



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

FLÁVIA BERNARDO CHAGAS

**BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA DOS
RIOS LEÃOZINHO E LIGEIRINHO, ERECHIM, RS:
ABORDAGEM INTEGRADA ATRAVÉS DE PARÂMETROS BIOLÓGICOS,
FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

**ERECHIM
2015**

FLÁVIA BERNARDO CHAGAS

**BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA NOS
RIOS LEÃOZINHO E LIGEIRINHO, ERECHIM, RS:
ABORDAGEM INTEGRADA ATRAVÉS DE PARÂMETROS BIOLÓGICOS,
FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental sob a orientação da Prof^a Dra. Marília Teresinha Hartmann e da Prof^a Dra. Gean Delise Leal Pasquali Vargas

ERECHIM
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

Rodovia ERS 135, km 72, nº 200
CEP: 99700-970
Caixa Postal 764

Erechim - RS
Brasil

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Chagas, Flávia Bernardo
BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA NOS RIOS
LEÃOZINHO E LIGEIRINHO, ERECHIM, RS: ABORDAGEM
INTEGRADA ATRAVÉS DE PARÂMETROS BIOLÓGICOS,
FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS / Flávia Bernardo
Chagas. -- 2015.
86 f.:il.

Orientadora: Marília Teresinha Hartmann.
Co-orientadora: Gean Delise Leal Pasquali Vargas.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia Ambiental (PPGTA) , Erechim, RS , 2015.

1. Biomonitoramento. 2. Qualidade da água. 3.
Parâmetros físico-químicos. 4. Parâmetros
microbiológicos. 5. Macroinvertebrados bentônicos. I.
Hartmann, Marília Teresinha, orient. II. Vargas, Gean
Delise Leal Pasquali, co-orient. III. Universidade
Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FLÁVIA BERNARDO CHAGAS

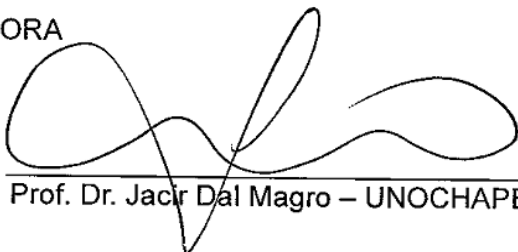
**BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA NOS
RIOS LEÃOZINHO E LIGEIRINHO, ERECHIM, RS:
ABORDAGEM INTEGRADA ATRAVÉS DE PARÂMETROS BIOLÓGICOS,
FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS. Para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, defendido em banca examinadora em 26/11/2015.

Orientadoras: Prof^a Dra. Marília Teresinha Hartmann e Prof^a Dra. Gean Delise Leal Pasquali Vargas

Aprovado em: 26/11/2015

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jacir Dal Magro – UNOCHAPECÓ



Prof. Dr. Paulo Afonso Hartmann – UFFS

Erechim/RS, novembro de 2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e pela oportunidade de estudar;

A minha família, especialmente meus pais Albertina Bernardo Chagas e Gilmar Luis da S. Chagas, minha mana Carla Bernardo Chagas, pelo apoio e amor incondicional;

Ao meu avô Raul José Bernardo (*in memoriam*) por acreditar em mim e despertar o amor pela natureza;

Ao meu amor Sidnei Kossmann pelo auxílio nas coletas (mesmo que em finais de semana), pelo carinho, companheirismo e constante incentivo;

A Universidade Federal da Fronteira Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental;

As minhas orientadoras professoras Dra. Marília Teresinha Hartmann e Dra. Gean Delise Leal Pasquali Vargas pela paciência, dedicação e ensinamentos durante todas as etapas de desenvolvimento e execução da pesquisa, agradeço muitíssimo!

A professora Dra. Helen Treichel pela amizade, disponibilidade e empenho, especialmente nas análises estatísticas;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, pelos ensinamentos;

A colega Francele Michele Santin e a sua mãe pelo auxílio nas coletas e análises laboratoriais;

Aos alunos de graduação em Engenharia Ambiental, Camila Fatima Rutkoski, Danieli Brandler, Gregori Betiatio Bieniek e Luana Tortelli, pelo auxílio e parceria nas coletas, identificação e análises laboratoriais, obrigada de coração!

Aos colegas da Coordenação Adjunta de Laboratórios de Erechim pelo apoio, compreensão e ensinamentos;

Ao colega de trabalho Guilherme Romero pela elaboração do mapa;

A aluna Jéssica Mulinari pela correção dos resumos em inglês;

As amigas Ângela Camila Grando Deffaci, Juliana Wrublewski e Naiara Miotto pelos momentos de compreensão e desabafo;

A banca pelas contribuições para melhoria deste trabalho;

A todos citados e os eventualmente não citados que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa, MUITO OBRIGADA!

RESUMO

Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em decorrência de impactos ambientais resultantes de atividades antrópicas. Nesse sentido, a preservação dos corpos d'água é uma alternativa de garantir a sustentabilidade dos recursos naturais. Os estudos sobre os ecossistemas límnicos são importantes na elaboração de ações de preservação da biodiversidade aquática e manutenção da integridade ecológica destes corpos hídricos. O presente estudo objetivou avaliar a qualidade da água dos Rios Leãozinho e Ligeirinho, utilizados para o abastecimento público. A avaliação realizada nos rios por biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos demonstram água de boa qualidade na maioria dos resultados, enquadrando-se nas Classes 1 ou 2 da resolução nº 357/05 do CONAMA. A análise através do índice biológico BMWP' mostrou que as bacias hidrográficas dos Rios Leãozinho e Ligeirinho apresentam redução na qualidade hídrica, sofrendo com impactos como a retirada da mata ciliar, prática da agropecuária em suas margens e aporte de dejetos urbanos e de animais. A avaliação pelo protocolo proposto por Callisto *et al.* (2002) permitiu relacionar ambientes alterados com a maior abundância do grupo trófico coletor-catador, principalmente em trechos com ausência de mata ciliar. Os resultados dos índices de estrutura da comunidade bentônica mostraram diminuição na qualidade ambiental dos rios, dada à representatividade de famílias dominantes e tolerantes a poluição moderada. Os grupos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera foram representativos nos trechos dos Rios Leãozinho e Ligeirinho, estando relacionados a ambientes com correnteza e substrato rochoso. O monitoramento biológico da água é fator imprescindível para determinação da qualidade e do tratamento a ser dispensado visando um manejo mais eficiente, recuperação dos ambientes degradados e preservação dos locais menos alterados. Sugere-se a inserção de estudos sobre as características geológicas e climáticas, visando à construção de parâmetros de avaliação regional. Tais ações são necessárias para que possa ser garantida a qualidade ambiental e a qualidade da água destas bacias hidrográficas, evitando problemas de saúde pública para a população e possibilitando a manutenção da biota aquática.

