riqueza (média e desvios-padrão) de espécies de Rotifera na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Diversidade

Os valores da diversidade de Rotifera, calculados pelo Índice de Shannon Wiener (H'), variaram, na região de Chavantes entre 1,48 bits. ind.⁻¹ (dez/06) e 3,05 bits. ind.⁻¹ (jan/07) na área dos tanques-rede e entre 0,956 bits. ind.⁻¹ (dez/06) e 3,06 bits. ind.⁻¹ (jan/07) na área controle (Figura 83). Na maioria dos meses (10) a diversidade foi maior na área de tanques-rede.

Na região de Fartura (Figura 84), os valores de diversidade variaram entre 1,52 bits. ind.⁻¹ (set/07) e 3,16 bits. ind.⁻¹ (jan/07) na área dos tanques-rede e entre 1,43 bits. ind.⁻¹ (set/07) e 3,29 bits. ind.⁻¹ (jan/07 e abr/07) na área controle.

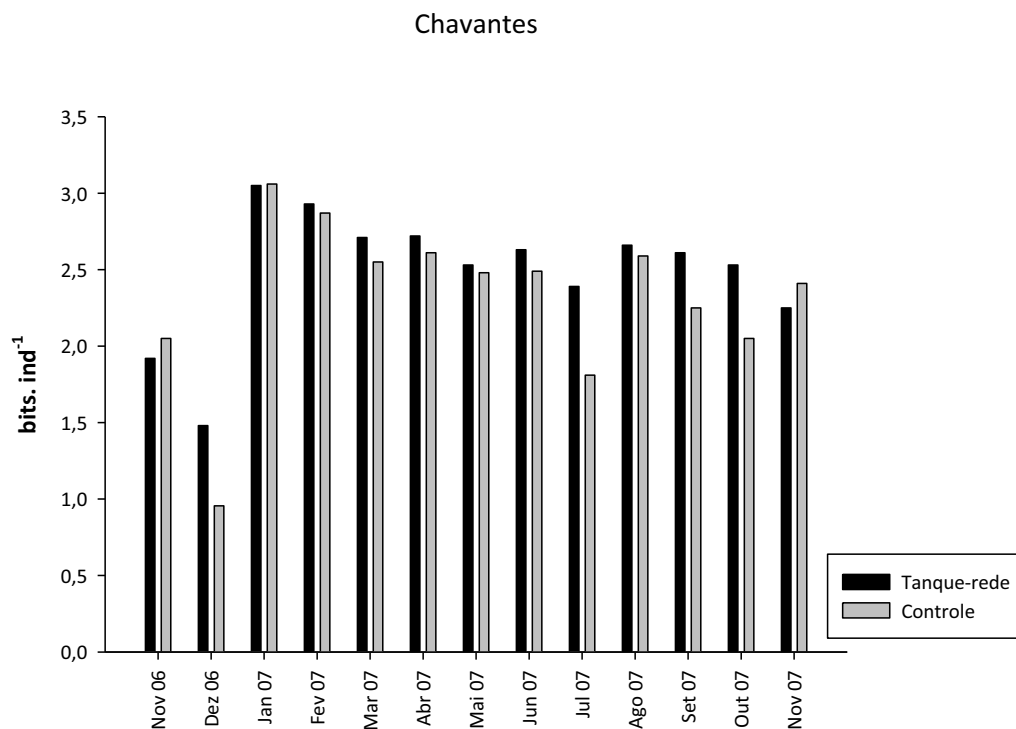


Figura 83. Variação da diversidade de Shannon-Wiener H' (bits. ind⁻¹), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

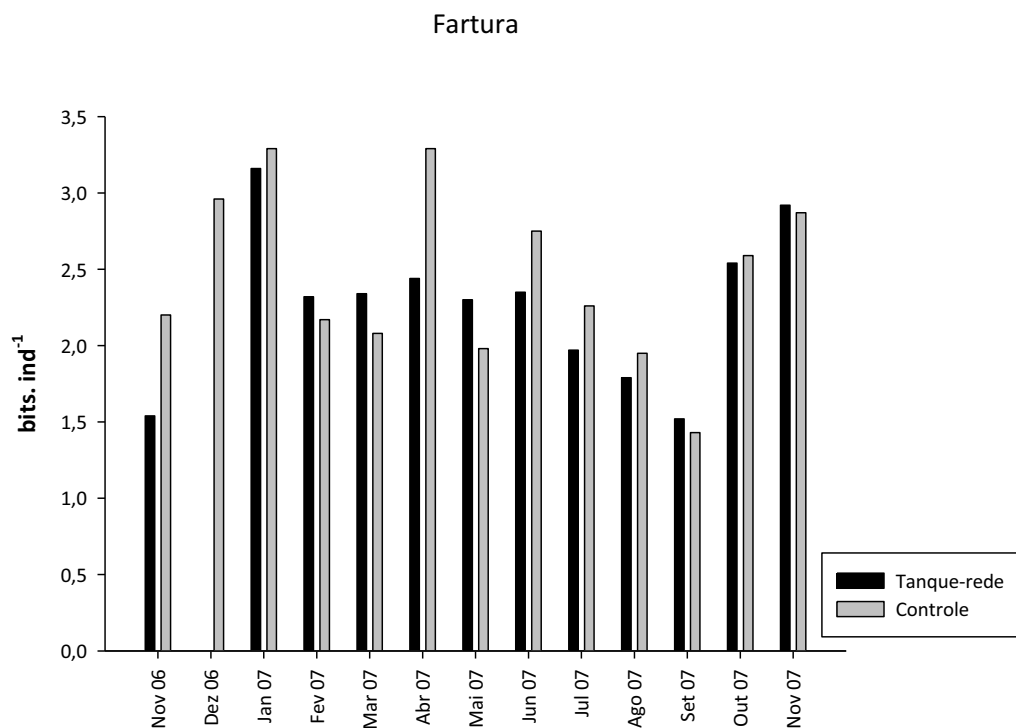


Figura 84. Variação da diversidade de Shannon-Wiener H' (bits. ind⁻¹), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

Abundância absoluta

A variação da abundância absoluta de Rotífera está representada nas Figuras 85 e 86. Os maiores valores ocorreram nos meses de nov/06 e dez/06, na região de Chavantes e Fartura, tanto na área dos tanques-rede quanto na área controle. Contudo, é importante observar que a amostragem realizada nesses meses difere do período restante devido à alteração na rede utilizada nas coletas, conforme explicado nos Materiais e Métodos. Na região de Fartura, no mês de dez/06 só houve coleta na área controle.

Na região de Chavantes, Figura 85, a abundância absoluta nos meses de nov/06 e dez/06 foi de 7850 ind. m^{-3} e 6334 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, 15310 ind. m^{-3} e 11130 ind. m^{-3} na área controle, respectivamente. No período de jan/07 a nov/07, os maiores valores de abundância foram registrados no mês de ago/07, com 1506 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, e em out/07, com 2660 ind. m^{-3} na área controle. Os menores valores ocorreram em jul/07, com 185 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, e em mai/07, com 232 ind. m^{-3} na área controle.

Na região de Fartura, Figura 86, a abundância absoluta no mês de nov/06 para a área dos tanques-rede foi de 12614 ind. m^{-3} . Os valores referentes a área controle nos meses de nov/06 e dez/06, foram de 12954 ind. m^{-3} e 2962 ind. m^{-3} , respectivamente. No período de jan/07 a nov/07, os maiores valores de abundância foram registrados no mês de ago/07, com 5924 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, e 10677 ind. m^{-3} na área controle. Os menores valores ocorreram em mai/07, com 556 ind. m^{-3} na área dos tanques-rede, e em nov/07, com 954 ind. m^{-3} na área controle.

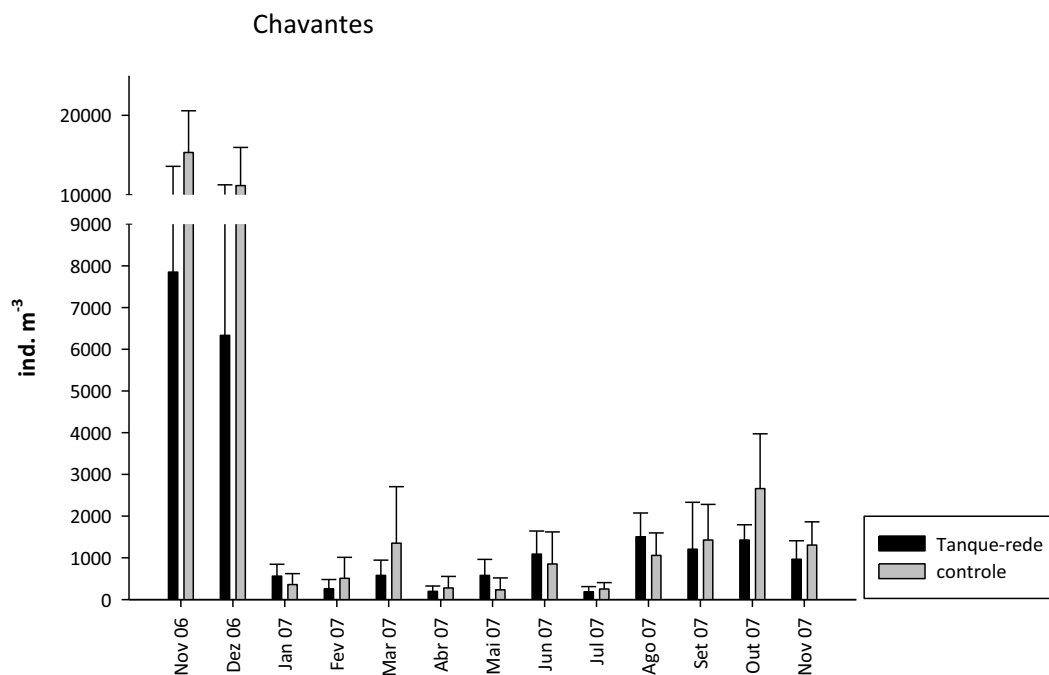


Figura 85. Variação da abundância absoluta (médias e desvios-padrão) de Rotífera (ind. m⁻³), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

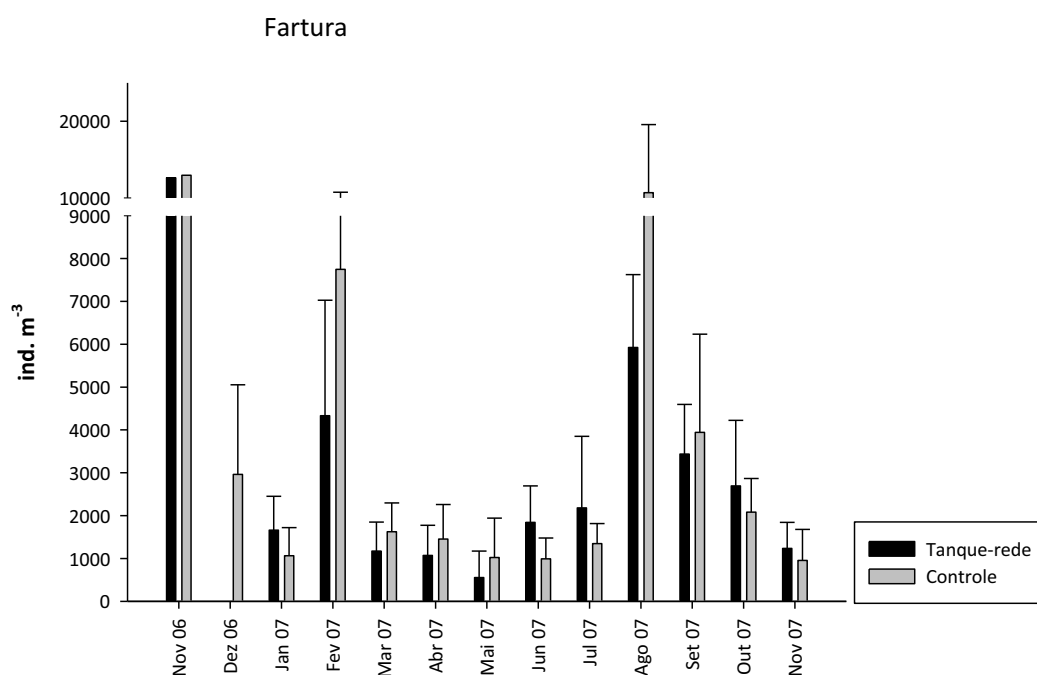


Figura 86. Variação da abundância absoluta (médias e desvios-padrão) de Rotífera (ind. m⁻³), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede e controle.

Abundância relativa

As famílias mais representativas quanto à abundância relativa de Rotifera nas regiões de Chavantes e Fartura foram Conochilidae e Synchaetidae.

Na região de Chavantes, a família Conochilidae variou entre 14,6 (mai/07) e 82% (dez/06), enquanto a família Synchaetidae, variou de 4,2% (dez/06) a 70,7% (ago/07), na área dos tanques-rede, Figura 87. Na área controle (Figura 88), a família Conochilidae variou entre 10,4 (jul/07) e 92,3% (dez/06), enquanto a família Synchaetidae, variou de 3,2% (dez/06) a 77,1% (jul/07).

Nas Figuras 89 e 90 são apresentados os valores da abundância relativa para a região de Fartura, as famílias Conochilidae e Synchaetidae apresentaram os maiores valores em ago/07, com 74% e 60,7%, respectivamente, na área dos tanques-rede e os menores valores em jan/07, com 12,6% a família Conochilidae e em abr/07, com 14,8. Na área controle, a família Conochilidae variou de 4,6% (mar/07) a 79,8% (set/07) e a família Synchaetidae variou de 10,7 (set/07) a 69,7% (mar/07) respectivamente.

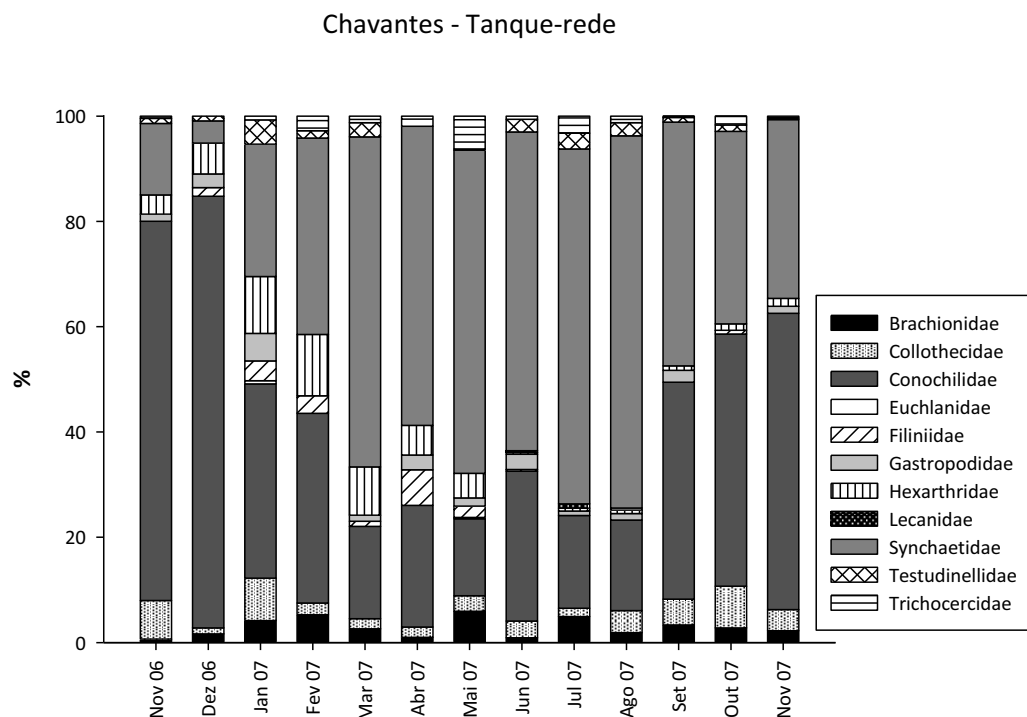


Figura 87. Valores de abundância relativa das famílias de Rotifera (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

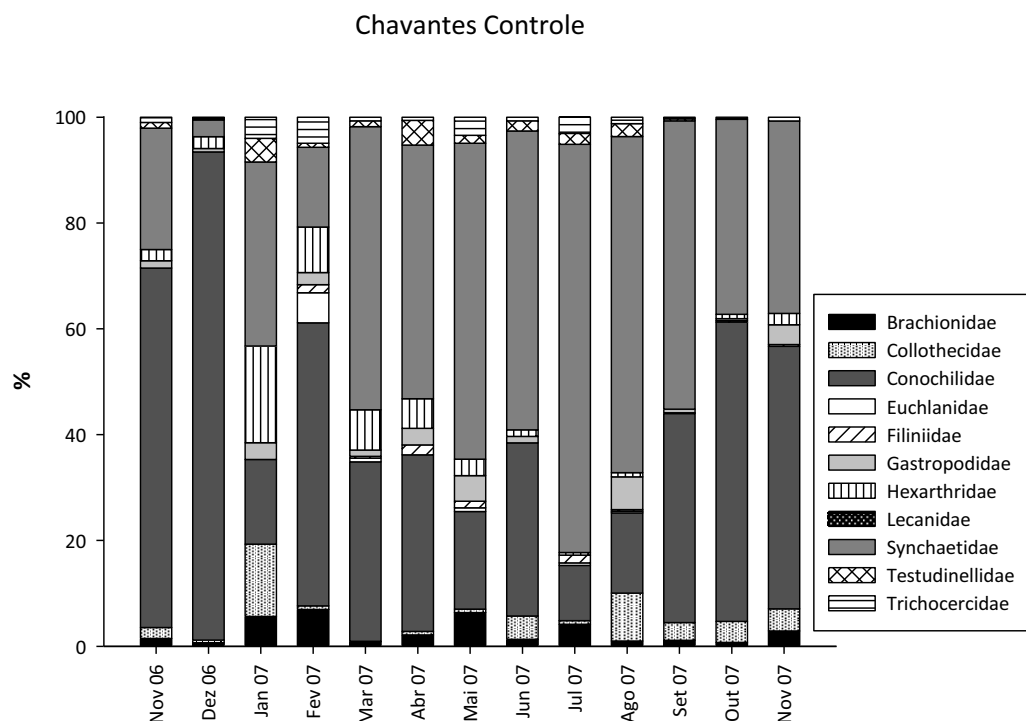


Figura 88. Valores de abundância relativa das famílias de Rotifera (%), na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área controle.

