

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

**EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA USINA  
HIDRELÉTRICA DONA FRANCISCA (RS, BRASIL)  
SOBRE ESTÁGIOS IMATUROS DE ODONATA  
(INSECTA)**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Damaris Battistel Neri**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**2009**

**Mestre**

**NERI, DAMARIS BATTISTEL**

**PPG-BA/UFSM, RS**

**EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA  
DONA FRANCISCA (RS, BRASIL) SOBRE ESTÁGIOS  
IMATUROS DE ODONATA (INSECTA)**

**por**

**Damaris Battistel Neri**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM,  
RS, como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Biodiversidade Animal.**

**Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carla Bender Kotzian**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2009**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DONA  
FRANCISCA (RS, BRASIL) SOBRE ESTÁGIOS IMATUROS DE  
ODONATA (INSECTA)**

elaborada por  
**Damaris Battistel Neri**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Biodiversidade Animal**

**Comissão Examinadora:**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Bender Kotzian  
(Presidente/Orientador)**

**Prof. Dr. Nilton Carlos Cáceres  
(Co-Orientador)**

**Prof. Dr. José Ricardo Inácio Ribeiro (UNIPAMPA)**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Beatriz Barros de Moraes (UFSM)**

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2009.

*À minha amada e incansável mãe Marilza Battistel Neri, meu eterno  
agradecimento pelo que sou...*

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Bender Kotzian, pelo apoio na realização deste trabalho e pelas sábias correções ao texto.

Ao Prof. Dr. Nilton Carlos Cáceres, pelos ensinamentos, amizade, agradáveis conversas e constante encorajamento. Ser-lhe-ei eternamente grata por ter-me aceito como desafio!

À Dona Francisca Energética S. A. (DFESA) pelo apoio financeiro na realização das coletas.

Ao Prof. Dr. Leandro Duarte pelas ótimas aulas ministradas e toda a ajuda estatística ao trabalho.

Ao Prof. Dr. João Fernando Prado, pela identificação da macrófita *Podostemum*.

Ao MSc. Luiz Onofre Irineu de Souza pelas trocas de informações sobre odonatos!

À coordenação e docentes do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal pelo apoio e incentivo diante das pedras do caminho...

Ao Seu Paulo, secretário do Programa de Pós-Graduação, pela ajuda, pelas conversas, chazinhos e pelo ótimo churrasco que sabe fazer!

Aos queridos colegas do Programa de Pós-Graduação, pelo convívio, amizade e ajuda mútua! À colega Camila Steiner especialmente pela sincera amizade!

Às colegas e sempre amigas MSc. Márcia Spies e MSc. Aninha Siegloch pelas experiências trocadas em campo, laboratório e mesmo depois à distância, pelos e-mails trocados... Em especial à Márcia, sempre prestativa, enviando-me massivamente as bibliografias solicitadas, ajudando-me com a edição de algumas figuras e pela leitura e sugestões ao texto.

Ao MSc. Fernando Erthal pela companhia, amizade e pelas muitas conversas e trocas de idéias.

À Leocádia Indrusiak, pelas palavras, massagens após as cansativas saídas de campo, e pelo cafezinho, sempre em boa hora.

Ao futuro biólogo Mateus Pires pela ajuda nos trabalhos de campo, triagem e identificação do material, e ainda pelas “discussões” biológicas e muitas vezes “filosóficas” para amenizar nosso isolamento no laboratório!

Às grandes amigadas, biólogos ou não, que mesmo à distância ajudaram com incentivos e palavras de apoio para que esta etapa fosse realizada, e nunca deixaram de estar presentes mesmo que em pensamento: Aline Bacelar, Gisele Machado, Josimari da Silva,

Samira Anzolin, Elaine Conte, Glauce Jacobi, Carolina Hoffmann, Vinícius Boff, Aline Testolin Murlick e Fausto Vanin.

À minha família, em especial aos meus pais Marcus e Marilza. Mãe, nenhuma palavra nunca vai ser suficiente para agradecer tudo o que você fez por mim... Muitos anos de sacrifício, muitos anos de saudade, muitos anos de ausência física para que eu chegasse até aqui! Obrigada por tudo! Pai, obrigado por me apoiar, e nunca me deixar esquecer as raízes de onde venho... Ao meu irmão Grégori, pessoa fundamental na minha vida, pela companhia e o “parceirismo” de sempre. Obrigado pela confiança, pela torcida, pelos mimos, pelo colo!

Às minhas “segundas famílias”, que me adotaram com muito carinho, pelas palavras de afeto, abraços nas horas críticas, conselhos, infinito incentivo e pela alegria inocente e contagiante das crianças... Amara e Orimar, Andrei, Deirdre, Damien... Sheila e Orildo, e de uma forma muito especial ao pequenino Gabriel (pela sua companhia alegre durante a redação deste trabalho)... Nunca vou poder agradecer tudo o que fizeram por mim! Amo todos vocês!

Ao meu afilhado Dimitri, por existir e alegrar toda a família...

À toda a minha grande família, agradeço pelo carinho incondicional, principalmente nos momentos mais difíceis, por não me deixarem desistir nem fraquejar, e por compreenderem minha ausência, apesar da saudade, às vezes sufocante. Amo todos vocês e saibam que sempre estarão comigo.

Ao meu noivo Leandro Godoy, pelo carinho e amizade, por toda a paciência e compreensão, e principalmente por todo o amor. Agradeço por ter surgido em minha vida, me enchendo de alegrias, e me fazendo acreditar que a vida vale a pena... Te amo muito!!!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DONA FRANCISCA (RS, BRASIL) SOBRE ESTÁGIOS IMATUROS DE ODONATA (INSECTA)**

AUTORA: DAMARIS BATTISTEL NERI

ORIENTADOR: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. CARLA BENDER KOTZIAN

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. NILTON CARLOS CÁCERES

DATA E LOCAL DA DEFESA: SANTA MARIA, 26 DE FEVEREIRO DE 2009.

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o impacto de curto prazo da construção de uma barragem sobre a comunidade de imaturos de Odonata através da sua análise em ambientes lênticos e lóticos, antes e após o enchimento do reservatório. Na fase de pré-enchimento foram amostradas 17 estações de coleta, sendo cinco em ambientes lênticos (açudes e charcos), e 12 em ambientes lóticos (tributários do Rio Jacuí), no período entre janeiro e outubro de 2000. Na fase de pós-enchimento as coletas em ambientes lênticos prosseguiram em cinco pontos no interior do reservatório (entre maio de 2001 e outubro de 2002), enquanto nos ambientes lóticos quatro pontos foram amostrados, no período compreendido entre novembro de 2000 e maio de 2002. Os ambientes lênticos foram amostrados usando-se peneiras, e os lóticos, amostrador de Surber. Alguns fatores ambientais foram coligidos: temperaturas do ar e da água, oxigênio dissolvido, pH, profundidade, e, para os ambientes lóticos, a velocidade da correnteza. Foram coletados 1298 espécimes, pertencentes a 27 gêneros distribuídos em oito famílias, dos quais 16 gêneros constituem novos registros para o Estado: *Heteragrion*, *Oxystigma*, *Neuraeschna*, *Tibiogomphus*, *Phyllocycla*, *Desmogomphus*, *Cacoides*, *Archeogomphus*, *Anatya*, *Brechmorhoga*, *Libellula*, *Tramea*, *Cyanallagma*, *Forcepsioneura*, *Protoneura* e *Epipleoneura*. O hábitat lêntico esteve mais bem representado em abundância e riqueza na fase de pré-enchimento (681 indivíduos e 14 gêneros) tendo uma drástica diminuição na fase de pós-enchimento ( $n = 41$ ,  $S = 8$ ), o contrário ocorrendo para os ambientes lóticos ( $n = 200$  indivíduos e 14 gêneros *versus* 376 e 17, respectivamente). Os ambientes lóticos aqui estudados apresentaram maior riqueza que os ambientes lênticos devido à maior heterogeneidade de habitats, principalmente em função da vegetação aquática. Para os ambientes lênticos as maiores riqueza e abundância da odonatofauna foram encontradas em ambientes mais estáveis (charcos de maiores profundidades e dimensões), com vegetação aquática e marginal. Na fase de pós-enchimento, a fauna restabeleceu-se principalmente em locais do reservatório onde prevalecem condições lóticas, como a desembocadura dos tributários. Para os ambientes lóticos, os locais de maiores abundância e riqueza foram tributários de trechos médios (4<sup>a</sup> ordem), caracterizados pelo pequeno porte e com sombreamento em pelo menos uma das margens pela vegetação ribeirinha. Os pontos de 7<sup>a</sup> ordem, localizados no Rio Jacuí (um deles à jusante do barramento), apresentaram os menores valores relacionados à fauna, uma vez que estes locais eram fortemente influenciados pelas variações no nível da água da U.H.E. Itaúba, localizada à montante, tendo estes resultados se intensificado quando da formação do reservatório da U.H.E. Dona Francisca. As análises multivariadas mostraram que o efeito da implantação da U.H.E. Dona Francisca sobre os estágios imaturos de Odonata não foi direto, interagindo com aspectos de cada hábitat, tanto para a abundância quanto para a composição da fauna.

Palavras-chave: Comunidade; represamento; avaliação de impacto; pós-enchimento



## ABSTRACT

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **EFFECTS OF DEPLOYMENT OF USINA HIDRELÉTRICA DONA FRANCISCA (RS, BRAZIL) ON IMMATURE STAGES OF ODONATA (INSECTA)**

AUTORA: DAMARIS BATTISTEL NERI

ORIENTADOR: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. CARLA BENDER KOTZIAN

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. NILTON CARLOS CÁCERES

DATA E LOCAL DA DEFESA: SANTA MARIA, 26 DE FEVEREIRO DE 2009.

This study was carried out with the purpose to evaluate the short-term impact of a dam construction on the community of the immature Odonata through their analysis in lentic and lotic environments, before and after the impoundment of the reservoir. In the pre-impoundment phase 17 stations were sampled, five in lentic environments (dams and ponds), and 12 in lotic environments (tributaries of the Rio Jacuí) between January and October 2000. In the post-impoundment sampling, five points inside the reservoir were studied (between May 2001 and October 2002) in lentic environments, and four points, in lotic environments (between November 2000 and May 2002). The lentic environments were sampled by using sieves, and the lotic ones, with a Surber sampler. Some abiotic factors measured were air and water temperatures, dissolved oxygen, pH, depth and, for lotic environments, the current velocity. The total number collected was 1298 specimens, attributed to eight families and 27 genera, of which 16 are new records for the State: *Heteragrion*, *Oxystigma*, *Neuraeschna*, *Tibiomphus*, *Phyllocyba*, *Desmogomphus*, *Cacoides*, *Archeogomphus*, *Anatya*, *Brechmorhoga*, *Libellula*, *Tramea*, *Cyanallagma*, *Forcepsioneura*, *Protoneura* and *Epipleoneura*. The lentic habitat was better represented in abundance and richness in the pre-impoundment (681 individuals and 14 genera), with a drastic decrease in the post-impoundment ( $n = 41$ ,  $S = 8$ ), while the opposite occurs for lotic environments ( $n = 200$  individuals and 14 genera *versus* 376 and 17, respectively). The lotic environments studied here showed greater richness than the lentic environments, presenting a greater heterogeneity of habitats, especially related to aquatic vegetation. For the lentic environments, the higher richness and abundance of odonatofauna were found in stable environments (ponds of greater depths and dimensions), with marginal and aquatic vegetation. In the post-impoundment phase, the fauna restoration occurred mainly in points inside the reservoir where prevailed lotic conditions, as the mouth of the tributaries. For lotic environments, the sites of greatest abundance and richness were tributaries of the medium reaches (4th order), characterized by small size and shading of one of the margins by riparian vegetation. The points of 7th order, located in the Rio Jacuí (one of them downstream of the dam), showed the lowest values concerning the fauna, since these sites were strongly influenced by changes in water level of the U.H.E. Itaúba, located upstream. These results were enhanced after the impoundment of the reservoir of U.H.E Dona Francisca. Multivariate analysis showed that the effect of U.H.E. Dona Francisca construction on the immature stages of Odonata was not direct, interacting with the characteristics of each habitat, for both the abundance and the composition of the fauna.

Key-words: Community; impoundment; impact assessment; post-impoundment

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>ARTIGO: EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DONA FRANCISCA (RS, BRASIL) SOBRE ESTÁGIOS IMATUROS DE ODONATA (INSECTA)</b> .....	<b>16</b>
2.1	Abstract .....	16
2.2	Resumo .....	17
2.3	Introdução .....	18
2.4	Materiais e Métodos.....	21
2.4.1	Área de Estudo .....	21
2.4.2	Estações de Coleta.....	22
2.4.3	Amostragem .....	27
2.4.4	Identificação .....	28
2.4.5	Variáveis Abióticas .....	29
2.4.6	Análise de Dados.....	29
2.5	Resultados .....	31
2.5.1	Composição, abundância e riqueza de Odonata.....	31
2.5.2	Variáveis Abióticas .....	38
2.5.3	Análises Estatísticas .....	38
2.6	Discussão .....	44
2.6.1	Diversidade de Odonata .....	44
2.6.2	Distribuição Ambiental .....	45
2.6.3	Distribuição Espacial.....	48
2.6.4	Alterações na distribuição ambiental e espacial.....	50
2.6.5	Colonização do Reservatório .....	52
2.7	Referências Bibliográficas .....	55
<b>3</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>67</b>
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Os sistemas de água doce continentais são divididos tradicionalmente em ambientes lênticos e lóticos. Os ambientes lóticos são caracterizados por águas correntes, como ocorre em rios e riachos, enquanto os lênticos apresentam águas estagnadas ou de movimentação lenta, a exemplo de lagos, lagoas e brejos (MERRITT; CUMMINS, 1996). O represamento de rios para a construção de barragens e reservatórios cria um novo ambiente complexo e heterogêneo (TUNDISI, 1999, 2006), denominado semilótico (NOGUEIRA et al., 2006). Este é um híbrido entre rios e lagos, um ecossistema de águas calmas, lênticas, que preservam diversas características de águas lóticas (MÜLLER, 1995; ESTEVES, 1998).

Reservatórios são ambientes artificiais que foram e continuam sendo construídos pelo homem em todos os continentes, com o propósito principal de fornecer reservas de água para múltiplas finalidades de uso, entre as quais se destacam a produção de energia elétrica e de biomassa, o abastecimento doméstico e industrial, o transporte, a irrigação e a recreação e turismo (MATSUMURA-TUNDISI, 1999; TUNDISI, 1999, 2005, 2006). A construção de barragens e reservatórios para produção de energia elétrica é amplamente utilizada no Brasil, devido à grande disponibilidade hídrica e ao elevado potencial hidroelétrico de suas bacias hidrográficas (MÜLLER, 1995; TUNDISI, 2005).

Muitos dos rios brasileiros tiveram grande parte de seus cursos segmentados em represas, principalmente nas regiões sul e sudeste do país (SIMÕES, 2002), com o objetivo de fomentar o desenvolvimento socioeconômico (KUDO; JORCIN; NOGUEIRA, 2006; NOGUEIRA et al., 2006). A redução da cobertura vegetal, o aumento de atividades humanas que acabam por elevar a contaminação e a toxicidade do sistema, o aumento da poluição orgânica e da eutrofização, além de alterações na biodiversidade e, por fim, efeitos negativos sobre a própria saúde humana estão entre as conseqüências da instalação de represamentos comumente citadas (ESTEVES, 1998; TUNDISI, 2005).

Os represamentos causam variações nas características físico-químicas dos rios, alterando o fluxo e os sistemas terrestres e aquáticos de uma forma drástica e efetiva (MATSUMURA-TUNDISI, 1999; TUNDISI, 1999). Desta forma, modificam as características regionais hidrológicas, limnológicas, climatológicas e a funcionalidade biológica do rio represado, impondo grandes ajustes na sucessão das comunidades bióticas (MATSUMURA-TUNDISI, 1999; TUNDISI, 2005, 2006). As comunidades da fauna

bentônica desses ecossistemas refletem estas modificações, uma vez que estão estreitamente associadas ao substrato e em contato direto com o sedimento (que armazena diversos poluentes) e exercendo importantes funções nos ecossistemas aquáticos, participando ativamente nos processos de mineralização e reciclagem da matéria orgânica e do fluxo de energia (ESTEVES, 1998; TUNDISI, 2005). As oscilações, periódicas ou permanentes, no nível do reservatório e no seu fluxo à jusante, e ainda o tempo de retenção da água, são o maior obstáculo para a estabilização hidrobiológica do corpo d'água, o que influencia fortemente as comunidades bentônicas (BRANDIMARTE; ANAYA; SHIMIZU, 1999; NOGUEIRA et al., 2006).

A fragmentação de hábitat, incluindo a construção de barragens e a canalização de rios, causa um impacto permanente no curso natural das águas e um impacto negativo sobre as comunidades à jusante do barramento, reduzindo a diversidade de espécies, quando comparada com a dos rios naturais e, provocando a perda de hábitat natural dos organismos que muitas vezes, não encontrando um novo nicho, acabam se extinguindo (MATSUMURA-TUNDISI, 1999). Os barramentos representam ainda, para muitos organismos, barreiras físicas para a dispersão e a reprodução (MATSUMURA-TUNDISI, 1999). Contudo, à montante, a fauna demonstra uma recuperação rápida, mostrando muitas vezes um incremento na diversidade e riqueza de organismos (BRANDIMARTE; ANAYA; SHIMIZU, 1999). O declínio da riqueza e densidade é uma mudança esperada e uma tendência à jusante dos represamentos (ARMITAGE, 1979; MUNN; BRUSVEN, 1991), fato observado em reservatórios na Nigéria (OGBEIBU; ORIBHABOR, 2002), na Austrália (NICHOLS et al., 2006), no reservatório de Valparaíso e de Burgomillodo, na Espanha (GARCIA DE JALÓN; SANCHEZ; CAMARGO, 1994; CAMARGO; VOELZ, 1998), e nos reservatórios Granby e Cow Green, nos Estados Unidos (ARMITAGE, 1978; VOELZ; WARD, 1991), para citar alguns exemplos.

Os insetos têm grande sucesso nos ambientes límnicos e, embora sejam animais primariamente terrestres, são secundariamente adaptados à vida aquática, e várias linhagens invadiram a água independentemente, assumindo diferentes estratégias adaptativas (HYNES, 1970; MERRITT; CUMMINS, 1996). Essas linhagens são caracterizadas como insetos que possuem dependência total ou parcial da água durante seu desenvolvimento. Entre a diversificada entomofauna aquática estão as ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata, Megaloptera, muitos Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera e Hymenoptera (MERRITT; CUMMINS, 1996; HERSHEY; LAMBERTI, 1998).

A ordem Odonata Fabricius, 1792 é uma ordem relativamente pequena, de insetos paleópteros, hemimetábolos e anfibióticos (SANTOS, 1981; CARVALHO, 1999a, b), com venação alar única e característica, de considerável importância taxonômica (DAVIES, 1988; MERRITT; CUMMINS, 1996).

Os estágios larvais de Odonata fazem parte de diferentes comunidades aquáticas (plêuston, bentos, fitotelmatas etc), ocupando diversos nichos ecológicos (SANTOS, 1981; MUZÓN; ELLENRIEDER, 1998) e utilizando-se obrigatoriamente dos mais diversos ambientes dulciaquícolas para seu desenvolvimento (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998). As larvas são encontradas em ambientes lóticos e lênticos (enterradas no fundo, sob pedras, entre detritos nos remansos, no perifíton ou sobre o substrato), permanentes ou temporários, e ainda em ambientes especiais, como fitotelmatas - água acumulada na bainha das folhas de bromeliáceas e umbelíferas, em cascas de frutos secos, como a castanha do Pará, em ocos de árvores (CORBET, 1980; SANTOS, 1981; SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007). Algumas poucas espécies toleram condições salobras, habitando pântanos salinos, marismas e mangues (KALKMAN et al., 2008).

Por serem exclusivamente predadoras e consideradas generalistas de dieta (SANTOS; COSTA; PUJOL-LUZ, 1988; DE MARCO Jr.; LATINI, 1998), as formas imaturas de Odonata ocupam uma posição elevada nas cadeias tróficas límnicas, como predadores efetivos da maioria dos animais presentes (CARVALHO, 1991, 1999a, b; CARVALHO; CALIL, 2000). As larvas atacam qualquer animal que se mexa à sua frente, desde outros artrópodos, e, alevinos, e até mesmo presas maiores que elas próprias, como girinos e pequenos peixes, sendo também canibais (CORBET, 1980; SANTOS, 1981; SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007).

O período larval não apresenta um número definido de estágios, podendo variar de semanas até vários anos dependendo da espécie, sendo freqüente a ocorrência de ciclos univoltinos mesmo na Região Neotropical (CORBET, 1980; CARVALHO, 1992; SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007). A emergência ocorre de modo geral à noite, quando as larvas abandonam a água e se prendem a plantas aquáticas, galhos, pedras, troncos de árvores ou arbustos, ou outro substrato emerso, muitas vezes afastando-se dezenas de metros da água, onde sofrem a muda final (CORBET, 1980; SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007).

Os adultos (ou imagos) são terrestre-aéreos, tipicamente diurnos (heliófilos), com algumas espécies ombrófilas e crepusculares. São voadores ativos, predadores vorazes e generalistas, que localizam suas presas visualmente (SANTOS, 1981; CARVALHO, 1999a,

b; SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007). Os adultos caçam durante o vôo, capturando outros insetos (pequenos dípteros, mariposas, borboletas, abelhas e inclusive outras libélulas), e, por sua vez, são predados por muitas espécies de pássaros, anfíbios, morcegos, aranhas, vespas e outros insetos, representando um importante papel no equilíbrio dos ecossistemas (SANTOS, 1981; SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007).

As formas adultas apresentam curto tempo de vida, durando de alguns dias até cerca de três meses (SANTOS, 1981; MERRITT; CUMMINS, 1996) e apresentam comportamentos territoriais e sexuais bastante complexos (SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007). Imagos de várias espécies apresentam territorialidade, onde os machos controlam seus territórios e protegem suas fêmeas durante a oviposição (CORBET, 1980; SANTOS, 1981; CARVALHO, 1999a, b).

Os Odonata não apresentam grande interesse econômico (KALKMAN et al., 2008), embora, por serem predadores ativos e generalistas, as larvas sejam consideradas pragas em tanques de piscicultura devido à predação de alevinos (SANTOS; COSTA; PUJOL-LUZ, 1988; DELGADO; ALCÁNTARA; COUTURIER, 1994; CARVALHO, 1999a, b; SOARES; HAYASHI; FARIA, 2001; SOARES; HAYASHI; REIDEI, 2003), e os adultos e larvas, consumidores potenciais de insetos vetores de enfermidades (como por exemplo: *Aedes aegypti*, *Anopheles pseudopunctipennis* e *Culex pipiens*) (SEBASTIAN et al., 1990; ANDRADE; SANTOS, 2004; QUIROZ-MARTINEZ et al., 2005; BOND et al., 2006; MACHADO; CANEVALE; FARIA, 2007). Dessa forma, ambas as fases de vida são utilizadas em Programas de Controle Biológico de Pragas (CORBET, 1991a, b).

A ordem ocupa uma posição de destaque nos estudos atuais por ser composta por espécies sensíveis às mudanças ambientais produzidas por atividades humanas, uma vez que requerem condições estritas para o seu estabelecimento em determinados ambientes (águas paradas, águas correntes, córregos de águas rápidas, remansos, com substratos de sedimentos finos como silte/argila, substratos pedregosos, com ou sem vegetação subaquática) (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998). Assim, membros da ordem têm potencial para ser utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental de águas continentais, sendo de grande importância em estudos de monitoramento, avaliação de modelos de impacto ambiental e conservação (MUZÓN; ELLENRIEDER, 1998).