Palavras-chave: Ecossistemas aquáticos, Macroinvertebrados bentônicos, Abastecimento público, Rios Leãozinho e Ligeirinho.

ABSTRACT

Aquatic ecosystems have been altered as a result of environmental impacts caused by human activities. In this sense, the preservation of water bodies is an alternative to ensure the sustainability of natural resources. Studies on the limnic ecosystems are important in the development of actions to preserve aquatic biodiversity and maintain the ecological integrity of these water bodies. This study aimed to evaluate the water quality of the Leãozinho and Ligeirinho Rivers, used for public supply. The works that make up this thesis are divided into two chapters. The evaluation carried out in the rivers by biomonitoring with benthic macroinvertebrates, physicochemical and microbiological parameters showed good quality water in most of the results, fitting in Classes 1 or 2 of Resolution number 357/05 of CONAMA. The analysis made through the organic index BMWP' showed that the Leãozinho and Ligeirinho Rivers basins have reduced water quality, suffering from impacts such as the removal of riparian vegetation, agriculture practice on its banks and contribution of urban and animal waste. The evaluation by the protocol proposed by Callisto et al. (2002) allowed to relate disturbed habitats with the greatest abundance of the trophic group gatherers-collector, especially on stretches with no riparian vegetation. The results of the structure index of the benthic community showed decrement in the environmental quality of streams, given the representativeness of dominant and tolerant families to moderate pollution. The Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera groups were representative in the stretches of Leãozinho and Ligeirinho Rivers, being related to environments with stream and bedrock. Biological monitoring of water is an essential factor to determine the quality and the treatment to be done aiming a more efficient management, recovery of degraded environments and preservation of the least changed locations. The insertion of geological and climate studies are suggested, aiming the building of regional evaluation parameters. Such actions are necessary in order to guarantee the environmental quality and the water quality of these watersheds, preventing public health problems and enabling the maintenance of the aquatic biota.

Key words: Aquatic ecosystems, Benthic macroinvertebrates, Water quality, Leãozinho and Ligeirinho Rivers

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Localização dos pontos de coleta nos Rios Leãozinho e Ligeirinho, (Erechim, Rio Grande do Sul).29

Figura 2. Valores de abundância e riqueza de táxons de macroinvertebrados coletados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.....34

Figura 3. Avaliação da qualidade da água pelo índice BMWP' nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.35

Figura 4. Variação mensal de coliformes fecais mensurados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.36

CAPÍTULO II

Figura 5. Porcentagem de grupos funcionais tróficos observados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho, segundo classificação de Merritt & Cummins (1996) e Cummins *et al.* (2005), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.62

Figura 6. Grupos taxonômicos de macroinvertebrados mais representativos nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.63

Figura 7. Representação gráfica (valores de mediana, 25%-75% de intervalo de confiança e os limites de confiança) dos índices de estrutura das comunidades de macroinvertebrados: (a) Índice de Shannon, (b) Índice de equitabilidade, (c) Dominância Berger-Parker e (d) Riqueza nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.65

Figura 8. Dendograma de Similaridade, baseado na distância relativa Euclidiana, da abundância e riqueza de macroinvertebrados bentônicos registrados nos pontos de coleta nos Rios Leãozinho (LEA 1 – ponto de coleta 1; LEA 2 – ponto de coleta 2; LEA 3 – ponto de coleta 3 e LEA 4 – ponto de coleta 4) e Ligeirinho (LIG 1 – ponto de coleta 1; LIG 2 – ponto de coleta 2; LIG 3 – ponto de coleta 3 e LIG 4 – ponto de coleta 4) nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.66

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Macroinvertebrados bentônicos coletados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.....32

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos mensurados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.....35

CAPÍTULO II

Tabela 3. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.....56

Tabela 4. Pontuação e classificação dos trechos avaliados, nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho pela aplicação do protocolo de diversidade de habitats para trechos de bacias hidrográficas adaptado de Callisto *et al.* (2002) (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015. ...59

Tabela 5. Macroinvertebrados bentônicos coletados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.....60

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO I - BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE RIOS UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO NO SUL DO BRASIL.....	23
CAPÍTULO II - CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA FUNCIONAL DAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM TRECHOS DE RIOS DO SUL DO BRASIL	52
CONCLUSÕES	79
TRABALHOS FUTUROS	80
ANEXOS	81

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em decorrência de impactos ambientais resultantes de atividades antrópicas (CALLISTO & MORENO, 2004). Os efeitos combinados da urbanização e das demais atividades antropogênicas associadas ao rápido crescimento populacional das últimas décadas demandam uma quantidade cada vez maior de água (THORNE & WILLIAMS, 1997; RAMPAZZO, 2003; POMPEU *et al.*, 2005). A água doce é um recurso limitado, correspondente a 1% de toda a água do planeta, portanto, a preocupação com a escassez, a recuperação da qualidade e o desenvolvimento de tecnologias para o gerenciamento dos recursos hídricos, pela realização de programas ambientais tornam-se imprescindíveis (MILESI *et al.*, 2006).