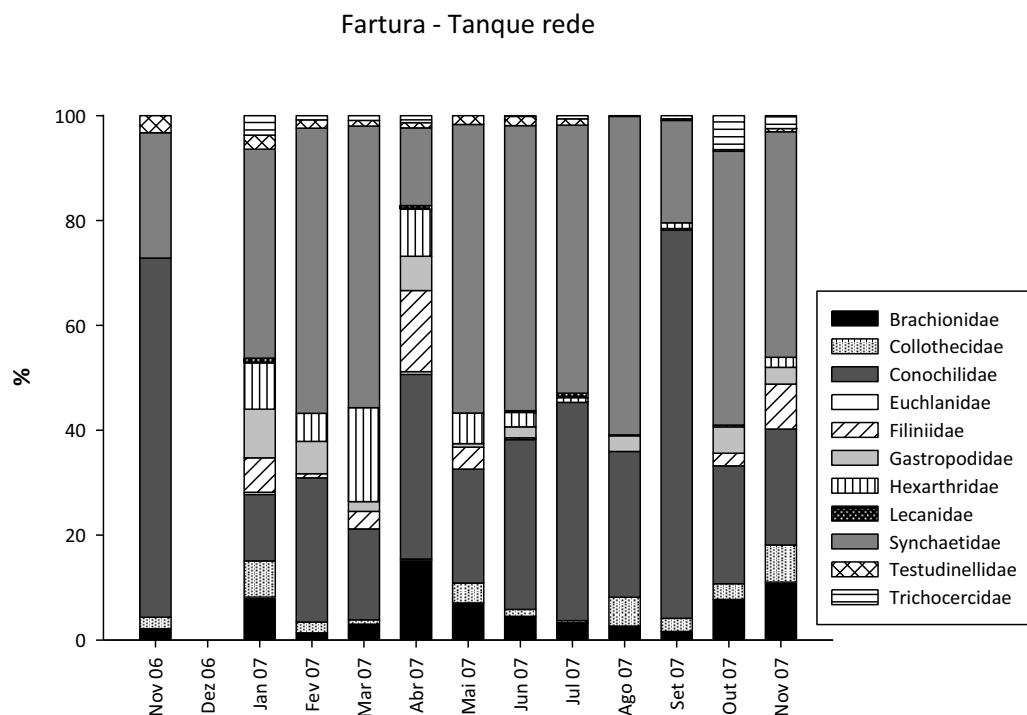


Figura 89. Valores de abundância relativa das famílias de Rotifera (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área dos tanques-rede.

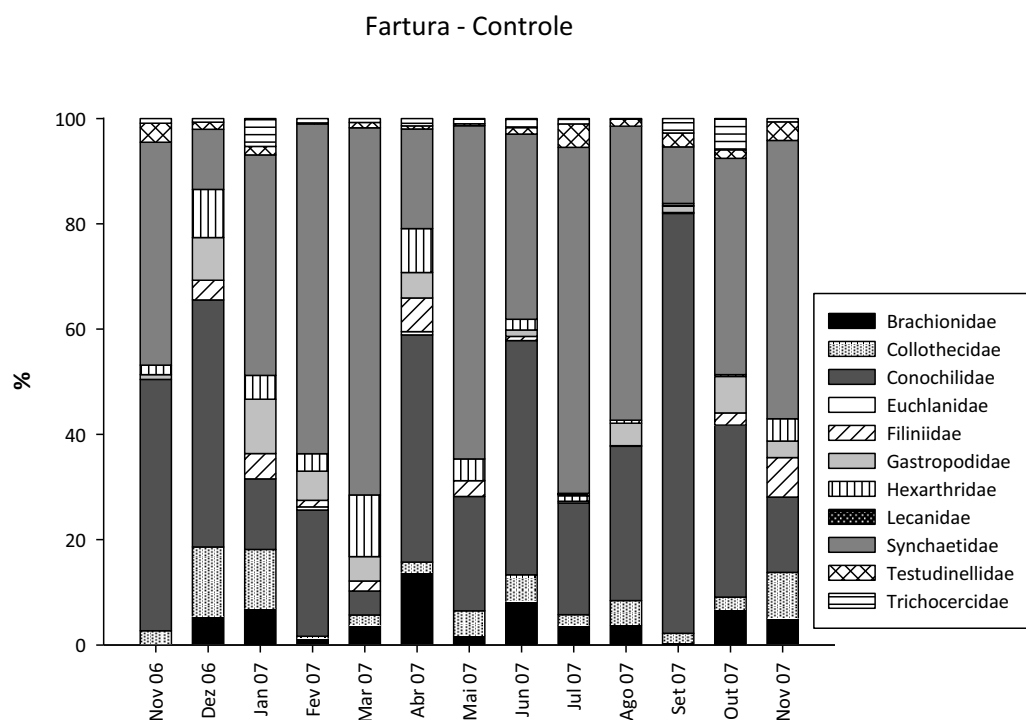


Figura 90. Valores de abundância relativa das famílias de Rotifera (%), na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, na área controle.

Variação temporal das principais espécies de Rotifera

As Figuras 91, 92, 93, e 94 mostram a flutuação sazonal das espécies (média entre pontos) de Rotifera, cujas famílias tiveram grande representatividade na abundância relativa do grupo, nas regiões de Chavantes e Fartura, nas áreas dos tanques-rede e controle, no período de jan/07 a nov/07.

As famílias mais abundantes foram Conochilidae, representada pelas espécies *Conochilus coenobasis*, *Conochilus natans* e *Conochilus unicornis*; e Synchaetidae, representada pelas espécies *Ploesoma truncatum*, *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta* sp, e *Synchaeta stylata*.

Na região de Chavantes, Figura 91, a espécie *C. coenobasis* apresentou os maiores valores de abundância nos meses de jan/07 (62 ind. m⁻³) e out/07 (59 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e no mês de mar/07 (114 ind. m⁻³) na área controle; *C. natans* em mar/07 (16 ind. m⁻³) e abr/07 (12 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e no mês de mar/07 (102 ind. m⁻³) na área controle e *C. unicornis* nos meses de jun/07 (281 ind. m⁻³), ago/07 (249 ind. m⁻³), set/07 (450 ind. m⁻³), out/07 (622 ind. m⁻³) e nov/07 (528 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de set/07 (516 ind. m⁻³), out/07 (1455 ind. m⁻³) e nov/07 (367 ind. m⁻³) na área controle.

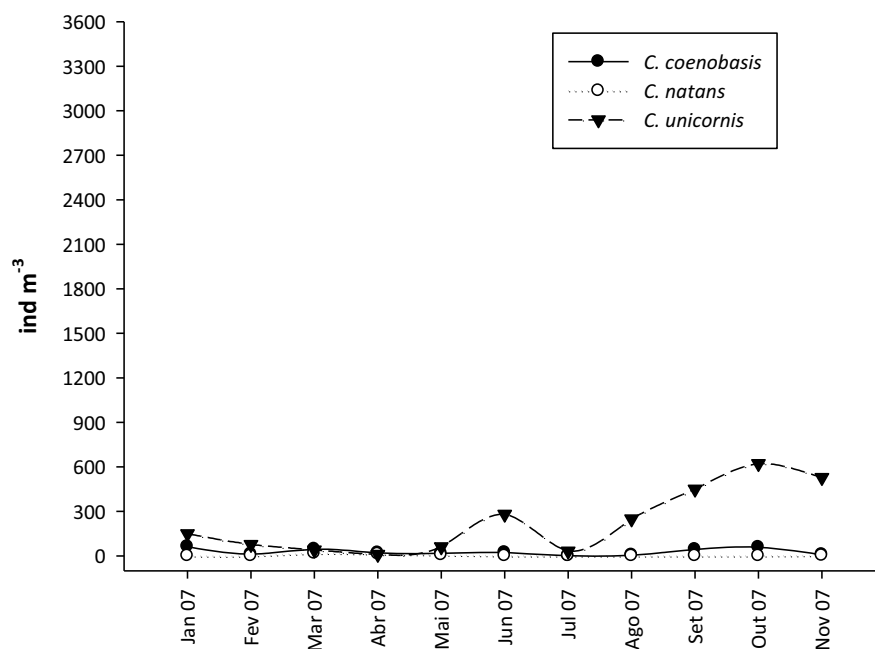
Em Fartura, Figura 92, a espécie *C. coenobasis* apresentou os maiores valores no mês de fev/07 (474 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e 608 ind. m⁻³ na área controle; *C. natans* em fev/07 (116 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e 751 ind. m⁻³ na área controle e *C. unicornis* nos meses de ago/07 (1648 ind. m⁻³) e set/07 (2469 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de ago/07 (3114 ind. m⁻³) e set/07 (3075 ind. m⁻³) na área controle.

Para as espécies da família Synchaetidae na região de Chavantes, Figura 93, os maiores valores de abundância para *P. truncatum* ocorreram nos meses de mar/07 (37 ind. m⁻³), jun/07 (46 ind. m⁻³) e out/07 (32 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e no mês de out/07 (29 ind. m⁻³) na área controle; *P. vulgaris* mostrou-se abundante nos meses de mai/07 (328 ind. m⁻³), jun/07 (398 ind. m⁻³), ago/07 (449 ind. m⁻³) e out/07 (338 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de mar/07 (627 ind. m⁻³), set/07

(433 ind. m⁻³) e out/07 (582 ind. m⁻³) na área controle; *Synchaeta* sp nos meses de jun/07 (117 ind. m⁻³), ago/07 (385 ind. m⁻³), set/07 (125 ind. m⁻³) e out/07 (146 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e no mês de ago/07 (480 ind. m⁻³) na área controle; e *Synchaeta stylata* nos meses de ago/07 (215 ind. m⁻³) e set/07 (146 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de set/07 (296 ind. m⁻³) e out/07 (205 ind. m⁻³) na área controle.

Na região de Fartura, Figura 94, os maiores valores de abundância para *P. truncatum* ocorreram em jun/07 (9 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e em jun/07 e set/07 (19 ind. m⁻³ em cada mês) na área controle; *P. vulgaris* apresentou-se abundante nos meses de fev/07 (2334 ind. m⁻³), ago/07 (3354 ind. m⁻³) e out/07 (1285 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de fev/07 (4728 ind. m⁻³) e ago/07 (5566 ind. m⁻³) na área controle; *Synchaeta* sp nos meses de jul/07 (165 ind. m⁻³), e nov/07 (115 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de jul/07 (205 ind. m⁻³), ago/07 (397 ind. m⁻³), set/07 (120 ind. m⁻³) e nov/07 (145 ind. m⁻³) na área controle; e *Synchaeta stylata* nos meses de ago/07 (169 ind. m⁻³), set/07 (110 ind. m⁻³) e out/07 (102 ind. m⁻³) na área dos tanques-rede e nos meses de ago/07 (142 ind. m⁻³) e set/07 (104 ind. m⁻³) na área controle.

Chavantes - Tanque-rede



Chavantes - Controle

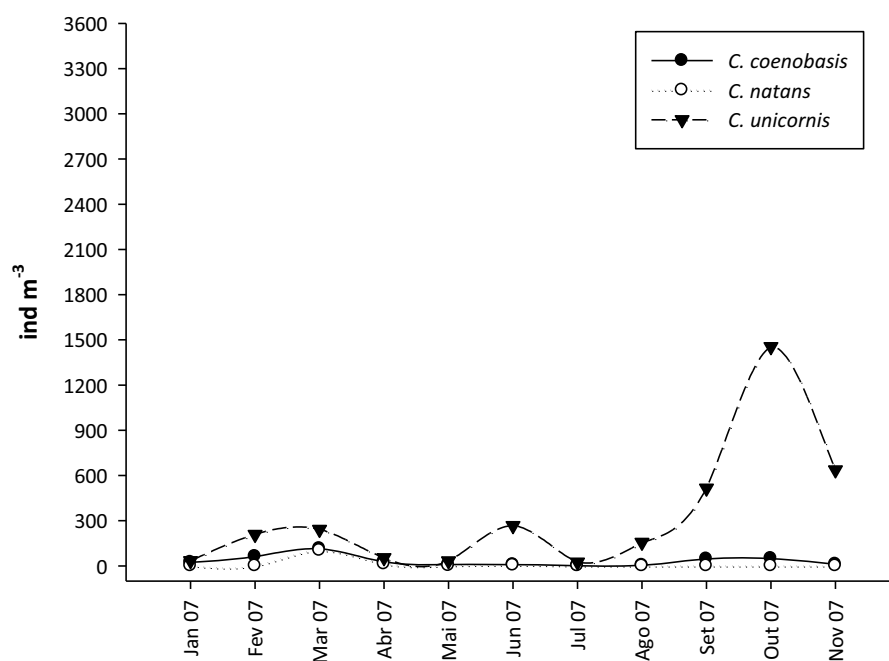


Figura 91. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Conochilus coenobasis*, *Conochilus natans* e *Conochilus unicornis*, representantes da Família Conochilidae, na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

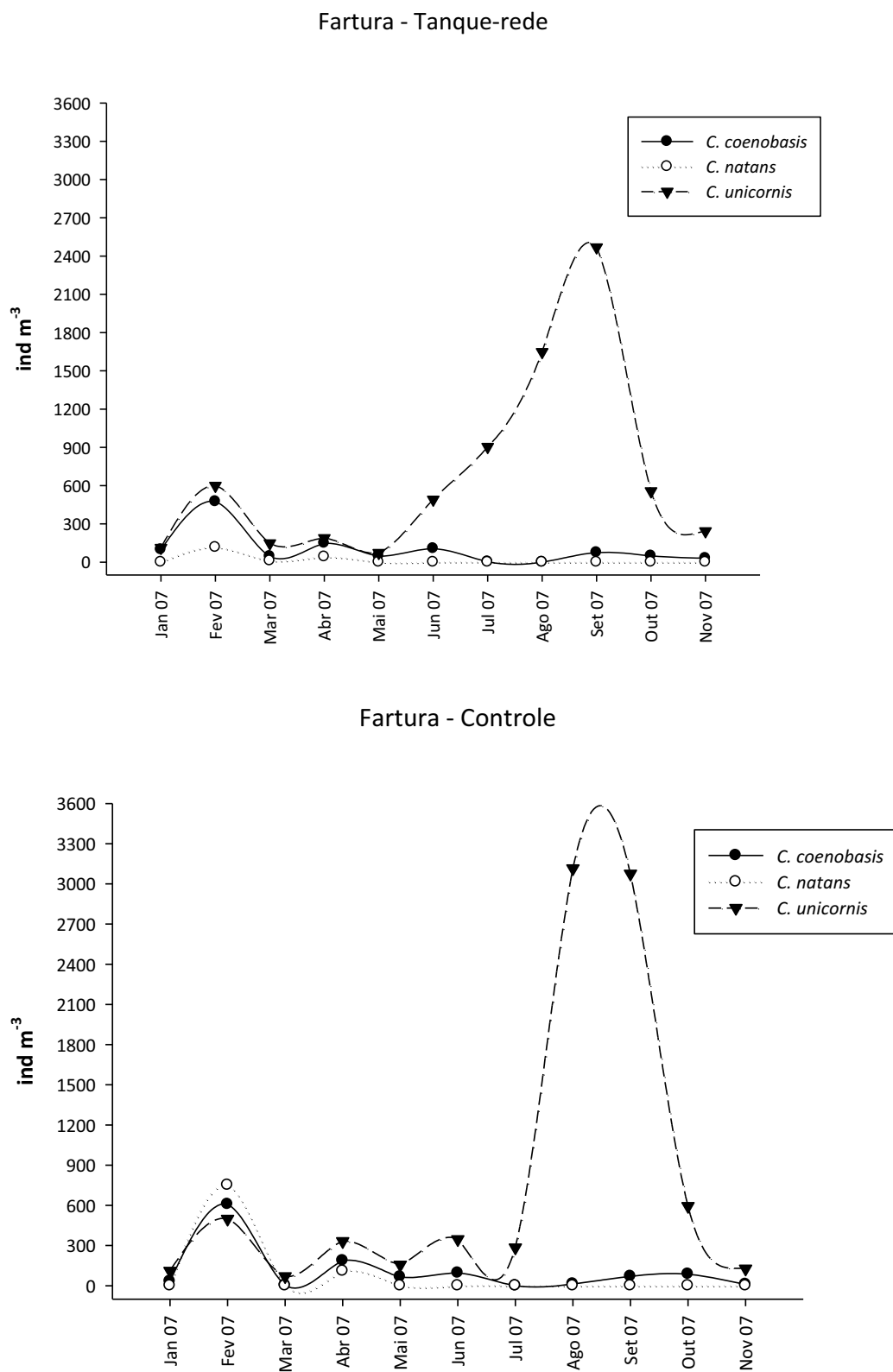
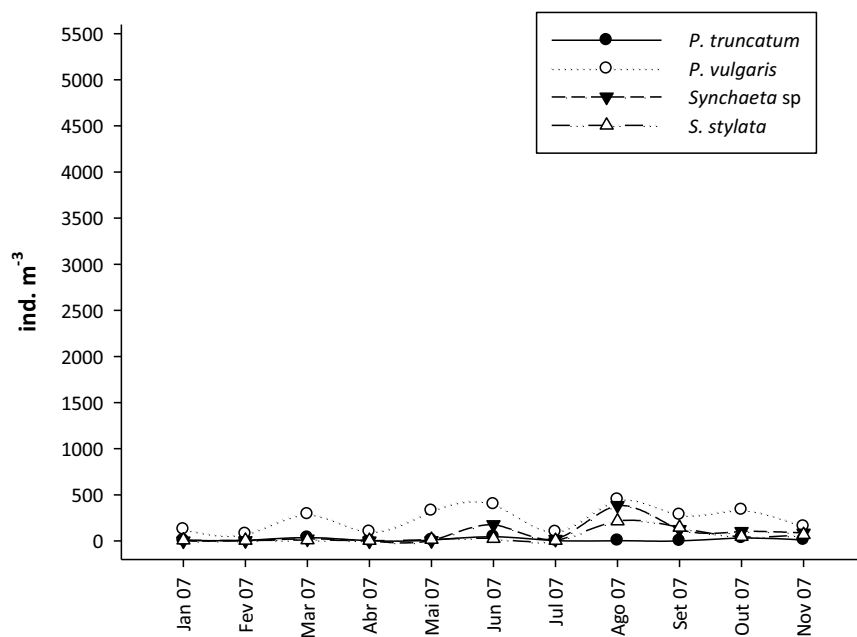


Figura 92. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Conochilus coenobasis*, *Conochilus natans* e *Conochilus unicornis*, representantes da Família Conochilidae, na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Chavantes - Tanque-rede