Sua utilização como ferramenta no monitoramento ambiental (SAMWAYS; STEYTLER, 1996; FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO Jr., 2002) é favorecida pelo fato de que o grupo apresenta ciclos de vida de longa duração no período larval (de nove a 15

ínstares, podendo durar de semanas a poucos anos) (CORBET, 1980; CARVALHO, 1999a, b), é relativamente sedentário (CARLE, 1979 apud CARVALHO, 1999a, b), as larvas apresentam preferência por determinados substratos (CORBET, 1983, 1999), sendo, também, encontrado em vários ambientes (lóticos e lênticos, permanentes e temporários, fitotelmatas, estuários e mangues) (MUZÓN; ELLENRIEDER, 1998; KALKMAN et al., 2008). Segundo Corbet, 1995, o sistema lótico apresenta o maior número de famílias de Odonata, do qual se destacam riachos com correnteza moderada da zona tropical (FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO Jr., 2002). Vinte, das 31 famílias de Odonata registradas atualmente no mundo, são restritas somente a águas correntes, em habitats de floresta tropical (KALKMAN et al., 2008).

A alta diversidade da ordem nos Neotrópicos (FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO Jr., 2002; KALKMAN et al., 2008) contrasta com a falta de estudos específicos para o grupo. A taxonomia da maioria dos grupos de macroinvertebrados de ecossistemas aquáticos neotropicais é pouco conhecida (STENERT; SANTOS; MALTCHIK, 2004) e o conhecimento sobre invertebrados de água doce no Brasil ainda é muito fragmentado (ROCHA, 1997). Estudos de Odonata no Brasil contemplam principalmente dados sistemáticos, sendo que as informações referentes a aspectos bioecológicos se encontram dispersas em artigos de taxonomia (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998). O conhecimento dos estágios imaturos também é escasso para os Neotrópicos (SANTOS, 1972a, b, 1973, 1981; CARVALHO, 1991) e os estudos existentes enfocam principalmente a Região Sudeste do Brasil, sendo que apenas aproximadamente 30% do território brasileiro apresenta dados sobre a riqueza de Odonata (DE MARCO Jr.; VIANNA, 2005).

A ordem Odonata conta com aproximadamente 5.680 espécies atuais (KALKMAN et al., 2008), das quais em torno de 1.650 são registradas para a região Neotropical (GARRISON; ELLENRIEDER; LOUTON, 2006; SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007). Há 662 espécies de Odonata registradas em publicações para o Brasil (DE MARCO Jr.; VIANNA, 2005), embora mais recentemente tenha se registrado 800 espécies (SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007); com diversidade variando entre 186 e 251 espécies para os estados do sudeste do Brasil (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998; MACHADO, 1998; COSTA et al., 2000; COSTA; OLDRINI, 2005). Brown, 1997, assinala 200 espécies para o domínio Mata Atlântica do sudeste brasileiro (FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO Jr., 2002).

O Estado do Rio Grande do Sul está localizado em região de clima subtropical, e parte de sua área integra o domínio Mata Atlântica em seu limite sul (MARCHIORI; LONGUI; DURLO, 1982). Pesquisas sobre larvas e adultos de Odonata no Rio Grande do Sul são praticamente inexistentes, embora haja alguns dados sobre larvas contidos em estudos gerais de comunidades de macroinvertebrados bentônicos (STENERT et al., 2002, 2003; BUENO; BOND-BUCKUP; FERREIRA, 2003; SANTOS et al., 2003; STENERT; SANTOS; MALTCHIK, 2004; AYRES-PERES; SOKOLOWICZ; SANTOS, 2006; BUCKUP et al., 2007; STENERT; MALTCHIK, 2007; HEPP; SANTOS, 2008). Especificamente sobre a ordem, há apenas estudos sobre a ocorrência de espécies, levando em conta exemplares adultos coletados na região de Porto Alegre (TEIXEIRA, 1971) e no município de Santa Maria (COSTA, 1971). Já o país vizinho Argentina é amplamente estudado quanto a invertebrados aquáticos de modo geral e conta com publicações de listas para Odonata, como a de Rodríguez-Capítulo, 1992, onde 261 espécies são registradas (MUZÓN; ELLENRIEDER, 1998). Comparativamente, o Estado do Rio Grande do Sul deve apresentar uma diversidade semelhante à da República Argentina, a exemplo do que ocorre com Heteroptera (NERI; KOTZIAN; SIEGLOCH, 2005), já que compartilha com esse país o “bioma pampa”, caracterizado por vegetação de campos em relevo de planície e com clima semelhante. De qualquer maneira, a odonatofauna do Estado deve ser diversificada, devido à condição subtropical e ao regime pluviométrico, uma vez que temperaturas quentes e umidade são os principais fatores na distribuição da Ordem (KALKMAN et al., 2008). A alta diversidade de Odonata nos trópicos pode ser explicada pela elevada diversidade de habitats aquáticos (KALKMAN et al., 2008). No Estado do Rio Grande do Sul, ocorrem numerosos rios e riachos, os quais apresentam trechos de encosta com substratos variados (BALDUÍNO RAMBO, 1994), lagoas, lagos de planície costeira, e áreas alagadas (*wetlands*) (STENERT; SANTOS; MALTCHIK, 2004; STENERT; MALTCHIK, 2007), o que favorece a diversidade.

Grande parte dos estudos em represas brasileiras, no que tange a pesquisas sobre comunidades de invertebrados bentônicos, restringe-se a Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), sendo estes relacionados à obrigatoriedade legal imposta pela Resolução CONAMA n° 001/86 (CONAMA, 1986), e os seus dados geralmente não são publicados. A maioria dos trabalhos sobre a entomofauna bentônica de reservatórios foram realizados no Estado de São Paulo (STRIXINO; STRIXINO, 1980; STRIXINO; TRIVINHO-STRIXINO, 1982; KUHLMANN; TRUZZI; JOHNSCHER-FORNASARO, 1998;



BRANDIMARTE; ANAYA; SHIMIZU, 1999, 2005; KUHLMANN; WATANABE, 2001; PAMPLIN, 2004; DORNFELD et al., 2006; KUDO; JORCIN; NOGUEIRA, 2006; NOGUEIRA et al., 2006; PAMPLIN; ALMEIDA; ROCHA, 2006; SANTOS; FERREIRA; HENRY, 2006; KUDO, 2007), existindo também alguns estudos no Estado do Paraná (JÚLIO Jr.; BONECKER; AGOSTINHO, 1997; LOYOLA; TREUERSCH, 1998). Segundo esses estudos, as comunidades mostraram ser influenciadas pela construção de reservatórios, exibindo um gradiente longitudinal crescente de impacto no sentido montante-barragem, como a diminuição na abundância e riqueza da fauna do zoobentos. Após o enchimento, apenas áreas à montante da barragem mostraram alguma recuperação, enquanto áreas à jusante tiveram sensível redução na densidade de organismos e na riqueza de grupos taxonômicos após o represamento.

Para o restante do país, há poucas pesquisas relacionadas, especificamente, à fauna de invertebrados de represamentos. No Rio Grande do Sul, existem estudos de macroinvertebrados para a Usina Hidrelétrica (U.H.E.) Dona Francisca, localizada na região central do Estado, sobre a diversidade de gêneros e/ou espécies de moluscos (SIMÕES, 2002), Heteroptera aquáticos (NERI; KOTZIAN; SIEGLOCH, 2005), e ainda sobre EPT (SPIES, 2005; SIEGLOCH, 2006; SPIES; FROEHLICH; KOTZIAN, 2006).

Com base nessas constatações, o presente estudo foi elaborado, com o objetivo de avaliar os efeitos da implantação de uma barragem sobre a comunidade de larvas de Odonata, através da sua análise antes e após o enchimento do reservatório. Foram examinados aspectos como: i) distribuição ambiental (lêntico x lótico) de Odonata no período de pré-enchimento do reservatório; ii) distribuição espacial de Odonata no período de pré-enchimento do reservatório, conforme fatores ambientais físico-químicos; iii) mudanças na estrutura das comunidades (composição, riqueza e abundância) de curto-prazo, após o enchimento do reservatório; iv) colonização do lago do reservatório por espécies previamente existentes. v) Complementarmente buscou-se conhecer também a composição da odonatofauna de uma região subtropical brasileira, na Bacia Hidrográfica do curso médio do Rio Jacuí, localizada em área ritral.

Desta forma, os impactos causados pela construção de uma usina hidrelétrica sobre uma comunidade de Odonata foram avaliados, visando à preservação do grupo na região estudada.

## 2 ARTIGO: EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DONA FRANCISCA (RS, BRASIL) SOBRE ESTÁGIOS IMATUROS DE ODONATA (INSECTA)

### 2.1 Abstract

#### EFFECTS OF DEPLOYMENT OF USINA HIDRELÉTRICA DONA FRANCISCA (RS, BRAZIL) ON IMMATURE STAGES OF ODONATA (INSECTA)

This study was carried out with the purpose to evaluate the short-term impact of a dam construction on the community of the immature Odonata through their analysis in lentic and lotic environments, before and after the impoundment of the reservoir. In the pre-impoundment phase 17 stations were sampled, five in lentic environments (dams and ponds), and 12 in lotic environments (tributaries of the Rio Jacuí) between January and October 2000. In the post-impoundment sampling, five points inside the reservoir were studied (between May 2001 and October 2002) in lentic environments, and four points, in lotic environments (between November 2000 and May 2002). The lentic environments were sampled by using sieves, and the lotic ones, with a Surber sampler. Some abiotic factors measured were air and water temperatures, dissolved oxygen, pH, depth and, for lotic environments, the current velocity. The total number collected was 1298 specimens, attributed to eight families and 27 genera, of which 16 are new records for the State: *Heteragrion*, *Oxystigma*, *Neuraeschna*, *Tibiogomphus*, *Phyllocycla*, *Desmogomphus*, *Cacoides*, *Archeogomphus*, *Anatya*, *Brechmorhoga*, *Libellula*, *Tramea*, *Cyanallagma*, *Forcepsioneura*, *Protoneura* and *Epipleoneura*. The lentic habitat was better represented in abundance and richness in the pre-impoundment (681 individuals and 14 genera), with a drastic decrease in the post-impoundment ( $n = 41$ ,  $S = 8$ ), while the opposite occurs for lotic environments ( $n = 200$  individuals and 14 genera *versus* 376 and 17, respectively). The lotic environments studied here showed greater richness than the lentic environments, presenting a greater heterogeneity of habitats, especially related to aquatic vegetation. For the lentic environments, the higher richness and abundance of odonatofauna were found in stable environments (ponds of greater depths and dimensions), with marginal and aquatic vegetation. In the post-impoundment phase, the fauna restoration occurred mainly in points inside the reservoir where prevailed lotic conditions, as the mouth of the tributaries. For lotic environments, the sites of greatest abundance and richness were tributaries of the medium reaches (4th order), characterized by small size and shading of one of the margins by riparian vegetation. The points of 7th order, located in the Rio Jacuí (one of them downstream of the dam), showed the lowest values concerning the fauna, since these sites were strongly influenced by changes in water level of the U.H.E. Itaúba, located upstream. These results were enhanced after the impoundment of the reservoir of U.H.E Dona Francisca. Multivariate analysis showed that the effect of U.H.E. Dona Francisca construction on the immature stages of Odonata was not direct, interacting with the characteristics of each habitat, for both the abundance and the composition of the fauna.

Key-words: Community; impoundment; impact assessment; post-impoundment

## 2.2 Resumo

### **EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DONA FRANCISCA (RS, BRASIL) SOBRE ESTÁGIOS IMATUROS DE ODONATA (INSECTA)**

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o impacto de curto prazo da construção de uma barragem sobre a comunidade de imaturos de Odonata através da sua análise em ambientes lênticos e lóticos, antes e após o enchimento do reservatório. Na fase de pré-enchimento foram amostradas 17 estações de coleta, sendo cinco em ambientes lênticos (açudes e charcos), e 12 em ambientes lóticos (tributários do Rio Jacuí), no período entre janeiro e outubro de 2000. Na fase de pós-enchimento as coletas em ambientes lênticos prosseguiram em cinco pontos no interior do reservatório (entre maio de 2001 e outubro de 2002), enquanto nos ambientes lóticos quatro pontos foram amostrados, no período compreendido entre novembro de 2000 e maio de 2002. Os ambientes lênticos foram amostrados usando-se peneiras, e os lóticos, amostrador de Surber. Alguns fatores ambientais foram coligidos: temperaturas do ar e da água, oxigênio dissolvido, pH, profundidade, e, para os ambientes lóticos, a velocidade da correnteza. Foram coletados 1298 espécimes, pertencentes a 27 gêneros distribuídos em oito famílias, dos quais 16 gêneros constituem novos registros para o Estado: *Heteragrion*, *Oxystigma*, *Neuraeschna*, *Tibiogomphus*, *Phyllocycla*, *Desmogomphus*, *Cacoides*, *Archeogomphus*, *Anatya*, *Brechmorhoga*, *Libellula*, *Tramea*, *Cyanallagma*, *Forcepsioneura*, *Protoneura* e *Epipleoneura*. O hábitat lêntico esteve mais bem representado em abundância e riqueza na fase de pré-enchimento (681 indivíduos e 14 gêneros) tendo uma drástica diminuição na fase de pós-enchimento ( $n = 41$ ,  $S = 8$ ), o contrário ocorrendo para os ambientes lóticos ( $n = 200$  indivíduos e 14 gêneros *versus* 376 e 17, respectivamente). Os ambientes lóticos aqui estudados apresentaram maior riqueza que os ambientes lênticos devido à maior heterogeneidade de habitats, principalmente em função da vegetação aquática. Para os ambientes lênticos as maiores riqueza e abundância da odonatofauna foram encontradas em ambientes mais estáveis (charcos de maiores profundidades e dimensões), com vegetação aquática e marginal. Na fase de pós-enchimento, a fauna restabeleceu-se principalmente em locais do reservatório onde prevalecem condições lóticas, como a desembocadura dos tributários. Para os ambientes lóticos, os locais de maiores abundância e riqueza foram tributários de trechos médios (4ª ordem), caracterizados pelo pequeno porte e com sombreamento em pelo menos uma das margens pela vegetação ribeirinha. Os pontos de 7ª ordem, localizados no Rio Jacuí (um deles à jusante do barramento), apresentaram os menores valores relacionados à fauna, uma vez que estes locais eram fortemente influenciados pelas variações no nível da água da U.H.E. Itaúba, localizada à montante, tendo estes resultados se intensificado quando da formação do reservatório da U.H.E. Dona Francisca. As análises multivariadas mostraram que o efeito da implantação da U.H.E. Dona Francisca sobre os estágios imaturos de Odonata não foi direto, interagindo com aspectos de cada hábitat, tanto para a abundância quanto para a composição da fauna.

Palavras-chave: Comunidade; represamento; avaliação de impacto; pós-enchimento

### 2.3 Introdução

Reservatórios são ambientes artificiais que foram e continuam sendo construídos com o propósito principal de fornecer reservas de água para múltiplas finalidades de uso, entre as quais se destacam a produção de energia elétrica e de biomassa, o abastecimento doméstico e industrial, o transporte, a irrigação e a recreação e turismo (MATSUMURA-TUNDISI, 1999; TUNDISI, 1999, 2005, 2006). Muitos reservatórios são criados a partir do barramento de rios, os quais sofrem alterações complexas, principalmente à montante, transformando-se em ambientes semilóticos (NOGUEIRA et al., 2006), ou seja, ecossistemas de águas calmas, lânticas, que preservam diversas características de águas lóticicas (MÜLLER, 1995; ESTEVES, 1998), híbridos entre rios e lagos.

Por causarem variações também nas características físico-químicas dos rios, alterando o fluxo e os sistemas terrestres e aquáticos de uma forma drástica e efetiva (MATSUMURA-TUNDISI, 1999; TUNDISI, 1999), os represamentos modificam as características regionais hidrológicas, limnológicas, climatológicas e a funcionalidade biológica dos rios, impondo grandes ajustes na sucessão das comunidades bióticas (MATSUMURA-TUNDISI, 1999; TUNDISI, 2005, 2006). À jusante do barramento, geralmente causam um impacto permanente no curso natural das águas e negativo sobre as comunidades, reduzindo a diversidade de espécies, quando comparada com a dos rios naturais (MATSUMURA-TUNDISI, 1999). O declínio da riqueza e densidade é uma mudança esperada e uma tendência à jusante dos represamentos observada em vários continentes e países (e.g. ARMITAGE, 1979; MUNN; BRUSVEN, 1991, OGBEIBU; ORIBHABOR, 2002, NICHOLS et al., 2006, GARCIA DE JALÓN; SANCHEZ; CAMARGO, 1994; CAMARGO; VOELZ, 1998, ARMITAGE, 1978; VOELZ; WARD, 1991). Contudo, à montante, a fauna demonstra uma recuperação rápida, mostrando muitas vezes um incremento na diversidade e riqueza de organismos (BRANDIMARTE; ANAYA; SHIMIZU, 1999).

A construção de barragens e reservatórios para produção de energia elétrica no Brasil é amplamente utilizada, devido à grande disponibilidade hídrica e ao elevado potencial hidroelétrico de suas bacias hidrográficas (MÜLLER, 1995; TUNDISI, 2005). Muitos dos rios brasileiros tiveram grande parte de seus cursos segmentados em represas, principalmente nas regiões sul e sudeste do país (SIMÕES, 2002), com o objetivo de fomentar o desenvolvimento socioeconômico (KUDO; JORCIN; NOGUEIRA, 2006; NOGUEIRA et al., 2006). Contudo, a maioria dos estudos em represas brasileiras, no que tange a pesquisas sobre

comunidades de invertebrados bentônicos, restringe-se a Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), relacionados à obrigatoriedade legal imposta pela Resolução CONAMA nº 001/86 (CONAMA, 1986). Ou seja, seus dados geralmente não são publicados. Além disso, a maioria refere-se ao Estado de São Paulo. Entre os trabalhos sobre a entomofauna bentônica de reservatórios pode se citar os de Strixino; Strixino (1980), Strixino; Trivinho-Strixino (1982), Júlio Jr.; Bonecker; Agostinho (1997), Kuhlmann; Truzzi; Johnscher-Fornasaro (1998), Loyola; Treuersch (1998), Brandimarte; Anaya; Shimizu (1999, 2005), Kuhlmann; Watanabe (2001), Pamplin (2004), Dornfeld et al. (2006), Kudo; Jorcín; Nogueira (2006), Nogueira et al. (2006), Pamplin; Almeida; Rocha (2006), Santos; Ferreira; Henry (2006) e Kudo (2007). Segundo estes estudos, as comunidades bióticas mostraram ser influenciadas pelas alterações produzidas pela construção de reservatórios. Foi verificado um gradiente longitudinal crescente de impacto (no sentido montante-barragem) sobre a comunidade zoobentônica, com diminuição na abundância e riqueza da fauna, indicando uma interferência negativa dos represamentos na produtividade biológica. Apenas áreas à montante da barragem mostraram alguma recuperação, enquanto áreas à jusante tiveram sensível redução na densidade de organismos e na riqueza de grupos taxonômicos após o represamento.

A ordem Odonata Fabricius, 1792 é composta por insetos anfibióticos (SANTOS, 1981; CARVALHO, 1999a, b), e seus estágios larvais fazem parte de diferentes comunidades aquáticas (plêuston, bentos, fitotelmatas, etc), ocupando diversos nichos ecológicos (SANTOS, 1981; MUZÓN; ELLENRIEDER, 1998). O grupo não é de grande interesse econômico (KALKMAN, 2008), mas pode ser utilizado como ferramenta no monitoramento ambiental (SAMWAYS; STEYTLER, 1996; FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO Jr., 2002), pois seus representantes apresentam ciclos de vida de longa duração no período larval (de 9 a 15 ínstaes, podendo durar de semanas a poucos anos) (CORBET, 1980; CARVALHO, 1999a, b), sendo relativamente sedentário (CARLE, 1979 apud CARVALHO, 1999a, b). Além disso, as larvas apresentam preferência por determinados substratos (CORBET, 1983, 1999), e ocorrem em vários ambientes (lóticos e lênticos, permanentes e temporários, fitotelmatas, estuários e mangues) (MUZÓN; ELLENRIEDER, 1998; KALKMAN et al., 2008).

A ordem Odonata conta com aproximadamente 5.680 espécies atuais (KALKMAN et al., 2008), das quais em torno de 1.650 espécies são registradas para a Região Neotropical (GARRISON; ELLENRIEDER; LOUTON, 2006; SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007).

Recentemente foram registradas 800 espécies (SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007) para o Brasil; com diversidade variando entre 186 e 251 espécies para os estados do sudeste do Brasil (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998; MACHADO, 1998; COSTA et al., 2000; COSTA; OLDRINI, 2005). Estudos de Odonata no Brasil contemplam principalmente dados sistemáticos, sendo que as informações referentes a aspectos bioecológicos se encontram dispersas em artigos de taxonomia (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998). O conhecimento dos estágios imaturos também é escasso para os Neotrópicos (SANTOS, 1972a, b, 1973, 1981; CARVALHO, 1991).

Pesquisas sobre larvas e adultos de Odonata no Rio Grande do Sul são praticamente inexistentes. Especificamente sobre a Ordem há apenas estudos sobre a ocorrência de espécies, levando em conta exemplares adultos coletados na região de Porto Alegre (TEIXEIRA, 1971) e no município de Santa Maria (COSTA, 1971). De qualquer maneira, a Odonatofauna do Estado deve ser diversificada, devido à condição subtropical e ao regime pluviométrico, uma vez que temperaturas quentes e umidade são os principais fatores na distribuição da Ordem (KALKMAN et al., 2008). No Estado do Rio Grande do Sul, ocorrem numerosos rios e riachos, os quais apresentam trechos de encosta com substratos variados (BALDUÍNO RAMBO, 1994), lagoas, lagos de planície costeira, e áreas alagadas (*wetlands*) (STENERT; SANTOS; MALTCHIK, 2004; STENERT; MALTCHIK, 2007), o que favorece a diversidade.

Com base nessas constatações, o presente estudo foi elaborado, com o objetivo de avaliar os efeitos da implantação de uma barragem sobre a comunidade de imaturos de Odonata, através da sua análise antes e após o enchimento do reservatório. Foram examinados aspectos como: i) distribuição ambiental (lêntico x lótico) de Odonata no período de pré-enchimento do reservatório; ii) distribuição espacial de Odonata no período de pré-enchimento do reservatório, conforme fatores ambientais físico-químicos; iii) mudanças na estrutura das comunidades (composição, riqueza e abundância) de curto-prazo, após o enchimento do reservatório; iv) colonização do lago do reservatório por espécies previamente existentes. v) Complementarmente buscou-se conhecer também a composição da odonatofauna de uma região subtropical brasileira, na Bacia Hidrográfica do curso médio do Rio Jacuí, localizada em área ritral.

Desta forma, os impactos causados pela construção de uma usina hidrelétrica sobre uma comunidade de Odonata foram avaliados, visando à preservação do grupo na região estudada.

## 2.4 Materiais e Métodos

### 2.4.1 Área de Estudo

A Usina Hidrelétrica Dona Francisca (UHDF) foi implantada no curso médio do Rio Jacuí (29°26'50"S; 53°16'50"W), em outubro de 2000, no Estado do Rio Grande do Sul, situando-se entre os municípios de Agudo e Nova Palma. Seu reservatório atinge ainda os municípios de Estrela Velha, Arroio do Tigre, Pinhal Grande e Ibarama (CEEE, 1992).