Segundo Gorski (2010) as cidades contemporâneas são palco de problemas sociais, econômicos e ambientais, principalmente nos países em desenvolvimento, onde as disparidades sociais e a carência de recursos financeiros e técnicos para equacionar as questões de infraestrutura urbana e de gestão ambiental são mais acentuadas. Ao lado da poluição ambiental, a escassez de água potável decorre do aumento irracional e desenfreado da população mundial, sem que as políticas de ordenamento territorial e de meio ambiente atendam adequadamente a essas novas demandas (VIEGAS, 2008). A poluição tem afetado as características físicas, químicas e biológicas da água, do solo e do ar que podem afetar a saúde, sobrevivência e o comportamento das comunidades (CALADO, 2011).

No território brasileiro se localizam as mais extensas bacias hidrográficas do planeta. No entanto, muitas delas estão distantes dos principais centros populacionais e industriais do país. Conseqüentemente, a produção de água de boa qualidade, dentro de padrões mundiais de potabilidade, torna-se cada vez mais onerosa, induzindo-se a priorização do abastecimento para consumo humano (MANCUSO & SANTOS, 2003). As principais fontes de degradação dos recursos de água doce do Brasil são esgotos domésticos e industriais, que são lançados nos corpos de águas continentais quase na totalidade sem nenhuma forma de tratamento, tendo-se como resultado a degradação ecológica e sanitária dos rios (ESTEVES, 2011).

O estado do Rio Grande do Sul é um dos estados onde existe água em abundância, mas a qualidade das águas dos rios vem sofrendo constante degradação devido às técnicas inadequadas de uso do solo, lançamento de efluentes sem tratamento adequado e falta de conservação da mata ciliar (ASTOLFI, 2011).

Neste sentido, a agricultura é apontada como a principal responsável pelos distúrbios nos ecossistemas hídricos. Entre os principais impactos associados a essa atividade destacam-se o desmatamento, a consequente erosão dos solos e a contaminação das águas por resíduos de fertilizantes e pesticidas (ONGLEY, 1997; ZARDO *et al.*, 2013). A contaminação por agrotóxicos nestes ecossistemas pode resultar em alterações fisiológicas e até levar à morte determinadas populações, desestruturando as comunidades (CALADO, 2011).

As florestas ripárias e os mosaicos de vegetação nas bacias hidrográficas são um dos componentes fundamentais dos ciclos hidrogeoquímicos e do ciclo hidrológico (REIS, 2012). A remoção destas florestas tem impactos consideráveis na qualidade da água e nos serviços ambientais dos ecossistemas aquáticos (TUCCI & MENDES, 2006). A quantidade e as espécies que compõem esse ecossistema podem afetar diretamente as características dos canais dos rios. O acúmulo de restos de vegetação oriundos da mata ciliar pode influenciar na distribuição do sedimento, retenção de matéria orgânica, nutrientes, e na formação de microhabitats, importantes para as comunidades de peixes e invertebrados aquáticos (TEIVE *et al.*, 2008).

Como a disponibilidade de água depende do grau de contaminação, a oferta total só poderá ser estimada se existirem redes de monitoramento confiáveis (BUSS *et al.*, 2003). Em função da degradação dos recursos hídricos é importante que seja feito um monitoramento da qualidade de água visando o manejo e a conservação da biota (CA LLISTO & MORENO, 2004).

Tradicionalmente, a avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos tem sido realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas e químicas. Este sistema de monitoramento, juntamente com a avaliação de variáveis microbiológicas (coliformes totais e fecais), constitui-se como ferramenta fundamental na classificação e enquadramento de rios e córregos em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade humanas

(GOULART & CALLISTO, 2003). As características da água são fatores importantes para o êxito da colonização e do estabelecimento das comunidades biológicas em ambientes lóticos. Assim, é comum a associação da avaliação dos parâmetros físico-químicos da água com a investigação sobre a estrutura das comunidades biológicas, com o fim de identificar as condições da qualidade da água (SANTOS, 2014).

As comunidades biológicas refletem a integridade ecológica dos ecossistemas, integrando os efeitos dos diferentes agentes impactantes e fornecendo uma medida agregada dos impactos (THORNE & WILLIAMS, 1997; TEIVE *et al.*, 2008; MONTEIRO *et al.*, 2008). O monitoramento de ambientes aquáticos pode ser feito através da utilização de organismos vivos, conhecido como biomonitoramento, que serve para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente (BUSS *et al.*, 2003; BATTISTONI, 2012). O biomonitoramento também é referido como eficaz na determinação da qualidade da água relacionada ao ambiente como um indicador do grau de poluição e apresenta vantagens em relação à avaliação das medidas físicas e químicas da água (FLEITUCH *et al.*, 2002).

O uso de bioindicadores é sustentado pela legislação brasileira dos Recursos Hídricos (Lei 9433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos), tendo como um de seus preceitos “considerar que a saúde e o bem estar humanos, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas”. Esse fato justifica a necessidade da avaliação das comunidades biológicas para a manutenção da integridade dos ecossistemas aquáticos (SILVEIRA *et al.*, 2004).

O biomonitoramento de rios que servem para abastecimento público é uma boa estimativa das influências deletérias nestes ambientes, pois os resultados obtidos indicam a relação de espécies a uma grande sensibilidade aos diversos tipos de impactos (poluentes domésticos e industriais, represamento dos rios, uso do solo, dentre outros) que ocorrem no meio ambiente (MONTEIRO *et al.*, 2008). Conseqüentemente esses estudos reduzem custos de análise e fornecem informações relevantes para o manejo de bacias hidrográficas (ROSENBERG & RESH, 1993; MONTEIRO *et al.*, 2008; GÓES-SILVA, 2014).

Embora o biomonitoramento com o uso de macroinvertebrados seja uma ferramenta utilizada desde o início do século XX na Europa (KOLKWITZ &

MARSSON, 1909) e América do Norte (ROSENBERG & RESH, 1993), no Brasil esta técnica tem apenas algumas décadas (DOCILE & FIGUEIRÓ, 2013). As vantagens do biomonitoramento com uso de macroinvertebrados são a facilidade de coleta e identificação das espécies e o fato de estarem associados ao sedimento e terem baixa mobilidade, servindo como testemunhas tanto de impactos recentes como de médio prazo (METCALFE, 1989).