Chavantes - Controle

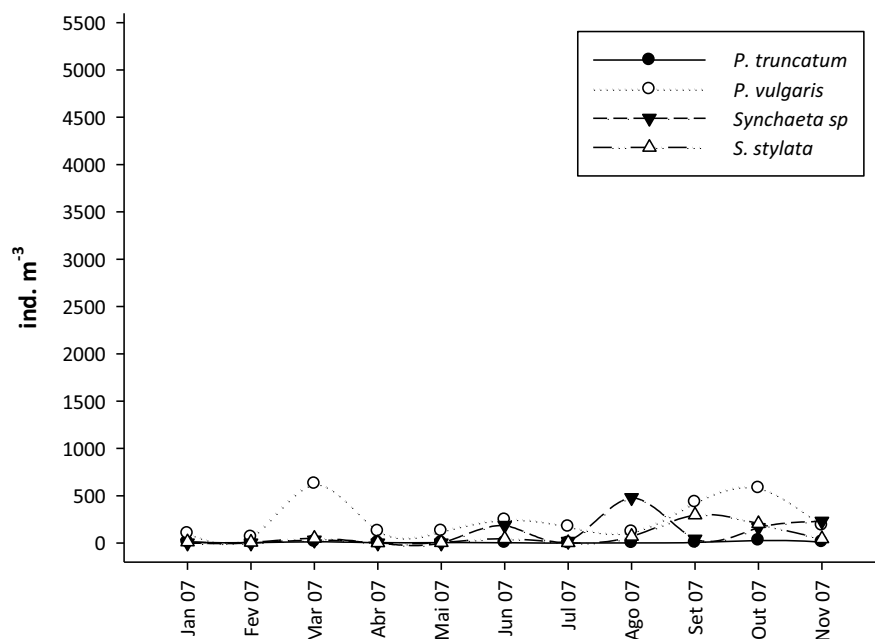
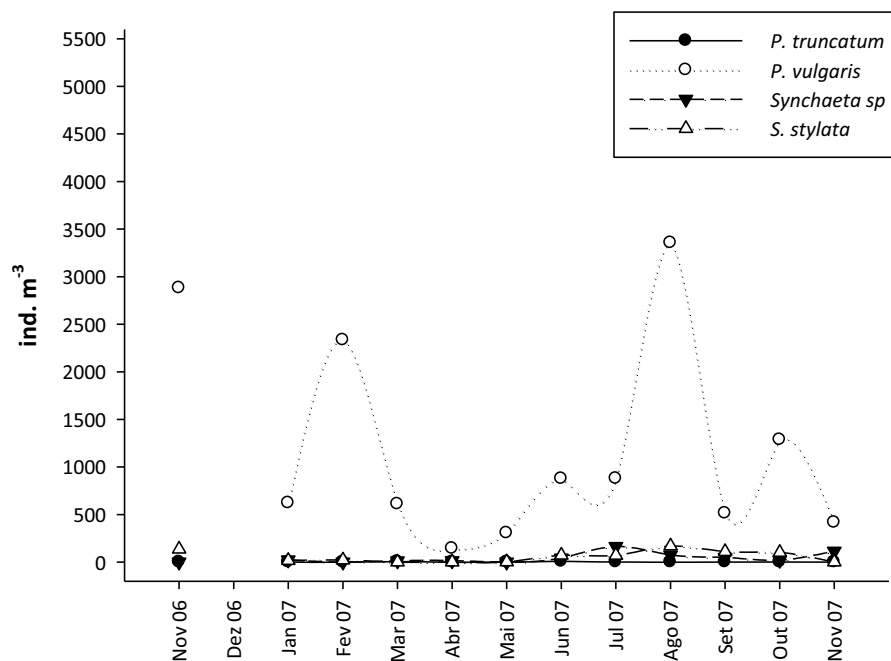


Figura 93. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Ploesoma truncatum*, *Polyathra vulgaris*, *Synchaeta sp* e *Synchaeta stylata*, representantes da Família Synchaetidae, na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Fartura - Tanque-rede



Fartura - Controle

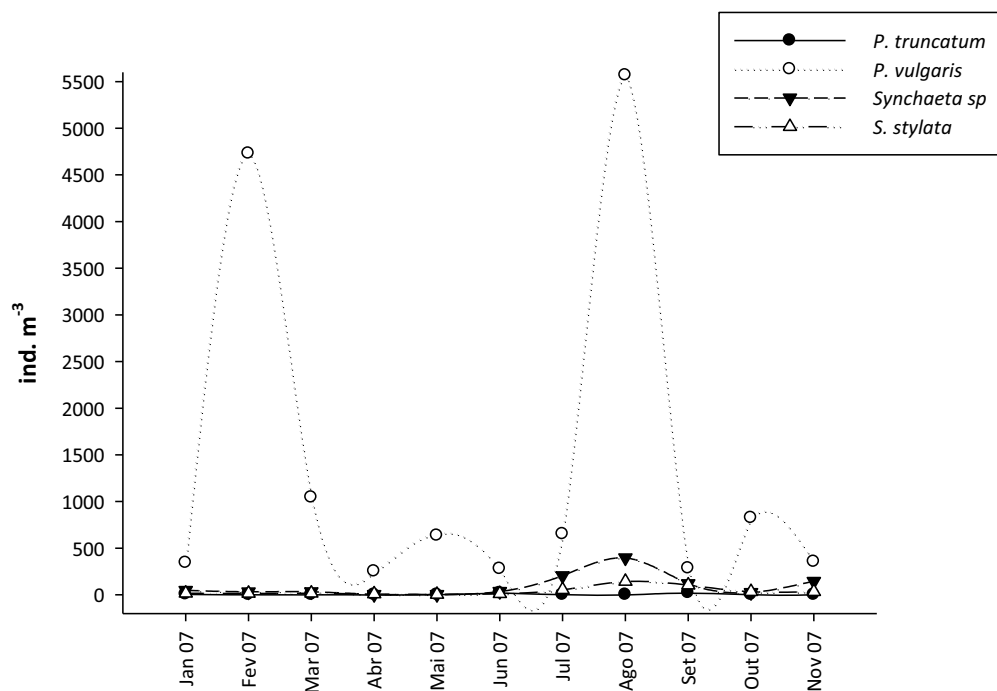


Figura 94. Flutuação sazonal (média entre pontos) das espécies *Ploesoma truncatum*, *Polyathra vulgaris*, *Synchaeta sp* e *Synchaeta stylata*, representantes da Família Synchaetidae, na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Análise de similaridade

Na Figura 95 estão representados os resultados da análise de similaridade dos locais/períodos em base à abundância das principais espécies de Rotifera nas regiões de Chavantes e Fartura, nos meses de nov/06 a nov/07.

Podemos observar, nas duas regiões que não houve distinção entre a área dos tanques-rede e a área controle. Na região de Chavantes três conjuntos de meses foram agrupados, sendo o primeiro com os meses de nov/06, dez/06, out/07 e nov/07, meses mais quentes e chuvosos, seguido pelos meses mar/07, abr/07, mai/07 e jul/07, meses mais frios e secos, e entre os meses jan/07, fev/07, jun/07 e ago/07. Os meses de dez/06 (tanques-rede e controle) e ago/07 representaram a maior e menor similaridade, respectivamente.

Na região de Fartura, os meses que apresentaram maior similaridade foram set/07, mai/07 e ago/07. Abr/07 foi o mês que apresentou menor similaridade no período. Não houve um padrão de agrupamento sazonal dos meses, como visto para as espécies de Cladocera e Copepoda.

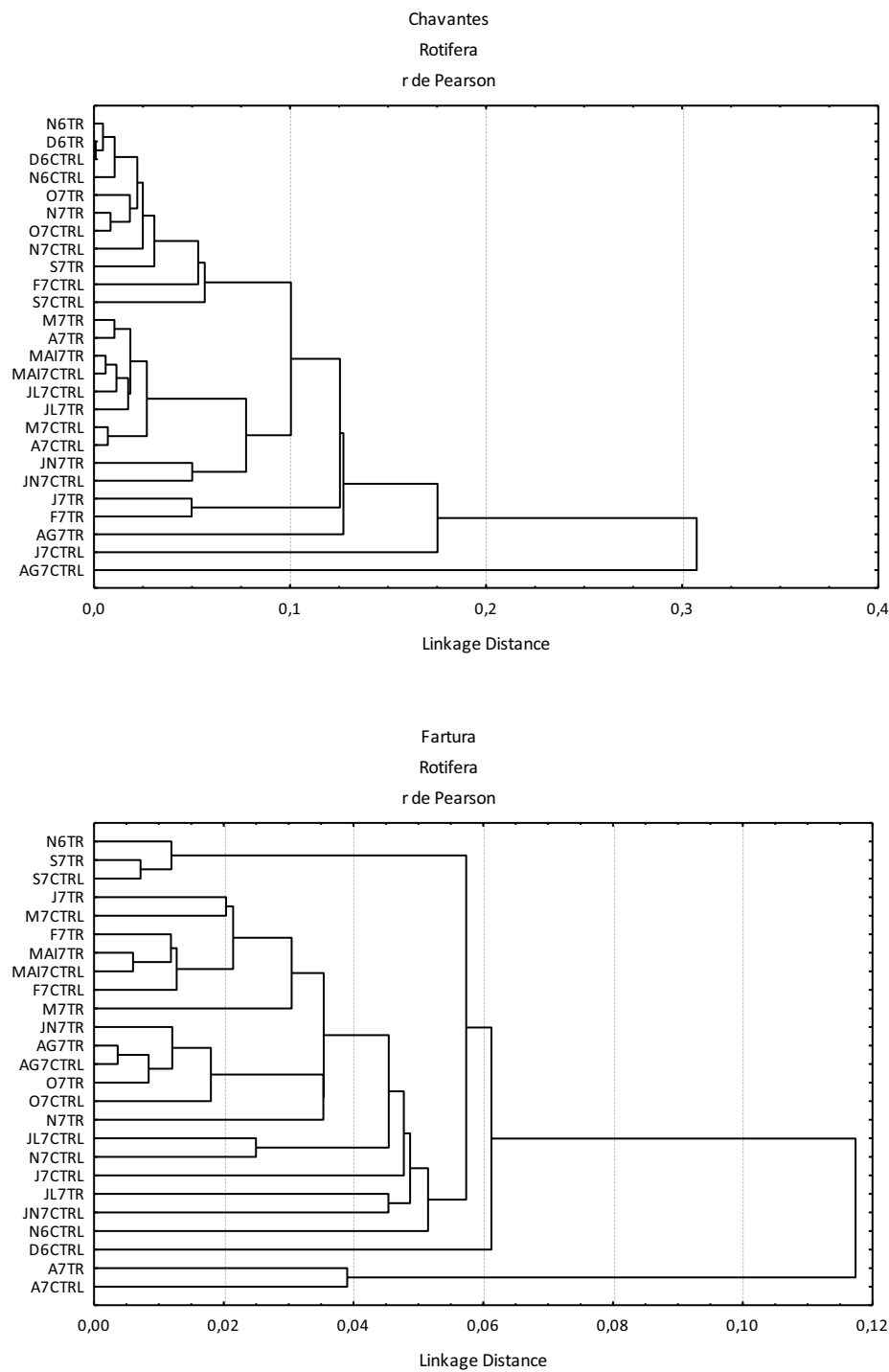


Figura 95. Análise de agrupamento para as espécies mais abundantes de Rotifera, nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Correlação entre os principais táxons e as variáveis ambientais

As análises de correlação canônica (CP1 e CP2) explicaram 57,1% da variância na região de Chavantes e 47,2% na região de Fartura. Nas Tabelas 14 e 15 são apresentados os resultados das análises de correlação canônica envolvendo os principais táxons de Rotifera observados nas regiões de Chavantes e Fartura.

Na região de Chavantes (Figura 96) a análise demonstrou que as espécies *Conochilus coenobasis* e *Hexarthra* spp apresentaram correlação positiva com o eixo 1, associadas aos valores de pH, temperatura e clorofila; enquanto que *Synchaeta* sp e *Synchaeta stylata* correlacionaram-se negativamente com o eixo 1, associadas aos valores de transparência e condutividade elétrica. As espécies *Keratella cochlearis*, *Collotheca* sp, *Conochilus unicornis*, *Ascomorpha ecaudis*, *Hexarthra* spp e *Synchaeta stylata* apresentaram correlação positiva com o eixo 2, associadas aos valores de oxigênio dissolvido e turbidez. Para esse eixo não foram observadas correlações negativas significativas. Nesta análise não foram observadas diferenças significativas entre as áreas dos tanques-rede e controle, sendo que as correlações estiveram mais associadas às variáveis ambientais e a sazonalidade, como mostrado nas análises de componentes principais (Figura 35).

Em Fartura (Figura 97) a análise de correlação demonstrou que as espécies *Conochilus unicornis*, *Synchaeta* sp e *Synchaeta stylata* apresentaram correlação positiva com o eixo 1, no entanto, não houve correlação significativa com as variáveis ambientais. As espécies *Conochilus coenobasis* e *Hexarthra* spp, apresentaram correlação negativa com esse eixo, associadas à temperatura e ao nitrogênio total. As espécies *Ascomorpha ecaudis*, *Hexarthra* spp e *Synchaeta* sp apresentaram correlação positiva com o eixo 2, associadas aos valores de transparência da água. As espécies não apresentaram correlação negativa significativa com este eixo, somente o fósforo total. Nesta análise não foram observadas diferenças significativas entre as áreas dos tanques-rede e controle, sendo que as correlações estiveram mais associadas às variáveis ambientais e à sazonalidade, como mostrado nas análises de componentes principais (Figura 36).

Tabela 14. Correlações dos principais táxons de Rotifera com as variáveis ambientais geradas pela análise de correlação canônica para a região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, considerando os dois primeiros componentes.

	Chavantes	
	CP 1 (49,7%)	CP2 (7,4%)
Rotifera		
<i>Keratella cochlearis</i>	-0,009	0,497
<i>Collotheca</i> sp	-0,285	0,700
<i>Conochilus coenobasis</i>	0,420	0,390
<i>Conochilus unicornis</i>	-0,093	0,484
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	-0,029	0,532
<i>Hexarthra</i> spp	0,499	0,533
<i>Polyarthra vulgaris</i>	-0,392	0,178
<i>Synchaeta</i> sp	-0,796	0,249
<i>Synchaeta stylata</i>	-0,509	0,469
Variáveis ambientais		
pH	0,560	0,285
Condutividade elétrica (K)	-0,555	-0,292
Oxigênio Dissolvido (O.D)	-0,155	0,720
Temperatura (T)	0,891	0,144
Nitrogênio total (Nt)	-0,025	0,375
Fósforo total (Pt)	-0,036	-0,297
Turbidez (Turb.)	0,369	0,486
Clorofila a (Cloro.)	0,467	0,089
Transparência (Transp.)	-0,695	-0,378

Tabela 15. Correlações dos principais táxons de Rotifera com as variáveis ambientais geradas pela análise de correlação canônica para a região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, considerando os dois primeiros componentes.

	Fartura CP 1 (30,3%)	CP2 (16,9%)
Rotifera		
<i>Keratella cochlearis</i>	0,035	-0,083
<i>Collotheca</i> sp	0,314	-0,107
<i>Conochilus coenobasis</i>	-0,460	-0,273
<i>Conochilus unicornis</i>	0,566	-0,321
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	-0,327	0,564
<i>Hexarthra</i> spp	-0,638	0,456
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0,311	-0,050
<i>Synchaeta</i> sp	0,562	0,537
<i>Synchaeta stylata</i>	0,687	-0,011
Variáveis ambientais		
pH	0,099	-0,058
Condutividade elétrica (K)	0,266	0,221
Oxigênio Dissolvido (O.D)	-0,131	-0,016
Temperatura (T)	-0,877	0,072
Nitrogênio total (Nt)	-0,455	-0,055
Fósforo total (Pt)	0,257	-0,688
Turbidez (Turb.)	-0,354	-0,141
Clorofila a (Cloro.)	-0,057	-0,288
Transparência (Transp.)	0,259	0,550

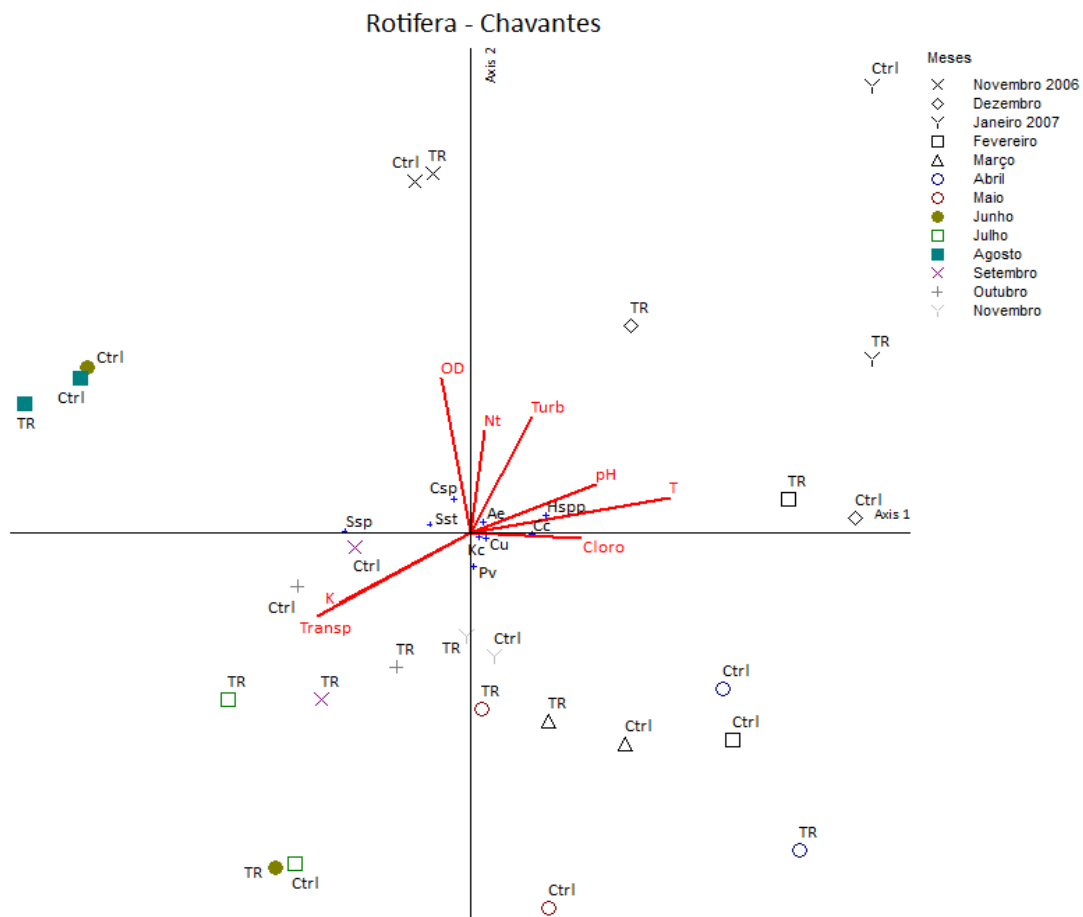


Figura 96. Análise de correlação canônica dos principais táxons de Rotifera com as variáveis ambientais na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, para a área dos tanques-rede e controle.