A área de abrangência da usina situa-se na zona de transição entre as regiões fisiográficas Encosta Inferior do Nordeste e Depressão Central, região de relevo acidentado, passando de forte ondulado e montanhoso para suave ondulado e plano (BIDONE, 1989), com altitudes variando entre 50 a 500 m (PEREIRA; GARCIA NETTO; BORIN, 1989).

O reservatório encontra-se sobre um leito de rochas basálticas em associação com arenitos, operando com um nível de água máximo de 94,5 m, perfazendo 1.337 ha de área inundada (CEEE, 1992).

O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verão quente, segundo classificação de Köppen (MARCHIORI; LONGUI; DURLO, 1982), com média anual de temperatura entre 18 e 20°C e precipitação pluviométrica abundante, cerca de 2000 mm, apresentando chuvas bem distribuídas ao longo do ano (PEREIRA; GARCIA NETTO; BORIN, 1989).

A vegetação original da encosta do vale do Rio Jacuí pertence à Floresta Estacional Decídua (KLEIN, 1984; QUADROS; PILLAR, 2002), integrante do domínio Mata Atlântica, um dos biomas mais ameaçados do planeta (MARCUSO; PAGEL; CHIAPPETTI, 1998). Após intensa utilização da terra, onde eram comuns as práticas de roçada e queimada pelos imigrantes que se estabeleceram na região no século XIX, a vegetação está, atualmente, bastante degradada e em diferentes estágios de sucessão, sendo composta por capoeira, mata secundária e mata ribeirinha (DURLO; MARCHIORI; LONGUI, 1982; LONGUI; DURLO; MARCHIORI, 1982; MARCHIORI; LONGUI; DURLO, 1982; MARCUSO; PAGEL; CHIAPPETTI, 1998).

No trecho do reservatório, o leito do Rio Jacuí e de seus tributários é pedregoso, composto predominantemente por matações e calhaus, sendo em sua maioria pobres em vegetação subaquática. Entretanto, em alguns dos afluentes e em pequenos açudes e charcos estudados, essa vegetação esteve mais bem representada antes do enchimento do reservatório,

sendo composta por macrófitas aquáticas aderidas ao substrato cascalhoso e ainda, por espécies flutuantes. Ambientes lênticos naturais também são raros na região, devido ao relevo que não favorece esse tipo de ambiente. Entretanto, pequenos açudes para dessedentação do gado são comuns, embora sejam, eventualmente, drenados para captura de peixes (NERI; KOTZIAN; SIEGLOCH, 2005).

A U.H.E. Dona Francisca pertence a um sistema de usinas em cascata na Bacia do Rio Jacuí, sendo que esta representa a 5ª e última hidrelétrica, no sentido nascente-foz. Portanto, na área, o curso do rio era semi-regulado antes do barramento, e a vazão e o nível da água eram fortemente influenciados pela U.H.E. Itaúba, localizada à montante da U.H.E. Dona Francisca (SPIES, 2005). Após o barramento, houve alterações tanto espaciais quanto temporais, como mudanças nos padrões de fluxo unidirecional da antiga condição de rio para padrões anuais com períodos de termoclina no verão (estratificação térmica e química, podendo formar um hipolímnio anóxico e com temperaturas mais baixas que caracterizam comportamento lêntico da zona lacustre), deslocamento de massas de água sem homogeneização da coluna de água no outono, e circulação com mistura total das massas de água no inverno e primavera (RODRIGUES, 2002). Mudanças no balanço térmico e químico também foram registradas, como o aumento da temperatura e a diminuição do oxigênio dissolvido devido ao aumento do tempo de residência da água após a formação do reservatório. Também se constatou a formação de gradientes longitudinais no sentido montante-barragem, como aumento gradual na acidez e demanda química de oxigênio (DQO) causada pela decomposição da vegetação submersa. Além disso, foram constatadas diferenças entre os braços formados pelos tributários e o corpo principal do reservatório, relacionadas com o uso e ocupação do solo em cada sub-bacia (RODRIGUES, 2002).

#### 2.4.2 Estações de Coleta

A localização dos pontos de coleta foi realizada com GPS, sendo estas posteriormente georreferenciadas sobre a imagem do mapa da área de abrangência da UHDF, fornecido pelas empresas responsáveis pelo consórcio de construção da usina (Dona Francisca Energética S.A. – DFESA) (Figura 1, Tabela 1). A classificação hidrológica dos rios seguiu Strahler (1957).



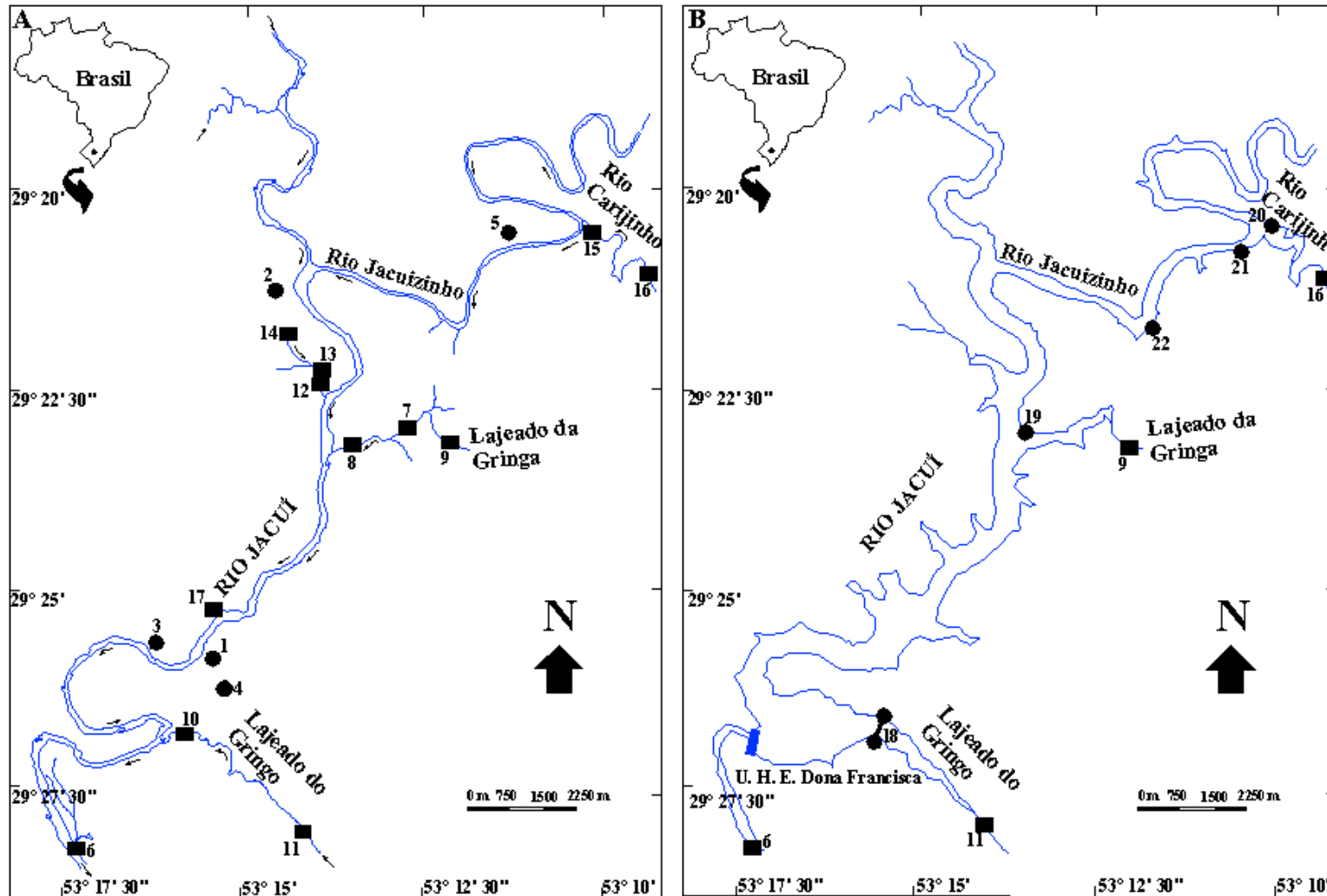


Figura 1 - Mapas do curso médio do Rio Jacuí e seus tributários, nas fases de pré (A) e pós-enchimento (B) do reservatório da U.H.E. Dona Francisca, com a localização dos 17 pontos de estudo da fase de pré-enchimento (A) e dos nove pontos estudados na fase de pós-enchimento (B), situado na região central do Estado do Rio Grande do Sul. Os pontos representados por quadrados dizem respeito à ambientes lóticos, e os pontos com círculos, a ambientes lênticos. O traço unido no ponto 18 em (B) significa que ambas as margens foram amostradas.

Tabela 1 - Caracterização das estações de coleta de formas imaturas de Odonata em ambientes lênticos (pontos 1 a 5; e 18 a 22) e lóticos (pontos 6 a 17), na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS (fases de pré-enchimento - pontos 1 a 17, e pós-enchimento – pontos 6, 9, 11 e 16, e 18 a 22).

Fase	Estações	Coordenadas	Tipo de Ambiente	Dimensões ou largura	Profundidade (prof.)	Ordem (rios)	Vegetação marginal
Pré	1	29° 25' 48" S 53° 15' 08" W	Charco natural	27 m x 15 m	0,57 m prof.	-	-
Pré	2	29° 21' 14" S 53° 14' 03" W	Reservatório artificial	14,5 m x 8,4 m	1,1 m prof.	-	-
Pré	3	29° 25' 30" S 53° 15' 39" W	Reservatório artificial	36,7 m x 30 m	0,4 m prof.	-	-
Pré	4	29° 26' 09" S 53° 15' 09" W	Charco Natural	-	-	-	Sem vegetação marginal
Pré	5	29° 20' 43" S 53° 10' 57" W	Charco Natural	-	-	-	Sem vegetação marginal
Pré e Pós	6	29° 28' 44" S 53° 16' 56" W	Rio Jacuí (curso semi-regulado)	200 m	0,47 m prof.	7 <sup>a</sup>	em vegetação marginal, sem sombreamento
Pré	7	29° 23' 02" S 53° 12' 34" W	Riacho Lageado da Gringa (curso livre)	6 m	0,45 m prof.	3 <sup>a</sup>	Vegetação arbustiva em uma das margens, não sombreado, com <i>Podostemum</i> sp.
Pré	8	29° 23' 01" S 53° 13' 19" W	Riacho Lageado da Gringa (curso livre)	13,5 m	0,38 m prof.	3 <sup>a</sup>	Vegetação arbustiva em uma das margens, não sombreado, com <i>Podostemum</i> sp.
Pré e Pós	9	29° 22' 57" S 53° 12' 08" W	Riacho Lageado da Gringa (curso livre)	6 m	0,44 m prof.	3 <sup>a</sup>	Vegetação arbustiva em uma das margens, pouco sombreado, com <i>Podostemum</i> sp.
Pré	10	29° 28' 03" S 53° 13' 28" W	Riacho Lageado do Gringo (curso livre)	9 m	0,39 m prof.	4 <sup>a</sup>	Vegetação arbórea em uma das margens, bem sombreado, com <i>Podostemum</i> sp. apenas em setembro de 2000
Pré e Pós	11	29° 28' 07" S 53° 13' 28" W	Riacho Lageado do Gringo (curso livre)	5 m	0,23 m prof.	4 <sup>a</sup>	Vegetação arbórea em uma das margens, muito sombreado

Tabela 1 - Caracterização das estações de coleta de formas imaturas de Odonata em ambientes lênticos (pontos 1 a 5; e 18 a 22) e lóticos (pontos 6 a 17), na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS (fases de pré-enchimento - pontos 1 a 17, e pós-enchimento – pontos 6, 9, 11 e 16, e 18 a 22).

Fase	Estações	Coordenadas	Tipo de Ambiente	Dimensões ou largura	Profundidade (prof.)	Ordem (rios)	Vegetação marginal
Pré	12	29° 22' 16" S 53° 13' 41" W	Riacho Lageado do Tigre (curso livre)	6 m	0,28 m prof.	2ª	Vegetação arbórea, sombreado em uma das margens
Pré	13	29° 22' 26" S 53° 13' 37" W	Riacho Lageado do Tigre (curso livre)	5 m	0,26 m prof.	2ª	Vegetação arbórea, sombreado em uma das margens
Pré	14	29° 21' 53" S 53° 14' 07" W	Riacho Lageado do Tigre (curso livre)	3 m	0,30 m prof.	1ª	Mata ciliar bem preservada, muito sombreado
Pré	15	29° 20' 32" S 53° 09' 57" W	Rio Carijinho (curso livre)	8 m	0,46 m prof.	4ª	Vegetação arbórea em uma das margens, pouco sombreado
Pré e Pós	16	29° 21' 26" S 53° 09' 11" W	Rio Carijinho (curso livre)	8 m	0,55 m prof.	4ª	Vegetação arbórea em uma das margens, pouco sombreado, com <i>Podostemum</i> sp.
Pré	17	29° 25' 21" S 53° 14' 51" W	Rio Jacuí, canal secundário (curso semi-regulado)	70 m	0,48 m prof.	7ª	Vegetação marginal de pequeno porte, pouco sombreado
Pós	18	29° 26' 44" S 53° 16' 50" W	Reservatório da Usina	-	91,5 a 94,5 m	-	Sem vegetação marginal, sem sombreamento
Pós	19	29° 23' 28" S 53° 13' 54" W	Reservatório da Usina	-	91,5 a 94,5 m	-	Sem vegetação marginal, sem sombreamento
Pós	20	29° 20' 12" S 53° 14' 02" W	Reservatório da Usina	-	91,5 a 94,5 m	-	Sem vegetação marginal, sem sombreamento
Pós	21	29° 20' 44" S 53° 10' 19" W	Reservatório da Usina	-	91,5 a 94,5 m	-	Sem vegetação marginal, sem sombreamento
Pós	22	29° 21' 45" S 53° 11' 38" W	Reservatório da Usina	-	91,5 a 94,5 m	-	Sem vegetação marginal, sem sombreamento

#### 2.4.2.1 Fase de pré-enchimento (2000)

Na fase de pré-enchimento, foram selecionadas 17 estações de coleta, sendo cinco em ambientes lênticos (pontos 1 a 5), e 12 em ambientes lóticos (pontos 6 a 17) (Figura 1A).

##### 2.4.2.1.1 Ambientes lênticos

Os ambientes lênticos, representados por charcos, açudes e outros corpos d'água artificiais, foram amostrados de maneira mais abrangente apenas na fase de pré-enchimento, devido ao fato de vários açudes e charcos sofrerem esvaziamentos ou drenagem, em decorrência das desapropriações para o enchimento do lago da usina. As coletas totalizaram 39 horas de amostragem, distribuídas entre os meses de janeiro de 2000, e de abril a outubro de 2000 (quando houve o enchimento do reservatório). Esses ambientes foram amostrados com o intuito de se ter uma representação anterior ao futuro ambiente lêntico formado pelo reservatório da usina, após seu enchimento.

A vegetação na margem dos ambientes lênticos, previamente ao enchimento do reservatório, era composta principalmente por *Cyperus* sp., *Eleocharis* sp. (Cyperaceae) e *Commelina* sp. (Commelinaceae). Ao redor dos açudes, a vegetação arbustiva era representada principalmente por *Eupatorium* sp. (Asteraceae).

##### 2.4.2.1.2 Ambientes lóticos

Nos ambientes lóticos, os pontos de coleta foram escolhidos em função de acessibilidade. Coletas para o estudo de distribuição espacial foram realizadas em 12 pontos de coleta, totalizando 72 horas de amostragens, no período de janeiro de 2000, e de maio a outubro de 2000.

Nas margens de rios e riachos, a vegetação era basicamente arbórea, composta principalmente por exemplares de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Smith & R.J. Downs (Euphorbiaceae), *Rollinia* sp. (Annonaceae), *Eugenia uniflora* L. e *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (Myrtaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Flacourtiaceae), *Cupania vernalis* Cambess. (Sapindaceae), *Bauhinia forficata* Benth. e *Acacia bonariensis* Gillies ex Hook. &

Arn. (Fabaceae), e *Matayba elaeagnoides* Radlk (Sapindaceae). Aderida ao substrato (matacões e calhaus) de alguns pontos, foi encontrada a macrófita *Podostemum* sp. (Podostemaceae) (NERI; KOTZIAN; SIEGLOCH, 2005).

#### 2.4.2.2 Fase de pós-enchimento (de 2001 a 2002)

##### 2.4.2.2.1 Ambientes lênticos (reservatório)

Amostragens trimestrais foram realizadas no interior do reservatório, no período entre maio de 2001 a outubro de 2002, com um total de aproximadamente 37 horas. As coletas foram feitas em cinco pontos: na atual foz de três tributários (riachos do Gringo e da Gringa, e Rio Carijinho) (pontos 18, 19 e 20); e em dois pontos localizados nas margens do Rio Jacuizinho (pontos 21 e 22) (Figura 1B).

##### 2.4.2.2.2 Ambientes lóticos

Na fase de pós-enchimento, coletas para o estudo de distribuição temporal foram realizadas em apenas quatro pontos (pontos 6, 9, 11 e 16), os quais representaram os únicos pontos não inundados. As amostragens foram feitas em novembro de 2000 (no início da fase de pós-enchimento), em janeiro de 2001, e ainda no período compreendido entre abril de 2001 e maio de 2002, totalizando 62 horas de amostragem (Figura 1B).

#### 2.4.3 Amostragem

##### 2.4.3.1 Ambientes lênticos

A metodologia de coleta utilizada para os ambientes lênticos, todos constituídos por fundos lamosos, constituiu de capturas próximas às margens, junto à vegetação aquática e subaquática, com peneiras de malha 1 mm, delimitadas por tempo, com esforço amostral de 1

pessoa/hora. No reservatório, na fase de pós-enchimento, utilizaram-se as mesmas peneiras, porém sem delimitação exata de tempo.

#### 2.4.3.2 Ambientes lóticos

Nos rios e riachos estudados, todos com substrato cascalhoso, as amostragens foram realizadas nas margens, sendo coletada preferencialmente a fauna bentônica, com amostrador de Surber modificado (área 0,36 m<sup>2</sup> e malha de 1 mm). Em cada estação de coleta, foram realizadas três amostras, sendo uma em cada margem dos rios ou riachos e outra na calha central, com exceção do Rio Jacuí. Neste, devido à maior profundidade, foram amostradas apenas as margens. Em todos os casos, a coleta nunca excedeu 1 m de profundidade. Complementarmente, os matacões e calhaus que apresentavam vegetação subaquática aderida, foram raspados e lavados, e então peneirados para a coleta da fauna associada.

#### 2.4.4 Identificação

Após cada amostragem realizada, a fauna capturada foi conservada em frascos contendo álcool etílico a 80° GL, devidamente etiquetados.

Para a identificação dos exemplares em nível genérico, foram utilizadas as seguintes chaves taxonômicas: Merritt; Cummins (1996), Carvalho; Calil (2000), Costa; Souza; Oldrini (2004), Souza; Costa; Oldrini (2007), e ainda os trabalhos de: Santos (1970a, b, 1972a, b), Rodrigues-Capítulo (1980), Costa; Santos (1999), Santos; Costa (1999), Souza; Costa; Santos (1999), Pessacq; Muzón (2004) e Lencioni (2006), e contando-se também com o auxílio de especialistas.

A identificação foi realizada em nível de gênero, pois não há chaves adequadas para identificação específica de formas imaturas dos representantes da odonatofauna brasileira (COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004) bem como inexistem chaves exclusivas para a região Neotropical (SANTOS, 1981). Além disso, grande parte das larvas das espécies neotropicais não foi descrita, dificultando a realização de trabalhos em nível específico com o grupo (CARVALHO, 1991, 1999a, b; MUZÓN; ELLENRIEDER, 1998). No caso dos Odonata, agrupamentos supra-específicos não obrigatoriamente correspondem a grupos funcionais em

termos de ocupação e exploração do ambiente, entretanto, as generalizações de tais informações em nível de gênero parece ser pertinente (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998).

Os gêneros *Mnesarete* Cowley, 1934 e *Hetaerina* Hagen in Selys, 1853 foram tratados neste estudo como um só táxon, pela impossibilidade de uma distinção sistemática segura entre suas formas imaturas (COSTA et al., 2000). Apesar disso, não há grandes problemas em reuni-las num mesmo táxon para as análises que foram realizadas, pois ambas têm semelhantes preferências ecológicas (COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004).

O material-testemunho está depositado junto à Coleção de Insetos do Setor de Zoologia, Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

#### 2.4.5 Variáveis Abióticas

##### 2.4.5.1 Fases de pré e pós-enchimento

Durante as coletas realizadas, em cada estação de estudo foram medidas variáveis abióticas como: temperatura do ar e da água (termômetro a álcool 0-50°C), oxigênio dissolvido (Oxímetro Digimed DM4, em mg/l), pH (peagâmetro pH Testr BNC), profundidade (m), e, para os ambientes lóticos, a velocidade da corrente (método do flutuador - m/s).

##### 2.4.6 Análise de Dados

Os dados foram agrupados, para fins de melhor interpretação e comparação dos resultados, em dois fatores: hábitat (ambientes lênticos e lóticos) e tratamento (pré e pós-enchimento).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o aplicativo Multiv 2.4 (PILLAR, 1997). O programa e o manual, bem como atualizações utilizadas, encontram-se divulgados eletronicamente no site (<http://ecoquaecologia.ufrgs.br>).

A estrutura da comunidade de Odonata foi determinada analisando-se o número de indivíduos coletados (n) em cada estação e a abundância relativa.

Índices de diversidade e riqueza foram calculados para cada ponto estudado. A riqueza (S) foi estimada segundo o número de diferentes gêneros presentes em cada amostra, e o índice de diversidade aplicado foi o de Shannon-Weaner [ $H' = - (\sum p_i \cdot \log_e p_i)$ ] (MAGURRAN, 1988), que valoriza a abundância proporcional dos táxons enfatizando a riqueza e a homogeneidade.

Para detecção de padrões de distribuição dos organismos entre os dois fatores utilizados (hábitat e tratamento) os dados foram submetidos à análise multivariada (ANOVA de dois critérios), onde os dados foram agrupados por ponto de coleta, sendo cada ponto correspondente a uma amostra, e utilizando-se a abundância relativa entre todos os meses coletados num mesmo ponto. Da mesma forma, foi realizada uma ANOVA entre os fatores tratamento e ordem dos riachos estudados, para verificar se há diferenças na composição de gêneros de Odonata entre as diferentes ordens de riachos. Os dados, em ambos os casos, foram padronizados transformando-os pelo total, devido à existência de grandes variações na abundância dos organismos.

Análises de Coordenadas Principais (PCoA) foram conduzidas empregando-se testes de significância dos eixos de ordenação (PILLAR, 1999a) detectados a partir de um teste baseado em auto-reamostragem (*bootstrap*) com 10.000 iterações com limiar de probabilidade ( $\alpha$ ) de 0,1 (PILLAR, 1999b) e teste de aleatorização (PILLAR; ORLOCI, 1996). Essas análises foram baseadas em medidas de dissimilaridade (Distância Euclidiana) entre as amostras.

A correlação entre a abundância dos organismos, índice de diversidade de Shannon-Weaner, riqueza e dos gêneros mais abundantes, e suas relações com as variáveis ambientais em ambientes lóticos foram testadas por meio do teste de Mantel (MANLY, 2004). Neste caso, os dados foram agrupados em cada ponto de amostragem por mês, sendo o mês equivalente a uma amostra, com os dados padronizados pela amplitude (entre as variáveis), e o teste baseado em auto-reamostragem (*bootstrap*) com 10.000 iterações com limiar de probabilidade ( $\alpha$ ) de 0,1, utilizando medida de dissimilaridade (Distância Euclidiana) entre as amostras.