Os macroinvertebrados bentônicos compreendem os animais invertebrados, com tamanho de 2 a 5 mm que habitam, ou que passam pelo menos parte do ciclo de vida, nos substratos de fundo ou na superfície destes em corpos de águas continentais. Quase todos os grupos taxonômicos que ocorrem em águas continentais têm algum representante no substrato de fundo (HYNES, 2001; OLIVEIRA, 2009). Os principais grupos de invertebrados bentônicos estão representados pelos insetos, anelídeos, moluscos e crustáceos (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Por terem ciclo de vida relativamente longo e baixa mobilidade, os macroinvertebrados bentônicos registram o acúmulo de eventos ambientais, refletindo as condições do ambiente numa escala temporal, que varia de sazonal a anual, podendo fornecer um parecer sobre a biodiversidade e qualidade dos ecossistemas onde são encontrados, tornando-se importantes bioindicadores da qualidade e dinâmica ambiental dos corpos d' água (COSTA *et al.*, 2006; TEIVE *et al.*, 2008; BATTISTONI, 2012).

Em 1976, foi criado na Grã-Bretanha um grupo de trabalho para discutir e sintetizar o conhecimento sobre índices utilizados até então para o monitoramento da biota aquática, originando o sistema conhecido por BMWP (*Biological Monitoring Working Party*). Nos anos subsequentes, esse índice foi testado e revisto, e atualmente consideram os macroinvertebrados bentônicos identificados ao nível taxonômico de família (MONTEIRO *et al.*, 2008). No Brasil diversos índices têm sido criados e adaptados às condições ambientais brasileiras, dentre eles, o Índice Biótico Estendido adaptado para a região da Serra dos Órgãos, no estado do Rio de Janeiro (MUGNAI *et al.*, 2011), o índice BMWP adaptado para a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, no estado de Minas Gerais (JUNQUEIRA & CAMPOS, 1998) e para a Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, no estado de Goiás (MONTEIRO *et al.*, 2008), além do Índice Multimétrico Bentônico (FERREIRA, 2009), que é empregado

para avaliar a qualidade da água das bacias hidrográficas situadas na América do Sul (FERREIRA *et al.*, 2011; SANTOS, 2014).

Os protocolos de avaliação rápida de rios (PARs) são instrumentos úteis que levam em consideração a análise integrada dos ecossistemas lóticos através de uma metodologia fácil, simples e viável para a aplicação por pessoas treinadas, tornando-se interessante que se estabeleçam protocolos para utilização em rios nos países em desenvolvimento (SILVEIRA *et al.*, 2003; RODRIGUES, 2008). No Brasil, a técnica ainda se encontra restrita a projetos desenvolvidos principalmente em Programas de Pós-Graduação (RODRIGUES *et al.*, 2008). O Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas de Trechos de Bacias Hidrográficas proposto por Callisto *et al.* (2002) é o mais testado e utilizado (SANTOS, 2014). O emprego deste protocolo constitui uma ferramenta importante para o monitoramento ambiental, sendo indicado para a avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas brasileiras (CALLISTO *et al.*, 2002; SANTOS, 2014).

O protocolo de avaliação rápida de rios avalia atributos como substrato de fundo, complexidade do hábitat submerso, qualidade dos remansos, estabilidade e proteção dos barrancos e grau de proteção fornecido ao ambiente pela cobertura vegetal das margens (RODRIGUES *et al.*, 2008). Ao fim do procedimento, os valores atribuídos a cada situação ambiental são totalizados e comparados a uma condição de referência descrita como ideal, ou seja, aquela que apresenta os melhores aspectos do hábitat relacionados no protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental, fornecendo uma caracterização final (MINATTI-FERREIRA, 2004).

Outra ferramenta utilizada para o monitoramento das condições ambientais nos ecossistemas aquáticos, através dos macroinvertebrados, é a classificação em grupos tróficos funcionais (TELES *et al.*, 2013). Essa classificação é uma avaliação sensível às propriedades do ecossistema, tanto às mudanças biológicas que ocorrem ao longo do rio, da nascente à foz (VANNOTE *et al.*, 1980), quanto às alterações nos padrões, resultantes de impacto humano (CALLISTO *et al.*, 2001; SANTOS, 2014). A grande importância dos insetos na estrutura trófica dos ambientes aquáticos, em contraste com a escassez de dados disponíveis na literatura sobre os seus hábitos alimentares, indica a necessidade de estudos sobre este tema (SILVA *et al.*, 2009). Nesse sentido, a avaliação estrutural de habitats, juntamente com a utilização de grupos tróficos funcionais constituem eficientes

ferramentas na avaliação da diversidade da macrofauna bentônica em ecossistemas lóticos (CALLISTO *et al.*, 2001).

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a qualidade da água de dois rios utilizados para o abastecimento público, Rios Leãozinho e Ligeirinho, no Município de Erechim, RS, visando contribuir com informações atualizadas sobre o *status* de conservação ecológica dos rios ao integrar os parâmetros biológicos, físico-químicos e microbiológicos. Os objetivos específicos foram: coletar e identificar os macroinvertebrados bentônicos encontrados nos rios; avaliar a biodiversidade de macroinvertebrados bentônicos em nível de família e utilizá-los como uma ferramenta para avaliação da qualidade da água; identificar o grau de alteração das características ecológicas frente às condições ambientais dos trechos de rios estudados; analisar as relações entre parâmetros físico-químicos da água; avaliar os parâmetros microbiológicos da água dos trechos estudados; analisar as condições da diversidade dos habitats e a estrutura trófica das comunidades de macroinvertebrados coletados.

Os trabalhos que compõem esta dissertação estão divididos em dois capítulos. O primeiro trata do biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos para avaliação da qualidade da água dos Rios Leãozinho e Ligeirinho através do índice BMWP', parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Neste capítulo foram identificados os principais impactos nestas bacias hidrográficas. O segundo capítulo aborda o diagnóstico ambiental através do protocolo de avaliação rápida e a estrutura trófica das comunidades de macroinvertebrados bentônicos em trechos de rios situados nas bacias hidrográficas dos Rios Leãozinho e Ligeirinho.