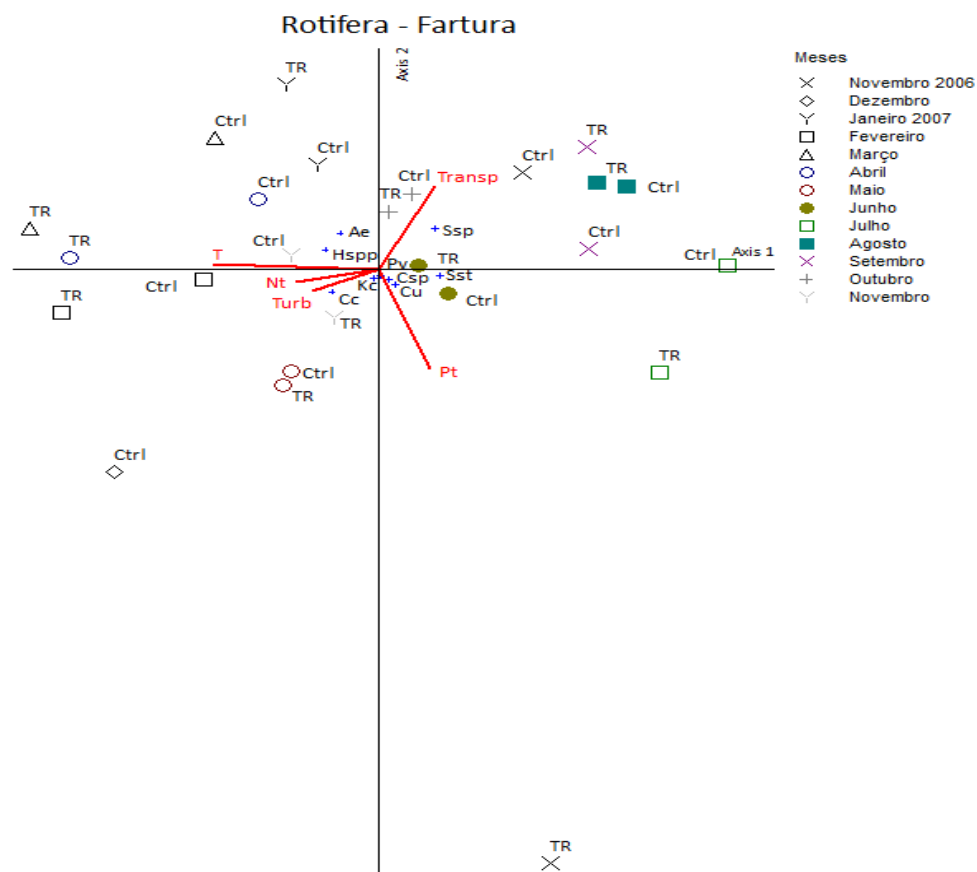


Figura 97. Análise de correlação canônica dos principais táxons de Rotifera com as variáveis ambientais na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, para a área dos tanques-rede e controle.

Análise de variância

Foram realizadas ANOVAS *two-way* (*f* e *p*) (Tabelas 16 e 17), considerando-se a abundância absoluta e riqueza de espécies das assembléias zooplanctônicas, entre as áreas e meses amostrados nas regiões de Chavantes e Fartura. Procurou-se avaliar diferenças significativas entre as áreas dos tanques-rede e controle.

A região de Chavantes, não apresentou diferença significativa entre as áreas dos tanques-rede e controle, enquanto que Fartura apresentou diferença significativa apenas para o grupo Rotifera ($f = 4,76$; $p = 0,03$) em relação a riqueza de espécies.

Tabela 16. Resultados das ANOVAS *two-way* (*f* e *p*) para as assembléias zooplanctônicas entre as áreas dos tanques-rede e controle na região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07.

Assembléias Zooplanctônicas	Chavantes	
	<i>f</i>	<i>p</i>
Abundância absoluta		
Cladocera	0,01	0,94
Copepoda	0,00	0,99
Rotifera	1,62	0,21
Riqueza		
Cladocera	0,14	0,74
Copepoda	3,60	0,06
Rotifera	2,42	0,13

Tabela 17. Resultados das ANOVAS *two-way* (*f* e *p*) para as assembléias zooplanctônicas entre as áreas dos tanques-rede e controle na região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07. Diferenças significativas ($p < 0,05$) estão destacadas em negrito.

Assembléias Zooplanctônicas	Fartura	
	<i>f</i>	<i>p</i>
Abundância absoluta		
Cladocera	1,25	0,27
Copepoda	0,53	0,47
Rotifera	1,14	0,29
Riqueza		
Cladocera	0,61	0,44
Copepoda	2,67	0,11
Rotifera	4,76	0,03

Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios (ICZres)

As Tabelas 18 e 19, apresentam os resultados da aplicação do Índice da comunidade zooplanctônica para reservatório artificiais (ICZres), CETESB, 2006 (Anexo 1), para as regiões de Chavantes e Fartura, área dos tanques-rede e controle .

A região de Chavantes, Tabela 18, foi considerada como Boa, segundo o ICZres, para a maior parte do período estudado, exceto para os meses de jan/07, mar/07, mai/07 e jun/07, na área dos tanques-rede, onde foi considerada Regular. Na área controle, a condição regular só foi encontrada nos meses de jan/07 e jun/07.

Em Fartura, Tabela 19, segundo o ICZres, a região foi considerada Boa para a maior parte do período estudado, exceto para os meses de jan/07, fev/07 e mai/07, na área dos tanques-rede, onde foi considerada Regular. Na área controle, a condição regular só foi encontrada nos meses de jan/07 e fev/07.

Tabela 18. Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios (ICZres), com base na razão Calanoida/Cyclopoida (Ncal/Ncyc) e o Índice de Estado Trófico de Carlson para Clorofila a – IET (CHL) (modificado por TOLEDO Jr, 1990), para a região de Chavantes, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Índice da Comunidade Zooplanctônica (ICZres) - Chavantes								
	Tanque-rede				Controle			
	IET	Clad. Cop. e		ICZres	IET	Clad. Cop. e		ICZres
	Chl	Ncal/Ncyc	Rot.		Chl	Ncal/Ncyc	Rot.	
Nov 06	18	0,8	+	Boa	20	1,2	+	Boa
Dez 06	35	1,1	+	Boa	31	1,1	+	Boa
Jan 07	28	0,5	+	Regular	28	0,5	+	Regular
Fev 07	32	0,6	+	Boa	23	2,1	+	Boa
Mar 07	31	0,4	+	Regular	29	1,6	+	Boa
Abr 07	26	0,6	+	Boa	25	1,2	+	Boa
Mai 07	27	0,4	+	Regular	20	0,4	+	Boa
Jun 07	27	0,5	+	Regular	26	0,4	+	Regular
Jul 07	26	0,6	+	Boa	24	0,5	+	Boa
Ago 07	23	0,4	+	Boa	21	0,3	+	Boa
Set 07	25	0,7	+	Boa	23	0,7	+	Boa
Out 07	23	0,4	+	Boa	26	0,6	+	Boa
Nov 07	21	1,5	+	Boa	22	1,0	+	Boa

Tabela 19. Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios (ICZres), com base na razão Calanoida/Cyclopoida (Ncal/Ncyc) e o Índice de Estado Trófico de Carlson para Clorofila a – IET (CHL) (modificado por TOLEDO Jr, 1990), para a região de Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR, no período de nov/06 a nov/07, área dos tanques-rede e controle.

Índice da Comunidade Zooplanctônica (ICZres) - Fartura								
Tanque-rede					Controle			
	IET Chl	Ncal/Ncy c	Clad. Cop. e Rot.	ICZres	IET Chl	Ncal/Ncy c	Clad. Cop. e Rot.	ICZres
Nov 06	32	0,6	+	Boa	34	0,6	+	Boa
Dez 06	27	-	+	-	23	0,6	+	Boa
				Regula				Regula
Jan 07	27	0,5	+	r	25	0,3	+	r
				Regula				Regula
Fev 07	25	0,4	+	r	26	0,5	+	r
Mar								
07	29	0,6	+	Boa	26	0,7	+	Boa
Abr 07	19	0,4	+	Boa	22	0,7	+	Boa
				Regula				
Mai 07	23	0,4	+	r	25	0,6	+	Boa
Jun 07	27	0,6	+	Boa	29	0,6	+	Boa
Jul 07	24	0,4	+	Boa	20	0,4	+	Boa
Ago 07	21	0,4	+	Boa	18	0,5	+	Boa
Set 07	20	0,7	+	Boa	18	0,8	+	Boa
Out 07	21	0,6	+	Boa	22	0,6	+	Boa
Nov 07	21	0,5	+	Boa	18	0,4	+	Boa

Discussão

Variáveis Ambientais

O estímulo à criação de peixes em tanques-rede, uma das mais intensivas formas de cultivo deste tipo de organismo, é mais uma tendência econômica geradora de preocupações ambientais, em vista aos inúmeros impactos associados a este tipo de atividade que está sendo instalada em reservatórios de diversas bacias brasileiras (Agostinho *et al.*, 1999). Este é o caso dos sistemas de cultivo em operação no reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR), os quais são objeto do presente estudo.

Neste trabalho procurou-se observar as influências dos sistemas de cultivo em tanques-rede nas regiões de Chavantes e Fartura, com base na análise comparativa (áreas controle e áreas com tanques) das características físicas e químicas da água e atributos ecológicos das assembléias zooplancônicas, que em geral são diretamente afetadas pelos processos de eutrofização artificial, conforme tem sido observado por diversos pesquisadores (Yang *et al.*, 1999; Guo e Li, 2003; Santos *et al.*, 2009 e Wang *et al.*, 2009).

A localização das regiões onde foram implantados os sistemas de cultivo mostrou ser um fator fundamental a ser considerado nesse estudo, uma vez que em reservatórios, especialmente naqueles de maior porte, ocorre a formação de compartimentos diferenciados de grande complexidade espacial e temporal.

Thornton *et al.* (1990) propuseram um modelo de zonação longitudinal, no qual dividiram o reservatório em zonas: lótic (ou fluvial), intermediária e lêntica (ou lacustre). Entretanto, sabe-se atualmente que nos grandes reservatórios tropicais essa zonação pode ser ainda mais complexa, multidimensional, bastante influenciada pela entrada de tributários secundários e também pelo tempo de residência de cada braço do reservatório (e.g. Nogueira *et al.*, 1999; Nogueira, 2000; 2001; Pinto Coelho *et al.*, 2006; Soares *et al.*, 2008).

A região de estudos localizada no município de Chavantes, próximo à barragem e aqui denominada de Chavantes, é mais profunda e relativamente mais protegida da ação dos ventos (entorno com morros), possuindo características limnológicas

similares a um grande lago. Já a região localizada no município de Fartura é menos profunda e está localizada na zona de transição rio-reservatório possuindo assim, características hidrodinâmicas diferenciadas da região lacustre encontrada próxima à barragem, além de maior influência de ventos (área aberta em termos topográficos).

Os dados de pluviosidade na zona do reservatório demonstraram que nessa região existe um período chuvoso e um período seco bem delimitado. A ocorrência de um pico de chuva no mês de jul/07 pode ser considerada um evento atípico, em termos sazonais. O período de verão em regiões tropicais coincide, na em geral, com a maior pluviosidade e, portanto, com nível d'água mais elevado desses ambientes. Neste período, no caso de ambientes profundos, observam-se estratificações térmicas e químicas duradouras que em muitos casos abrangem toda a estação de verão (Henry 1999). Essas observações também foram feita por Pagioro *et al.* (2005 b) e Nogueira *et al.* (2006), em reservatórios da bacia Paranapanema/Paraná.

O reservatório de Chavantes pode ser considerado, de acordo com Kelman *et al.* (2006), como um reservatório do tipo acumulação, com grande área inundada, elevado volume de água, formato dendrítico e alta profundidade. Neste tipo de reservatório há grande variação sazonal da cota altimétrica e da vazão total (turbinada e vertida), explicadas pela vazão afluente dos tributários, que por sua vez são reguladas pela pluviosidade (Perbiche Neves, 2007), e pelos mecanismos de operação junto à barragem.

Dependendo das características hidráulicas, especialmente a altura da tomada de água da barragem, os reservatórios podem apresentar grande instabilidade limnológica e propagar efeitos diferenciados à jusante (Naliato *et al.*, 2009). Em geral esses ecossistemas, por apresentarem menor tempo de residência da água quando comparados aos lagos naturais, podem ser considerados como um estágio intermediário entre um rio e um lago (Tundisi e Matusumura Tundisi, 2008).

Perbiche Neves (2008) observou, para o reservatório de Chavantes, uma relação direta da variação da cota altimétrica e do tempo de residência, e inversa com a vazão defluente. A acentuada variação sazonal pluviométrica na região, com estações secas e chuvosas, e o tipo de operação na barragem, foram determinantes para tais variabilidades.

O tempo teórico médio de residência da água para o reservatório Chavantes, calculado por Perbiche Neves, (2007), é de 374 dias, variando entre 200 e 500 dias (médias mensais), sendo que o tempo de residência teórico, a cota altimétrica e a vazão defluente estão relacionadas com a precipitação. Maiores valores de tempo de residência teórico foram observados, segundo o autor, no verão, após o início do período chuvoso, quando ocorreu o armazenamento da água (baixa vazão e aumento na cota altimétrica). Já os menores valores de tempo de residência ocorreram no inverno, devido ao papel deste reservatório como regularizador da vazão a jusante. Nogueira *et al.*, (2006), apresentaram para o reservatório de Chavantes valores médios de tempo de residência teórico de 418,1 dias no ano de 2000 e 397,8 dias em 2001. Essa variável é de grande importância ecológica em reservatórios, pois determina em grande parte os processos de mistura na coluna d'água (Straškraba e Tundisi, 1999).

Uma grande preocupação relativa à instalação de tanques-rede são os possíveis efeitos de eutrofização. Nesses sistemas de cultivo há o agravante de os insumos alimentares serem lançados diretamente na água do reservatório (Agostinho *et al.*, 1999; Diaz *et al.*, 2001; Tacon e Forster, 2000; Alves e Baccarin, 2006). Tudo que não é consumido ou assimilado, além dos produtos da excreção dos animais cultivados, contribui para o aumento do grau de trofia do ambiente (Agostinho *et al.*, 2007).

O processo de eutrofização (taxa e o tempo de progressão) em ecossistemas aquáticos continentais, considerando uma carga constante de nutrientes, depende fundamentalmente dos seguintes fatores: estado trófico inicial do lago; profundidade média e morfometria; tempo de residência ou tempo de retenção (Tundisi e Matsumura Tundisi, 2008), além das cargas alóctones e autóctones de nutrientes inorgânicos, taxa de consumo de oxigênio, transparência da água, concentração de clorofila a, etc.

A eutrofização pode levar a alterações irreversíveis nas condições físicas, químicas e biológicas. Contudo é importante considerar que as repostas são diferentes conforme as características do ambiente em questão. Guo e Li (2003), estudando o efeito do fósforo e nitrogênio proveniente de cultivo de tanques-rede em um lago raso no rio Yangtze (China), observaram uma alteração significativo na comunidade planctônica em função do aumento de nutrientes, evidenciando um aumento do fitoplankton a uma distância de até 20 m dos tanques. Alves e Baccarin (2005),

monitorando a qualidade da água no Córrego de Arribada (UHE Nova Avanhandava, Baixo Rio Tietê-SP), relatam apenas uma leve tendência de aumento da concentração de fósforo na área dos tanques-rede. A diferença observada entre os estudos evidencia a interferência do tipo de ambiente sobre o efeito do fósforo, pois no Córrego da Arribada a profundidade no local de cultivo foi de 15 m, enquanto que no lago do rio Yangtze a profundidade média era de 6 m.

Quando comparadas as regiões de Chavantes e Fartura, no reservatório de Chavantes, vários parâmetros podem ser utilizados para evidenciar essas diferenças, por exemplo, os padrões de estratificação térmica e química na coluna d'água, os valores de transparência, pH, turbidez, nutrientes totais e clorofila, além da estrutura da assembléias zooplancônicas - composição, riqueza, diversidade e abundância de espécies. Outros estudos realizados em grandes reservatórios evidenciam essas diferenças entre compartimentos, através de variáveis físicas e químicas da água, gradientes tróficos e distribuição do zooplâncton (Espíndola *et al.*, 2000; Mitsuka e Henry 2002; Sampaio *et al.*, 2002; Nogueira *et al.*, 2008 e Sartori *et al.*, 2009).

Devido ao sistema de cultivo de tilápias em tanques-rede, era esperado encontrar valores de transparência evidentemente menores nas áreas controle. De fato os menores valores médios observados ocorreram nas áreas de tanques-rede (1,3 m em Chavantes e 0,8 m em Fartura). Contudo, em vários meses a transparência da água apresentou valores muito próximos quando comparadas as áreas dos tanques-rede e controle, principalmente na região de Chavantes. Nesta região a transparência inclusive chegou a ser mais elevada na área de tanques em set/07. Em Fartura os valores entre as áreas de tanques e controle foram muito similares em seis meses de amostragem, mas nos outros sete meses a transparência foi maior na área controle. Em geral os valores de transparência foram mais baixos no período chuvoso e maiores no período seco, seguindo a tendência sazonal esperada. É importante notar ainda, para ambas as regiões do reservatório, que houve uma maior amplitude de variação da transparência na área dos tanques-rede, o que pode indicar que este tipo de ocupação da massa d'água provoca uma maior variabilidade (menor resiliência) das condições ambientais. A região de Chavantes, mais profunda, apresentou elevada transparência em relação à região de Fartura, zona intermediária e menos profunda. Tal padrão corrobora a tendência esperada de aumento da penetração de luz das zonas lótic

intermediárias para as zonas lânticas, em direção a barragem. Isto ocorre devido a um efeito combinado de sedimentação de particulados associada à redução do fluxo de água (Thornton *et al.*, 1990; Henry e Maricatto, 1996; Thomaz *et al.*, 1997; Nogueira *et al.*, 1999; Pinto Coelho *et al.*, 2006).

Segundo Esteves (1998), em lagos tropicais rasos, é comum observarmos estratificações e desestratificações diárias da coluna d'água. Esses processos são facilitados pelas pequenas diferenças de temperatura entre o epilímnio e o hipolímnio. Para lagos e reservatórios de maior profundidade, há um padrão diferenciado de estratificação da coluna d'água, sendo que esses permanecem estratificados na maior parte do ano, desestratificando-se somente no inverno (Henry, 1999; Nogueira *et al.*, 1999). Nesta época do ano ocorre inicialmente o resfriamento do epilímnio, posteriormente do metalímnio e finalmente toda a coluna de água apresenta-se homeotérmica e desestratificada. Há, entretanto muitas diferenças no comportamento térmico e na estratificação vertical em represas de grande, como observado no reservatório de Chavantes, entre as regiões de estudo.

Na região de Chavantes foi observada estratificação térmica durante a maior parte do ano, com desestratificação apenas no período de junho a agosto. Os menores valores médios ocorreram na época seca, correspondente ao período de inverno nesta região. A temperatura nesta região do reservatório apresentou grande amplitude de variação entre superfície e fundo, sendo que na superfície, na área dos tanques-rede, os valores médios foram geralmente maiores (máximo de 30 °C, cerca de 2 °C a mais que na área controle) que na área controle. Já na região de Fartura observou-se estratificação térmica bem definida apenas em janeiro/07 e fevereiro/07, com tendência à estratificação nos meses de novembro/06 dezembro/06 e novembro/07, e desestratificação no restante do período de estudos. Esta região não apresentou grande amplitude de variação entre superfície e fundo, sendo esta notada apenas nos meses com tendência a estratificação térmica. Em geral, os maiores valores médios ocorreram na área dos tanques-rede (máximo de 29,1 °C na superfície, cerca de 1,5 °C a mais que na área controle), conforme também observado na região de Chavantes. Os maiores valores médios de temperatura na área de tanques provavelmente são indicativos da influência de taxas metabólicas mais intensas devido ao acúmulo de biomassa.