## 2.5 Resultados

### 2.5.1 Composição, abundância e riqueza de Odonata

Vinte e sete gêneros de imaturos de Odonata, pertencentes a oito famílias, com um total de 1.298 indivíduos foram coletados na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca. As famílias Libellulidae, Gomphidae e Coenagrionidae foram as que apresentaram maior número de gêneros, com sete, seis e cinco gêneros, respectivamente (Tabela 2).

Os gêneros *Acanthagrion* Selys, 1876, *Forcepsioneura* Lencioni, 1999, *Ischnura* Charpentier, 1840, *Lestes* Leach, 1815, *Micrathyria* Kirby, 1889, *Orthemis* Hagen, 1861, *Protoneura* Selys in Sagra, 1857 e *Tramea* Hagen, 1861, ocorreram apenas em ambientes lênticos, enquanto *Archeogomphus* Williamson, 1919, *Argia* Rambur, 1842, *Brechmorhoga* Kirby, 1894, *Cacoides* Cowley, 1934, *Desmogomphus* Williamson, 1920, *Epipleoneura* Williamson, 1915, *Heteragrion* Selys, 1862, *Mnesarete/Hetaerina*, *Oxystigma* Selys, 1862, *Phyllocycla* Calvert, 1948, *Progomphus* Selys, 1854, *Tibiogomphus* Belle, 1992, e um gênero indeterminado, estiveram associados estritamente a ambientes lóticos. Os demais gêneros (*Anatya* Kirby, 1889, *Cyanallagma* Kennedy, 1920, *Libellula* Linnaeus, 1758, *Neuraeschna* Hagen, 1867, *Oxyagrion* Selys, 1876, e *Perithemis* Hagen, 1861) foram coletados em ambos os ambientes (Tabela 2).

Nos ambientes lênticos, os pontos 1 e 2, pontos com grandes dimensões e profundidades (Tabela 1), apresentaram juntos aproximadamente 90% da fauna na fase de pré-enchimento, sendo também os pontos de maior riqueza (13 e oito gêneros, respectivamente). O ponto 3 esteve numa posição intermediária, apresentando uma abundância de 57 indivíduos, pertencentes a seis gêneros. Já os pontos 4 e 5 apresentaram uma fauna pobre de imaturos de Odonata durante o período de amostragem, somando juntos apenas oito indivíduos, com riquezas de três e um gênero, respectivamente. Na fase de pós-enchimento, o ponto 21 obteve sozinho o percentual de 90,2 da fauna de ambientes lênticos coligidos nesta fase, apresentando riqueza de oito gêneros, enquanto os pontos 18, 19 e 20 tiveram uma ocorrência muito baixa da fauna estudada, e o ponto 22 não teve nenhum indivíduo registrado (Tabela 3).

Tabela 2 - Listagem de famílias e gêneros de imaturos de Odonata, abreviaturas, e suas respectivas abundâncias totais (n) e riquezas (S) em ambientes lênticos e lóticos, nas fases de pré e pós-enchimento da U.H.E. Dona Francisca, RS.

FAMÍLIAS	GÊNEROS	Abreviaturas	Lênticos		Lóticos		Total
			Pré	Pós	Pré	Pós	
Gomphidae	<i>Tibiogomphus</i>	<i>Tib</i>	0	0	0	5	<b>5</b>
	<i>Progomphus</i>	<i>Pro</i>	0	0	2	6	<b>8</b>
	<i>Phyllocycla</i>	<i>Phy</i>	0	0	4	1	<b>5</b>
	<i>Desmogomphus</i>	<i>Des</i>	0	0	11	17	<b>28</b>
	<i>Cacoides</i>	<i>Cac</i>	0	0	0	1	<b>1</b>
	<i>Archeogomphus</i>	<i>Arc</i>	0	0	0	1	<b>1</b>
Libellulidae	<i>Anatya</i>	<i>Ana</i>	47	3	1	0	<b>51</b>
	<i>Brechmorhoga</i>	<i>Bec</i>	0	0	4	7	<b>11</b>
	<i>Orthemis</i>	<i>Ort</i>	27	1	0	0	<b>28</b>
	<i>Libellula</i>	<i>Lib</i>	1	0	14	8	<b>23</b>
	<i>Perithemis</i>	<i>Per</i>	5	3	11	32	<b>51</b>
	<i>Micrathyria</i>	<i>Mic</i>	5	0	0	0	<b>5</b>
	<i>Tramea</i>	<i>Tra</i>	3	3	0	0	<b>6</b>
Aeshnidae	<i>Neuraeschna</i>	<i>Neu</i>	44	8	3	0	<b>55</b>
Lestidae	<i>Lestes</i>	<i>Les</i>	93	2	0	0	<b>95</b>
Megapodagrionidae	<i>Heteragrion</i>	<i>Het</i>	0	0	1	4	<b>5</b>
	<i>Oxystigma</i>	<i>Oxy</i>	0	0	0	1	<b>1</b>
Família Indet.	Gênero Indet.	Gên. Indet.	0	0	70	99	<b>169</b>
Protoneuridae	<i>Forcepsioneura</i>	<i>For</i>	3	0	0	0	<b>3</b>
	<i>Protoneura</i>	<i>Prt</i>	1	0	0	0	<b>1</b>
	<i>Epipleoneura</i>	<i>Epi</i>	0	0	1	4	<b>5</b>
Coenagrionidae	<i>Argia</i>	<i>Arg</i>	0	0	38	169	<b>207</b>
	<i>Cyanallagma</i>	<i>Cya</i>	357	18	23	5	<b>403</b>
	<i>Oxyagrion</i>	<i>Oxg</i>	2	3	0	2	<b>7</b>
	<i>Acanthagrion</i>	<i>Aca</i>	90	0	0	0	<b>90</b>
	<i>Ischnura</i>	<i>Ish</i>	3	0	0	0	<b>3</b>
Calopterygidae	<i>Mnesarete/Hetaerina</i>	<i>Mn/Ht</i>	0	0	17	14	<b>31</b>
<b>Total (n)</b>			<b>681</b>	<b>41</b>	<b>200</b>	<b>376</b>	<b>1298</b>
<b>Riqueza (S)</b>			<b>14</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>27</b>

Tabela 3 - Ocorrência de gêneros de imaturos de Odonata na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS, fases de pré (pontos 1 a 5) e pós-enchimento (pontos 18 a 22), em ambientes lânticos; abundância relativa e desvio padrão (entre parênteses), abundância total (n) e riqueza (S) para cada ponto de coleta, e , abundância total (Total) e riqueza (S) para cada fase de manejo da usina (pré e pós-enchimento).

ESTAÇÕES	PRÉ-ENCHIMENTO						PÓS-ENCHIMENTO					
	1	2	3	4	5	Total	18	19	20	21	22	Total
<i>Anatya</i>	1,87 (2,17)	3 (3,21)	0,87 (1,46)	0,5 (1,41)	0 (0)	<b>47</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,3 (0,67)	0 (0)	<b>3</b>
<i>Orthemis</i>	1,12 (1,55)	2,43 (2,07)	0,12 (0,35)	0 (0)	0 (0)	<b>27</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,1 (0,32)	0 (0)	<b>1</b>
<i>Libellula</i>	0,12 (0,35)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>1</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>0</b>
<i>Perithemis</i>	0,62 (1,41)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>5</b>	0,2 (0,45)	0,2 (0,45)	0 (0)	0,1 (0,32)	0 (0)	<b>3</b>
<i>Micrathyria</i>	0,5 (1,07)	0,14 (0,38)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>5</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>0</b>
<i>Tramea</i>	0,12 (0,35)	0 (0)	0,25 (0,7)	0 (0)	0 (0)	<b>3</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,3 (0,95)	0 (0)	<b>3</b>
<i>Neuraeschna</i>	5 (4,21)	0,57 (0,79)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>44</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,8 (2,53)	0 (0)	<b>8</b>
<i>Lestes</i>	8 (9,09)	3,14 (3,29)	0,62 (0,92)	0,12 (0,35)	0,012 (0,35)	<b>93</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,2 (0,63)	0 (0)	<b>2</b>
<i>Forcepsioneura</i>	0,37 (1,06)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>3</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>0</b>
<i>Protoneura</i>	0,12 (0,35)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>1</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>0</b>
<i>Cyanallagma</i>	9,25 (8,76)	34,43 (14,27)	5 (11,77)	0,25 (0,7)	0 (0)	<b>357</b>	0 (0)	0,2 (0,45)	0,2 (0,45)	1,6 (4,40)	0 (0)	<b>18</b>
<i>Oxyagrion</i>	0,25 (0,71)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>2</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,3 (0,67)	0 (0)	<b>3</b>
<i>Acanthagrion</i>	2,12 (2,69)	10,43 (10,06)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>90</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>0</b>
<i>Ischnura</i>	0 (0)	0,143 (0,38)	0,25 (0,7)	0 (0)	0 (0)	<b>3</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>0</b>
<b>Abundância (n)</b>	<b>236</b>	<b>380</b>	<b>57</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>681</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>41</b>
<b>Riqueza (S)</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

Para os ambientes lóticos, os pontos de maior abundância e riqueza na fase de pré-enchimento foram o ponto 12 (riacho de 2ª ordem), com 36 indivíduos e nove gêneros, seguido dos pontos 13 e 14 (2ª e 1ª ordem, respectivamente), ambos com 22 indivíduos e seis gêneros. Para a fase de pós-enchimento o ponto 16 foi o que apresentou os maiores valores de abundância e riqueza (139 indivíduos e 14 gêneros), seguido pelos pontos 9 e 11 (riachos de 3ª e 4ª ordem), com 132 e 100 indivíduos, respectivamente, e ambos com uma riqueza de nove gêneros.

Já nos pontos 6 e 17, ambos de 7ª ordem e localizados nas margens do Rio Jacuí, foram registrados os menores valores de abundância e riqueza tanto na fase de pré-enchimento (juntos somaram apenas três indivíduos, pertencentes a três gêneros) quanto na fase de pós-enchimento (para o ponto 6), com apenas cinco indivíduos todos pertencentes a um mesmo gênero (Tabela 4).

Analisando os dois tipos de habitats estudados, os ambientes lênticos contaram com uma maior abundância (722, *versus* 576 dos ambientes lóticos), embora tenham apresentado menor riqueza de táxons (14 gêneros) quando comparados aos ambientes lóticos (19 gêneros) (Tabela 2).

Comparando as fases de manejo da usina, o habitat lêntico apresentou maiores valores de abundância na fase de pré-enchimento (com 681 indivíduos) tendo uma diminuição drástica na abundância da fauna na fase de pós-enchimento (41 indivíduos) (Figura 2, Tabela 3). Já para os ambientes lóticos, a abundância na fauna de imaturos de Odonata aumentou consideravelmente na fase de pós-enchimento (n= 376) quando comparado à situação pré-enchimento (n= 200) (Figura 2, Tabela 4). Quanto à riqueza, na fase de pré-enchimento esta era igual para os dois ambientes (14 gêneros), aumentando na fase de pós-enchimento nos ambientes lóticos (17 gêneros) e diminuindo nos ambientes lênticos (oito gêneros) (Figura 2).

Poucos gêneros foram exclusivos de uma ou outra fase de manejo do reservatório (pré e pós-enchimento), entretanto a abundância da maioria dos gêneros foi restrita a poucos representantes na fase de pós-enchimento. Os gêneros *Acanthagrion*, *Micrathyria*, *Forcepsioneura*, *Protoneura* e *Ischnura* estiveram presentes apenas na fase de pré-enchimento, enquanto *Tibiomphus*, *Cacoides*, *Archeogomphus* e *Oxystigma* tiveram ocorrência apenas na fase de pós-enchimento (Tabela 2).

Dentre os táxons que estiveram presentes em ambas as fases de manejo destacam-se os gêneros que tiveram grande diferença em abundância entre uma e outra fase. *Anatya*, *Orthemis*, *Neuraeschna*, *Lestes* e *Cyanallagma*, estiveram mais bem representados na fase de

pré-enchimento, enquanto os gêneros *Perithemis*, *Argia* e o gênero indeterminado, tiveram abundâncias maiores na fase de pós-enchimento (Tabela 2).

Levando em conta apenas as fases de manejo da usina, a fase de pré-enchimento somou mais do que o dobro do número de indivíduos coletados na fase de pós-enchimento (881 e 417 indivíduos, respectivamente), entretanto ambas as fases apresentaram valores de riqueza muito semelhante (23 e 22 gêneros, respectivamente) (Tabela 2).

Tabela 4 - Ocorrência de gêneros de imaturos de Odonata na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS, fases de pré (pontos 6 a 17) e pós-enchimento (pontos 6, 9, 11 e 16), em ambientes lóticos; abundância relativa e desvio padrão (entre parênteses), abundância total (n) e riqueza (S) para cada ponto de coleta, e , abundância total (Total) e riqueza (S) para cada fase de manejo da usina (pré e pós-enchimento).

PRÉ-ENCHIMENTO													
ESTAÇÕES	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
<i>Tibiogomphus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0
<i>Progomphus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,4 (0,89)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2
<i>Phyllocycla</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,25 (0,71)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,14 (0,38)	0 (0)	0,17 (0,41)	4
<i>Desmogomphus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,17 (0,41)	0 (0)	0,5 (0,55)	0,12 (0,35)	0,4 (0,89)	0,6 (0,89)	0 (0)	0,25 (0,5)	0 (0)	11
<i>Cacoides</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0
<i>Archeogomphus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0
<i>Anatya</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,12 (0,35)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1
<i>Bechmorhoga</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,17 (0,41)	0 (0)	0,4 (0,55)	0,2 (0,45)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4
<i>Libellula</i>	0 (0)	0 (0)	0,33 (0,82)	0,17 (0,41)	1,25 (2,19)	0 (0)	0,12 (0,35)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	14
<i>Perithemis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,12 (0,35)	0,17 (0,41)	0,37 (1,06)	1 (1,22)	0,2 (0,45)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	11
<i>Neuraeschna</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,37 (0,74)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3
<i>Heteragion</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,2 (0,45)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1
<i>Oxystigma</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0
Gênero Indet.	0,2 (0,45)	2 (2,53)	2,67 (3,33)	0,5 (0,84)	0 (0)	0,67 (0,82)	0,37 (0,74)	1,4 (0,89)	1 (1)	1,71 (2,21)	1,75 (2,36)	0 (0)	70
<i>Epipleoneura</i>	0,2 (0,45)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1
<i>Argia</i>	0 (0)	0,33 (0,52)	0 (0)	1,5 (1,76)	0 (0)	1,5 (2,81)	0,25 (0,71)	1 (1,73)	2 (2,55)	0,14 (0,38)	0 (0)	0 (0)	38
<i>Cyanallagma</i>	0 (0)	0 (0)	0,17 (0,41)	0 (0)	0,62 (1,77)	0 (0)	2 (5,26)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,25 (0,5)	0 (0)	23
<i>Oxyagrion</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0
<i>Mnesarete/Hetaerina</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,33 (0,82)	0,37 (0,74)	0,17 (0,41)	0,75 (2,12)	0 (0)	0 (0)	0,71 (1,25)	0 (0)	0 (0)	17
<b>Abundância (n)</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>36</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>200</b>
<b>Riqueza (S)</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>14</b>

Tabela 4 - Ocorrência de gêneros de imaturos de Odonata na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS, fases de pré (pontos 6 a 17) e pós-enchimento (pontos 6, 9, 11 e 16), em ambientes lóticos; abundância relativa e desvio padrão (entre parênteses), abundância total (n) e riqueza (S) para cada ponto de coleta, e , abundância total (Total) e riqueza (S) para cada fase de manejo da usina (pré e pós-enchimento).

<b>PÓS-ENCHIMENTO</b>					
ESTAÇÕES	6	9	11	16	<b>Total</b>
<i>Tibiogomphus</i>	0 (0)	0,19 (0,54)	0 (0)	0,12 (0,5)	<b>5</b>
<i>Progomphus</i>	0 (0)	0,12 (0,34)	0,25 (0,58)	0 (0)	<b>6</b>
<i>Phyllocycla</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,06 (0,25)	<b>1</b>
<i>Desmogomphus</i>	0 (0)	0,56 (1,03)	0,12 (0,34)	0,37 (0,62)	<b>17</b>
<i>Cacoides</i>	0 (0)	0 (0)	0,06 (0,25)	0 (0)	<b>1</b>
<i>Archeogomphus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,06 (0,25)	<b>1</b>
<i>Anatya</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>0</b>
<i>Bechmorhoga</i>	0 (0)	0 (0)	0,44 (0,81)	0 (0)	<b>7</b>
<i>Libellula</i>	0 (0)	0,25 (0,58)	0 (0)	0,25 (0,68)	<b>8</b>
<i>Perithemis</i>	0 (0)	0,19 (0,54)	0,94 (2,08)	0,87 (1,96)	<b>32</b>
<i>Neuraeschna</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>0</b>
<i>Heteragion</i>	0 (0)	0,12 (0,34)	0,06 (0,25)	0,06 (0,25)	<b>4</b>
<i>Oxystigma</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,06 (0,25)	<b>1</b>
Gênero Indet.	0 (0)	1,75 (3,28)	1,06 (1,65)	3,37 (2,80)	<b>99</b>
<i>Epipleoneura</i>	0 (0)	0 (0)	0,06 (0,25)	0,19 (0,40)	<b>4</b>
<i>Argia</i>	0,36 (1,08)	4,5 (4,86)	3,25 (5,46)	2,5 (5,28)	<b>169</b>
<i>Cyanallagma</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,31 (1,25)	<b>5</b>
<i>Oxyagrion</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,12 (0,34)	<b>2</b>
<i>Mnesarete/Hetaerina</i>	0 (0)	0,56 (1,31)	0 (0)	0,31 (0,48)	<b>14</b>
<b>Abundância (n)</b>	<b>5</b>	<b>132</b>	<b>100</b>	<b>139</b>	<b>376</b>
<b>Riqueza (S)</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>17</b>

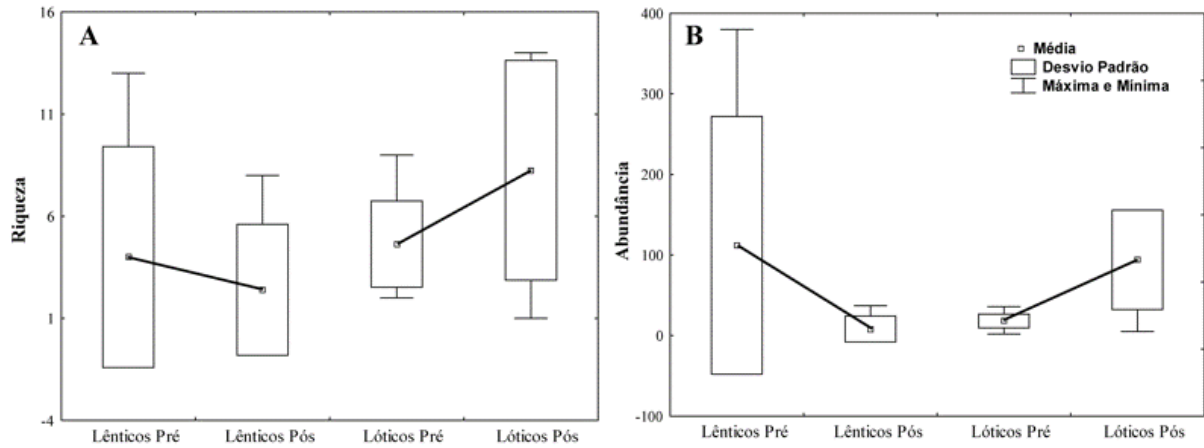


Figura 2 - Variação na riqueza (A) e abundância (B) de imaturos de Odonata, em ambientes lânticos e lóticos entre as fases de pré e pós-enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca, RS. As barras de ligação demonstram a alteração sofrida pelos ambientes lânticos e lóticos entre as fases de pré e pós-enchimento da U.H.E. Dona Francisca.

### 2.5.2 Variáveis Abióticas

Os ambientes estudados apresentaram características semelhantes conforme os fatores físico-químicos que os caracterizaram, como segue. Valores de oxigênio dissolvido e pH não apresentaram grandes variações, ficando em torno de 8,0 mg/l e 7,0, respectivamente, onde apenas o ponto 1 apresentou baixos valores de oxigenação da água, com média de 4,4 mg/l (Tabela 5).

Valores de temperatura da água apresentaram mínimo de 10,2°C (meses de junho de 2001 e setembro de 2000 e 2001) e máximo de 28,6°C, registrado no mês de janeiro de 2002. A temperatura do ambiente apresentou valores mínimos chegando a 5°C (setembro de 2000) e máximos de 35°C (outubro de 2000) (Tabela 5).

### 2.5.3 Análises Estatísticas

Segundo a análise de variância (ANOVA de dois critérios), foram verificadas diferenças significativas entre as fases de pré e pós-enchimento do reservatório. Essas diferenças ocorreram sobre a composição dos gêneros de imaturos da odonofauna ao longo de seus habitats preferenciais – ambientes lóticos e lânticos ( $p = 0,0001$ ), bem como sobre a



abundância da fauna também em relação ao hábitat ( $p = 0,0008$ ). A interação entre hábitat e pré e pós-enchimento foi significativa tanto para a composição de gêneros ( $p = 0,0554$ ) quanto para a abundância da odonatofauna ( $p = 0,0769$ ) (Tabela 6).

Tabela 5 - Médias e desvio padrão (entre parênteses) dos valores de oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>), do potencial de hidrogênio (pH), da temperatura da água e do ar, da profundidade (Prof.) (m) e da velocidade da corrente (Vel. Corr.) (m/s), em ambientes lênticos (pontos 1 a 5; e 18 a 22) e lóticos (pontos 6 a 17), na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS (fases de pré - pontos 1 a 17, e pós-enchimento – pontos 18 a 22, 6, 9, 11 e 16).

PRÉ-ENCHIMENTO										
	LÊNTICOS					LÓTICOS				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O <sub>2</sub>	4,4 (0,77)	7,5 (1,72)	8,7 (2,01)	6,8 (1,5)	7 (1,3)	8,2 (1,71)	7,1 (1,98)	8,65 (1,90)	8,32 (1,01)	8,67 (1,01)
pH	6,9 (0,31)	7,1 (0,37)	7,4 (0,17)	7,1 (0,3)	7 (0,3)	7,1 (0,60)	7,7 (0,21)	7,9 (0,27)	7,6 (0,44)	7,4 (0,17)
Temp. Água (°C)	23,8 (4,26)	15,6 (3,27)	16,8 (6,15)	18,7 (4,5)	16 (3,2)	20 (4,89)	19,15 (6,47)	15,9 (4,98)	17,2 (1,19)	17,6 (2,01)
Temp. do Ar (°C)	24,7 (6,51)	13 (5,08)	17 (8,49)	18,2 (6,7)	18 (7,1)	28 (8,95)	22,5 (12,97)	18 (8,59)	18,95 (3,01)	19 (4,62)
Prof. (m)	0,57 (0)	1,1 (0)	0,7 (0,10)	0,7 (0)	0,6 (0)	0,5 (0,18)	0,32 (0,29)	0,2 (0,17)	0,35 (0,14)	0,26 (0,09)
Vel. Corr. (m/s)	0 (0)	0 (0)	0 (0,16)	0 (0)	0 (0)	0,5 (0,19)	0,5 (0,12)	0,75 (0,39)	0,63 (0,06)	0,6 (0,26)

PRÉ-ENCHIMENTO							
	LÓTICOS						
	11	12	13	14	15	16	17
O <sub>2</sub>	8,39 (0,94)	8,6 (0,95)	8,09 (1,12)	7,65 (0,50)	7,0 (0,63)	6,8 (0,20)	8,8 (1,67)
pH	7,55 (0,30)	7,5 (0,47)	7,15 (0,62)	6,5 (0,33)	6,4 (0,24)	6,5 (0,17)	7,1 (0,12)
Temp. Água (°C)	17,85 (2,41)	18,2 (3,44)	21,9 (3,02)	17,5 (1,87)	23 (2,97)	21 (3,27)	15,6 (3,23)
Temp. do Ar (°C)	22,35 (7,53)	21 (5,72)	27,8 (7,48)	23 (8,07)	24,75 (5,08)	26 (2,93)	17,7 (6,43)
Prof. (m)	0,25 (0,11)	0,47 (0,21)	0,4 (0,21)	0,35 (0,08)	0,35 (0,04)	0,4 (0,06)	0,48 (0,15)
Vel. Corr. (m/s)	0,37 (0,21)	0,6 (0,09)	0,4 (0,10)	0,12 (0,18)	0,32 (0,08)	0,46 (0,12)	0,56 (0,4)

Tabela 5 - Médias e desvio padrão (entre parênteses) dos valores de oxigênio dissolvido ( $O_2$ ), do potencial de hidrogênio (pH), da temperatura da água e do ar, da profundidade (Prof.) (m) e da velocidade da corrente (Vel. Corr.) (m/s), em ambientes lênticos (pontos 1 a 5; e 18 a 22) e lóticos (pontos 6 a 17), na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS (fases de pré - pontos 1 a 17, e pós-enchimento – pontos 18 a 22, 6, 9, 11 e 16).