REFERÊNCIAS

- ALBA-TERCEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *In: IV Simposio del agua em Andalucía (SIAGA)*, Almería, II, p. 203-213, 1996.
- ASTOLFI, R.M. **Caracterização Ambiental da Microbacia do Rio Inhandava-RS**. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS: 2011.
- BATTISTONI, D. **Insetos Aquáticos em uma Unidade de Conservação no Sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim/RS: 2012.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, 1997.
- BUSS, D.F., BAPTISTA, D.F. & NESSIMIAN, J.L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cadernos de Saúde Pública Rio de Janeiro**, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.
- CALADO, S.C. de M. **Teia Trófica dos Macroinvertebrados em dois trechos do Rio Sambaqui, Morretes - PR**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR: 2011.
- CALLISTO, M. & MORENO, P. **Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas**. *In: FERRACINI V.L.; QUEIROZ S.C.N.; SILVEIRA M.P.* Bioindicadores de Qualidade da Água. 1. ed. Jaguariuna: Embrapa, v. 1, cap. 5, 2004.
- CALLISTO, M., MORETTI, M. & GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Rios. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.
- CALLISTO, M., FERREIRA, W.R., MORENO, P., GOULART, M. & PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- COSTA, F.L.M., OLIVEIRA, A. & CALLISTO, M. Inventário da diversidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório da estação ambiental de Peti, MG, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 1, n. 1, p. 17-23, 2006.

DOCILE, T.N. & FIGUEIRÓ, R. Histórico e Perspectivas da utilização de Macroinvertebrados no Monitoramento Biológico de Ecossistemas Aquáticos no Brasil. **Acta Scientiae Technicae**, v. 1, n. 1, p. 32-37, 2013.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Editora Interciência: Rio de Janeiro, 2011. 575 p.

FLEITUCH, T., SOSZKA, H., KUDELSKA, D. & KOWNACKI, A. Macroinvertebrates as indicators of water quality in rivers: a scientific basis for Polish standart method. **Archiv fuer Hydrobiologie Supplementband**, v. 141, n. 3, p. 225-239, 2002.

GÓES-SILVA, L.R. Macroinvertebrados como Bioindicadores da Qualidade da Água nos Pontos de Captação para o Abastecimento Urbano no Município de ouro Fino (MG). **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 3, 2014.

GOULART, M.D.C. & CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de Água como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental. **Revista da Faculdade de Pará de Minas**, v. 2, n. 1, 2003.

GORSKI, M.C.B. **Rios e cidades: Ruptura e Reconciliação**. São Paulo: Editora Senac, 2010.

HYNES, H.B.N. **The Ecology of Running Waters**. 1. ed. (1970). Ontario: The blackburn press. 555 p, 2001.

JUNQUEIRA, V.M. & CAMPOS, S.C.M. Adaptation of "BMWP" method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, p. 125-135, 1998.

KOLKWITZ, R. & MARSSON, M. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. **Berichte der deutschen Botanischen Gesellschaft**, p. 505-519, 1909.

LOYOLA, R.G.N. Atual estágio do IAP de índices biológicos de qualidade. *In*: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. Vitória, 2000.

MANCUSO, P.C.S. & SANTOS, H.F.S (Orgs.). **Reúso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

METCALFE, J.L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution**, v. 60, p. 101-139, 1989.

MILESI, S.V., KÖNIG, R., GALIANO, D., SUZIN, C.R.H., RESTELLO, R.M. & HEPP, L.U. **Utilização de indicadores biológicos na avaliação do impacto urbano e industrial sobre a qualidade das águas**. *In*: Anais do 1º Simpósio de Recursos

Hídricos do Sul-Sudeste. Curitiba - PR: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p. 1-14, 2006.

MINATTI-FERREIRA, D.D. **Desenvolvimento e aplicação de um protocolo para avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos**. Dissertação de Mestrado – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí/SC: 2004.

MONTEIRO, T.R., OLIVEIRA, L.G. & GODOY, B.S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP' à bacia do Rio Meia Ponte-GO. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 553-563, 2008.

OLIVEIRA, P.C. dos R. **Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos e Qualidade da Água e do Sedimento das Bacias Hidrográficas dos Rios Lavapés, Capivara, Araquá e Pardo Município de Botucatu (SP) e Região**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP: 2009.

ONGLEY, E.D. Matching water quality programs to management needs in developing countries: The challenge of program modernization. **Europe an Water Pollution Control**, v. 7, n. 4, p. 43-48, 1997.

RAMPAZZO, S.E. **Proposta Conceitual de Zoneamento Ambiental para o município de Erechim (RS)**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biológicas e Saúde - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP: 2003.

REIS, D.F. **Macroinvertebrados Aquáticos como Bioindicadores de Qualidade de Água na Confluência Sub-Bacia do Rio Água Suja com o Reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas/TO: 2012.

RODRIGUES, A.S. de L., MALAFAIA, G. & CASTRO, P. de T.A. Avaliação Ambiental de Trechos de Rios na Região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 74-83, 2008.

RODRIGUES, A.S.L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres do cerrado**. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais/BH: 2008.

ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society**. New York: Chapman & Hall, v. 12, n. 2, p. 220-222, 1993.

SANTOS, K.P. de. **Macroinvertebrados bentônicos e parâmetros físico-químicos como indicadores da qualidade da água de microbacias utilizadas para o abastecimento público da Região Metropolitana de Goiânia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Goiânia/GO: 2014.

SILVA, F.L., PAULETO, G.M., TALAMONI, J.L. B. & RUIZ, S.S. Categorização funcional trófica das comunidades de macroinvertebrados de dois reservatórios na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 31, n. 1, p. 73-78, 2009.

SILVEIRA, M.P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. São Paulo: Embrapa, 2004. 68 p. (Documentos, 36).

SILVEIRA, M.P., QUEIROZ, J.F. de & BOEIRA, R.C. **Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em rios**. Comunicado técnico n. 19, Embrapa, 2004, 7 p.