Os valores médios de oxigênio dissolvido, nas regiões de Chavantes e Fartura, foram em geral menores na área dos tanques-rede. Esse resultado é de fato esperado, uma vez que nestas regiões espera-se que o consumo de oxigênio seja maior, tanto pela quantidade de organismos confinados nestas áreas quanto pelo potencial de eutrofização referente às atividades de arraçoamento. Nas áreas de tanques, em ambas as regiões, foram registrados os menores valores médios de oxigênio (5,15 mg L⁻¹ em Chavantes e 5,83 mg L⁻¹ em Fartura).

Os perfis verticais de oxigênio mostram que a região de Chavantes apresentou estratificação química bem definida, assim como observado para temperatura. Devido à profundidade elevada nesse ambiente, os valores de oxigênio foram sempre menores no hipolímnio, fato que segundo Tundisi e Matsumura Tundisi (2008) também pode ser explicado pelo aumento do consumo de oxigênio dissolvido nesta região, devido a eutrofização. Em Fartura, as concentrações de oxigênio dissolvido foram variáveis em toda coluna d'água durante todo período de estudo, não apresentando padrão de estratificação definido, apenas gradientes verticais decrescentes, o que também foi observado para temperatura nesta região.

Pagioro *et al.* (2005 b) e Nogueira *et al.* (2006) já haviam ressaltado a ocorrência de baixas concentrações de oxigênio dissolvido nas camadas mais profundas do reservatório de Chavantes e Henry e Nogueira (1999) verificaram variações similares no reservatório de Jurumirim (SP). O mesmo foi observado por Naliato *et al.* (2009) para o reservatório de Capivara, considerado o mais eutrófico da cascata de represas do rio Paranapanema. No presente estudo é interessante notar que em alguns meses ficou bem evidenciado, através dos perfis verticais medidos, que os valores ao longo da coluna de água são predominantemente mais baixos nas áreas de tanques-rede, comparados às áreas controle (e.g. janeiro/07 em Chavantes e maio/07 em Fartura).

Os mesmos padrões de estratificação vertical observados para a temperatura da água e oxigênio também foram observados para o pH nas duas regiões do reservatório, sendo este fato mais evidente nos perfis medidos na região de Chavantes. Em geral os valores médios de pH foram menores na área dos tanques-rede para as duas regiões do reservatório, atingindo um mínimo em torno de 6,5. Ainda que os valores entre as áreas com e sem cultivo sejam muito próximos, é

importante ressaltar a tendência de diminuição do pH nas regiões com tilápias, uma vez que esses valores, associados às demais variáveis, podem estar indicando uma aceleração do processo de eutrofização característico dos sistemas de cultivo intensivos. Essa tendência também foi observada por Santos *et al.* (2009) em um estudo sobre os impactos dos tanques-rede no reservatório de Furnas (MG), onde foram observados valores de pH variando de levemente ácido (5,9) a alcalino (8,7). Outros autores como Stirlin e Dey 1990; Pinto Coelho *et al.*, 2006 e Sipaúba Tavares *et al.*, 2009, também verificaram o declínio do pH em associação a processos de eutrofização. Assim como foi observado para a transparência da água, a amplitude de variação dos valores de pH foi maior nas áreas de tanques-rede, indicando a influência de processos metabólicos mais intensos.

A condutividade elétrica apresentou valores médios semelhantes nas áreas dos tanques-rede e controle, nas duas regiões. A análise dos perfis verticais desta variável mostrou uma distribuição relativamente homogênea, também para ambas as regiões. Os valores da região da barragem (Chavantes) estiveram, em geral, um pouco mais elevados que para a região de transição rio-reservatório (Fartura). Ao comparar os dados obtidos por Perbiche Neves (2008), em um estudo no mesmo reservatório, verificam-se valores relativamente elevados de condutividade encontrados no mês de setembro/07 (ca. $73 \mu\text{S cm}^{-1}$ na áreas de tanques em Chavantes). No entanto, a análise mais aprofundada dessa variável está algo comprometida devido à ausência de dados no início do trabalho.

Valores mais altos de condutividade elétrica da água no verão, encontrados por Perbiche Neves (2008), foram atribuídos a três causas: reflexo da tomada de água superficial para as turbinas, que, devido à estratificação térmica e química, ocasionariam o deslocamento superficial da massa d'água, inclusive do aporte dos tributários, em direção à barragem; o aumento da cota altimétrica, que no período chuvoso inundou áreas expostas cuja decomposição das plantas teria influenciado nas características físico-químicas das massas d'água e; por fim, a própria ação das chuvas frequentes nesse período que ocasionariam a lavagem superficial do solo na bacia de drenagem resultando em aumento da condutividade pelo carreamento de partículas e material dissolvido.

A turbidez apresentou maiores valores no período chuvoso, nas duas regiões, Chavantes e Fartura, sendo os valores um pouco mais elevados nessa última região. Em Fartura os valores observados na área dos tanques-rede foram maiores que aqueles observados nas áreas controle na maioria dos meses de estudo (9), o que pode estar associado ao arraçoamento dos tanques nas áreas de cultivo. Este fato também pode ser considerado um indicativo de uma tendência de aumento, embora não acentuado, da eutrofização como consequência da tilapicultura nesse compartimento do reservatório.

A taxa de sedimentação de resíduos sob os tanques-rede é altíssima (Peczak *et al.*, 1982; Beveridge, 1987) e o aumento da turbidez em áreas de tanques-rede pode estar associada aos processos de sedimentação, agravadas pelo aporte insumos alimentares que são lançados diretamente na água do reservatório (Agostinho *et al.*, 1999; Diaz *et al.*; 2001; Tacon e Forster, 2000 e Alves; Baccarin, 2006). Tudo que não é consumido ou assimilado pelos peixes cultivados, além dos seus produtos da excreção, contribui diretamente para o processo de eutrofização do ambiente, gerando, por exemplo, um deplecionamento das concentrações de oxigênio (Agostinho *et al.*, 2007).

A deterioração na qualidade da água por sistemas de cultivos artificiais que são alimentados por insumos externos aos sistemas e que constituem uma entrada constante, e em elevada quantidade, de nutrientes (nitrogênio, fósforo e carbono) tem sido descrita (Tacon e Forster, 2003). Quanto mais intensivo é o sistema de cultivo, maior será a densidade de animais em confinamento e, portanto, maior o aporte de insumos. A adição desses insumos é, na verdade, uma tentativa de aumentar a capacidade de suporte do sistema, ou seja, elevar a capacidade de produção (biogênica) do ambiente (Agostinho *et al.*, 2007).

Dada a magnitude da questão, muitos estudos foram e estão sendo realizados para avaliar os efeitos do aporte nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos continentais provenientes dos sistemas de cultivo de peixes em tanques-rede, podendo-se citar Stirling e Dey (1990); Guo e Li (2003); Hånkason (2005); Araripe *et al.* (2006); Dantas e Attayde (2007); Yanmao *et al.* (2007); Guo *et al.* (2009) e Santos *et al.* (2009).

Nas regiões de Chavantes e Fartura, as concentrações de fósforo e nitrogênio apresentaram valores similares entre as áreas dos tanques-rede e controle, durante a

maior parte do estudo. Porém, os maiores valores médios, no caso do fósforo, foram observados na área dos tanques-rede, tanto em Chavantes ($0,09 \text{ mg L}^{-1}$) como em Fartura ($0,14 \text{ mg L}^{-1}$). Para o nitrogênio tal tendência não foi observada. Tanto os nutrientes fosfatados como os nitrogenados, tem sido considerados como os principais agentes desencadeadores dos processos de eutrofização (Esteves 1998, Tundisi e Matsumura Tundisi, 2008). Cabe ressaltar que o arraçoamento em tanques-rede promove o aporte contínuo desses nutrientes no ambiente. No caso das regiões estudadas, de maneira geral os valores já estão no limiar, ou mesmo acima, daqueles estipulados pela resolução CONAMA 357, de 17/03/2005, onde os valores limites para nitrogênio total são $3,7 \text{ mg L}^{-1}$ ($\text{pH} \leq 7,5$); $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ ($7,5 < \text{pH} \leq 8,0$); $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ($8,0 < \text{pH} \leq 8,5$) e para fósforo de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$.

A quantidade de nutrientes (fósforo e nitrogênio) proveniente dos resíduos da aquicultura é pequena em relação ao aporte de efluentes domésticos e industriais. No entanto as fazendas de peixe freqüentemente representam uma fonte local de nutrientes para águas oligotróficas e seu impacto pode ser potencialmente significativo (Diaz *et al.*, 2001). Segundo Beveridge (1987), a carga excedente de nutrientes que é eliminada no ambiente tem relação direta com a capacidade do animal em converter alimento em massa corporal, ou seja, quanto maior a eficiência na conversão, menor será a perda de nutrientes. Porém a quantidade mínima de P e N depende da espécie a ser considerada, e a eficiência de conversão desses elementos é bastante influenciada pela composição química e a digestibilidade do alimento, além das condições fisiológicas do animal.

Estima-se que cerca de 26% do peso seco da ração consumida pelos peixes, dependendo de sua composição, sejam excretados na forma de fezes (Pillay, 2004). Assim, é comum que grandes perdas de P e N ocorram para o ambiente. Por exemplo, para se produzir uma tonelada de tilápia, sob condições de baixa conversão alimentar, podem ser perdidos para o ambiente mais de 95 kg de nitrogênio não-assimilável pelos animais e, mais de 40 kg de fósforo (Agostinho *et al.*, 2007).

A eutrofização artificial pode ser considerada como uma reação em cadeia de causas e efeitos bem evidentes, cuja característica principal é a quebra de estabilidade do ecossistema (homeostasia). A homeostasia em ecossistemas aquáticos caracteriza-se pelo equilíbrio existente entre a produção de matéria orgânica e o seu consumo e

decomposição. Com rompimento do estado de equilíbrio, devido a eutrofização artificial, o ecossistema passa a produzir mais matéria orgânica do que é capaz de consumir e decompor. Este desequilíbrio ecológico é acompanhado por profundas mudanças no metabolismo de todo o ecossistema (Esteves, 1998).

Uma das comunidades que responde mais rapidamente às mudanças nas condições de trofia é o fitoplâncton. Em nosso estudo a dinâmica da biomassa de tais organismos foi avaliada através da análise das concentrações de clorofila. Em Chavantes os maiores valores médios de clorofila a total (clorofila + feofitina) foram observados na área dos tanques-rede na maioria dos meses (9), indicando, talvez, uma maior produtividade fitoplanctônica. O mesmo não foi verificado em Fartura, embora, nessa região o valor médio máximo de clorofila ($3,19 \mu\text{g L}^{-1}$) tenha sido encontrado na área de tanques.

O aumento da entrada de nutrientes nos ecossistemas, principalmente fósforo, tem sido apontado por vários autores (Vollenweider, 1968, 1975, 1976; Vollenweider *et al.*, 1974; Kalff e Welch, 1974; Dillon, 1975; Dillon e Rigler, 1974; Schindler, 1976; Shindler *et al.*, 1974; Shindler, 1978) como a principal causa do aumento da produtividade geral e particularmente da biomassa do fitoplâncton, independentemente da latitude. Além da carga de nutrientes Bassoli (2006) ressalta ainda outros fatores que também são responsáveis pela variabilidade das taxas de produção como o regime de estratificação, profundidade média, tempo de retenção, interações tróficas, área superficial e profundidade da zona de mistura em lagos estratificados. Cabe ressaltar ainda a importância da variação temporal da produtividade primária, pois embora isto seja implicitamente aceito, os esforços despendidos para a mensuração e compreensão desta variabilidade têm se concentrado em escalas de tempo de um ano ou menos (Jassby *et al.*, 2002).

Os dados do Índice de estado Trófico (IET) calculados neste trabalho, considerando-se a variável fósforo total, classificam tanto as áreas controle como as áreas com tanque como sendo predominantemente do tipo mesotróficas. A condição hipereutrófica foi atingida em apenas um dos meses para a área de tanques-rede em Fartura. Quando utilizada a variável clorofila a condição oligotrófica predomina em todos os pontos e períodos estudados. Com relação à transparência as duas regiões são classificadas como hipereutróficas em todos os períodos, resultado este não

condizente com a real condição observada. Trabalhos realizados no reservatório de Chavantes por Pagioro *et al.* (2005 a) e Nogueira *et al.* (2006) também classificam esse ambiente como oligo-mesotrófico, podendo ocorrer situações de eutrofia em alguns braços do reservatório e em determinadas épocas do ano, corroborando assim os dados apresentados em nosso estudo.

O estado trófico, calculado pelo índice de Carlson (1977), apresentou diferentes classificações para as regiões estudadas, variando também sazonalmente. Embora esse índice seja amplamente utilizado nas regiões tropicais, ele deve ser analisado com cautela e levar em consideração outras variáveis e características regionais dos ecossistemas aquáticos. Como este índice foi desenvolvido para a região temperada, resultados contrastantes são verificados quando comparados com índices desenvolvidos ou adaptados para reservatórios tropicais. Um exemplo seria a transparência, que nos ambientes temperados é fortemente relacionada com a concentração de clorofila-a, enquanto nos reservatórios tropicais, inclusive no reservatório de Chavantes (Nogueira *et al.*, 2006), esta pode ser explicada pela elevada fração mineral de material em suspensão.

Outro fator a ser considerado é que o Índice de Carlson não estabelece limites entre os diferentes graus de trofia do ambiente, por tanto, utilizamos neste estudo os limites propostos por Kratzer e Brezonick (1981), que utiliza como referência os seguintes valores: Ultra oligiotrófico < 20, Oligotrófico 21 – 40, Mesotrófico 41 – 50, Eutrófico 51 – 60, Hipereutrófico > 61. Dessa forma os resultados podem ser comparados com índices desenvolvidos ou adaptados para reservatórios tropicais, como o de Toledo *et al.* (1983) e Sala e Martino (1991). Outros autores também já haviam destacado esse fato, como Tundisi (1990); Lind *et al.* (1993) e Lamparelli (2004).

Toledo *et al.* (1983) modificaram o índice de Carlson para a região tropical, onde incluíram uma equação para o fósforo solúvel reativo e atribuíram menor peso à transparência. Embora esse último índice seja recomendado para a região tropical, ele não foi utilizado por não ter sido analisado em nosso estudo essa forma solúvel de fósforo e também pelo fato do índice de Carlson (1977) continuar sendo bastante utilizado por outros autores que também têm pesquisado os reservatórios no Brasil (Caleffi *et al.*, 1994; Nogueira, 1996; Santos Wisniewski *et al.*, 2002).

A análise de componentes principais (ACP) utilizando dados de ambas as áreas (controle e com tanques) da região de Chavantes mostrou que houve uma correlação positiva das variáveis condutividade elétrica e transparência, em relação ao eixo 1, associadas ao período de menor pluviosidade (mai/07 a set/07). Com este mesmo componente da análise correlacionaram-se negativamente as variáveis pH, temperatura, turbidez e clorofila associadas ao período chuvoso (nov/06 a mar/07). As variáveis condutividade elétrica e transparência apresentaram correlação positiva com relação ao eixo 2, enquanto a temperatura e turbidez correlação negativa.

Na ACP feita com os dados de Fartura o pH apresentou correlação negativa significativa com o eixo 1, associado ao período chuvoso (nov/06 a mar/07), enquanto a condutividade elétrica apresentou correlação positiva significativa com o mesmo eixo. O oxigênio dissolvido e a clorofila apresentaram correlação negativa com o eixo 2.

As análises de componentes principais conseguiram explicar uma elevada porcentagem da variância dos dados (98,7 % e 97,5 % nos dois primeiros componentes para Chavantes e Fartura, respectivamente). Contudo, não foi possível observar através das mesmas uma discriminação entre as áreas controle e áreas ocupadas com tanques-rede, que seria o principal objetivo do estudo. Isto sugere que novos testes devem ser feitos, selecionando melhor os dados a serem utilizados, por exemplo, a fim de aumentar o poder de resolução da análise.

Por sua vez, a análise de variância (ANOVA), mostrou diferenças significativas entre áreas controle e com tanques para o pH, oxigênio dissolvido, temperatura e transparência, na região de Chavantes, e para pH, temperatura e clorofila na região de Fartura. Essa análise evidenciou que de fato houve diferenças importantes entre as áreas nas duas regiões. Dessa forma, não deve ser descartado o fato de que há influência dos sistemas de cultivo em tanques-rede sobre as características físicas e químicas da água, conforme discutido anteriormente para cada uma das variáveis.

As regiões de Chavantes e Fartura apresentam diferenças intrínsecas relacionadas à compartimentalização espacial do reservatório, o que adiciona complexidade para propósitos de comparação. Contudo, houve evidências de que ambas as regiões do reservatório respondem ao processo de eutrofização causados pelo sistema de cultivo em tanques-rede (com maior ou menor intensidade). Isto

demonstra a importância de estudos específicos para se determinar o local mais apropriado para essas instalações nos diferentes reservatórios e nestes, a região mais adequada, levando em consideração as características físicas e químicas iniciais do ambiente e suas relações com ciclo hidrológico, a morfologia e morfometria.

Assembléias Zooplanctônicas

A estrutura e dinâmica das assembléias zooplanctônicas em reservatórios são constantemente influenciadas, direta e indiretamente, por um grande número de variáveis ambientais, como a temperatura, a quantidade e frequência das precipitações, os episódios de ventos, a quantidade de nutrientes em circulação, o tipo e a quantidade de alimento disponível, a competição intra e interespecífica, a predação, a velocidade da correnteza (fluxo da água), a taxa de sedimentação e a intensidade luminosa (e.g. Nogueira e Matsumura Tundisi, 1996; Sampaio *et al.*, 2002, Serafim Júnior *et al.*, 2005; Sartori *et al.*, 2009). A distribuição de algumas espécies tem sido diretamente relacionada com certas variáveis, como a condutividade (Matsumura Tundisi e Tundisi, 2002) e a temperatura (Rietzler *et al.*, 2002).

Outro fator a ser considerado, é a própria construção dos reservatórios, que devido a diversas alterações nas características dos rios modificam também a estrutura e dinâmica das assembléias zooplanctônicas. Algumas características comuns aos reservatórios, como flutuações no fluxo e no nível da água, entrada de tributários e o tempo de retenção da água, são importantes e exercem influência sobre as assembléias zooplanctônicas (Thornton *et al.*, 1990; Lopes *et al.*, 1997; Marzolf, 1990; Nogueira *et al.*, 2008).

A possível influência dos sistemas de criação em tanques-rede sobre as assembléias zooplanctônicas também têm sido objeto de investigação de vários autores (Yang *et al.*, 1999; Rustadi *et al.*, 2002; Guo e Li, 2003; Wang *et al.*, 2007 e Santos *et al.*, 2009). Os estudos procuram avaliar principalmente as mudanças relacionadas ao aporte de nitrogênio e fósforo, considerados como os principais responsáveis pelo aumento dos processos de eutrofização.

Devido aos problemas causados pela eutrofização, muitos autores têm procurado demonstrar que algumas espécies zooplanctônicas são mais bem sucedidas em determinados ambientes aquáticos, em função dos distintos graus de trofia, como é o caso de alguns rotíferos e microcrustáceos (e.g. *Thermocyclops minutus* e *T. decipiens*), e também das variações que ocorrem na proporção entre grupos taxonômicos (e.g. copépodes calanóides e ciclopóides) (Branco e Senna, 1996;

Matsumura Tundisi, 1999; Sendacz e Kubo, 1999; Nogueira, 2001; Matsumura Tundisi e Tundisi, 2005; Serafim Júnior *et al.*, 2005).