PÓS-ENCHIMENTO									
	LÊNTICOS					LÓTICOS			
	18	19	20	21	22	6	9	11	16
$O_2$	8,5 (1,07)	8,0 (0,41)	7,0 (0,90)	8,3 (1,16)	8,0 (1,66)	7,0 (0,65)	8,0 (0,90)	8,0 (1,23)	8,0 (1,51)
pH	6,3 (0,38)	6,5 (0,30)	6,4 (0,46)	6,8 (0,23)	6,8 (0,76)	6,5 (0,32)	6,5 (0,33)	6,8 (0,23)	6,5 (0,68)
Temp. Água (°C)	15,9 (3,56)	25,5 (2,40)	16,85 (3,06)	17,5 (6,30)	16,82 (5,61)	20,3 (3,50)	17,5 (5,025)	18 (5,22)	18 (6,01)
Temp. do Ar (°C)	23 (7,78)	27,75 (1,37)	23,5 (4,57)	23,5 (8,11)	23,5 (7,15)	24,5 (6,04)	26 (6,33)	24 (6,85)	24 (7,17)
Prof. (m)	0,35 (0,11)	0,2 (0,09)	0,32 (0,08)	0,25 (0,06)	0,4 (0,16)	0,35 (0,08)	0,3 (0,11)	0,25 (0,06)	0,4 (0,13)
Vel. Corr. (m/s)	0,46 (0,33)	0,24 (0,09)	0,5 (0,36)	0,52 (0,20)	0,53 (0,37)	0,32 (0,15)	0,4 (0,22)	0,5 (0,26)	0,37 (0,34)

Tabela 6 - Análise multivariada (ANOVA) a partir de testes de aleatorização, baseado em auto-reamostragem (*bootstrap*) com 10.000 iterações usando um limiar de probabilidade ( $\alpha$ ) de 0,1. Análises baseadas em medidas de dissimilaridade (Distância Euclidiana) entre cada unidade amostral em todos os pontos de coleta. Dados realçados em negrito indicam significância na correlação.

Anova (composição)			Anova (abundância)		
	SQ	p		SQ	p
Hábitat	2,21	<b>0,0001</b>	Hábitat	187,67	<b>0,0008</b>
Tratamento	0,62	0,1715	Tratamento	57,23	0,4948
Interação	0,60	<b>0,0554</b>	Interação	214,38	<b>0,0769</b>
Entre Grupos	3,43	0,0001	Entre Grupos	459,28	0,0111
Dentro dos Grupos	6,51		Dentro dos Grupos	1016,1	
Total	9,94		Total	1475,4	

Uma vez que a ANOVA mostrou diferenças significativas, foi realizada uma Análise Coordenadas Principais (PCoA) para verificar quais gêneros estavam respondendo por essas diferenças. Segundo o primeiro eixo da PCoA (que explica 31,4% da variância total), os gêneros *Cyanallagma*, *Anatya*, *Orthemis*, *Lestes*, *Neuraeschna*, *Acanthagrion*, *Oxyagrion*, *Micrathyria*, *Tramea*, *Ischnura*, *Forcepsioneura* e *Protoneura* estiveram mais associados a ambientes lênticos, e em sua maioria à fase de pré-enchimento. Também pelo eixo 1 foi observada uma forte associação entre *Libellula*, *Phyllocycla* e *Mnesarete/Hetaerina* à ambientes lóticos da fase de pré-enchimento. *Heteragrion*, *Tibiomphus*, *Cacoides*, *Progomphus*, *Brechmorhoga* e *Desmogomphus* encontraram-se associados a ambientes lóticos e principalmente à fase de pós-enchimento, como pode ser observado por suas relações com o eixo 2 (19,1% de explicabilidade). Também pelo eixo 2, foram observadas associações entre *Oxystigma*, *Archeogomphus* e *Epipleoneura*, além do gênero indeterminado, a ambientes característicos de riachos (ambientes lóticos). *Argia*, que só ocorreu em ambientes lóticos e com abundância maior na fase de pós-enchimento, mostrou claramente esta associação também através do eixo 2 (Figura 3).

A análise de variância testando se há diferenças entre a composição da fauna de imaturos de Odonata de ambientes lóticos e entre as diferentes ordens de riachos mostrou correlação entre estas variáveis. Houve uma tendência para a diferença com relação ao tratamento (pré e pós-enchimento) ( $p = 0,04$ ), ao passo que com a ordem dos riachos essa diferença não foi verificada ( $p = 0,61$ ), bem como com a interação entre os dois fatores ( $p = 0,18$ ).

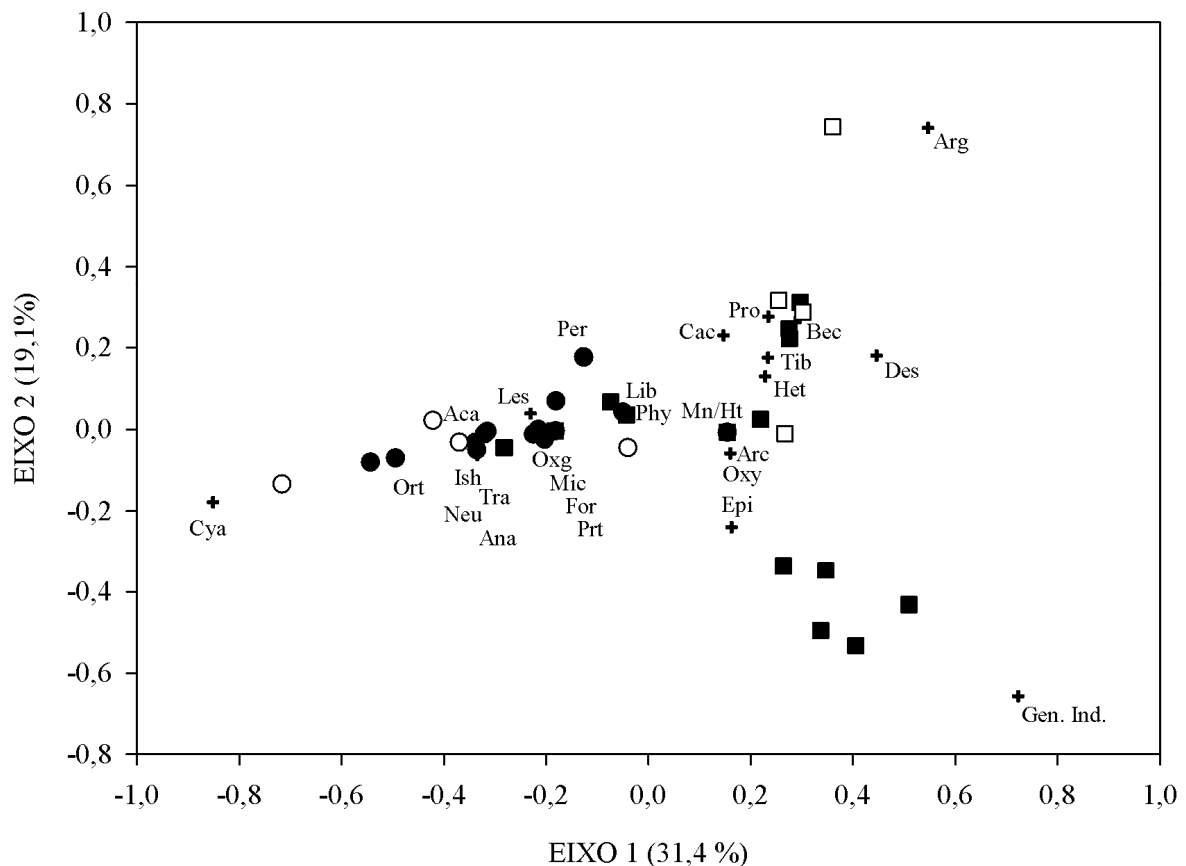


Figura 3 - Diagrama de ordenação da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) de acordo com a composição de gêneros da odonatofauna. Distribuição dos imaturos de Odonata em relação aos dois primeiros eixos de ordenação. Círculos representam os ambientes lênticos e quadrados os ambientes lóticos; símbolos cheios representam a fase de pré-enchimento e símbolos vazados a fase de pós-enchimento do reservatório da U.H.E. Dona Francisca. Os códigos dos táxons (cujos símbolos são as cruzetas) estão definidos na Tabela 2.

Os fatores físico-químicos (como pH, oxigenação da água, temperatura ambiental e da água, e velocidade da corrente) proporcionaram alterações na fauna, dentro das variações registradas nos locais de coleta, como mostrado pelo teste de Mantel (Tabela 7).

Foram observadas associações significantes para os parâmetros comunitários (riqueza e abundância), sendo que para o índice de diversidade de Shannon-Weaner, nenhuma correlação foi significativa.

As associações foram negativas entre os valores de pH e abundância total dos indivíduos ( $p = 0,08$ ,  $ro = -0,07$ ) e a riqueza de gêneros ( $p = 0,08$ ,  $ro = -0,05$ ), enquanto os valores de oxigenação da água estiveram correlacionados positivamente com os mesmos fatores bióticos citados ( $p = 0,06$ ,  $ro = 0,09$ , e  $p = 0,04$ ,  $ro = 0,07$ , respectivamente). Para a variável velocidade da corrente, tanto abundância quanto riqueza mostraram-se positivamente correlacionadas, com valores de  $p = 0,03$ ,  $ro = 0,11$ ; e  $p = 0,08$ ,  $ro = 0,06$ , respectivamente.

Tabela 7 – Teste de Mantel entre a abundância dos organismos, riqueza, índice de diversidade de Shannon-Weaner, e gêneros mais abundantes encontrados em ambientes lóticos, e suas correlações com as variáveis ambientais: potencial de hidrogênio (pH), oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>), temperatura do ar e da água, profundidade (Prof.) e velocidade da corrente (Vel. Corr.). Teste baseado em auto-reamostragem (*bootstrap*) com 10.000 iterações usando um limiar de probabilidade ( $\alpha$ ) de 0,1. Análises baseadas em medidas de dissimilaridade (Distância Euclidiana) entre cada unidade amostral em todos os pontos de coleta. Dados realçados em negrito indicam significância na correlação.

	pH		O <sub>2</sub>		Temp. do ar (°C)		Temp. Água (°C)		Prof.		Vel. Corr.	
	p	ro	p	ro	p	ro	p	ro	p	ro	p	ro
Abundância	<b>0,08</b>	<b>-0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,09</b>	0,19	0,05	0,79	-0,01	1	-	<b>0,03</b>	<b>0,11</b>
Riqueza	<b>0,08</b>	<b>-0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	0,79	0,008	0,15	0,04	1	-	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>
Shannon-Weaner	0,28	-0,03	0,14	0,05	0,82	-0,006	0,23	0,03	1	-	0,16	0,04
<i>Argia</i>	0,24	-0,05	<b>0,05</b>	<b>-0,11</b>	0,12	-0,06	0,49	-0,02	1	-	<b>0,05</b>	<b>-0,09</b>
<i>Perithemis</i>	<b>0,07</b>	<b>-0,08</b>	0,57	-0,03	0,45	-0,03	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	1	-	0,50	-0,03
<i>Cyanallagma</i>	0,13	-0,06	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>	0,53	-0,02	1	-	<b>0,01</b>	<b>0,14</b>
Gên. Indet.	0,23	0,05	0,77	0,01	<b>0,001</b>	<b>0,14</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,14</b>	1	-	0,84	0,01

Analisando-se os gêneros de maior abundância total, as correlações seguiram basicamente o que foi exposto acima para os índices bióticos, com algumas exceções, de preferências ambientais em nível genérico. *Argia* e *Cyanallagma* mostraram associação em relação à oxigenação da água ( $p = 0,05$ ,  $ro = -0,11$ ;  $p = 0,07$ ,  $ro = 0,09$ , respectivamente) e à velocidade da correnteza ( $p = 0,05$ ,  $ro = -0,09$ ;  $p = 0,01$ ,  $ro = 0,14$ , respectivamente), e *Cyanallagma* ainda mostrou estar correlacionada positivamente com a temperatura ambiente ( $p = 0,04$ ,  $ro = 0,08$ ).

*Perithemis* mostrou associação negativa com o pH ( $p = 0,07$ ,  $ro = -0,08$ ), e positiva com a temperatura da água ( $p = 0,08$ ,  $ro = 0,07$ ); e foi verificada uma forte correlação entre o gênero indeterminado e as variáveis temperatura do ar ( $p = 0,001$ ,  $ro = 0,14$ ) e temperatura da água ( $p = 0,0006$ ,  $ro = 0,14$ ).

## 2.6 Discussão

### 2.6.1 Diversidade de Odonata

No Brasil são registradas 14 famílias de Odonata (SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007): Amphipterygidae, Dicteriadidae, Corduliidae, Perilestidae, Polythoridae, Aeshnidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Gomphidae, Lestidae, Libellulidae, Megapodagrionidae,

Protoneuridae, e Pseudostigmatidae (COSTA et al., 2000). Destas, apenas as cinco primeiras não foram amostradas no presente estudo (a presença de Pseudostigmatidae, como será comentado a seguir, é questionável). Em estudos anteriores sobre a odonatofauna do Rio Grande do Sul, sete famílias haviam sido registradas com base em adultos de Odonata (COSTA, 1971; TEIXEIRA, 1971), e, portanto, a família Megapodagrionidae, com os gêneros *Heteragrion* e *Oxystigma*, constitui registro novo para o Estado. Os gêneros *Anatya*, *Brechmorhoga*, *Libellula*, *Tramea* (Libellulidae), *Cyanallagma* (Coenagrionidae), *Forcepsioneura*, *Protoneura*, *Epipleoneura* (Protoneuridae), *Neuraeschna* (Aeshnidae), *Tibiogomphus*, *Phyllocycla*, *Desmogomphus*, *Cacoides* e *Archeogomphus* (Gomphidae), também são registros novos de imaturos de Odonata para o Rio Grande do Sul. Desta forma, o presente estudo registra a nova ocorrência de 16 gêneros e uma família para o Estado.

O total de 27 gêneros de imaturos de Odonata verificados neste estudo, demonstra um resultado similar ao encontrado anteriormente para a região central do Estado (33 espécies oriundos de 24 gêneros com base em adultos; TEIXEIRA, 1971), porém maior quando comparado com a região metropolitana do mesmo Estado (29 espécies em 19 gêneros com base em adultos; COSTA, 1971). Portanto, para o Estado do Rio Grande do Sul encontram-se agora registrados 46 gêneros pertencentes a oito famílias considerando-se exemplares imaturos e adultos de Odonata.

As famílias que apresentaram maior riqueza de gêneros neste estudo (Coenagrionidae, Gomphidae e Libellulidae) também a apresentam em outros locais do Brasil (FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO Jr., 2002; FRANCO; TAKEDA, 2002; FERREIRA-PERUQUETTI; FONSECA-GUESSNER, 2003; ASSIS; CARVALHO; NESSIMIAN, 2004), sendo Libellulidae também citada como a família de Odonata com o maior número de espécies e melhor representada numericamente nas coleções mundiais (WESTFALL Jr., 1987; CARVALHO; CALIL, 2000).

## 2.6.2 Distribuição Ambiental

Quanto aos habitats dos imaturos, os indivíduos dos gêneros amostrados estiveram associados aos ambientes lênticos e lóticos de forma geral, de acordo com o que já se encontra documentado na literatura. *Acanthagrion*, *Ischnura*, *Lestes*, *Micrathyria*, *Orthemis* e *Tramea* estão sempre associados a ambientes lênticos (WESTFALL Jr., 1987; MERRITT;

CUMMINS, 1996; CARVALHO; NESSIMIAN, 1998; CARVALHO; CALIL, 2000; FRANCO; TAKEDA, 2002; FERREIRA-PERUQUETTI; FONSECA-GUESSNER, 2003; ASSIS; CARVALHO; NESSIMIAN, 2004; COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004); já os gêneros *Forcepsioneura* e *Protoneura*, previamente relatados como representantes de ambientes lóticos (WESTFALL Jr., 1987; MERRITT; CUMMINS, 1996), tiveram apenas representantes de ambientes lênticos neste estudo. Isso provavelmente se deve ao fato de que esses gêneros são associados a locais de pouca correnteza (COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004), o que facilitaria sua dispersão e posterior adaptação para águas paradas.

Nos ambientes lóticos, da mesma forma, a grande maioria dos gêneros ocorrentes neste estudo já era citado como fauna de ambientes de água corrente, como ocorre com *Argia*, *Brechmorhoga*, *Heteragrion*, *Mnesarete/Hetaerina*, *Oxystigma*, *Phyllocycla*, *Progomphus* e *Tibiogomphus* (SANTOS, 1970a, b, 1972a, b, 1981; WESTFALL Jr., 1987; MERRITT; CUMMINS, 1996; CARVALHO; NESSIMIAN, 1998; CARVALHO; CALIL, 2000; FERREIRA-PERUQUETTI; FONSECA-GUESSNER, 2003; ASSIS; CARVALHO; NESSIMIAN, 2004; COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004; PESSACQ; MUZÓN, 2004; JUEN; CABETTE; DE MARCO Jr., 2007). Porém, merece atenção o gênero *Cacoides*, que apenas havia sido citado anteriormente como habitante de águas lênticas (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998; CARVALHO; CALIL, 2000; COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004). Para *Cacoides* não se pode afirmar que há uma ampliação de informação acerca de seu hábitat de ocorrência, já que apenas um exemplar do gênero foi amostrado neste estudo, podendo ser uma ocorrência acidental. No Pantanal, o gênero *Cacoides* também foi encontrado associado à ambientes lóticos, embora, da mesma forma, tenha sido considerado raro, ocorrendo em apenas um dos sítios amostrados (JUEN; CABETTE; DE MARCO Jr., 2007). Fato similar ocorreu para *Archeogomphus*, citado como habitante de águas correntes (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998), embora posteriormente tenha sido citado como de hábitat provavelmente lêntico (COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004). O gênero *Desmogomphus* ocorreu apenas em ambientes lóticos, com uma abundância de 28 indivíduos. Segundo alguns autores, este gênero habita o fundo arenoso ou lamacento de águas lênticas (COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004), embora mais recentemente o gênero tenha tido registro de espécies habitando correntezas moderadas de riachos com fundos pedregosos (GARRISON; ELLENRIEDER; LOUTON, 2006).

Outro caso intrigante foi o do gênero classificado com dúvidas como *Microstigma* (Pseudostigmatidae) e que ocorreu com grande abundância (169 indivíduos) em ambientes



lóticos. As características das referidas larvas permitem o enquadramento na Família Pseudostigmatidae, gênero *Microstigma*, pela chave de identificação utilizada. Entretanto o referido gênero (e a própria família Pseudostigmatidae) é citado como habitante de fitotelmatas e ocorrendo na região norte do país (SANTOS, 1981; CARVALHO; CALIL, 2000; COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004; L. O. I. de Souza, comunic. pess.). Além disso, há escassa bibliografia contendo descrição de larvas, principalmente de famílias como a Pseudostigmatidae, exclusivamente neotropicais (SANTOS, 1981). Especialmente neste caso, a maioria das larvas das 11 espécies registradas dessa família para o Brasil permanece ainda desconhecida (CARVALHO; CALIL, 2000; COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004). Por tudo isso, a identidade das larvas permanece em aberto, pois poder ter ocorrido uma identificação incorreta. Outro aspecto interessante acerca deste gênero foi a forte correlação positiva com os parâmetros ambientais temperatura do ambiente e da água, demonstrados pelo teste de Mantel, caracterizando preferências ambientais bem específicas. Este gênero ocorreu preferencialmente em riachos de baixa e média ordem (1ª a 4ª ordem) e de melhor preservação ambiental (pontos 7, 8, 14, 15 e 16), podendo, portanto, ser considerado um bioindicador de boas condições ambientais.

*Epipleoneura* é um gênero cujos representantes têm preferências de hábitat ainda são desconhecidas para a literatura (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998; COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004), sendo que apenas Santos (1981) cita o gênero como habitante de águas correntes.

Dentre os gêneros que estiveram presentes em ambos os ambientes (lótico e lêntico), destacam-se *Anatya* e *Neuraeschna*, que na bibliografia até então eram comumente citados como de ambientes lênticos (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998; COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004), embora com alguns registros para rios e riachos para o gênero *Neuraeschna* (GARRISON; ELLENRIEDER; LOUTON, 2006). *Cyanallagma*, mencionado por Carvalho; Nessimian (1998) como gênero de hábitos desconhecidos, e por Costa; Souza; Oldrini (2004), como de habitats semilóticos, de pouca correnteza, neste estudo ocorreu com elevada abundância, principalmente em ambientes lênticos (373 indivíduos).

### 2.6.3 Distribuição Espacial

Durante este estudo verificou-se que os ambientes lóticos apresentaram maior riqueza que a encontrada nos ambientes lênticos. Corbet, 1995, da mesma forma, encontrou maior número de famílias de Odonata em riachos com correnteza moderada da zona tropical (FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO Jr., 2002), o mesmo observado por Baptista et al. (1998a) estudando macroinvertebrados de riachos do sudeste brasileiro, em que Odonata apresentou maior riqueza e abundância em substratos de folhiço de fundo de riachos, porém com baixo fluxo de água, dados corroborados por Assis; Carvalho; Nessimian (2004). Os riachos aqui estudados apresentaram maior heterogeneidade de habitats que os ambientes lênticos, principalmente em função da vegetação presente nestes locais, que pode garantir muitos dos recursos necessários para a manutenção das espécies de Odonata, especialmente os adultos, que irão colonizar novamente os ambientes aquáticos alterados na época de reprodução, e restabelecer a fauna nestes ambientes.

Nos ambientes lênticos a profundidade teve grande influência na distribuição das larvas. Os pontos de maior abundância e riqueza registrados nos ambientes lênticos durante a fase de pré-enchimento foram pontos que apresentaram maiores profundidades e dimensões. Esta característica favoreceu a existência de menores oscilações de médias de temperatura da água, tornando o ambiente mais estável para a fauna e contribuindo para um maior número de espécies (NERI; KOTZIAN; SIEGLOCH, 2005). Já o ponto 3, ponto que apresentou valores baixos relativos à odonofauna (57 indivíduos de seis gêneros), foi o maior dos charcos estudados, porém o de menor profundidade, o que tornou o ambiente instável, como se pode notar pelos valores dos dados abióticos que mostram maior variação nos valores de oxigenação e das temperaturas do ambiente e da água.