SILVEIRA, M.P., FERRAZ, J. & BOEIRA, R.C. **Metodologia para obtenção e preparo de amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em rios**. Embrapa Meio Ambiente, 2003. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/15072/1/artcongressA49.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2014.

TEIVE, L.F., LISBOA, L.K. & PETRUCIO, M.M. Uma revisão da disponibilidade de dados ecológicos visando o direcionamento de novas pesquisas na Lagoa do Peri. **Revista Biotemas**, v. 21, n. 2, 2008.

TELES, H.F., LINARES, M.S., ROCHA, P.A. & RIBEIRO, A.S. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 15, p. 123-137, 2013.

THORNE, R.S.J. & WILLIAMS, W.P. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. **Freshwater Biology**, v. 37, p. 671-686, 1997.

TUCCI, C. & MENDES, A.C. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. MMA; PNUD, 311p. 2006.

TUNDISI, J.G. & TUNDISI, M.T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R. & CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 37, p.130-137, 1980.

VIEGAS, E.C. **Gestão da Água e Princípios Ambientais**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2008.

ZARDO, D.C., HARDOIM, E.L., AMORIM, R. & MALHEIROS, C.H. Variação espaço-temporal na abundância de ordens e famílias de macroinvertebrados bentônicos registrados em área de nascente, Campo Verde-MT. **Revista Uniara**, v.16, n.1, 2013.

**CAPÍTULO I - BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE RIOS
UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO NO SUL DO BRASIL**

Artigo formatado segundo as normas da Revista Ambiente & Sociedade

BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE RIOS UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO NO SUL DO BRASIL

Resumo: Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em decorrência de impactos ambientais resultantes de atividades antrópicas. O presente estudo objetivou avaliar a qualidade da água de rios utilizados para o abastecimento público no município de Erechim (RS) a partir do índice biótico BMWP' e de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. As coletas foram realizadas mensalmente no período de novembro de 2014 a abril de 2015, em oito locais nas bacias hidrográficas do Rio Leãozinho e Rio Ligeirinho. A avaliação realizada nos rios demonstrou água de boa qualidade, porém alguns pontos amostrados apresentaram degradação da qualidade hídrica com relação às características originais. Este estudo reforça a importância do biomonitoramento na avaliação da qualidade da água para consumo humano, considerando que práticas de gestão e monitoramento ambiental devem integrar parâmetros físico-químicos, microbiológicos e biológicos.

Palavras-chave: Macroinvertebrados bentônicos; BMWP'; Parâmetros físico-químicos; Consumo humano.

Abstract: Aquatic ecosystems have been altered as a result of environmental impacts caused by human activities. This study aimed to evaluate the water quality of streams used for public supply in the city of Erechim (RS) through the biotic index BMWP', physicochemical and microbiological parameters. The collections were performed monthly in the period from november 2014 to april 2015, at eight locations in the watersheds of Leãozinho River and Ligeirinho River. The evaluation carried out in the rivers showed good water, but some sample points presented decreasing in water quality. This study reinforces the importance of biomonitoring in the evaluation of water quality for human consumption, considering that environmental management and monitoring practices should integrate physicochemical, microbiological and biological parameters.

Key words: Benthic macroinvertebrates; BMWP'; Public water supply; Physicochemical parameters; Human consumption.

Resumen: Los ecosistemas acuáticos se han alterado como consecuencia de los impactos ambientales resultantes de las actividades humanas. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de los arroyos utilizados para el abastecimiento público en la ciudad de Erechim (RS) del índice biótico BMWP', físicos, químicos y parámetros microbiológicos. Las colecciones fueron tomadas mensualmente desde noviembre de 2014 a abril de período de 2015, en ocho localidades de las cuencas del Río Leãozinho y Río Ligeirinho. La evaluación llevada a cabo en los ríos demuestra buena agua, pero algunos puntos de muestreo han disminuido la calidad del agua. Este estudio refuerza la importancia de la vigilancia biológica en la evaluación de la calidad del agua para consumo humano, mientras que las prácticas de gestión y vigilancia del medio ambiente deben integrar parámetros físicos y químicos, microbiológicos y biológicos.

Palabras clave: Macroinvertebrados bentônicos; BMWP'; Parâmetros físicos y químicos; Consumo humano.

Introdução

Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em decorrência de impactos ambientais resultantes de atividades antrópicas (CALLISTO & MORENO, 2004). Os efeitos da urbanização e das atividades antropogênicas associadas ao rápido crescimento populacional das últimas décadas demandam uma quantidade cada vez maior de água (THORNE & WILLIAMS, 1997; RAMPAZZO, 2003; POMPEU *et al.*, 2005).

Modificações naturais e artificiais na cobertura vegetal das bacias hidrográficas provocam alterações na qualidade d'água, devido à poluição gerada por atividades urbanas (efluentes domésticos e industriais), agrícolas e pelo aporte de materiais que alteram a dinâmica do ambiente aquático (CLARK & TUCCI, 1998). Essas perturbações antrópicas afetam as comunidades de organismos aquáticos (DUDGEON, 1996; SALLES & FERREIRA-JUNIOR, 2014).

Desta forma, o controle ambiental de riscos ecológicos causados pelas atividades humanas deve envolver uma abordagem integrada, através do monitoramento da qualidade física, química e biológica da água, bem como a avaliação da qualidade estrutural de habitats (GOULART & CALLISTO, 2003). O biomonitoramento de ambientes aquáticos pode ser feito através da utilização de organismos vivos, que possibilita avaliar as mudanças ocorridas no ambiente (BUSS *et al.*, 2003; CALLISTO & MORENO, 2004; BATTISTONI, 2012).

Para essas avaliações em rios são utilizados os macroinvertebrados bentônicos, que vivem boa parte do seu ciclo de vida associados a ecossistemas aquáticos e expressam claramente as condições ecológicas dos ambientes que habitam (COSTA *et al.*, 2006; TEIVE *et al.*, 2008; BATTISTONI, 2012). Por serem sensíveis, estes organismos captam qualquer alteração no seu hábitat, e observando a sua presença, se consegue ter um bom resultado sobre a qualidade da água do riacho analisado (LIMA, 2000).