As assembléias zooplancônicas consideradas neste estudo foram representadas pelos grupos Cladocera, Copepoda e Rotifera. O grupo com maior riqueza foi Rotifera, com 27 táxons (53%), distribuídos em 11 famílias, além de 1 representante da ordem Bdelloidea. Estes foram seguidos pelo grupo Cladocera, que foi representado por 18 táxons (35%), distribuídos em 6 famílias, e o grupo Copepoda, que foi representado por 6 táxons (12%), distribuídos nas subordens Calanoida (2) e Cyclopoida (4). Diversos autores têm encontrado maior riqueza de táxons para Rotifera em relação à Cladocera e Copepoda nas águas continentais, especialmente em reservatórios (Pinto Coelho, 1987; Matsumura Tundisi *et al.*, 1989; 1990; Paggi e José de Paggi, 1990; Rocha *et al.*, 1995; Nogueira e Matsumura Tundisi, 1996; Nogueira, 2001 e Sampaio *et al.*, 2002).

Durante o presente estudo as espécies mais freqüentes de Cladocera nas regiões de Chavantes e Fartura foram *Ceriodaphnia cornuta*, *Ceriodaphnia silvestrii*, *Diaphanosoma spinulosum*, *Diaphanosoma birgei*, *Bosmina hagmanni*, *Moina minuta* e *Daphnia gessneri*. Todas estas com freqüência de ocorrência superior a 70% nas amostras (n=147) e apresentando pouca diferença entre as áreas dos tanques-rede e controle. Perbiche Neves (2008) observou que Cladocera apresentou, nos diferentes compartimentos do reservatório de Chavantes, pouca variação no número de espécies, possivelmente associado à estabilidade da coluna de água devido ao elevado tempo de residência, e também a pouca variabilidade espacial do fitoplâncton.

As espécies de Cladocera encontradas nos reservatórios de Chavantes já haviam sido registradas em trabalhos prévios realizados no rio Paranapanema (Henry e Nogueira, 1999; Nogueira, 2001; Sampaio *et al.*, 2002; Panarelli *et al.*, 2003; Gralhóz, 2005; Nogueira *et al.*, 2006; Nogueira *et al.*, 2008; Sartori *et al.*, 2009), bem como em outros reservatórios brasileiros (e.g. Pinto Coelho, 1998; Espíndola *et al.*, 2000; Matsumura Tundisi e Tundisi, 2005; Corgosinho e Pinto Coelho, 2006; Takahashi *et al.*, 2006).

A freqüência de ocorrência das espécies de Cladocera, nas regiões de Chavantes e Fartura, na área dos tanques-rede e controle foram bastante semelhantes, para as principais espécies. Apenas para *D. gessneri* poderia ser

mentionado o fato de ter havido uma frequência de ocorrência um pouco mais elevada nas áreas controle, tanto em Chavantes como em Fartura. Contudo, esta espécie não tem sido associada, necessariamente a menores condições de trofia (Pinto Coelho, 1998; Nogueira *et al.*, 2008). Outro fato interessante é a ocorrência de *Simocephalus serrulatus* apenas na área controle nas duas regiões (ca. 10% das amostras), e que pode estar associada às melhores condições destas áreas pela ausência do sistema de cultivo.

A riqueza de espécies de Cladocera não apresentou diferenças significativas quando comparadas as áreas controle e com tanques-rede. No entanto, cabe observar que um número um pouco mais elevado de táxons de Cladocera foi observado nas áreas controle de ambas as regiões do reservatório durante a maior parte do período de estudo (8 meses).

Sazonalmente houve uma diminuição da riqueza no período mais seco e frio (outono/inverno). O mesmo foi verificado em termos de diversidade, calculada pelo índice de Shannon Wiener (H'), mas apenas para a região de Chavantes. É importante mencionar ainda que em Chavantes os valores de diversidade foram maiores na área controle na maioria dos meses (9).

Em termos da variação espacial intra-reservatório, Perbiche Neves (2008) observou, no reservatório de Chavantes, que as maiores riquezas médias de zooplâncton ocorreram nas zonas lênticas, seguido das intermediárias. Em geral este padrão também foi observado no presente estudo, comparando-se Chavantes e Fartura, bem como em estudos nos reservatórios do Paraná (Lopes *et al.*, 1997; Velho *et al.*, 2005).

Em geral os valores de diversidade de Cladocera estiveram entre 0,5 e 3,0 bits ind.⁻¹, apresentando, na maior parte do período de estudo, baixa diversidade quando comparado a outros estudos realizados para microcrustáceos planctônicos no rio Paranapanema (Nogueira, 1996, 2001; Henry e Nogueira, 1999; Casanova, 2000; Panarelli *et al.*, 2003; Britto, 2003). Contudo, nesses trabalhos o cálculo da diversidade geralmente também levou em consideração as espécies de Copepoda.

A análise da variação dos valores de abundância absoluta de Cladocera, nas regiões de Chavantes e Fartura, mostrou que há uma diminuição destes organismos no período seco, de outono/inverno. Entre as áreas dos tanques-rede e controle, não

houve diferença significativa da abundância de Cladocera. Pode ser observado apenas que, para Fartura, na maioria dos meses (8) a abundância de cladóceros foi um pouco maior na área dos tanques-rede.

A maior abundância de espécies de Cladocera relacionada a épocas de maior pluviosidade já havia sido considerada por Burgis (1974), que observou que a precipitação atua como fator preponderante e influencia a biomassa e a sucessão de espécies no lago George (África). Da mesma forma, Matsumura Tundisi e Tundisi (1976) e Tundisi e Matsumura Tundisi (2008) consideram que a precipitação é um fator decisivo no ciclo estacional do zooplâncton na represa UHE Carlos Botelho (Lobo/Broa).

As famílias de Cladocera que apresentaram maior representatividade nos valores de abundância relativa foram Sididae, Daphniidae e Bosminidae. Outros autores também observaram a dominância das famílias planctônicas Daphniidae e Sididae em regiões limnéticas de ambientes aquáticos brasileiros (Lopes *et al.*, 1997; Pinto Coelho, 1998; Rocha e Güntzel, 1999; Lansac Tôha *et al.*, 2004; Elmoor Loureiro *et al.*, 2004; Takahashi *et al.*, 2006). Em reservatórios do rio Paranapanema Nogueira (2001), Panarelli *et al.* (2003), Nogueira *et al.* (2006; 2008) e Sartori *et al.* (2009) também verificaram elevadas abundâncias dos gêneros *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Diaphanosoma* e *Bosmina*.

A família Sididae foi mais representativa nos períodos de maior pluviosidade enquanto que Bosminidae esteve mais bem representada no período seco. A família Daphniidae foi representativa durante todo o período de estudo. Não houve diferenças claras entre os valores de abundância relativa dessas famílias quando comparadas as áreas dos tanques-rede e controle, exceto talvez para Sididae, que parecem ocorrer em maior proporção nas áreas controle. Nogueira *et al.* (2008) já haviam observado uma maior proporção de Sididae, sobretudo de *D. birgei*, em reservatório mais oligotróficos da bacia do rio Paranapanema.

O resultado apresentado com relação à flutuação das espécies de Cladocera demonstrou a influência da sazonalidade. A análise de correlação com as variáveis ambientais apresentadas para este grupo mostrou resultados mais evidentes para a região de Fartura. Uma análise comparativa entre os locais de estudo mostra que a espécie *C. silvestrii* foi mais abundante em Fartura, na área de tanques; *D. birgei* e *D.*

spinulosum, *B. freyi* e *B. hagmanni* foram mais abundantes em Chavantes na área controle.

As espécies mais frequentes de Copepoda nas regiões de Chavantes e Fartura foram *Thermocyclops decipiens*, *Thermocyclops minutus* e *Mesocyclops ogunnus* (Ordem Cyclopoida) e *Notodiaptomus* cf. *henseni* (Ordem Calanoida), com frequência de ocorrência superior a 70%. Estas espécies apresentaram diferenças significativas entre as regiões do reservatório (Chavantes e Fartura), mas não entre as áreas dos tanques-rede e controle.

As espécies de Cyclopoida, como *T. decipiens*, *T. minutus*, *M. ogunnus*, *M. longisetus* e *P. chiltoni*, foram identificadas em outras regiões e reservatórios do rio Paranapanema (Nogueira, 2001; Panarelli *et al.*, 2003; Casanova e Henry, 2004; Mitsuka e Henry, 2002; Nogueira *et al.*, 2006; Sartori *et al.*, 2009; Nogueira *et al.*, 2008). Estas também são comuns em outros reservatórios do Estado de São Paulo (Matsumura Tundisi e Tundisi, 2003, 2005) e no Brasil (Lopes *et al.*, 1997; Pinto Coelho, 1998; Bonecker *et al.*, 2001; Velho *et al.*, 2001; Espíndola *et al.*, 2000; Lansac Tôha *et al.*, 2005).

O número de táxons de Copepoda encontrados no presente estudo, 6, pode ser considerado relativamente baixo quando comparados com outros trabalhos. Casanova e Henry (2004) encontraram nove táxons de Copepoda na zona de desembocadura (transição rio-represa) do reservatório de Jurumirim. Nogueira (2001) observou dez espécies, numa análise espacial contemplando o corpo central e principais braços desse reservatório. Mitsuka e Henry (2002) identificaram oito táxons, considerando zona da barragem e o trecho imediatamente à jusante dessa mesma represa. Nogueira *et al.* (2008) registraram dezenove espécies de copépodes na cascata de reservatórios do rio Paranapanema, sendo as principais espécies *N. henseni*, *N. iheringi*, *T. minutus*, *T. decipiens*, *M. longisetus*, *M. meridianus* e *M. ogunnus*. Esses autores também verificaram maior número de espécies de Cyclopoida quando comparado a Calanoida.

A riqueza de espécies apresentou, em geral, e principalmente em Fartura, valores maiores nas áreas dos tanques-rede, o que pode estar associado ao aporte, ainda moderado, de nutrientes pelos sistemas de cultivos. No entanto, outros trabalhos registraram redução na riqueza de espécie, e dominância por poucas, com aumento na trofia de sistemas aquáticos (Matsumura Tundisi, 1999; Pinto Coelho *et*

al., 1999). Isto sugere que o aumento moderado de trofia pode refletir no incremento desses organismos em um primeiro momento e com o aumento do aporte de nutrientes essa tendência diminuir em detrimento da dominância de algumas espécies.

Para a maioria dos meses (9) a diversidade de Copepoda calculada pelo índice de Shannon Wiener (H'), foi maior na área controle. Mas isto foi verificado somente para a região de fartura. A maior diversidade encontrada na área dos tanques-rede em alguns períodos pode estar relacionada com o enriquecimento moderado desses ambientes e com a melhor adaptabilidade, principalmente de algumas espécies da Ordem Cyclopoida, ao aumento moderado do grau de trofia. Na escala temporal a variabilidade desse índice não apresentou um padrão de claro, demonstrando que a estrutura da comunidade deve variar de forma complexa.

A abundância absoluta de Copepoda, nas regiões de Chavantes e Fartura, foi maior no período quente/chuvoso. Não houve diferença significativa entre as áreas dos tanques-rede e controle, conforme era esperado. Isto também pode ser observado pelos resultados de flutuação das espécies, que demonstraram maior a influência da sazonalidade, em geral de forma mais evidente para a região de Fartura. Nogueira e Panarelli (1997), Panarelli *et al.* (2001) e Nogueira *et al.* (2008) verificaram maiores abundâncias de Calanoida no verão no reservatório de Jurumirim, período que coincide com os maiores de pluviosidade em regiões tropicais.

Nogueira e Panarelli (1997) verificaram, na região lântica do reservatório Jurumirim, variações significativas na densidade dos copépodes entre o verão e inverno, com dominância de Cyclopoida no inverno e de Calanoida no verão. Espíndola (1994) considera que segregação temporal, efeitos da temperatura no desenvolvimento das diferentes espécies e alimento disponível são fatores que, aliados às condições hidrológicas e hidrográficas, interferem na distribuição espacial e temporal das espécies na represa de Barra Bonita.

A abundância relativa de Copepoda demonstrou haver ampla variação entre a representatividade das Ordens Calanoida e Cyclopoida. Em geral a proporção de Calanoida foi maior nas áreas controle, nas duas regiões, mas de forma mais evidente no período de fevereiro a maio/07 em Chavantes. Este padrão era esperado devido às melhores condições desses ambientes pela ausência dos cultivos em tanques-rede. As

formas juvenis foram bastante representativas, ocorrendo predomínio de náuplios para a Ordem Cyclopoida, enquanto que para a Ordem Calanoida, os náuplios e copepoditos apresentaram distribuição e representatividade semelhantes.

Em relação às formas adultas, *N. henseni* apresentou as maiores abundâncias, sendo recentemente registrada entre as espécies dominantes nos reservatórios do rio Paranapanema (Oliveira, 2004; Britto, 2003; Nogueira *et al.*, 2008). Espécies do gênero *Notodiptomus* freqüentemente são apontadas como dominantes entre os Calanoida nos reservatórios situados na região neotropical (Lopes *et al.*, 1997; Nogueira, 2001; Bonecker *et al.*, 2001; Serafim Júnior *et al.*, 2005; Nogueira *et al.*, 2006; Santos Wisniewski e Rocha, 2007). Entre os Cyclopoida, os gêneros *Thermocyclops* e *Mesocyclops* apresentaram maior abundância, similar ao encontrado em outros ambientes aquáticos brasileiros (Sendacz *et al.*, 1982; Pinto Coelho, 2002; Lopes *et al.*, 1997).

É interessante notar que na área controle da região de Fartura ocorreram picos alternados de abundância entre *T. minutus* e *T. decipiens*, o que pode estar indicando uma estratégia para minimizar os efeitos de competição entre estas duas espécies congênicas.

A maior contribuição de espécies de Rotifera (riqueza e abundância) sobre os demais grupos da comunidade zooplânctônica em lagos e reservatórios, já foi destacada por Rocha *et al.* (1995); Nogueira (2001); Sampaio *et al.* (2002), entre outros autores, e segundo Matsumura Tundisi (1999), o funcionamento hidrodinâmico de reservatórios com características de instabilidade favorecem maior desenvolvimento de espécies r-estrategistas, comuns entre os rotíferos.

A freqüência de ocorrência das espécies de Rotifera, nas regiões de Chavantes e Fartura, na área dos tanques-rede e controle foram bastante semelhantes. No entanto, algumas espécies ocorreram apenas nas áreas dos tanques-rede ou apenas nas áreas controle. Por exemplo, na região de Chavantes as espécies *Filinia terminalis*, *Lecane hamata* e *Lecane* sp ocorreram apenas na área dos tanques-rede e a espécies *Testudinella patina patina* e um representante da Ordem Bdelloidea somente na área controle. Em Fartura, observamos a presença das espécies *Kellicottia bostoniensis* e *Ascomorpha saltans* somente na área dos tanques-rede e a espécies *Filinia terminalis* e

Testudinella patina patina apenas na área controle. No entanto cabe ressaltar que a ocorrência dessas espécies durante o período de estudo foram muito baixa.

As espécies mais frequentes nas regiões de Chavantes e Fartura foram *Conochilus unicornis*, *Polyarthra vulgaris*, *Collotheca* sp, *Conochilus coenobais*, *Keratella cochlearis*, *Ascomorpha ecaudis*, *Synchaeta stylata* e *Hexarthra* spp. Estas espécies também são comumente observadas em inúmeros reservatórios brasileiros (Lansac Tôha *et al.*, 1999; Serafim Júnior., 2002; Nogueira, 2001; Sampaio *et al.*, 2002; Panarelli *et al.* 2003; Matsumura Tundisi e Tundisi, 2005; Lansac Tôha *et al.*, 2005; Sendacz *et al.*, 2006; Nogueira *et al.*, 2008; Sartori *et al.*, 2009).

A riqueza de espécies de Rotifera na região de Fartura foi um pouco maior na área controle na maioria dos meses estudados (8). O mesmo não foi verificado para a região de Chavantes. Contudo, a diversidade calculada pelo índice de Shannon Wiener (H') em Chavantes, foi maior na área controle na maioria dos meses (10).

Um dos fatores que tem contribuído para o sucesso de rotíferos é a plasticidade na alimentação, que pode incluir facilmente o uso de diferentes recursos (Nogueira, 2001). Essa pode ser uma das explicações para a maior riqueza de espécies observada na área dos tanques-rede, na região de Chavantes.

As famílias mais abundantes de rotíferos foram Conochilidae, representada pelas espécies *Conochilus coenobasis*, *Conochilus natans* e *Conochilus unicornis*; e Synchaetidae, representada pelas espécies *Ploesoma truncatum*, *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta stylata* e *Synchaeta* sp. Não ficou evidente, através da análise da abundância relativa das diferentes famílias de rotíferos, se houve diferenças entre as áreas de cultivo e controle.

A variação da abundância absoluta de Rotifera, tanto em Chavantes como em Fartura, mostrou uma tendência de diminuição no período mais frio e seco do ano (outono/inverno), conforme observado para os Cladocera e Copepoda. Este padrão mostrou-se mais evidente na região de Fartura, como pode ser visto, por exemplo, para as espécies de *Conochilus* e *P. vulgaris*.

É interessante notar que os picos de abundância máxima (ca. 20.000 ind. m⁻³) dos rotíferos ocorreram nas áreas controle, tanto em Chavantes como em Fartura. No entanto, estudos realizados por Guo e Li (2003) mostraram maior abundância de Rotifera próximo aos tanques-rede, e associaram esses resultados ao aumento das

concentrações de nutrientes totais próximo aos cultivos. Esses resultados sugerem que a atividade dos tanques-rede favoreceu o desenvolvimento deste grupo de organismos, porém não foi observada uma nítida variação espacial na abundância, além de grande variação entre os valores médios registrados.

A análise de correspondência canônica nas regiões de Chavantes e Fartura para Cladocera, Copepoda e Rotifera demonstraram que a composição, estrutura e sucessão das espécies do zooplâncton em reservatórios são influenciadas pelas condições físicas (temperatura, condutividade elétrica), químicas (pH, oxigênio dissolvido), biológicas (concentração de clorofila a) e também, ainda que indiretamente, com o aporte de nutrientes (fósforo e nitrogênio). Matsumura Tundisi e Tundisi (2005) propõe que a riqueza de espécies do fitoplâncton e zooplâncton na represa de Barra Bonita (SP) é determinada pelo estado trófico, pelos gradientes horizontais e o grau de mistura vertical e estratificação da coluna de água. A relação entre as áreas de influencia do rio, a área de transição e a área lacustre, em reservatórios, é um fator preponderante na distribuição espacial dos diferentes grupos do zooplâncton (Panarelli *et al.*, 2003).