Os pontos 4 e 5 apresentaram poucos indivíduos de imaturos de Odonata durante o período estudado, possivelmente pelo fato de que se tratavam de ambientes com características de poças temporárias (charcos rasos), com pouca vegetação aquática e sem vegetação marginal (CORBET, 1980), muitas vezes esvaziados para a captura de peixes (NERI; KOTZIAN; SIEGLOCH, 2005).

No interior do reservatório (somente fase de pós-enchimento) destacou-se uma maior concentração da fauna no ponto 21, localizado nas margens do Rio Jacuizinho, principal tributário do Rio Jacuí, que é o mais afastado do local do enchimento e um dos menos expostos à influência dos pulsos de vazão do reservatório. No ponto 22, não houve registro de

nenhuma larva de Odonata, sendo que neste ponto foram verificadas as maiores oscilações nos valores de pH e de oxigênio dissolvido durante o período de amostragens. Conforme Nogueira et al. (2006), pontos localizados dentro dos reservatórios, onde predominam características lacustres (região mais próxima à barragem, com maior tempo de retenção da água), apresentam baixa riqueza. Estes autores também verificaram maiores valores de riqueza e diversidade de zoobentos em ambientes com prevalência de condições lóxicas (em reservatórios, locais de menor profundidade e tempo de retenção) em reservatórios nos estados de São Paulo e Paraná.

Para os ambientes lóxicos estudados, a ordem dos rios teve grande influência na distribuição dos imaturos. Os pontos com maior abundância e riqueza foram riachos de trechos médios (na fase de pré-enchimento, de 2ª ordem, com exceção do ponto 14, de 1ª ordem; e na fase de pós-enchimento, riachos de 3ª e 4ª ordem). Em sua maioria eram sombreados em pelo menos uma de suas margens pela vegetação ribeirinha. Já os pontos 6 e 17, que apresentaram os menores valores de abundância e riqueza tratam-se dos únicos pontos de 7ª ordem, localizados no próprio Rio Jacuí. Os resultados obtidos suportam algumas hipóteses da Teoria do Rio Contínuo, proposta por Vannote et al. (1980). Entre eles, a maior riqueza taxonômica verificada nos trechos médios dos rios e a diminuição do papel da vegetação ripária conforme o aumento das ordens dos riachos. Resultados similares foram encontrados por outros estudos realizados na Região Sudeste do Brasil, onde foram verificadas maiores riqueza e abundância em riachos de ordens intermediárias e trechos ritrais (BAPTISTA et al., 1998a, b, 2001a, b; MELO; FROEHLICH, 2001; BISPO, 2002), onde o aporte de folhiço da vegetação circundante é maior, inclusive para os Odonata especificamente (BAPTISTA et al. 1998a, b, 2001a).

Cabe salientar que os pontos 6 e 17 (7ª ordem) já eram fortemente influenciados pela variação no nível da água na fase de pré-enchimento (curso semi-regulado), causado pelo funcionamento da U.H.E. Itaúba, localizada à montante dos mesmos (NERI; KOTZIAN; SIEGLOCH, 2005). Tais flutuações podem influenciar os encontros predador-presa (NESSIMIAN, 1995), fator essencial para um grupo formado de predadores (NERI; KOTZIAN; SIEGLOCH, 2005; JÜEN; CABETTE; DE MARCO Jr., 2007). Resultados semelhantes foram encontrados estudando-se macroinvertebrados, os quais estiveram representados em menor número e riqueza em trechos potâmicos, onde a largura do rio aumenta em relação aos trechos superiores e a entrada de folhiço no rio é pequena devido à grande redução da cobertura florestal adjacente (BAPTISTA et al., 1998a, b).

#### 2.6.4 Alterações na distribuição ambiental e espacial

Nos ambientes lênticos a maior abundância da fauna de Odonata foi verificada na fase de pré-enchimento. Nessa fase, os pontos estudados caracterizaram-se por pequenos açudes ou charcos com vegetação marginal. A estabilidade do substrato - como presença de vegetação e textura do sedimento, relacionadas a sítios de oviposição e seleção de microhábitats pelas larvas - é o principal determinante na distribuição e abundância das larvas de Odonata (DE MARCO Jr.; LATINI; REIS, 1999; ASSIS; CARVALHO; NESSIMIAN, 2004), e a heterogeneidade espacial fornecida pela vegetação contribui para a abundância de invertebrados, atuando como suporte para guildas de possíveis presas, fornecendo refúgio contra predadores (WARD, 1989; DE MARCO Jr.; LATINI, 1998), podendo ser ainda determinantes na seleção de hábitats pelos adultos como locais para oviposição (STEYTLER; SAMWAYS, 1995; FRANCO; TAKEDA, 2002). Principalmente os pontos 1, 2 e 3 (fase pré-enchimento) apresentavam intensa vegetação marginal e aquática, o que aumenta a disponibilidade de recursos para as larvas. Portanto, apesar de os açudes apresentarem menores dimensões do que o reservatório formado na fase de pós-enchimento, eram ambientes mais estáveis quando comparados ao lago recém-formado pelo enchimento do reservatório, pobre em vegetação marginal.

Já na fase de pós-enchimento, o lago formado com o enchimento do reservatório tomou grandes proporções, havendo aumento da temperatura média, do pH e da acidez, e a diminuição da concentração média de oxigênio dissolvido, causados pelo aumento do tempo de retenção da água e pelo processo de decomposição da vegetação submersa (RODRIGUES, 2002). Além de ser um ambiente recém-criado e instável, em seu leito e margens passou a predominar um substrato de lama dura, que não é favorável para alguns Odonata mais especializados, como por exemplo, os Gonfídeos que são escavadores/fossadores (CORBET, 1980; CARVALHO; NESSIMIAN, 1998), e não favorece o surgimento de macrófitas.

O ponto 6 (7ª ordem, Rio Jacuí), localizado à jusante da barragem, que apresentou o menor valor de abundância e riqueza na fase de pré-enchimento, continuou apresentando os menores valores para esses descritores na fase pós-enchimento. Mudanças significativas na comunidade bentônica à jusante da barragem devem ser esperadas em resposta a mudanças no fluxo da água e suas conseqüências, como a disponibilidade alimentar. O barramento promove a deposição de partículas dentro do reservatório, modificando qualitativamente a matéria orgânica transportada à jusante (SANTOS; FERREIRA;

HENRY, 2006; DONNELLY, 1993). O ponto 6, como discutido acima, já era fortemente influenciado pela variação no nível da água na fase de pré-enchimento (curso semi-regulado), causado pelo funcionamento da U.H.E. Itaúba, localizada à montante (NERI; KOTZIAN; SIEGLOCH, 2005), e os resultados negativos sobre a fauna se intensificaram com o alagamento para a formação do reservatório da U.H.E. Dona Francisca.

Cabe enfatizar que a remoção da vegetação que ocorreu quando do enchimento do reservatório, facilitou a entrada de sedimentos e a homogeneização dos habitats, sendo que nesse local de amostragem não havia qualquer vegetação próxima às margens e pouco ou nenhum sombreamento. Também no ponto 6 foram registradas as maiores profundidades e velocidade da correnteza.

O aumento da riqueza de gêneros e da densidade de imaturos da odonatofauna em ambientes lóticos na fase de pós-enchimento pode ter sido causado pela modificação do habitat nas proximidades (enchimento do reservatório), que segundo Crowley; Johnson (1992) pode alterar a densidade dos predadores das larvas de Odonata, como peixes, e também o uso que eles fazem do ambiente que ocupam, conseqüentemente alterando as taxas de alimentação e desenvolvimento daquelas larvas (MORIN, 1984).

*Argia*, que só ocorreu em ambientes lóticos e mais na fase de pós-enchimento, esteve negativamente correlacionada à oxigenação da água e à velocidade da corrente. Trata-se de um gênero generalista, habitante tanto de águas límpidas quanto de águas com fundos lamacentos (ASSIS; CARVALHO; NESSIMIAN, 2004), associada às plantas aquáticas pelo seu hábito escalador (CARVALHO; NESSIMIAN, 1998) e de oviposição endofítica (WESTFALL Jr., 1987).

Cabe enfatizar que a menor riqueza e o baixo número de indivíduos coletados em ambientes lóticos na fase de pré-enchimento também poderiam ser explicados pelo fato de que é habitual para espécies que habitam latitudes temperadas quentes a frias ser univoltinas ou semi-voltinas (CORBET, 1980), tendo em vista que estes ambientes foram amostrados em apenas uma parte do ano.

Santos; Ferreira; Henry (2006) também verificaram no Complexo Canoas (Rio Paranapanema, SP/PR), onde a ordem Odonata foi um dos táxons mais freqüentes nos reservatórios, uma diminuição na riqueza de táxons entre as fases de pré e pós-enchimento em ambientes lênticos, enquanto nos ambientes lóticos, a riqueza aumentou na maioria dos pontos estudados, corroborando os dados do presente estudo. Porém, para aquele estudo, em termos de densidade da fauna, houve uma diminuição na fase de pós-enchimento para os

ambientes lênticos e lóticos, enquanto na U.H.E. Dona Francisca, foi verificado um incremento na abundância dos organismos nos ambientes lóticos na fase de pós-enchimento.

De maneira geral, a abundância e a riqueza estiveram positivamente relacionadas à oxigenação da água e à velocidade da corrente, e negativamente ao pH. O oxigênio, apesar de ser uma variável química importante, é geralmente de menor significância em águas correntes não-poluídas (KIKUCHI & UIEDA, 1998), como é o caso dos riachos aqui estudados, e a variação de pH, não representou um fator limitante para a fauna de macroinvertebrados bentônicos tanto no presente estudo quanto no estudo realizado por Santos; Ferreira; Henry (2006) nas fases de pré e pós-enchimento de dois reservatórios do Complexo Canoas no Rio Paranapanema (SP). Já para a variável velocidade da corrente, a correlação pode ser incerta, uma vez que esta variável, tomada na superfície dos corpos d'água, não reflete a velocidade da correnteza no fundo, onde habita a fauna estudada, além de se tratar de uma medida instantânea, portanto sua influência nos parâmetros da comunidade biótica, como densidade/abundância de organismos e riqueza pode ser discutível (BRANDIMARTE; ANAYA; SHIMIZU, 2005).

Baptista et al. (1998a) encontraram correlação significativa entre ordens dos riachos e a fauna de insetos aquáticos, onde esta revelou maior diferenciação entre trechos superiores e inferiores do rio, do que entre diferentes tipos de substratos em uma mesma ordem. No presente estudo, a análise de variância evidenciou apenas uma tendência para a diferença entre os tratamentos pré e pós-enchimento ( $p = 0,0435$ ), sem variação entre as ordens dos riachos ( $p = 0,6094$ ), e nem mesmo na interação entre estes dois fatores ( $p = 0,1832$ ), embora no presente estudo nenhuma comparação com tipos diferentes de substrato tenha sido realizada.

#### 2.6.5 Colonização do Reservatório

Analisando-se os gêneros presentes em apenas uma das fases de manejo da usina, e aqueles presentes em ambas as fases, porém com uma grande diferença no número de indivíduos entre elas, percebe-se que os gêneros que estiveram presentes apenas na fase de pré-enchimento e os que diminuíram sua abundância na fase de pós-enchimento são todos gêneros associados a ambientes lênticos, enquanto os gêneros que estiveram presentes apenas

na fase de pós-enchimento e aqueles que tiveram suas abundâncias aumentadas nesta fase estão ligados à ambientes lóticos.

No interior do reservatório, as alterações causadas no substrato, e, portanto, no hábitat, bem como o fluxo no trecho do rio que se tornou regulado após o represamento, representaram um estresse físico para a comunidade (LOEB, 1994). Além disso, a maior homogeneidade de trechos regulados implica em um menor número de nichos disponíveis, tornando as condições ambientais adequadas para relativamente poucas espécies (ARMITAGE, 1978; ARMITAGE; BLACKBURN, 1990), dependendo da colonização de novos indivíduos para que o sistema venha a se estabelecer e estabilizar. Já os ambientes lênticos, como anteriormente discutido, são lugares mais complexos e menos estressantes que promovem a sobrevivência, recuperação e persistência dos organismos nestes locais (RICE; GREENWOOD; JOYCE, 2001). A presença deste tipo de ambiente lêntico é de extrema importância aos reservatórios, por serem ambientes com maior heterogeneidade para a fauna, com maior provisão de recursos alimentares, sofrendo menor perturbação que o reservatório, atuando como um berçário de organismos, podendo assim auxiliar na manutenção da diversidade dos reservatórios (KUDO, 2007).

Após o enchimento do reservatório, pode se observar uma rápida colonização por poucos gêneros que conseguiram adaptarem-se às novas condições do lago recém-formado, evidenciado pela presença de *Perithemis* e *Cyanallagma* (pontos 18, 19 e 20), gêneros cujas famílias são caracterizadas por uma grande capacidade migratória, capazes de colonizar habitats recentes ou temporários (KALKMAN et al., 2008). A colonização efetivada dentro do reservatório também revelou que grande parte dos colonizadores são gêneros característicos de ambientes lênticos, enquanto que apenas um gênero de ambientes lóticos, o generalista *Perithemis*, ocupou o novo lago. *Perithemis*, na fase de pós-enchimento, esteve associado negativamente ao pH, e positivamente à temperatura da água. Isto mostra que a fauna dos ambientes lênticos do reservatório formado ainda não teve tempo necessário para colonizar este novo ambiente.

Resultados semelhantes foram verificados em outros reservatórios. Segundo estudos realizados com a ordem Odonata no reservatório de Tisza-Tó, na Hungria, a riqueza de espécies foi menor dentro do reservatório, enquanto os locais de maior diversidade dizem respeito a locais correspondentes a corpos d'água naturais que ficaram submersos após o enchimento do reservatório, seguidos pelos tributários do rio represado, mesmo após três décadas de estabelecimento do barramento (JAKAB et al., 2006). Tais dados corroboram com

o presente estudo, uma vez que o reservatório apresentou baixos valores de riqueza, enquanto os gêneros que se adaptaram às condições do novo lago foram principalmente aqueles encontrados em ambientes lênticos durante a fase de pré-enchimento, e os pontos de maior riqueza taxonômica corresponderam aos riachos tributários do rio Jacuí.

O aumento da riqueza de gêneros e da densidade de imaturos da odonatofauna verificados na fase de pós-enchimento, provavelmente favorecido por modificações favoráveis (mais recursos alimentares), também foi verificado em outros reservatórios. Por exemplo, no primeiro ano após o represamento do Rio Mogi-Guaçu (SP) foi observado um gradiente longitudinal crescente de impacto sobre a fauna de macroinvertebrados aquáticos, evidenciado por uma redução na densidade total e na riqueza das comunidades de invertebrados bentônicos (BRANDIMARTE; ANAYA; SHIMIZU, 1999). Todavia, a fauna à montante demonstrou uma rápida recuperação na densidade de organismos após a desestabilização causada pelo enchimento do reservatório (em cerca de três meses), registrando também um aumento da riqueza dos grupos taxonômicos (BRANDIMARTE; ANAYA; SHIMIZU, 1999). Porém, decorridos três anos da implantação do reservatório, poucas alterações foram verificadas sobre a composição taxonômica da comunidade bentônica (BRANDIMARTE; ANAYA; SHIMIZU, 2005).

Também em estudos realizados com zoobentos em reservatórios em cascata do Rio Paranapanema (SP/PR) e no reservatório de Americana (SP) foi constatado uma diminuição na abundância dos organismos no sentido montante-barragem (NOGUEIRA et al., 2006; PAMPLIN; ALMEIDA; ROCHA, 2006). No entanto, para os reservatórios do Rio Paranapanema, a recuperação ou manutenção da fauna envolveu apenas as áreas localizadas à montante da barragem, onde os maiores valores de riqueza e diversidade foram verificados em ambientes com prevalência de condições lóticicas (desembocadura de tributários e reservatórios de menos profundidade e tempo de retenção) (NOGUEIRA et al., 2006).

Não se pode esquecer que a distribuição dos imaturos de Odonata nos ambientes aquáticos está primeiramente relacionada aos adultos (ASSIS; CARVALHO; NESSIMIAN, 2004), sendo a sazonalidade reprodutiva dos adultos um fator importante sobre a estrutura de comunidade de larvas de Odonata (MORIN, 1984). Portanto o processo de colonização ainda estava ocorrendo na área de estudo, conforme os adultos de Odonata escolhiam seus sítios de oviposição a cada ciclo reprodutivo. Essas alterações diminuem a riqueza local porque homogeneizam os ambientes, que é o caso do lago do reservatório Dona Francisca, diminuindo a disponibilidade de recursos e criando ilhas de habitats que têm sua



recolonização dependente da distância de outros habitats ainda conservados (O'CONNOR, 1991; ZWICK, 1992; WARD, 1998).

Os efeitos da implantação da U.H.E. Dona Francisca sobre os estágios imaturos de Odonata foram demonstrados não diretamente, mas interativamente, uma vez que as diferenças entre as fases pré e pós-enchimento foram mais complexas e se mostraram dependentes da interação com os habitats, tanto para a composição quanto para a abundância da fauna.

No caso da U.H.E. Dona Francisca, por se tratar do último reservatório de uma série de cinco hidrelétricas em cascata sobre o Rio Jacuí, é de se esperar que as modificações ambientais ocorram de forma mais intensa ali, uma vez que esta hidrelétrica sofre todas as alterações ocorridas na bacia de drenagem, já que é localizada mais à jusante do rio dentre as cinco.

## 2.7 Referências Bibliográficas

ARMITAGE, P. D. Downstream changes in the composition, numbers and biomass of bottom fauna in the tess below Cow Green reservoir and in na unregulated tributary Maize Beck, in the first five years after impoundment. **Hydrobiologia**, v. 58, p. 145-156, 1978.

ARMITAGE, P. D. Stream regulation in Great Britain. In: WARD, J. V.; STANDFORD, J. A. (Eds.). **The Ecology of Regulated Rivers**. New York: Plenum Press., 1979. p. 165-181.

ARMITAGE, P. D.; BLACKBURN, J. H. Environmental stability and communities of Chironomidae (Diptera) in a regulated river. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 5, p. 319-328, 1990.

ASSIS, J. C. F.; CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 2, p. 273-282, 2004.

BALDUÍNO RAMBO, S. J. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**: ensaio de monografia natural. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1994. 471p.

BAPTISTA, D. F. et al. Distribuição de comunidades de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do sudeste brasileiro. In: NESSIMIAN, J. L.;

CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Series Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 5, p. 191-207, 1998a.

BAPTISTA, D. F. et al. O conceito da continuidade de rios é válido para rios de Mata Atlântica no sudeste do Brasil? In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Series Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 5, p. 209-222, 1998b.

BAPTISTA, D. F. et al. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 249-258, 2001a.

BAPTISTA, D. F. et al. Spatial and temporal organization of aquatic insects assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 295-304, 2001b.

BIDONE, F. R. A. (Coord.). **Relatório de Impacto Ambiental – UHE Dona Francisca**. Companhia Estadual de Energia Elétrica, Santa Maria. Não publicado. 1989. 64p.

BISPO, P. C. **Estudo das comunidades de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) em Riachos do Parque Estadual Intervales, Serra de Parapiacaba, Sul do Estado de São Paulo**. 2002. XII+120 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BRANDIMARTE, A. L.; ANAYA, M.; SHIMIZU, G. Y. Comunidades de Invertebrados Bentônicos nas Fases de Pré-e-Pós Enchimento em reservatórios: Um estudo de caso no reservatório de aproveitamento múltiplo do Rio Mogi-Guaçu (SP). In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais**. Botucatu, SP: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. cap. 13, p. 377-407.

BRANDIMARTE, A. L.; ANAYA, M.; SHIMIZU, G. Y. Downstream impact of Mogi-Guaçu River damming on the benthic invertebrates (São Paulo State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 17, n. 1, p. 27-36, 2005.

CAMARGO, J. A.; VOELZ, N. J. Biotic and abiotic changes along the recovery gradient of two impounded rivers with different impoundment use. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 50, p. 143-158, 1998.

CARVALHO, A. L. Notas sobre a odonofauna de restinga, em Maricá, Rio de Janeiro (Insecta, odonata). **Revista Brasileira de Biologia**, Curitiba, v. 51, n. 1, p. 197-200, 1991.

CARVALHO, A. L. Insetos Odonatas. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (Eds.). **Invertebrados de Água Doce**. Vol. IV. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX (JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. M.) (Orgs.). São Paulo, SP: FAPESP, 1999a. cap. 22, p. 151-155.

CARVALHO, A. L. Odonata. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. (Eds.). **Invertebrados Terrestres**. Vol. V. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX (JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. M.) (Orgs.). São Paulo, SP: FAPESP, 1999b. cap. 8, p. 74-79.

CARVALHO, A. L.; CALIL, E. R. Chaves de identificação para as famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. **Papéis avulsos de Zoologia**, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 41, n. 15, p. 223-241, 2000.

CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Odonata do estado do Rio de Janeiro, Brasil: Hábitats e Hábitos das larvas. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Series Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 5, p. 3-28, 1998.

CEEE. **UHE Dona Francisca – Plano Básico Ambiental**. Porto Alegre. Não publicado, v.1, 1992. 178p.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 001/86 de 23 de setembro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, DF, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 23 mai. 2007.

CORBET, P. S. Biology of Odonata. **Annual Review of Entomology**, v. 25, p. 189-217, 1980.

CORBET, P. S. **A biology of dragonflies**. Faringdon: Classey Publishers, 1983. XVI+47p.

CORBET, P. S. **Dragonflies: Behavior and ecology of Odonata**. Colchester: Harley Books, 1999. XXXII+829 pp.

COSTA, J. M. Contribuição ao conhecimento da fauna Odonatológica do Município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 5/6, p. 193-194, 1971.

COSTA, J. M. et al. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no estado de São Paulo, Brasil: Parte I – Lista das espécies e registros bibliográficos. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 80, p. 1-27, 2000.

COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no estado do Espírito Santo, Brasil. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 107, p. 3-15, 2005.

COSTA, J. M.; SANTOS, T. C. dos. Odonata da Marambaia (Ilha e Restinga), Rio de Janeiro, Brasil. Resultado das expedições do Museu Nacional pelo convênio entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e a Marinha do Brasil, com a descrição da larva de *Heteragrion consors* Hagen in Selys, 1862 (Zygoptera: Megapodagrionidae). **Contribuições Avulsas sobre a História Natural do Brasil**, Série Zoologia, Rio de Janeiro, v. 5, p. 1-7, 1999.

COSTA, J. M.; SOUZA, L. O. I.; OLDRINI, B. B. Chaves para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos (Insecta, Odonata). **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 99, p. 3-42, 2004.

CROWLEY, P. H.; JOHNSON, D. M. Variability and stability of a dragonfly assemblage. **Oecologia**, v. 90, p. 260-269, 1992.

DE MARCO Jr., P.; LATINI, A. O. Estruturas de guildas e riqueza de espécies em uma comunidade de larvas de Anisoptera (Odonata). In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. Series Oecologia Brasiliensis, v. 5, p. 101-111, 1998.

DE MARCO Jr., P.; LATINI, A. O. REIS, A. P. Environmental determination of dragonfly assemblage in aquaculture ponds. **Aquaculture Research**, v. 30, p. 357-364, 1999.

DONNELLY, T. W. Impoundment on rivers: sediment regime and its effect on benthos. **Aquatic Conservation**, v. 3, n. 4, p. 331-342, 1993.