O biomonitoramento com o uso de macroinvertebrados é uma ferramenta utilizada desde o início do século XX na Europa e América do Norte (KOLKWITZ & MARSSON, 1909; MONTEIRO *et al.*, 2008). No Brasil esses estudos iniciaram nos anos 90, quando os macroinvertebrados começaram a ser utilizados como bioindicadores da qualidade da água (BARBOSA, 1994; DOCILE & FIGUEIRÓ, 2013). As vantagens do biomonitoramento com uso de macroinvertebrados são a facilidade de coleta e identificação das espécies; e o fato de estarem associados ao sedimento e a terem baixa mobilidade, servindo como testemunhas tanto de impactos recentes como de médio prazo (METCALFE, 1989).

O monitoramento através do índice biótico *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) foi criado na Inglaterra em 1970 como um método simples e rápido para avaliação da qualidade da água utilizando macroinvertebrados como bioindicadores (ROLDÁN, 2003). Nos anos subsequentes, esse índice foi testado e revisto, considerando os macroinvertebrados bentônicos identificados ao nível taxonômico de família (MONTEIRO *et al.*, 2008).

Inúmeros trabalhos têm demonstrado o grande potencial destes organismos no biomonitoramento em bacias hidrográficas utilizadas para o abastecimento público de água em função dos diferentes usos e ocupações da terra (BUSS *et al.*, 2003; CORGOSINHO *et al.*, 2004; CALLISTO & MORENO, 2004; BALDAN, 2006; HEPP *et al.*, 2007; BARBOLA *et al.*, 2011; MONTEIRO *et al.*, 2008; CALLISTO & MORENO, 2004 SANTOS, 2014). O conhecimento dos organismos aquáticos é de fundamental importância, pois a presença ou ausência de certas famílias de macroinvertebrados serve como indicador do *status* a longo prazo da qualidade de água (STRASKRABA & TUNDISI, 2000).

No município de Erechim, localizado no norte do Rio Grande do Sul, dois rios são utilizados para o abastecimento público de água: os Rios Leãozinho e Ligeirinho. Em 1994 foi criada uma Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Leãozinho e Rio Ligeirinho, com o objetivo de assegurar a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental da região dos mananciais, garantindo a potabilidade da água coletada para consumo da população da zona urbana de Erechim (PLANO DE MANEJO DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, 2011). O uso da terra no entorno dos rios é caracterizado pela prática da agropecuária, com residências esparsas, o que potencializa a perda de qualidade da água (RAMPAZZO, 2003; HEPP &

RESTELLO, 2007; KÖNIG *et al.*, 2008; HEPP *et al.*, 2010; THEODORO & DECIAN, 2010; DECIAN, 2012; BERNARDI, 2014). A vegetação que existe na área estudada não se encontra nas proximidades dos locais de preservação, ou seja, não está condicionada aos corpos d'água (RAMPAZZO, 2003).

De acordo com a hierarquia fluvial de Strahler (1952), a bacia hidrográfica do Rio Leãozinho foi enquadrada como de quarta ordem, e para o Rio Ligeirinho de terceira ordem, considerados rios com vazão insuficiente ou deficitária em momento de estiagem ou mesmo de pequenas sazonalidades de precipitação. O município tem passado por períodos de estiagem (2005, 2009, 2011 e 2012) que parecem ser cíclicos. Isso exige dos gestores públicos planejamento e ações mais efetivas quanto aos recursos hídricos, a fim de garantir a oferta de água em termos de qualidade e quantidade necessária ao abastecimento do município (BERNARDI, 2014).

Em períodos de estiagem, a Companhia Riograndense de Saneamento se utiliza da captação de área de drenagem do Rio Campo. Devido ao alto consumo de água (média de 390 L/ habitante) ao aumento da população urbana (município com índice de população urbana de 94%), e ao tamanho físico do manancial de abastecimento, os órgãos responsáveis pela gestão urbana, demonstram preocupação na busca de alternativas para este manancial, como a manutenção da disponibilidade de água (DECIAN, 2012).

Os Rios Leãozinho e Ligeirinho abastecem cerca de 100 mil habitantes, tornando-se importante a realização de estudos nestas bacias hidrográficas, devido ao alto consumo de água, aumento da população urbana e prática da agropecuária nas margens dos rios. Dessa forma, o biomonitoramento constitui-se uma ferramenta para a avaliação da água destes rios, visando à garantia da qualidade e disponibilidade da água. Cidades de médio porte, como é o caso deste trabalho, representam várias cidades brasileiras (IBGE, 2014). Entender a situação dos rios de abastecimento nestas cidades pode trazer parâmetros para tomada de decisão em outros locais de mesmo porte e situação.

Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar a qualidade da água de rios utilizados para o abastecimento público no município de Erechim (RS) a partir do índice biótico BMWP', visando contribuir com informações atualizadas sobre o *status* de conservação ecológica dos rios ao integrar os parâmetros biológicos, físico-químicos e microbiológicos.

Materiais e métodos

Área de Estudo

A principal fonte de abastecimento de água para o município de Erechim (barragem da Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN) está implantada na confluência do Rio Leãozinho e Rio Ligeirinho na Unidade Gerencial Ligeirinho. Esta unidade possui características de uso do solo predominantemente rural, com exceção da porção montante, situada ao longo do eixo da BR 153, onde existe urbanização, com a ocorrência de pequenas áreas reflorestadas, cultivo de erva-mate e de videiras (THEODORO & DECIAN, 2010). Devido à topografia plana o regime de uso agropecuário é intenso e com grau de degradação dos recursos ambientais elevado (PLANO DE MANEJO DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, 2011).