As análises de similaridade (CLUSTER) para os grupos Cladocera, Copepoda e Rotifera, através da correlação de Pearson, não indicaram tendências evidentes de agrupamento dos dois tipos de áreas, tanques-rede ou controle, entre si, considerando os diferentes períodos de amostragem. Eventualmente, como para os Cladocera em Fartura, houve um agrupamento entre os meses (sazonal), com os períodos de maior e menor pluviosidade agrupados em dois blocos distintos. O grupo Rotifera apresentou uma tendência de agrupamento entre os meses mais quentes e chuvosos e os mais frios e secos, na região de Chavantes.

As análises de variância entre os grupos zooplânctônicos (Cladocera, Copepoda e Rotifera), em base a abundância e riqueza de espécies entre as áreas dos tanques-rede e controle, apresentaram diferença significativa apenas para a riqueza de Rotífera.

Sabe-se que diversos fatores são controladores da abundância e riqueza das espécies zooplânctônicas (estratégias e disponibilidade alimentar, predação, competição, aporte de nutrientes, estrutura térmica, circulação). No caso de reservatórios as mudanças decorrentes dos procedimentos operacionais diferenciados

(que alteram a vazão defluente, volume e, conseqüentemente o tempo de retenção das águas do reservatório) também podem ter papel decisivo na dinâmica das assembléias zooplanctônicas.

Lampert e Sommer (1997) sintetizam que fatores abióticos como precipitação e ventos, condições hidrodinâmicas e fatores bióticos como disponibilidade de recursos, taxa de reprodução, aumento na competição e predação, alterações no hábito alimentar (de herbivoria para detritivoria) são fatores fundamentais que atuam no ciclo estacional do zooplâncton e suas alterações dinâmicas e sucessão. Segundo Rocha *et al.* (1995), a abundância e o ciclo estacional em lagos e reservatórios tropicais e subtropicais do Brasil estão relacionados com flutuações no nível hidrométrico, estrutura térmica e circulação, tempo de retenção (em reservatórios) e disponibilidade de alimento (fitoplâncton e detritos).

Além disso, alterações na composição e abundância zooplanctônicas têm sido freqüentemente associadas ao aumento do estado trófico, sendo que dentro de limites toleráveis, pode levar ao aumento da oferta em termos de recursos alimentares e conseqüentemente aos maiores valores de abundância.

A análise da proporção entre os diferentes grupos que compõe as assembléias zooplanctônicas (Rotifera, Cladocera e Copepoda) pode ser uma estratégia de utilização desta comunidade como indicadora das condições tróficas. A ampla dominância de Rotifera freqüentemente é associada ao aumento da eutrofização. Contudo, sabe-se que, embora os ambientes mais eutrofizados favoreçam a dominância de Rotifera, na maioria dos ambientes aquáticos continentais da região neotropical, esse grupo é dominante, independente do estado trófico (Rocha *et al.*, 1995).

Um grupo técnico da CETESB estabeleceu um Índice da Comunidade Zooplanctônica em reservatórios (ICZres), que utiliza uma relação entre Calanoida/Cyclopoida e o grau de trofia (IET clorofila a). Este índice vem sendo testado para avaliações ambientais e, apesar da necessidade de ajustes, tem fornecido diagnósticos condizentes com o grau de deterioração dos reservatórios.

Segundo o ICZres as regiões de Chavantes e Fartura foram consideradas como Boa, segundo o para a maior parte do período estudado, exceto para alguns meses onde a classificação foi Regular. De maneira geral, na área dos tanques-rede a

condição Regular foi observada mais vezes, o que pode estar corroborando a influência negativa desse tipo de ocupação da massa d'água.

Segundo Santos *et al.*, (2009), os resultados obtidos pela influência dos tanques-rede no reservatório de Furnas (MG) correspondem ao primeiro estágio de alterações geralmente observados como resultado de eutrofização orgânica em ecossistemas aquáticos, como já reportado por Hellawell (1978). A eutrofização orgânica em ecossistemas aquáticos, geralmente apresenta estágios iniciais com incremento na abundância das espécies, sem mudar a composição destas; no segundo estágio há alterações na relação de dominância e mais tarde mudanças na composição de espécies.

Assim como encontrado por Santos *et al.*, (2009), os resultados apresentados neste estudo parecem corresponder ao primeiro estágio de um processo de eutrofização. Isto se deve ao fato de que a instalação dos sistemas de cultivo de peixes em tanques-rede é relativamente recente e também ao grande porte do reservatório de Chavantes. Ainda, as alterações são difíceis de serem diagnosticadas e comparadas (diferentes regiões estudadas) devido ao grau de complexidade espacial (compartimentalização).

No entanto, cabe ressaltar que algumas diferenças observadas são significativas, indicando modificações nas características físicas e químicas da água e também na estrutura e dinâmica das assembléias zooplanctônicas. Dessa forma, a hipótese inicial do trabalho sobre os efeitos da tilapicultura em tanques-rede sobre as assembléias zooplanctônicas no reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR) não pode ser descartada.

Considerações finais

A implantação dos sistemas de cultivo de peixes em tanques-rede é uma realidade no reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR), constituindo-se mais uma tendência sócio-econômica geradora de preocupações ambientais em vista dos inúmeros impactos associados à atividade.

Os sistemas de cultivo em tanques-rede, ao lançarem direta e continuamente na água do reservatório insumos alimentares, são responsáveis pelo aporte de nutrientes (fósforo e nitrogênio), além de produtos da excreção dos animais cultivados, e contribuem para o processo de eutrofização desses ambientes.

As influências desses sistemas de cultivo em tanques-rede nas regiões de Chavantes e Fartura, reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR) podem ser observadas no presente estudo, com base nos impactos observados nas características físicas e químicas da água e nos atributos ecológicos das assembléias zooplancônicas, que em geral são diretamente afetadas pelos processos de eutrofização artificial.

Diferenças significativas puderam ser observadas entre as duas regiões estudadas, Chavantes e Fartura, relacionadas a diferenças intrínsecas devido à compartimentalização do reservatório. Este fato deve ser levado em consideração uma vez que ambas as regiões respondem ao processo de eutrofização causados pelo sistema de cultivo em tanques-rede (com maior ou menor intensidade) de forma diferencial. Demonstra ainda a importância de estudos específicos para se determinar o local mais apropriado para essas instalações de cultivos nos diferentes reservatórios e nestes, a região mais adequada, levando em consideração as características físicas e químicas iniciais do ambiente e suas relações com ciclo hidrológico, a morfologia e morfometria.

De acordo com os resultados apresentados neste estudo, podemos concluir que os sistemas de cultivo em tanques-rede no reservatório de Chavantes correspondem a um primeiro estágio de eutrofização (Santos *et al.*, 2009). A instalação dos sistemas de cultivo de peixes em tanques-rede é relativamente recente e o reservatório de grande porte. Sendo assim, as alterações são difíceis de serem diagnosticadas e comparadas, devido ao grau de complexidade do ambiente nas diferentes regiões estudadas.

No entanto, cabe ressaltar que as alterações decorrentes do impacto de sistemas de cultivo em larga escala usando tanques-rede tendem a ser significativas. Estas provocam modificações nas características físicas e químicas da água e também na estrutura e dinâmica das comunidades biótica. A hipótese inicial do trabalho sobre os efeitos da tilapicultura em tanques-rede nas condições limnológicas e assembléias zooplanctônicas do reservatório de Chavantes, rio Paranapanema (SP/PR), foram parcialmente comprovados.

Referências Bibliográficas

- Agostinho, A. A. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, Eduem. 275-305.
- Agostinho, A.A.; Gomes, L.C.; Suzuki, H.I.; Julio Jr. 1999 Riscos da implantação de cultivos de espécies exóticas em tanques-redes em reservatórios do rio Iguaçu. Cadernos da Biodiversidade, v.2, n. 2, p. 1-9.
- Agostinho, A.A.; Okada, E.K.; Gregoris, J. 1999 A pesca no reservatório de Itaipu: aspectos sócio-econômicos e impactos do represamento. In: HENRY, R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. São Paulo: FAPESP/FUNDIBIO. p.281-319.
- Alves, R. C. P. & Baccarin, A. E. 2006. Efeitos da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no Córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava, Baixo Tietê, SP). In: Nogueira, M. G.; Henry, R. & Jorcin, A. (orgs). Ecologia de Reservatórios – Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. RiMa, São Carlos.
- Americam Public Health. 1998. Standard Methods: for the examination of water and wastewater, 20ª edição.
- Araripe, M. N. B.A.; et al., 2006. Efeito do Cultivo de Peixes em Tanques Rede sobre o Aporte de Fósforo para o Ambiente. Rev. Cient. Prod. Anim., v.8, n.2.
- Bassoli, F. 2006. Produção Fitoplanctônica em Ecossistemas Límnicos Brasileiros: Síntese e Cenário Atual. [Rio de Janeiro] 117 p. 29,7 Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGE.
- Beveridge, M.C.M. 1984. Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact. Rome: FAO, 131p.
- Beveridge, M.C.M. 1987. Cage aquaculture. Surrey, England: Fishing News Books.
- Bonecker, C.C., Lansac-Tôha, F.A., Velho, L.F.M., Rossa, D.C. 2001. The temporal distribution pattern of copepods in Corumbá reservoir, State of Goiás, Brazil. Hydrobiologia 453, 375-384.
- Britto, Y.C.T. 2003. Associações de Cladocera (Crustacea Branchiopoda) do sistema de reservatórios em cascata do rio Paranapanema (SP-PR). Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 180p.

- Burgis, M. J. 1974. Revised estimates for the biomass and production of zooplankton in Lake George, Uganda. *Freshwater Biology*, Victoria, Austrália, v. 4, p. 535-541.
- Caleffi, S.; Zanardi, E. & Beyruth, Z. 1994 Trophic State of Guarapiranga Reservoir in 1991/92. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25(3): 1306-1310.
- Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. and Ocean.*, 22(2): 361-369.
- Casanova, S.M.C. 2000. Distribuição longitudinal da comunidade zooplanctônica na região de transição rio-reservatório (rio Paranapanema – represa de Jurumirim). Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 162p.
- Casanova, S.M.C. & Henry, R. 2004. Longitudinal distribution of Copepoda populations in the transition zone of Paranapanema River and Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil) and interchange with two lateral lakes. *Braz. J. Biol.*, 64(1): 11-26.
- CESP. 1998. Conservação e manejo nos reservatórios. *Limnologia, Ictiologia e Pesca*. São Paulo: Cesp, 166p. (Série Divulgação e Informação).
- CETESB. 2006. Desenvolvimento de índices biológicos para o biomonitoramento em reservatórios do estado de São Paulo. Relatório Técnico. p. 17-21.
- Conolly P.C. 2000. Tanque-rede: porque, onde e como implantar. Instituto de Pesca/APTA/SAA. Sér.Relat.Téc. N. 03. 54-59
- Corgosinho, P. H. C. & Pinto-Coelho, R. M. 2006. Zooplankton biomass, abundance and allometric patterns along an eutrophic gradient at Furnas Reservoir (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnol. Bras.*, 182: 213-224.
- Dantas, M. C. and J. L. Attayde. 2007. Nitrogen and phosphorus content of some temperate and tropical freshwater fishes. *Journal of Fish Biology* 70:100–08.
- Diaz, M.M.; Temporetti, P.F.; Pedrozo, F.L. Response of phytoplankton to enrichment from cage fish farm waste in Alicura Reservoir (Patagônia, Argentina). *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, [S.l.], v. 6, [S.n.], p.151-158, 2001.
- Dillon, P. J. & Rigler, I. I. 1974. The phosphorus chlorophyll relationship in lakes. *Limnol. Oceanogr.*, v. 19, pp. 767-773.
- Elmoor-Loureiro, L.M.A. 1997. Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil. Taguatinga: Universa, 156p.
- Elmoor-Loureiro, L.M.A.; Mendonça-Galvão, L. & Padovesi-Fonseca, C. 2004. New Cladoceran records from Lake Paranoá, Central Brazil. *Braz. J. Biol.*, 64(3A): 415-422.

- Escorvo, J. D. 2004. O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências. (Zootecnia e o Agronegócio – Zootec. Brasília, 28-31 maio 2004). Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppeca/agronegocio_aquicultura.pdf>. acesso em: 15 jan. 2007.
- Espindola, E. L. G. ; Rietzler, A. C. ; Tundisi, T. M. 1994. .Determinação da taxa intrínseca de aumento natural das populações de *Notodiaptomus* spp (Copepoda Calanoida) em função da temperatura. In: I Simpósio do Curso de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, 1994, São Carlos - SP. I Simpósio do Curso de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. São Carlos : USP, v. 1.
- Espíndola, E.L.G.; Matsumura-Tundisi, T.; Rietzler, A.C. & Tundisi, J.G. 2000. Spatial Heterogeneity of the Tucuruí Reservoir (State of Pará, Amazônia, Brazil) and the distribution of zooplanktonic species. *Rev. Brasil. Biol.*, 60(2): 179-194.
- Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de limnologia. Interciência, Rio de Janeiro. 575 pp.
- Ferrezeze, M.; Nogueira, M. G. & Vianna, N. C. 2005. Transporte de nutrientes e sedimentos no rio Paranapanema e seus principais tributários nas estações seca e chuvosa. In: Nogueira, M. G.; Henry, R. & Jorcin, A. (orgs). *Ecologia de Reservatórios – Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata*. RiMa, São Carlos.
- Furlaneto, F. P. B.; Ayroza, D. M. M. R.; Ayroza, L. M. S. 2006. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis* sp.) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.36, n.3, p.63-69.
- Gralhóz, G. 2004. Associações de Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) e fatores limnológicos em area de várzea do Rio Paranapanema (SP/PR) Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências. UNESP. Botucatu.
- Guo, L., Li, Z. 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture* 226, 201-212.
- Guo, L.; Li, Z.; Xie, P.; Ni L. 2009. Assessment effects of cage culture on nitrogen and phosphorus dynamics in relation to fallowing in a shallow lake in China. *Aquacult Int* 17:229–241.
- Hakanson, L. 2005. Changes to lake ecosystem structure resulting from fish cage farm emissions. *Lake Reservoir Manag* 10, 71-80.
- Hellawell J.M. 1978. *Biological Surveillance of Rivers*. Water Research Center, Stevanage (Reino Unido), UK.

- Henry, R. 1999. A Represa de Jurumirim (São Paulo): Primeira síntese do conhecimento limnológico e uma proposta preliminar de manejo ambiental. Cap. 22. In: Henry, R (Ed.) Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais. Botucatu: FAPESP/FUNDIBIO. PP. 509-530.
- Henry, R. & Maricatto, F. E. 1996. Sedimentation rates of tripton in Jurumirim reservoir (São Paulo, Brasil). *Limnologica*, 25: 15-25.
- Henry, R. & Nogueira, M.G. 1999. A Represa de Jurumirim (São Paulo): Primeira síntese sobre o conhecimento limnológico e uma proposta preliminar de manejo ambiental. In: Henry, R. (ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fapesp/Fundibio, pp. 651-685.
- Jassby, A. D.; Cloern, J. E. & Cole, B. E. 2002. Annual primary production: Patterns and mechanisms of change in a nutrient-rich tidal ecosystem. *Limnol. Oceanogr.*, v. 47, n. 3, pp. 698-712.
- Jorcin, A. & Nogueira, M. G. 2005a. Temporal and spatial patterns based on sediment and sediment-water interface characteristics along a cascade of reservoirs (Paranapanema River, south-east Brazil). *Lakes and Reservoirs: Research and Management* 10: 1-12
- Jorcin, A. & Nogueira, M. G. 2005b. Phosphate distribution in the sediments along a cascade of reservoirs (Paranapanema River, SE, Brazil). In: Serrano, L. & Golterman, H. (eds.). Phosphate in Sediments. Proceedings of the 4th International Symposium. Backhuys Publishers, Leiden. 77-86. m Cascata. RiMa, São Carlos.
- José de Paggi, S. 1978. First observations on longitudinal succession of zooplankton in the main course of the Paraná River between Santa Fe and Buenos Aires harbor. *Stud. Neot. Fauna Environ.*, 13: 157-194.
- José de Paggi, S. 1979. Contribución al conocimiento de la fauna argentina de rotíferos. II. Algunas táxons de los géneros *Lecane* Niltzer y *Lepadella* Boryory de St. Vincent. *Neotropica*, 25 (73):37-44.
- Kalff, J. & Welch, H. E. 1974. Phytoplankton production in Char Lake, a natural polar lake, and in Cornwallis Island, Northwest Territories. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, v. 31, pp. 739-762.
- Kelman J., Pereira M. V., Araripe-Neto T. A. & Sales P. R. de H. 2006 Hidreletricidade. In: Águas doces no Brasil. Capital ecológico, uso e conservação. (eds Rebouças A. da C., Braga B. & Tundisi, J. G.) pp. 371-418. Escrituras Editora, São Paulo.

- Kindt, R & Coe, R. 2005. Tree diversity analysis. World Agroforestry Centre: Kenya. 207p.
- Koste, W. 1978a. Rotatoria – Die Redertiere Mitt Leuropas – I Test Band. 237p.
- Koste, W. 1978b. Rotatoria – Die Redertiere Mitt Leuropas – II Test Band. 237p.
- Kratzer, C.R. & Brezonick, P.L. 1981. A Carlson-Type Trophic Satate Index for Nitrogen in Florida Lakes. Water Resources Bulletin, 17:713-715.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. 2ª. Ed. Benjamin/Cumming. 581p.
- Kubitza, F. 2000. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. 1.ed. Jundiaí: F. Kubitza, 285p.
- Kudo, F.; Jorcin, A. & Nogueira, M. G. 2005. Composição e distribuição da comunidade zoobentônicas em areas de várzea do Rio Paranapanema, SP/PR. In: Nogueira, M. G.; Henry, R. & Jorcin, A. (orgs). Ecologia de Reservatórios – Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. São Carlos: RiMa. P 379-416.
- Lamparelli, M.C. 2004. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento. Tese de doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 207 p.
- Lampert, W. and U. Sommer. 1997. Limnology; The Ecology of Lakes and Steams. Oxford University Press, New York, 382 pp.
- Lansac-Tôha, F.A., Velho, L.F.M, Bonecker, C.C. 1999. Estrutura da comunidade zooplânctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá. In: Henry, R (Ed), Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais, Fundibio, Botucatu 347-374.
- Lansac-Tôha, F.A., Bonecker, C.C., Velho, L.F.M. 2005. Estrutura da comunidade zooplânctônica em reservatórios. In: Rodrigues, L., Thomaz, S.M., Agostinho, A.A. e Gomes, L.C. (Eds), Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais. Rima, São Carlos, 115-127.
- Lansac-Tôha, F. A., Bonecker, C. C., Velho, L. F. & Lima, A. F. 1997. Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplânctônica. In: Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. (eds). A planície de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá, Eduem. 179-208.
- Lansac-Tôha; F.A.; Velho, L.F.M.; Perenha, D.G.; Pereira, D.G. & Santos, V.D. 2004. Abundance of Planktonic Ciliates in Cascading Reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. Acta Sci. Biol. Sci., 26: 407-413.