DORNFELD, C. B. et al. Oligochaeta in eutrophic reservoir: the case of Salto Grande reservoir and their main affluent (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 18, n. 2, p. 189-197, 2006.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C.; LONGUI, S. J. Composição e estrutura da mata secundária no vale do rio Jacuí, RS. **Ciência & Natura**, v. 4, p. 129-139, 1982.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 1998. 601p.

FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; DE MARCO Jr., P. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 2, p. 317-327, 2002.

FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; FONSECA-GUESSNER, A. A. Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 2, p. 219-224, 2003.

FRANCO, G. M. de S.; TAKEDA, A. M. Spatial and temporal variation of Odonata larvae associated with macrophytes in two floodplain lakes from the upper Paraná River, Brazil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 345-351, 2002.

GARCIA DE JALÓN, D.; SANCHEZ, P.; CAMARGO, J. A. Downstreams effects of a new hydropower impoundment on macrophyte, macroinvertebrate and fish communities. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 9, p. 253-261, 1994.

GARRISON, R. W.; ELLENRIEDER, N. V.; LOUTON, J. A. **Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Anisoptera**. Baltimore: Johns Hopkins University, 2006. 368 p.

JAKAB, T. et al. Dragonfly assemblages of a shallow lake type reservoir (Tisza-Tó, Hungary) and its surroundings. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, v. 48, n. 3, p. 161-171, 2002.

JUEN, L.; CABETTE, H. S. R.; DE MARCO Jr., P. Odonate assemblage structure in relation to basin and aquatic habitat structure in Pantanal wetlands. **Hydrobiologia**, v. 579, p. 125-134, 2007.

JÚLIO Jr., H. F.; BONECKER, C. C.; AGOSTINHO, A. A. Reservatório de Segredo e sua inserção na bacia do Rio Iguaçu. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. 387p.

KALKMAN, V. J. et al. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 351-363, 2008.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J. L.;

CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Series Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 5, p. 157-173, 1998.

KLEIN, R. M. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia**, v. 32, p. 5-54, 1984.

KUDO, F. A. **Distribuição espacial longitudinal das associações zoobentônicas no reservatório de Rosana (Rio Paranapanema, SP/PR) e nas lagoas marginais associadas, e análise toxicológica da água e do sedimento**. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – A/C: Zoologia, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

KUDO, F. A.; JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G. Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e Reservatórios – Estudos de caso e Perspectivas. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). **Ecologia de Reservatórios**. Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. São Carlos, SP: RiMa Ed., 2006. cap. 16, p. 379-416.

KUHLMANN, M. L.; TRUZZI, A. C.; JOHNSCHER-FORNASARO, G. The benthos community of the Billings Reservoir (São Paulo, Brazil) and its use in environmental quality assessment. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie**, v. 26, p. 2083-2087, 1998.

KUHLMANN, M. L.; WATANABE, H. M. Avaliação da Comunidade Bentônica nos sedimentos dos Reservatórios do Rio Tietê. In: MOZETO, A.; JARDIM, W. F.; UMBUZEIRO, G. A. (Eds.). **Bases Técnico-Científicas para o Desenvolvimento de Critérios de Qualidade de Sedimentos**: Experimentos de Campo e Laboratório. São Carlos, SP: UFSCar, 2001. p. 41-46.

LENCIONI, F. A. A. **Damselfies of Brazil**. An illustrated identification guide. II – Coenagrionidae. São Paulo: Allprint Ed., 2006. 419 p.

LOEB, S. L. An ecological context for biological monitoring. In: LOEB, S. L.; SPACIE, A. (Eds.). **Biological monitoring of aquatic ecosystems**. Boca Raton: Lewis, 1994.

LONGUI, S. J.; DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. A vegetação da mata ribeirinha no curso médio do rio Jacuí, RS. **Ciência e Natura**, v. 4, p. 151-161, 1982.

LOYOLA, R. G. N.; TREUERSCH, M. Benthic macroinvertebrates in tributaries of the Itaipu Reservoir, Parana State, Brasil. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie**, v. 26, p. 2088-2092, 1998.

- MACHADO, A. B. M. Insetos. In: MACHADO, A. B. M.; MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S.; LINS, L. V. (Eds.). **Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. p. 495-497.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New South Wales: Croom Helm, 1988. 179p.
- MANLY, B. F. J. **Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology**. 2nd ed. New Zealand: University of Otago, 2004. 330p.
- MARCHIORI, J. N. C.; LONGUI, S. J.; DURLO, M. A. A vegetação de capoeira na região do curso médio do rio Jacuí, RS. **Ciência & Natura**, v. 4, p. 141-150, 1982.
- MARCUZZO, S.; PAGEL, S. M.; CHIAPPETTI, M. I. S. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul: situação atual, ações e perspectivas**. São Paulo, Consórcio da Mata Atlântica e Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Caderno 11, 1998. 60p.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de Zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. (Ed.) **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais**. Botucatu, SP: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. cap. 2, p. 41-54.
- MELO, A. S.; FROEHLICH, C. G. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblage structure between 2 seasons. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 20, n. 1, p. 1-16, 2001.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3rd ed. Iowa: Kendall/Hunt, 1996. 862p.
- MORIN, P. J. Odonate guild composition: experiments with colonization history and fish predation. **Ecology**, v. 65, p. 1866-1873, 1984.
- MÜLLER, A. C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo, SP: Makron Books, 1995. 412 p.
- MUNN, M. D.; BRUSVEN, M. A. Benthic macroinvertebrate communities in nonregulated waters of the Clearwater river, Idaho, U.S.A. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 6, p. 1-11, 1991.

MUZÓN, J.; ELLENRIEDER, N. V. Odonata. In: MORRONE, J. J.; COSCARÓN, S. (Eds.). **Biodiversidad de artrópodos argentinos**. Una perspectiva biotaxonomica. La Plata: Sur, 1998. cap. 2, p. 14-25.

NERI, D. B.; KOTZIAN, C. B.; SIEGLOCH, A. E. Composição de Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS, Brasil: fase de pré-enchimento. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 95, n. 4, p. 421-429, 2005.

NESSIMIAN, J. L. Abundância e biomassa de macroinvertebrados bentônicos em um brejo de dunas no litoral do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 661-683, 1995.

NICHOLS, S. et al. Ecological effects of serial impoundment on the Cotter River, Australia. **Hydrobiologia**, v. 572, p. 255-273, 2006.

NOGUEIRA, M. G. et al. Reservatórios em cascata e os efeitos na Limnologia e organização das Comunidades Bióticas (Fitoplâncton, Zooplâncton e Zoobentos) – Um estudo de caso no Rio Paranapanema (SP/PR). In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). **Ecologia de Reservatórios**. Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. 2ed. São Carlos, SP: RiMa Ed, 2006. cap. 4, p. 83-125.

O'CONNOR, N. A. The effects of habitat complexity on the macroinvertebrates colonising wood substrates in a lowland stream. **Oecologia**, Berlin, v. 85, p. 505-512, 1991.

OGBEIBU, A. E.; ORIBHABOR, B. J. Ecological impact of river impoundment using benthic macro-invertebrates as indicators. **Water Research**, v. 36, p. 2427-2436, 2002.

PAMPLIN, P. A. Z. **Estudo comparativo da estrutura da comunidade bentônica de duas represas com diferenças no grau de eutrofização**. 2004. 113 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

PAMPLIN, P. A. Z.; ALMEIDA, T. C. M.; ROCHA, O. Composition and distribution of benthic macroinvertebrates in Americana reservoir (SP, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 2, p. 121-132, 2006.

PEREIRA, P. R. B.; GARCIA NETTO, L. R.; BORIN, C. J. A. Contribuição à geografia física do município de Santa Maria: unidades de paisagem. **Geografia – Ensino e Pesquisa**, v. 3, p. 37-68, 1989.



PESSACQ, P.; MUZÓN, J. Description of the Final Stadium Larva of *Hetaerina rosea* Selys (Zygoptera: Calopterygidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 39, n. 3, p. 239-242, 2004.

PILLAR, V. P. Multivariate exploratory analysis and randomization testing with MULTIV. **Coenoses**, Gorizias, v. 12, p. 145-148, 1997.

PILLAR, V. P. The bootstrapped ordination re-examined. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 10, p. 895-902, 1999a.

PILLAR, V. P. How sharp are classification? **Ecology**, Durham, v. 80, n. 8, p. 2508-2516, 1999b.

PILLAR, V. P.; ORLOCI, L. On the randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 7, p. 585-592, 1996.

QUADROS, F. L. F. de; PILLAR, V. de P. Transições floresta – campo no Rio Grande do Sul. Fitogeografia do Sul da América. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 109-118, 2002.

RICE, S. P.; GREENWOOD, M. T.; JOYCE, C. B. Tributaries, sediment sources and the longitudinal organization of macroinvertebrate fauna along river systems. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences**, v. 58, p. 824-840, 2001.

RODRIGUES-CAPÍTULO, A. Contribucion al conocimiento de los Anisoptera de La Republica Argentina. I. Descripcion de los estádios preimarginales de *Aeshna bonariensis* Rambur (Insecta Odonata). **Limnobiós**, La Plata, v. 2, n. 1, p. 1-21, 1980.

RODRIGUES, L. M. **Alterações espaciais e temporais de características limnológicas resultantes da transformação rio-reservatório na área do reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Francisca, RS, Brasil**. 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SAMWAYS, M. J.; STEYTLER, N. S. Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscape, and recommendations for riparian management. **Biological Conservation**, Pietermaritzburg, v. 78, p. 279-288, 1996.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara. 74 - Descrição da ninfa de *Hetaerina auri-pennis* (Burmeister, 1839) Selys, 1853 e notas sobre o

imago (Odonata: Agrionidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3/4, p. 115-117, 1970a.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara e arredores. 77 - Descrição de *Hetaerina hebe* Selys, 1853 e notas sobre o imago (Odonata: Agrionidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3/4, p. 89-90, 1970b.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara. 78 – Descrição da ninfa de *Hetaerina brightwelli* (Kirby, 1823) Selys, 1953 (Odonata: Agrionidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 75-76, 1972a.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara. 79 – Descrição da ninfa de *Lestes pictus* Selys, 1862 (Odonata: Lestidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 77-78, 1972b.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Rio de Janeiro e arredores. 81 – Descrição da ninfa de *Triacanthagyna caribbea* Williamson, 1923 (Odonata: Aeshnidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2/3, p. 53-54, 1973.

SANTOS, N. D. Odonata. In: HURLBERT, S. H.; RODRIGUEZ, G.; SANTOS, N. D. (Eds.). **Aquatic biota of Tropical South America**, part 1 (Arthropoda). San Diego: San Diego State University, 1981. p. 64-85.

SANTOS, T. C.; COSTA, J. M. Description of the last instar larva of *Brechmorhoga travassosi* Santos and comparison with other *Brechmorhoga* species (Anisoptera: Libellulidae). **Odonatologica**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 425-428, 1999.

SANTOS, C. M.; FERREIRA, R. A. R.; HENRY, R. Alterações na organização da Comunidade Bentônica no Complexo Canoas (Rio Paranapanema-SP) durante as fases de pré e pós-enchimento. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). **Ecologia de Reservatórios**. Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. 2ed. São Carlos, SP: RiMa Ed, 2006. cap. 7, p. 183-204.

SIMÕES, R. I. **Comunidade de Moluscos Bentônicos na área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca, Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil**: Fase de Pré- e Pós-enchimento do reservatório. 2002. 206 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOUZA, L. O. I.; COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. Odonata. In: **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. FROEHLICH, C. G. (Org.). 2007. Disponível em: <[http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia\\_online](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online)>. Acesso em: 15 abr. 2008.

SOUZA, L. O. I.; COSTA, J. M.; SANTOS, T. C. Redescrição da larva de *Tramea calverti* Muttkowski, 1910, com chave para identificação das larvas conhecidas do gênero (Odonata: Libellulidae). **Boletim do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 409, p. 1-7, 1999.

SPIES, M. R. **Estudo da comunidade de larvas de Trichoptera KIRKY, 1813 (Insecta) no curso médio do Rio Jacuí e alguns tributários, RS: Brasil**. 2005. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto.

STENERT, C.; MALTCHIK, L. Influence of area, altitude and hydroperiod on macroinvertebrate communities in southern Brazil wetlands. **Marine and Freshwater Research**, v. 58, p. 993-1001, 2007.

STENERT, C.; SANTOS, E. M.; MALTCHIK, L. Levantamento da diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas do Rio Grande do Sul. **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 26, n. 2, p. 225-240, 2004.

STEYTLER, N. S.; SAMWAYS, M. J. Biotope selection by adult male dragonflies (Odonata) at an artificial lake created for insect conservation in South Africa. **Biological Conservation**, v. 72, p. 381-386, 1995.

STRAHLER, H. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysical Union Transactions**, v. 33, p. 913 – 920, 1957.

STRIXINO, G.; STRIXINO, S. T. Macroinvertebrados do fundo da represa do Lobo (Estado de São Paulo – Brasil). I. Distribuição e abundância de Chironomidae e Chaoboridae (Diptera). **Journal of Tropical Ecology**, Varanas, v. 21, n. 1, p. 16-23, 1980.

STRIXINO, G.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Macrobentos da represa do Monjolinho (São Carlos – SP). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 42, n. 1, p. 165-170, 1982.

TEIXEIRA, R. M. C. Contribuição para o conhecimento da fauna Odonatológica do Rio Grande do Sul. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 54, p. 17-24, 1971.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como Sistemas Complexos: Teoria, Aplicações e Perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de Reservatórios**: Estrutura, Função e Aspectos Sociais. Botucatu, SP: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. cap. 1, p. 1-38.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: Enfrentando a Escassez. São Carlos, SP: RiMa Ed., 2005. 248 p.

TUNDISI, J. G. Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e Reservatórios – Estudos de caso e Perspectivas. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). **Ecologia de Reservatórios**. Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. 2ed. São Carlos, SP: RiMa Ed, 2006. cap. 1, p. 1-21.

VANOTTE, R. L. et al. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences**, v. 37, p. 130-137, 1980.

VOELZ, N. J.; WARD, J. V. Biotic responses along the recovery gradient of a regulated stream. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences**, v. 48, p. 2477-2499, 1991.

WARD, J. V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. **Journal of North American Benthological Society**, v. 8, p. 2-8, 1989.

WARD, J. V. Riverine landscapes: biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. **Biological Conservation**, London, v. 83, n. 3, p. 269-278, 1998.

WESTFALL Jr., M. J. Order Odonata. In: STEHR, F. W. **Immature Insects**. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing, vol. 1, 1987. cap. 10, p. 95-117.

ZWICK, P. Stream habitat fragmentation – a threat to biodiversity. **Biodiversity Conservation**, Dordrecht, v. 1, p. 80-97, 1992.

### 3 CONCLUSÃO

- Os efeitos da implantação da U.H.E. Dona Francisca sobre os estágios larvais de Odonata foram demonstrados não diretamente, mas de forma mais complexa, sendo o tratamento (pré e pós-enchimento) dependente da interação com os habitats, tanto para a composição de gêneros quanto para a abundância da fauna.

- Os ambientes lênticos apresentaram uma maior abundância da fauna quando comparados aos ambientes lóticos, principalmente na fase de pré-enchimento do reservatório, sendo os pontos de maior abundância e riqueza aqueles com maiores profundidades e dimensões e com presença de vegetação marginal e aquática, fato que os tornam ambientes mais estáveis e heterogêneos comparando-se ao ambiente recém-formado pelo reservatório. Na fase de pós-enchimento, a abundância e riqueza diminuíram nestes ambientes em decorrência das alterações causadas pelo enchimento do reservatório, tais como aumento da temperatura média, pH e acidez, e diminuição da concentração média de oxigênio dissolvido, causadas pelo aumento do tempo de retenção da água e pelo processo de decomposição da vegetação submersa. Os pontos no interior do reservatório que se apresentaram melhor colonizados foram pontos com prevalência de condições lóticas, a exemplo da desembocadura dos tributários do Rio Jacuí, locais que sofrem menor influência dos pulsos de vazão causados pelo funcionamento do reservatório. Pontos com características lacustres (predominância de condições lênticas) apresentaram baixa riqueza.

- Os ambientes lóticos apresentaram uma maior riqueza de gêneros comparados aos ambientes lênticos, devido à heterogeneidade de habitats presente nestes ambientes e pela presença de vegetação autóctone e alóctone. As maiores riquezas foram encontradas especialmente nos riachos de trechos médios (4ª ordem), corroborando algumas hipóteses da Teoria do Rio Contínuo proposta por Vanotte et al. em 1980. Trata-se de riachos de pequeno porte com grande aporte de folhicho proveniente da vegetação ciliar. Trechos potâmicos (7ª ordem) apresentaram os menores valores relativos à fauna, devido à menor entrada de folhicho, causada pela redução da vegetação adjacente. Estes pontos estavam situados no canal principal do Rio Jacuí, um deles à jusante do barramento, ambos sofrendo a influência da variação no nível da água na fase de pré-enchimento (curso semi-regulado), causado pelo funcionamento da U.H.E. Itaúba, localizada à montante dos mesmos. Os resultados negativos sobre a fauna nesses pontos se intensificaram com o alagamento para a formação do

reservatório da U.H.E. Dona Francisca. Pelo exposto, pode-se afirmar que a formação do lago teve um impacto negativo sobre a fauna do ponto situado à jusante da barragem.

- As diferenças verificadas entre as diferentes fases de manejo da usina permitem concluir, de modo geral, que a abundância foi muito maior na fase de pré-enchimento, sendo reduzida praticamente à metade na fase de pós-enchimento, enquanto a riqueza se manteve semelhante entre as duas fases.

- Apesar de o reservatório ser semilótico, este foi colonizado principalmente por espécies típicas de ambientes lênticos, corroborando a situação semilótica do rio. Esses gêneros colonizadores são de reconhecida capacidade migratória presentes em sua maioria nos ambientes lênticos estudados na fase de pré-enchimento. Apenas um gênero característico de ambientes lóticos foi registrado no interior do reservatório, o generalista *Perithemis*.

- A abundância e a riqueza dentro do reservatório não são grandes evidenciando que houve um desequilíbrio na ocorrência e abundância de Odonatas, devido às alterações ocorridas em função da construção do barramento.

- A presença de ambientes lênticos adjacentes é de extrema importância aos reservatórios, por serem ambientes com maior estabilidade para a fauna, com maior provisão de recursos alimentares, sofrendo menor perturbação que o reservatório, podendo auxiliar na manutenção da diversidade dos reservatórios.

- Nos ambientes lóticos tanto a abundância de indivíduos quanto a riqueza de gêneros aumentou na fase de pós-enchimento. A desestabilização dos predadores das larvas de Odonata que costuma ocorrer de algumas alterações nos habitats, decorrentes do barramento, podem ter acarretado o aumento da riqueza de gêneros e da densidade de imaturos da odonofauna em ambientes lóticos na fase de pós-enchimento. Porém, os baixos valores apresentados antes do enchimento do reservatório, também podem ser decorrentes do fato de que espécies de regiões subtropicais apresentam ciclos univoltinos ou semi-voltinos em seu desenvolvimento. Ou seja, o curto período amostrado na fase de pré-enchimento pode ter introduzido algum tendenciamento.

- Os dados do presente estudo corroboram estudos anteriores realizados em barramentos construídos em vários locais do mundo, em que se observa um gradiente longitudinal crescente de impacto no sentido montante-barragem. A riqueza da fauna é menor no interior do reservatório, destacando-se uma maior riqueza em locais onde havia corpos de água naturais que ficaram submersos, e emersos (lóticos), após o enchimento. A redução da riqueza é uma condição esperada em trechos regulados, onde apenas à montante da barragem

se observam com o passar do tempo alguma recuperação da fauna, com aumentos na abundância de organismos e riqueza taxonômica.

- A composição taxonômica da odonatofauna aquática de ambientes lênticos e lóticos no curso médio do Rio Jacuí, apresentou considerável riqueza genérica, sendo encontrados 27 gêneros distribuídos em oito famílias; destes, 16 gêneros e uma família representam novos registros para o Rio Grande do Sul.

- Sugere-se para estudos futuros de monitoramento da área de influência da U.H.E. Dona Francisca, bem como em estudos relacionados aos efeitos da construção de reservatórios, que se considerem aspectos como a diversidade biológica e a heterogeneidade do rio que dá origem ao reservatório, bem como a existência de ambientes adjacentes/berçários, que possam atuar como fonte de colonização; e, ainda, ter um planejamento do futuro ecossistema à jusante, local que mais sofre as consequências do rio represado. Ainda deve-se levar em consideração, além da variabilidade longitudinal, a ordem dos tributários no estudo de reservatórios, na análise da diversidade das comunidades bióticas.

## 4 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. F. S.; SANTOS, L. U. O uso de predadores no controle biológico de Mosquitos, com destaque aos *Aedes*. In: UNICAMP. 2004. Disponível em: <[http://www.ib.unicamp.br/profs/eco\\_aplicada/artigos\\_tecnicos\\_pesquisadores.htm](http://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/artigos_tecnicos_pesquisadores.htm)>. Acesso em: 02 jun. 2007.
- ARMITAGE, P. D. Downstream changes in the composition, numbers and biomass of bottom fauna in the tess below Cow Green reservoir and in a unregulated tributary Maize Beck, in the first five years after impoundment. **Hydrobiologia**, v. 58, p. 145-156, 1978.
- ARMITAGE, P. D. Stream regulation in Great Britain. In: WARD, J. V.; STANDFORD, J. A. (Eds.). **The Ecology of Regulated Rivers**. New York: Plenum Press., 1979. p. 165-181.
- ARMITAGE, P. D.; BLACKBURN, J. H. Environmental stability and communities of Chironomidae (Diptera) in a regulated river. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 5, p. 319-328, 1990.
- ASSIS, J. C. F.; CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 2, p. 273-282, 2004.
- AYRES-PERES, L.; SOKOLOWICZ, C. C.; SANTOS, S. Diversity and abundance of the benthic macrofauna in lotic environments from the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 3, p. 1-11, 2006.
- BALDUÍNO RAMBO, S. J. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**: ensaio de monografia natural. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1994. 471p.
- BAPTISTA, D. F. et al. Distribuição de comunidades de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do sudeste brasileiro. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Series Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 5, p. 191-207, 1998a.
- BAPTISTA, D. F. et al. O conceito da continuidade de rios é válido para rios de Mata Atlântica no sudeste do Brasil? In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Series Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 5, p. 209-222, 1998b.



BAPTISTA, D. F. et al. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 249-258, 2001a.

BAPTISTA, D. F. et al. Spatial and temporal organization of aquatic insects assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 295-304, 2001b.

BIDONE, F. R. A. (Coord.). **Relatório de Impacto Ambiental – UHE Dona Francisca**. Companhia Estadual de Energia Elétrica, Santa Maria. Não publicado. 1989. 64p.

BISPO, P. C. **Estudo das comunidades de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) em Riachos do Parque Estadual Intervales, Serra de Parapiacaba, Sul do Estado de São Paulo**. 2002. XII+120 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BOND, J. G. et al. Diversity, abundance, and disturbance response of Odonata associated with breeding sites of *Anopheles pseudopunctipennis* (Diptera: Culicidae) in Southern Mexico. **Environmental Entomology**, v. 35, n. 6, p. 1561-1568, 2006.

BRANDIMARTE, A. L.; ANAYA, M.; SHIMIZU, G. Y. Comunidades de Invertebrados Bentônicos nas Fases de Pré-e-Pós Enchimento em reservatórios: Um estudo de caso no reservatório de aproveitamento múltiplo do Rio Mogi-Guaçu (SP). In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais**. Botucatu, SP: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. cap. 13, p. 377-407.