- Lind, O.T., Terrel, T., Kimmel, B.L. 1993. Problems in reservoir trophic state classification and implications for reservoir management. In: Stráskraba, M., Tundisi, J.G., Duncan, A. (Eds). Comparative reservoir limnology and water quality management. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 57-67.
- Lopes, R. M., Lansac-Tôha, F. A., Vale, R. D., Serafim Jr, M. 1997. Comunidade zooplantônica do reservatório do segredo. In: Agostinho, A. A. e Gomes, L. L. (Eds) Reservatório de Segredo: Bases ecológicas para o manejo. Eduem, Maringá, 3-60.
- Magurram, A. E. 1998. Ecology diversity and its measurement. 179 pp.
- Marzolf, R.G. 1990. Reservoir as environments for zooplankton. In: Thornton, K.W. 1990. Perspectives on reservoir limnology. In: Thornton, K.W.; Kimmel, B.L. & Payne, F.E. (eds.). Reservoir Limnology: ecological perspectives. New York: John Wiley & Sons, pp.195-208.
- Matsumura-Tundisi, T. 1984. Occurrence of species of the genus *Daphnia* in Brazil. *Hydrobiologia*, 112: 161-165.
- 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.
- Matsumura-Tundisi T. & Tundisi J.G. 1976. Plankton studies in a lacustrine environment. 1. Preliminary data on zooplankton ecology of Broa Reservoir. *Oecologia*, 25: 265-270.
- Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. *Hydrobiologia*, 504:215-222.
- Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 2005. Plankton richness in eutrophic reservoir (Barra Bonita reservoir, SP, Brazil). *Hydrobiologia* 542, 367-378.
- Matsumura-Tundisi, T; Rietzler, A.C. & Tundisi, J.G. 1989. Biomass (dry weight and carbon content) of plankton crustacea from Broa reservoir (São Carlos, S.P.-Brazil) and its fluctuations across one year. *Hydrobiologia*, 179:229-236.
- Matsumura-Tundisi, T., Leitão, S.N., Agüena, L.S., Miyahara, J. 1990. Eutrofização da represa de Barra Bonita: Estrutura e organização da comunidade de Rotífera. *Braz J Biol* 50, 923-935.
- Mitsuka, P.M. & Henry, R. 2002. The fate of copepod populations in the Paranapanema River (São Paulo, Brazil), downstream from the Jurumirim Dam. *Braz. Arch. of Biol. and Tech.*, 45(4): 479-490.

- Naliato D.A.O., Nogueira M.G. and Perbiche-Neves, G. 2009. Discharge pulses of hydroelectric dams and their effects in the downstream limnological conditions: a case study in a large tropical river (SE Brazil). *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 14: 301–314
- Nogueira, M. G. 1996. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal das populações planctônicas e variáveis físico-químicas na represa de Jurumirim, Rio Paranapanema, SP. Tese de doutorado, EESC-USP, São Carlos, Brasil, 439p.
- Nogueira, M.G. 2000. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environment compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 431: 115-128.
- Nogueira, M. G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 455: 1-18.
- Nogueira, M. G. & Panarelli, E. 1997. Estuda da migração vertical das populações zooplantônicas na represa de Jurumirim (rio Paranapanema, São Paulo, Brasil). *Acta Limnol. Brasil.*, 9: 55-81.
- Nogueira, M.G. & Matsumura-Tundisi, T. 1996. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa Monjolinho – São Carlos, SP). *Dinâmica das populações planctônicas*. *Acta Limnol Bras* 8, 149-168.
- Nogueira, M. G.; Henry, R. & Maricatto, F. E. 1999. Spatial and temporal heterogeneity in the Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 4: 107-120.
- Nogueira, M.G., Reis Oliveira, P.C., Britto, Y.T. 2008. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). *Limnetica* 27(1), 151-170.
- Nogueira, M. G.; Jorcin, A.; Vianna, N. C., Britto, Y. C. T. 2002a. Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do rio Paranapanema (SP/PR), Brasil. In: Cirelli, A. & Marquisa, G. (eds.), *El agua em Iberoamerica, de la limnologia a la gestión en sudamérica*. Buenos Aires. CYTED. 91-106.
- Nogueira, M. G.; Jorcin, A.; Vianna, N. C., Britto, Y. C. T. 2002b. A two-years study on the limnology of a cascade reservoir system in a large tropical river Southeast Brazil. Extended abstracts of the 4th international conference on reservoir limnology and water quality. Cèské Budejovice. 254-257.

- Nogueira, M.G., Jorcin, A., Vianna, N.C., Britto, Y.C.T. 2006. 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. e Jorcin, A. (Eds.). *Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. Rima, São Carlos, 435-459.
- Oliveira, P.C.R. 2004. Estudo de limnologia no rio Paranapanema com ênfase nas associações zooplancônicas (Cladocera e Copepoda). Monografia de bacharelado. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 92p.
- Ostrensky, A.; Borghetti, J.R.; Soto, D. 2008. *Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Brasília, 276p.
- Paggi J.C. & José de Paggi S. 1990. Zooplankton de ambientes lóticos e lênticas do rio Paraná médio. *Acta Limnol. Bras.*, 3: 685-719.
- Paggi, J. C. 1973a. Contribucion al conocimiento de la fauna de cladóceros dulceacuícolas argentinos. *Physis B32*, 103-114.
- Paggi, J. C. 1973b. Acerca de algunas especies de la familia Moinidae (Crustacea, Cladocera) de la República Argentina. *Physis B32*, 269-277.
- Paggi, J. C. 1995. Crustacea Cladocera. In: Lopretto, E. C. e Tell, G. (eds). *Ecosistemas de aguas continentales: Metodologias para su estudio*, Tomo III. Ediciones Sur, La Plata, 909-951.
- Pagioro, T.A.; Velho, L.F.M.; Lansac-Tôha, F.A.; Pereira, D.G. & Nakamura, A.K.S. 2005a. Influência do grau de trofia sobre os padrões de abundância de bactérias e protozoários planctônicos em reservatórios do Estado do Paraná. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (eds.). *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: Rima, pp. 47-56.
- Pagioro, T.A.; Thomaz, S.M. & Roberto, M.C. 2005b. Caracterização limnológica abiótica dos reservatórios. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (eds.). *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: Rima, pp. 17-37.
- Panarelli, E.A.; Nogueira, M.G. & Henry, R. 2001. Short-term variability of copepod abundance in Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 61 (4): 557-598.
- Panarelli, E., Casanova, S.M.C., Nogueira, M.G., Mitsuka, P.M., Henry, R. 2003. A comunidade zooplancônica ao longo de gradientes longitudinais no rio Paranapanema/Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: Henry, R. (Ed). *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. Rima, São Carlos, 129-160.

- Penczak, T., Galicka, W., Molinski, M., Kusto, E. and Zalewski, M., 1982. The enrichment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus, and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *J. Appl. Ecol.* **19**, pp. 371–393.
- Perbiche-Neves, G. 2008. Efeitos do tempo de residência, morfometria e estado trófico sobre as assembléias de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande (rio Paranapanema, SP/PR) – Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Botucatu : [s.n.].
- Pillay, T. V. R. 2004. Aquaculture and the environment. 2nd ed. Oxford: Blackwell Publishing, 196p.
- Pinto-Coelho, R.M. 1987. Flutuações sazonais e de curta duração na comunidade zooplanctônica do Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 47: 17-29.
- Pinto-Coelho, R.M. 1998. Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a 4-year study in Pampulha Lake, Brazil. *Freshw Biol* 40, 159-173.
- Pinto-Coelho, R.M. 2002. Fundamentos em Ecologia. 1ª reimpressão. Porto Alegre: Artmed. 252 p.
- Pinto-Coelho, R.M.; Coelho, M.M.; Espírito-Santo, M.M. & Cornelissen, T.G. 1999. Efeitos da eutrofização na estrutura da comunidade planctônica no lago da Pampulha, Belo Horizonte – MG. In: Henry, R. (ed.). *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Botucatu: Fapesp/Fundibio, pp. 553-572.
- Pinto-Coelho, R.M.; Azevedo, L.M. de A.; Rizzi, P. E. V.; Bezerra-Neto, J.F. & Rolla, M. E. 2006. Origens e efeitos do aporte externo de nutrientes em um reservatório tropical de grande porte: Reservatório de São Simão (MG/GO). In: Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcin, A. (eds.). *Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, Ações de manejo e Sistemas em Cascata*. São Carlos: Rima, pp. 127-164.
- Pontin, R. M. 1978. Freshwater planktonic and semi-planktonic Rotifera of the British Isles. *Ambleside: Fresh. Bio. Assoc. Scientific Publ.*, 178p.
- Reid, J.W. 1985. Chave de identificação para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia, Universidade de São Paulo*, 9: 17-143.
- Reid, J.W. 1991. Some species of *Tropocyclops* (Copepoda, Cyclopoida) in the Western Hemisphere, with description of *T. parvus*, new species. *Hydrobiologia*, 175:149-179.

- Reid, J.W. & Pinto-Coelho, R.M. 1994. An Afro-Asian continental copepod, *Mesocyclops ogunnus*, found in Brazil; with a new key to the species of *Mesocyclops* in South America and a review of introductions of copepods. *Limnologia*, 24: 359-368.
- Rietzler, A. C; Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 2002. Life Cycle, Feeding and Adaptive Strategy Implications on the Co-occurrence of *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiaptomus iheringi* in Lobo-Broa Reservoir (SP, Brazil). *Braz. J. Biol.*, 62: 93-105.
- Rocha, A. & Güntzel, A. Crustáceos Branquiópodos. 1999. In: Ismael, D.; Valenti, W. C.; Matsumura-Tundisi, T. & Rocha, O. *Invertebrados de Água Doce*. São Paulo: Fapesp, pp. 107-120.
- Rocha, O., Sendacz, S. & Matsumura-Tundisi, T. 1995. In: Tundisi, J. G.; Bicudo C. E. M. & Matsumura-Tundisi, T. (eds). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro. ABC/SBL. 151-165.
- Rocha, O.; Tavares, K. S.; Branco, M. B. C.; Pamplin, P. A. Z.; Espindola, E. L. G.; Marchese, M. 2006. Padrões de Biodiversidade em reservatórios e relações com o Processo de Eutrofização.. In: José Galizia Tundisi; Takako Matsumura-Tundisi; Corina Sidagis-Galli. (Org.). *Eutrofização na América do Sul: Causas, Consequências e Tecnologias para o Gerenciamento e controle*. - EUTROSUL- Rede Sul Americana de Eutrofização.. 1 ed. São Carlos: IIE-IIEGA, v. 1, p. 353-372.
- Rustadi, R. Kuwabara and Kamiso, H.N. 2002. Water Quality and Planktological Approach to Monitor Eutrophication by Cage-Culture of Red Tilapia (*Oreochromis* sp.) at the Sermo Reservoir, Yogyakarta, Indonesia. *Asian Fisheries Science* 15: 135-144.
- Salas, H.J. & Martino, P. 1991. A simplified phosphorus trophic state model for warmwater tropical lakes. *Water Res.*, 25(3): 1341-350.
- Sampaio, E. V., O. Rocha, T. Matsumura-Tundisi and J. G. Tundisi, 2002: Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River. *Braz J Biol* 62, 525-545.
- Santos, R.M.; Rocha, G. S., Rocha O. & Santos Wisniewski, M. J. 2009. Influence of net cage fish cultures on the diversity of the zooplankton community in the Furnas hydroelectric reservoir, Areado, MG, Brazil. *Aquaculture Research*, 2009, 1-9.
- Santos-Wisniewski, M. J.; Rocha, O.; Güntzel, A.M. & Matsumura-Tundisi, T. 2002. Cladocera Chydoridae of high altitude water bodies (Serra da Mantiqueira), in Brazil. *Braz. J. Biol.*, 62(4A): 681-687.

- Sartori, L.P., Nogueira, M.G., Henry, R., Moretto, E.M. 2009 Zooplankton fluctuations in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil): a three-year study. *Braz J Biol* 69(1).
- Schindler, D. W. 1976 .Biogeochemical evolution of phosphorus limitation in nutrientenriched lakes of Precambrian Shield. In: J. O. Nriagu (Ed.). *Environmental biogeochemistry*. Am Arbor Sci.
- Schindler, D. 1978. Factors regulating phytoplankton production and standing crop in the world's freshwaters. *Limnol. Oceanogr.*, v. 23, pp. 478-486.
- Schindler, D. W. & Fee, J. 1974. Primary production in freshwater, *Proc. Int. Congr. Ecol.* (1st), The Hague, September 1974. PUDOC, Wagen.
- Schmittou, H.R. 1995. Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume. Tradução de Eduardo Ono. ASA - Associação Americana de Soja. Editado por Silvio Romero Coelho, Mogiana Alimentos S.A. 78p.
- Sendacz, S. & Kubo, E. 1982. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 9: 51-189.
- Sendacz, S. & Kubo, E. 1999. Zooplâncton de reservatórios do alto Tietê, Estado de São Paulo. In: Henry, R. (ed.). *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. 1ª Edição. Botucatu: Fapesp/Fundibio, pp. 511-529.
- 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.
- Sendacz, S., Caleffi, S., Santos-Soares, J. 2006. Zooplankton biomass of reservoirs in different trophic conditions in the state of São Paulo, Brazil. *Braz J Biol* 66(1B), 337-350.
- Serafim Junior, M. 2002. Efeitos do represamento em um trecho do médio rio Iguaçu sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 51pp.
- Serafim-Júnior, M.; Ghidini, A.R.; Neves, G.P. & Brito, L. 2005. Comunidade Zooplanctônica. In: Andreoli, C.V.; Carneiro, C. *Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados*. Curitiba: Ed. Gráf. Capital Ltda, pp. 406-434.
- Serafim-Júnior, M; Lansac-Tôha, F.A.; Paggi, J.C.; Velho, L.F.M.; Robertson, B. 2003. Cladocera fauna composition in a river-lagoon system of the upper Paraná River floodplain, with a new record for Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 63 (2), p. 349-356.

- Sipaúba Tavares L.H.; Coral Ibarra L.C.; Fioresi T.B. 2009. Cultivo de *Ankistrodesmus gracilis* (reisch) korsikov (chlorophyta) em laboratório utilizando meio chu12 e de macrófita com npk. B. Inst. Pesca, São Paulo, 35(1): 111 – 118.
- Smirnov, N.N. 1976. Macrothricidae, Moinidae fauny mira. Fauna SSSR. Leningrad: Izdat. Nauka, 238p.
- Soares M. C. S., Marinho M. M., Huszar V. L. M., Branco C. W. C. & Azevedo S. M. F. O. 2008. The effects of water retention time and watershed features on the limnology of two tropical reservoirs in Brazil. Lakes Reserv. Res. Manage. 13, 257-269.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1995. Biometry: the principles and practices of statistics in biological research. Freeman and Company, New York. pp.
- Stirling and Dey, 1990. H.P. Stirling and T. Dey, Impact of intensive cage fish farming on the phytoplankton and periphyton of a Scottish freshwater loch. Hydrobiologia **190** (1990), pp. 193–214.
- Straškraba, M. & Tundisi, J. G. 1999 Reservoir ecosystem functioning: theory and application, p. 565-585. In: Tundisi, J G; Straškraba, M. (Eds). Theoretical reservoir ecology and its applications. BAS, IIE, Backhuis Publishers. 585 p.
- Tacon, A.G.J. and Forster, I.P.. 2000. Global trends and challenges to aquaculture and aquafeed development in the new millennium. International Aquafeed--Directory and Buyers' Guide 2001. pp. 4-25. Turret RAI, Uxbridge, Middlesex, UK.
- Tacon, A.G.J. & Forster, I.P. 2003. Aquafeeds and the environment: policy implications. Aquaculture, 226(1-4):181-189.
- Takahashi, E.M.; Lansac-Tôha, F.A.; Velho, L.F.M. & Bonecker, C.C. 2006. Longitudinal distribution of cladocerans (Crustacea) in a Brazilian tropical reservoir. Acta Limnol. Bras.,17(3): 257-265.
- Thomaz, S.M.; Bini, L.M. & Alberti, S.M. 1997. Limnologia do reservatório de Segredo:padrões de variação espacial e temporal. In: Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem, pp.19-37.
- Thornton, K. W.; Kimmel, B.L. & Payne, E. F. 1990. Reservoir Limnology: ecological perspectives. New York: John Wiley & Sons, 246p.
- Toledo Jr., A.P.; Talarico, M.; Chinez, S.J. & Agudo, E.G. 1983. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: Anais do 12º Congresso Brasileiro e Engenharia Sanitária. Camboriú (SC): Associação Brasileira de Engenharia Sanitária. Camboriú (SC), 34p.

- Tundisi, J.G. 1990. Key factors of reservoir functioning and geographical aspects of reservoir limnology – chairman’s overview. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn.*, 33: 654-646.
- Tundisi, J. G. 2005. Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e Reservatórios – Estudos e Perspectivas. In: Nogueira, M. G.; Henry, R. & Jorcin, A. (orgs). *Ecologia de Reservatórios – Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata*. RiMa, São Carlos.
- Tundisi, J.G. 2006. Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios – estudos de caso e perspectivas. In: Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcin, A. (eds). *Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, Ações de manejo e Sistemas em Cascata*. São Carlos: Rima, pp. 1-21.
- Tundisi, J.G. and Matsumura-Tundisi, T. 2008. *Limnologia*. Oficina de Textos. 632 p.
- Tundisi J. G., Matsumura-Tundisi T & Tundisi, J E. M. 2008 Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. *Braz. J. Biol.* 68, 1133-1135.
- Velho, L.F.M.; Alves, G.M.; Lansac-Tôha, F.A.; Bonecker, C.C. & Pereira, D.G. 2004. Testate amoebae abundance in plankton samples from Paraná State reservoirs. *Acta Sci. Biol. Sci.*, 26(4): 415-419.
- Velho, L.F.M.; Lansac-Tôha, F.A.; Bonecker, C.C.; Bini, L.M. & Rossa, D. C. 2001. The longitudinal distribution of copepods in Corumbá Reservoir, State of Goiás, Brazil. *Hydrobiologia*, 453: 385-391.
- Vollenweider, R. A. 1968. Water management research. OECD Paris. DAS/CSI/68.27.
- Vollenweider, R. A. 1975. Input-output models. *Schweiz. Z. Hydrol.*, v. 37, pp. 53-84.
- Vollenweider, R. A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, v. 33, pp. 53-83.
- Vollenweider, R. A.; Munamar, M. & Stadelmann, P. 1974. A comparative review of phytoplankton and primary production in the Laurentian Great Lakes. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, v. 31, pp. 739-762.
- Wang, S. Xie, P. Wu S.& Wang. H.2007. Crustacean zooplankton size structure in aquaculture lakes: is larger size structure always associated with higher grazing pressure?, *Hydrobiologia* 575 pp. 203–209.

- Yang, Y. F., X. F. Huang, & J. K. Liu, 1999. Long-term changes in crustacean zooplankton and water quality in a shallow, eutrophic Chinese lake densely stocked with fish. *Hydrobiologia* 391: 195–203.
- Yanmao W.; Xiang W.; Tingfei, S.; Jingfeng, Z.; Guanghui, Y.; Feng, Li.; Yanyun, H.. 2007. Forms and Balance of Nitrogen and Phosphorus in Cage Culture Waters in Guangdong Province, China. *Chinese Geographical Science* 17(4) 370–375.
- Zaniboni-Filho, E. 1997. O Desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade da água. *Rev. Brasil. Biol.* 57 (1): 3-9.