BRANDIMARTE, A. L.; ANAYA, M.; SHIMIZU, G. Y. Downstream impact of Mogi-Guaçu River damming on the benthic invertebrates (São Paulo State, Brazil). **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 17, n. 1, p. 27-36, 2005.

BUCKUP, L. et al. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 294-301, 2007.

BUENO, A. P.; BOND-BUCKUP; FERREIRA, B. D. P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 115-125, 2003.

CAMARGO, J. A.; VOELZ, N. J. Biotic and abiotic changes along the recovery gradient of two impounded rivers with different impoundment use. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 50, p. 143-158, 1998.

CARVALHO, A. L. Notas sobre a odonatofauna de restinga, em Maricá, Rio de Janeiro (Insecta, odonata). **Revista Brasileira de Biologia**, Curitiba, v. 51, n. 1, p. 197-200, 1991.

CARVALHO, A. L. Aspectos da biologia de *Coryphaeschna perrensi* (McLachlan, 1887) (Odonata, Aeshnidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 36, n. 4, p. 791-802, 1992.

CARVALHO, A. L. Insetos Odonatas. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (Eds.). **Invertebrados de Água Doce**. Vol. IV. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX (JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. M.) (Orgs.). São Paulo, SP: FAPESP, 1999a. cap. 22, p. 151-155.

CARVALHO, A. L. Odonata. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. (Eds.). **Invertebrados Terrestres**. Vol. V. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX (JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. M.) (Orgs.). São Paulo, SP: FAPESP, 1999b. cap. 8, p. 74-79.

CARVALHO, A. L.; CALIL, E. R. Chaves de identificação para as famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. **Papéis avulsos de Zoologia**, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 41, n. 15, p. 223-241, 2000.

CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Odonata do estado do Rio de Janeiro, Brasil: Hábitats e Hábitos das larvas. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Series Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 5, p. 3-28, 1998.

CEEE. **UHE Dona Francisca – Plano Básico Ambiental**. Porto Alegre. Não publicado, v.1, 1992. 178p.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 001/86 de 23 de setembro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, DF, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 23 mai. 2007.

CORBET, P. S. Biology of Odonata. **Annual Review of Entomology**, v. 25, p. 189-217, 1980.

CORBET, P. S. **A biology of dragonflies**. Faringdon: Classey Publishers, 1983. XVI+47p.

CORBET, P. S. Supreession of the yellow fever mosquito by augmentative release of dragonfly larvae (Odonata, Libellulidae). **Selysia**, Essex, v. 20, n. 1, p. 3, 1991a.

CORBET, P. S. Further comments on supreession of the yellow fever mosquito by argumentative release of dragonfly larvae. **Selysia**, Essex, v. 20, n. 2, p. 7, 1991b.

CORBET, P. S. **Dragonflies: Behavior and ecology of Odonata**. Colchester: Harley Books, 1999. XXXII+829 pp.

COSTA, J. M. Contribuição ao conhecimento da fauna Odonatológica do Município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 5/6, p. 193-194, 1971.

COSTA, J. M. et al. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no estado de São Paulo, Brasil: Parte I – Lista das espécies e registros bibliográficos. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 80, p. 1-27, 2000.

COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no estado do Espírito Santo, Brasil. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 107, p. 3-15, 2005.

COSTA, J. M.; SANTOS, T. C. dos. Odonata da Marambaia (Ilha e Restinga), Rio de Janeiro, Brasil. Resultado das expedições do Museu Nacional pelo convênio entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e a Marinha do Brasil, com a descrição da larva de *Heteragrion consors* Hagen in Selys, 1862 (Zygoptera: Megapodagrionidae). **Contribuições Avulsas sobre a História Natural do Brasil**, Ser. Zool., Rio de Janeiro, v. 5, p. 1-7, 1999.

COSTA, J. M.; SOUZA, L. O. I.; OLDRINI, B. B. Chaves para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos (Insecta, Odonata). **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 99, p. 3-42, 2004.

CROWLEY, P. H.; JOHNSON, D. M. Variability and stability of a dragonfly assemblage. **Oecologia**, v. 90, p. 260-269, 1992.

DAVIES, R. G. **Outlines of Entomology**. 7th ed. London, New York: Chapman and Hall, 1988. 408 p.

- DELGADO, C.; ALCÁNTARA, F.; COUTURIER, G. Densidad de larvas de odonatos (Insecta) en un estanque de piscicultura en Iquitos. **Revista Peruana de Entomología**, v. 37, p. 101-102, 1994.
- DE MARCO Jr., P.; LATINI, A. O. Estruturas de guildas e riqueza de espécies em uma comunidade de larvas de Anisoptera (Odonata). In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. Series Oecologia Brasiliensis, v. 5, p. 101-111, 1998.
- DE MARCO Jr., P.; LATINI, A. O. REIS, A. P. Environmental determination of dragonfly assemblage in aquaculture ponds. **Aquaculture Research**, v. 30, p. 357-364, 1999.
- DE MARCO Jr., P.; VIANNA, D. M. Distribuição do esforço de coleta de Odonata no Brasil – subsídios para escolha de áreas prioritárias para levantamentos faunísticos. **Lundiana**, v. 6 (supplement), p. 13-26, 2005.
- DONNELLY, T. W. Impoudment on rivers: sediment regime and its effect on benthos. **Aquatic Conservation**, v. 3, n. 4, p. 331-342, 1993.
- DORNFELD, C. B. et al. Oligochaeta in eutrophic reservoir: the case of Salto Grande reservoir and their main affluent (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 18, n. 2, p. 189-197, 2006.
- DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C.; LONGUI, S. J. Composição e estrutura da mata secundária no vale do rio Jacuí, RS. **Ciência & Natura**, v. 4, p. 129-139, 1982.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 1998. 601p.
- FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; DE MARCO Jr., P. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 2, p. 317-327, 2002.
- FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; FONSECA-GUESSNER, A. A. Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 2, p. 219-224, 2003.
- FRANCO, G. M. de S.; TAKEDA, A. M. Spatial and temporal variation of Odonata larvae associated with macrophytes in two floodplain lakes from the upper Paraná River, Brazil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 345-351, 2002.

GARCIA DE JALÓN, D.; SANCHEZ, P.; CAMARGO, J. A. Downstreams effects of a new hydropower impoundment on macrophyte, macroinvertebrate and fish communities. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 9, p. 253-261, 1994.

GARRISON, R. W.; ELLENRIEDER, N. V.; LOUTON, J. A. **Dragonfly genera of the New World**: an illustrated and annotated key to the Anisoptera. Baltimore: Johns Hopkins University, 2006. 368 p.

HEPP, L. U.; SANTOS, S. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. **Environmental Monitoring Assessment**, DOI 10.1007/s10661-008-0536-7, 2008.

HERSHEY, A. E.; LAMBERTI, G. A. Stream Macroinvertebrates Communities. p. 169-199. In: NAIMAN, R. J.; BILBY, R. E. (Eds.). **River Ecology and Management**. Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion. New York: Springer Publishing, 1998. 705 p.

HYNES, H. B. N. **The Ecology of Running Waters**. 3rd ed. University of Toronto Press, 1970. 555p.

JAKAB, T. et al. Dragonfly assemblages of a shallow lake type reservoir (Tisza-Tó, Hungary) and its surroundings. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, v. 48, n. 3, p. 161-171, 2002.

JUEN, L.; CABETTE, H. S. R.; DE MARCO Jr., P. Odonate assemblage structure in relation to basin and aquatic habitat structure in Pantanal wetlands. **Hydrobiologia**, v. 579, p. 125-134, 2007.

JÚLIO Jr., H. F.; BONECKER, C. C.; AGOSTINHO, A. A. Reservatório de Segredo e sua inserção na bacia do Rio Iguaçu. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES. **Reservatório de Segredo**: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997. 387p.

KALKMAN, V. J. et al. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 351-363, 2008.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Eds.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Series Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 5, p. 157-173, 1998.

KLEIN, R. M. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. *Sellowia*, v. 32, p. 5-54, 1984.

KUDO, F. A. **Distribuição espacial longitudinal das associações zoobentônicas no reservatório de Rosana (Rio Paranapanema, SP/PR) e nas lagoas marginais associadas, e análise toxicológica da água e do sedimento.** 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – A/C: Zoologia, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

KUDO, F. A.; JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G. Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e Reservatórios – Estudos de caso e Perspectivas. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). **Ecologia de Reservatórios.** Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. São Carlos, SP: RiMa Ed., 2006. cap. 16, p. 379-416.

KUHLMANN, M. L.; TRUZZI, A. C.; JOHNSCHER-FORNASARO, G. The benthos community of the Billings Reservoir (São Paulo, Brazil) and its use in environmental quality assessment. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie**, v. 26, p. 2083-2087, 1998.

KUHLMANN, M. L.; WATANABE, H. M. Avaliação da Comunidade Bentônica nos sedimentos dos Reservatórios do Rio Tietê. In: MOZETO, A.; JARDIM, W. F.; UMBUZEIRO, G. A. (Eds.). **Bases Técnico-Científicas para o Desenvolvimento de Critérios de Qualidade de Sedimentos:** Experimentos de Campo e Laboratório. São Carlos, SP: UFSCar, 2001. p. 41-46.

LENCIONI, F. A. A. **Damselies of Brazil.** An illustrated identification guide. II – Coenagrionidae. São Paulo: Allprint Ed., 2006. 419 p.

LOEB, S. L. An ecological context for biological monitoring. In: LOEB, S. L.; SPACIE, A. (Eds.). **Biological monitoring of aquatic ecosystems.** Boca Raton: Lewis, 1994.

LONGUI, S. J.; DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. A vegetação da mata ribeirinha no curso médio do rio Jacuí, RS. **Ciência e Natura**, v. 4, p. 151-161, 1982.

LOYOLA, R. G. N.; TREUERSCH, M. Benthic macroinvertebrates in tributaries of the Itaipu Reservoir, Parana State, Brasil. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie**, v. 26, p. 2088-2092, 1998.

MACHADO, A. B. M. Insetos. In: MACHADO, A. B. M.; MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S.; LINS, L. V. (Eds.). **Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. p. 495-497.

MACHADO, C. P.; CANEVALE, A. B.; FARIA, C. D. Levantamento da Fauna Entomológica. Plano de Manejo do PNE/GO-MS-MT. In: **IBAMA/GO**. 2007. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/go/download.php?id\\_download=52](http://www.ibama.gov.br/go/download.php?id_download=52)>. Acesso em: 02 jun. 2007.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New South Wales: Croom Helm, 1988. 179p.

MANLY, B. F. J. **Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology**. 2nd ed. New Zealand: University of Otago, 2004. 330p.

MARCHANT, R. Changes in the benthic invertebrate communities of the Thomson river, southeastern Australia, after dam construction. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 4, p. 71-89, 1989.

MARCHIORI, J. N. C.; LONGUI, S. J.; DURLO, M. A. A vegetação de capoeira na região do curso médio do rio Jacuí, RS. **Ciência & Natura**, v. 4, p. 141-150, 1982.

MARCUZZO, S.; PAGEL, S. M.; CHIAPPETTI, M. I. S. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul**: situação atual, ações e perspectivas. São Paulo, Consórcio da Mata Atlântica e Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Caderno 11, 1998. 60p.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de Zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. (Ed.) **Ecologia de Reservatórios**: Estrutura, Função e Aspectos Sociais. Botucatu, SP: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. cap. 2, p. 41-54.

MELO, A. S.; FROEHLICH, C. G. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblage structure between 2 seasons. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 20, n. 1, p. 1-16, 2001.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3rd ed. Iowa: Kendall/Hunt, 1996. 862p.

MORIN, P. J. Odonate guild composition: experiments with colonization history and fish predation. **Ecology**, v. 65, p. 1866-1873, 1984.

- MÜLLER, A. C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo, SP: Makron Books, 1995. 412 p.
- MUNN, M. D.; BRUSVEN, M. A. Benthic macroinvertebrate communities in nonregulated waters of the Clearwater river, Idaho, U.S.A. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 6, p. 1-11, 1991.
- MUZÓN, J.; ELLENRIEDER, N. V. Odonata. In: MORRONE, J. J.; COSCARÓN, S. (Eds.). **Biodiversidad de artrópodos argentinos**. Una perspectiva biotaxonomica. La Plata: Sur, 1998. cap. 2, p. 14-25.
- NERI, D. B.; KOTZIAN, C. B.; SIEGLOCH, A. E. Composição de Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS, Brasil: fase de pré-enchimento. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 95, n. 4, p. 421-429, 2005.
- NESSIMIAN, J. L. Abundância e biomassa de macroinvertebrados bentônicos em um brejo de dunas no litoral do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 661-683, 1995.
- NICHOLS, S. et al. Ecological effects of serial impoundment on the Cotter River, Australia. **Hydrobiologia**, v. 572, p. 255-273, 2006.
- NOGUEIRA, M. G. et al. Reservatórios em cascata e os efeitos na Limnologia e organização das Comunidades Bióticas (Fitoplâncton, Zooplâncton e Zoobentos) – Um estudo de caso no Rio Paranapanema (SP/PR). In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). **Ecologia de Reservatórios**. Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. 2ed. São Carlos, SP: RiMa Ed, 2006. cap. 4, p. 83-125.
- O'CONNOR, N. A. The effects of habitat complexity on the macroinvertebrates colonising wood substrates in a lowland stream. **Oecologia**, Berlin, v. 85, p. 505-512, 1991.
- OGBEIBU, A. E.; ORIBHABOR, B. J. Ecological impact of river impoundment using benthic macro-invertebrates as indicators. **Water Research**, v. 36, p. 2427-2436, 2002.
- PAMPLIN, P. A. Z. **Estudo comparativo da estrutura da comunidade bentônica de duas represas com diferenças no grau de eutrofização**. 2004. 113 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.



PAMPLIN, P. A. Z.; ALMEIDA, T. C. M.; ROCHA, O. Composition and distribution of benthic macroinvertebrates in Americana reservoir (SP, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 2, p. 121-132, 2006.

PEREIRA, P. R. B.; GARCIA NETTO, L. R.; BORIN, C. J. A. Contribuição à geografia física do município de Santa Maria: unidades de paisagem. **Geografia – Ensino e Pesquisa**, v. 3, p. 37-68, 1989.

PESSACQ, P.; MUZÓN, J. Description of the Final Stadium Larva of *Hetaerina rosea* Selys (Zygoptera: Calopterygidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 39, n. 3, p. 239-242, 2004.

PILLAR, V. P. Multivariate exploratory analysis and randomization testing with MULTIV. **Coenoses**, Gorizias, v. 12, p. 145-148, 1997.

PILLAR, V. P. The bootstrapped ordination re-examined. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 10, p. 895-902, 1999a.

PILLAR, V. P. How sharp are classification? **Ecology**, Durham, v. 80, n. 8, p. 2508-2516, 1999b.

PILLAR, V. P.; ORLOCI, L. On the randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 7, p. 585-592, 1996.

QUADROS, F. L. F. de; PILLAR, V. de P. Transições floresta – campo no Rio Grande do Sul. Fitogeografia do Sul da América. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 109-118, 2002.

QUIROZ-MARTINEZ, H. et al. Predatory capacity and prey selectivity of the dragonfly *Pantala hymaenaea*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 21, n. 3, p. 328-330, 2005.

RICE, S. P.; GREENWOOD, M. T.; JOYCE, C. B. Tributaries, sediment sources and the longitudinal organization of macroinvertebrate fauna along river systems. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences**, v. 58, p. 824-840, 2001.

ROCHA, O. **Biodiversidade em Água Doce**: versão preliminar – Avaliação do estado do conhecimento da Diversidade Biológica do Brasil (primeiro relatório). Campinas: NEPAM/UNICAMP, 1997. 70p.

RODRIGUES-CAPÍTULO, A. Contribucion al conocimiento de los Anisoptera de La Republica Argentina. I. Descripcion de los estádios premarginales de *Aeshna bonariensis* Rambur (Insecta Odonata). **Limnobiós**, La Plata, v. 2, n. 1, p. 1-21, 1980.

RODRIGUES, L. M. **Alterações espaciais e temporais de caracterpísticas limnológicas resultantes da transformação rio-reservatório na área do reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Francisca, RS, Brasil.** 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SAMWAYS, M. J.; STEYTLER, N. S. Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscape, and recommendations for riparian management. **Biological Conservation**, Pietermaritzburg, v. 78, p. 279-288, 1996.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara. 74 - Descrição da ninfa de *Hetaerina auri-pennis* (Burmeister, 1839) Selys, 1853 e notas sobre o imago (Odonata: Agrionidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3/4, p. 115-117, 1970a.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara e arredores. 77 - Descrição de *Hetaerina hebe* Selys, 1853 e notas sobre o imago (Odonata: Agrionidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3/4, p. 89-90, 1970b.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara. 78 – Descrição da ninfa de *Hetaerina brightwelli* (Kirby, 1823) Selys, 1953 (Odonata: Agrionidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 75-76, 1972a.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara. 79 – Descrição da ninfa de *Lestes pictus* Selys, 1862 (Odonata: Lestidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 77-78, 1972b.

SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Rio de Janeiro e arredores. 81 – Descrição da ninfa de *Triacanthagyna caribbea* Williamson, 1923 (Odonata: Aeshnidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2/3, p. 53-54, 1973.

SANTOS, N. D. Odonata. In: HURLBERT, S. H.; RODRIGUEZ, G.; SANTOS, N. D. (Eds.). **Aquatic biota of Tropical South America**, part 1 (Arthropoda). San Diego: San Diego State University, 1981. p. 64-85.

SANTOS, E. M. et al. Estabilidade de macroinvertebrados em uma lagoa associada a uma planície de inundação do rio dos Sinos (RS-Brasil). **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 25, n. 2, p. 205-219, 2003.

SANTOS, T. C.; COSTA, J. M. Description of the last instar larva of *Brechmorhoga travassosi* Santos and comparison with other *Brechmorhoga* species (Anisoptera: Libellulidae). **Odonatologica**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 425-428, 1999.

SANTOS, N. D.; COSTA, J. M.; PUJOL-LUZ, J. R. Nota sobre ocorrência de Odonatos em tanques de piscicultura e o problema da predação de alevinos pelas larvas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 2, p. 771-780, 1988.

SANTOS, C. M.; FERREIRA, R. A. R.; HENRY, R. Alterações na organização da Comunidade Bentônica no Complexo Canoas (Rio Paranapanema-SP) durante as fases de pré e pós-enchimento. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). **Ecologia de Reservatórios**. Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. 2ed. São Carlos, SP: RiMa Ed, 2006. cap. 7, p. 183-204.

SEBASTIAN, A. et al. Suppression of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) using augmentative release of dragonfly larvae (Odonata: Libellulidae) with community participation in Yangon, Myanmar. **Bulletin of Entomological Research**, v. 80, p. 223-232, 1990.

SIEGLOCH, A. E. **Comunidades de ninfas de Ephemeroptera Haeckel, 1896 (Insecta), do curso médio do Rio Jacuí e Afluentes, Rio Grande do Sul, Brasil**. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto.

SIMÕES, R. I. **Comunidade de Moluscos Bentônicos na área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca, Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil**: Fase de Pré- e Pós-enchimento do reservatório. 2002. 206 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; FARIA, A. C. E. A. de. Influência da disponibilidade de presas, do contraste visual e do tamanho das larvas de *Pantala* sp. (Odonata, Insecta) sobre a predação de *Simocephalus serrulatus* (Cladocera, Crustacea). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 357-362, 2001.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; REIDEI, A. Predação de pós-larvas de curimba (*Prochilodus lineatus*, Valenciennes, 1836) por larvas de Odonata (*Pantala*, Fabricius, 1798) em diferentes tamanhos. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 95-100, 2003.

SOUZA, L. O. I.; COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. Odonata. In: **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. FROEHLICH, C. G. (Org.). 2007. Disponível em: <[http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia\\_online](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online)>. Acesso em: 15 abr. 2008.

SOUZA, L. O. I.; COSTA, J. M.; SANTOS, T. C. Redescrição da larva de *Tramea calverti* Muttkowski, 1910, com chave para identificação das larvas conhecidas do gênero (Odonata: Libellulidae). **Boletim do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 409, p. 1-7, 1999.  
SPIES, M. R. **Estudo da comunidade de larvas de Trichoptera KIRKY, 1813 (Insecta) no curso médio do Rio Jacuí e alguns tributários, RS: Brasil**. 2005. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto.

SPIES, M. R.; FROEHLICH, C. G.; KOTZIAN, C. B. Composition and diversity of Trichoptera (Insecta) larvae communities in the middle section of the Jacuí river and some tributaries, State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 96, n. 4, p. 389-398, 2006.

STEINBLUMS, I. J.; FROEHLICH, H. A.; LYONS, J. K. Designing stable buffer strips for stream protection. **Journal of Forestry**, v. 82, n. 1, p. 49-52, 1984.

STENERT, C. et al. Diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas na bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 24, p. 157-172, 2002.

STENERT, C. et al. Macroinvertebrados aquáticos. In: MALTCHIK, L. (Org.). **Biodiversidade e conservação de áreas úmidas da bacia do rio dos Sinos**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2003. cap. IV, p. 59-74.

STENERT, C.; MALTCHIK, L. Influence of area, altitude and hydroperiod on macroinvertebrate communities in southern Brazil wetlands. **Marine and Freshwater Research**, v. 58, p. 993-1001, 2007.

STENERT, C.; SANTOS, E. M.; MALTCHIK, L. Levantamento da diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas do Rio Grande do Sul. **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 26, n. 2, p. 225-240, 2004.

STEYTLER, N. S.; SAMWAYS, M. J. Biotope selection by adult male dragonflies (Odonata) at an artificial lake created for insect conservation in South Africa. **Biological Conservation**, v. 72, p. 381-386, 1995.

STRAHLER, H. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysical Union Transactions**, v. 33, p. 913 – 920, 1957.

STRIXINO, G.; STRIXINO, S. T. Macroinvertebrados do fundo da represa do Lobo (Estado de São Paulo – Brasil). I. Distribuição e abundância de Chironomidae e Chaoboridae (Diptera). **Journal of Tropical Ecology**, Varanas, v. 21, n. 1, p. 16-23, 1980.

STRIXINO, G.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Macrobentos da represa do Monjolinho (São Carlos – SP). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 42, n. 1, p. 165-170, 1982.

TEIXEIRA, R. M. C. Contribuição para o conhecimento da fauna Odonatológica do Rio Grande do Sul. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 54, p. 17-24, 1971.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como Sistemas Complexos: Teoria, Aplicações e Perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais**. Botucatu, SP: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. cap. 1, p. 1-38.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos, SP: RiMa Ed., 2005. 248 p.

TUNDISI, J. G. Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e Reservatórios – Estudos de caso e Perspectivas. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). **Ecologia de Reservatórios. Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata**. 2ed. São Carlos, SP: RiMa Ed, 2006. cap. 1, p. 1-21.

VANOTTE, R. L. et al. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences**, v. 37, p. 130-137, 1980.

VOELZ, N. J.; WARD, J. V. Biotic responses along the recovery gradient of a regulated stream. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences**, 48, p. 2477-2499, 1991.

WARD, J. V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. **Journal of North American Benthological Society**, v. 8, p. 2-8, 1989.

WARD, J. V. Riverine landscapes: biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. **Biological Conservation**, London, v. 83, n. 3, p. 269-278, 1998.

WESTFALL Jr., M. J. Order Odonata. In: STEHR, F. W. **Immature Insects**. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing, vol. 1, 1987. cap. 10, p. 95-117.

ZWICK, P. Stream habitat fragmentation – a threat to biodiversity. **Biodiversity Conservation**, Dordrecht, v. 1, p. 80-97, 1992.