Os Rios Leãozinho e Ligeirinho são tributários do arroio Tigre e caracterizam a área de drenagem da APA, localizada entre as coordenadas geográficas 27° 39'38,3" a 27° 42' 48,6" de latitude Sul e 52° 14' 15" a 52° 17' 23" de longitude Oeste, apresentando uma área total delimitada pelos seus divisores topográficos de 2.121,05 hectares. A área de drenagem da APA dos Rios Leãozinho e Ligeirinho possui diversos afluentes de menor tamanho, cuja hidrografia ocupa 39.496 km de extensão e a lâmina d'água 32,21 hectares de área (ROVANI, 2012).

As coletas foram realizadas mensalmente no período de novembro de 2014 até abril de 2015. Foram escolhidos oito locais nas bacias hidrográficas do Rio Leãozinho e Rio Ligeirinho, sendo que em cada rio foram selecionados 4 pontos com as mesmas características: o ponto 1 (PT1) localizado próximo a nascente; ponto 2 (PT2); ponto 3 (PT3) e ponto 4 (PT4). Foram escolhidos pontos equidistantes e de fácil acesso (Figura 1). Em cada ponto foram realizadas três amostragens, totalizando 24 por mês. Em seis meses foram coletadas 144 amostras de macroinvertebrados bentônicos.

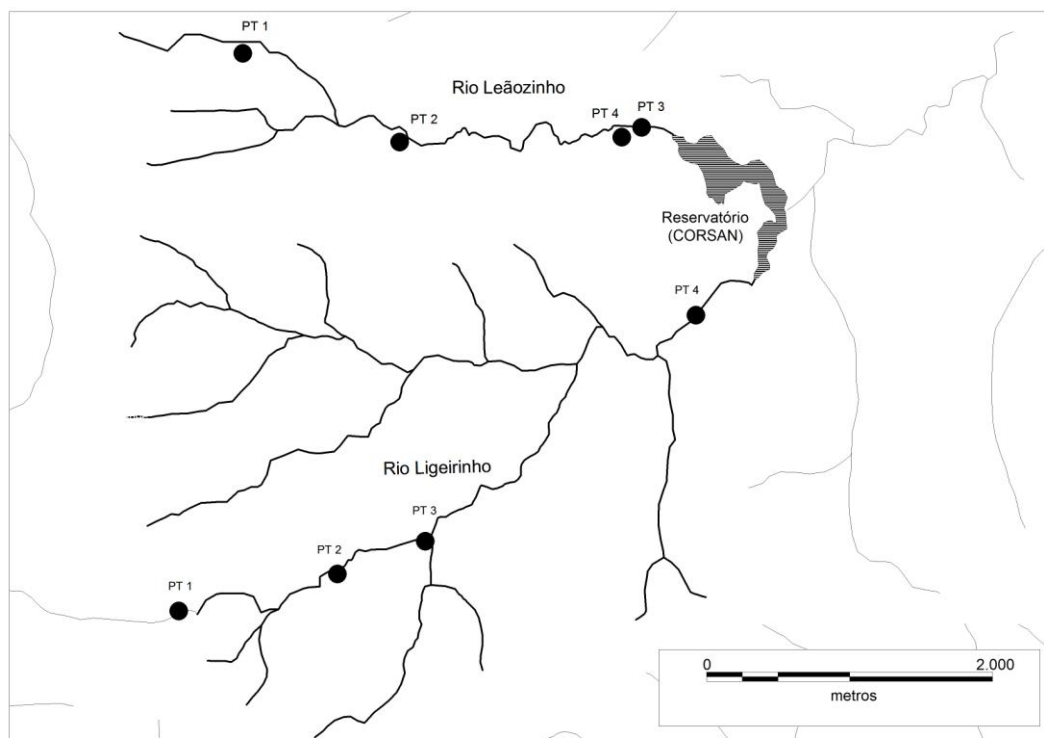


Figura 1. Localização dos pontos de coleta nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul).

Parâmetros biológicos

As coletas de macroinvertebrados foram realizadas mensalmente na época quente do ano no período de novembro de 2014 até abril de 2015, onde a prevalência de organismos bioindicadores é maior (SILVA, 2006). A coleta dos macroinvertebrados bentônicos foi realizada conforme Silveira (2004), utilizando-se um amostrador do tipo Surber (malha de 250 μm e área de 0,1 m^2). Os exemplares foram acondicionados em frascos etiquetados contendo álcool 70% e conduzidos ao Laboratório de Ecologia e Conservação da Universidade Federal da Fronteira Sul. Os organismos foram triados sob estereomicroscópio de aumento de até 45 vezes, sendo colocados em placas de Petri com água e álcool 70%. Os macroinvertebrados bentônicos foram identificados sempre que possível ao nível taxonômico de família, utilizando-se o Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro (MUGNAI *et al.*, 2010).

A partir dos organismos bentônicos identificados foi calculado o índice BMWP, utilizando-se uma adaptação de Alba-Tercedor (1996) pela Secretaria do Meio

Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná (2014). Este índice ordena as famílias de macroinvertebrados aquáticos em 9 grupos, seguindo um gradiente de menor a maior tolerância dos organismos quanto à poluição orgânica (LOYOLA, 2000). Cada família corresponde a uma pontuação, que oscila de 10 a 1, sendo que as famílias mais sensíveis à contaminação recebem as pontuações maiores, chegando, em ordem decrescente, até 1, onde estão aquelas mais tolerantes (ANEXO A).

Parâmetros físico-químicos

Juntamente com cada coleta biológica foi realizada a análise da água dos locais em cada ponto. Em campo foram mensurados a temperatura da água e concentração de oxigênio dissolvido, utilizando-se um oxímetro portátil (Alfakit AT 160). Com as amostras de água coletadas foram mensurados em laboratório: pH (potencial hidrogeniônico) empregando-se um pHmetro (MS Tecnocon mPA 210); turbidez em NTU (unidade nefelométrica), através de um turbidímetro (Policontrol AF 2000). A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) foi determinada com o equipamento *Lovibond OxiDirect*, pela leitura de oxigênio dissolvido após cinco dias, com as amostras incubadas a 20 °C; condutividade, utilizando um condutivímetro (Gehaka CG 1800) e o nitrato, pelo método com ácido fenoldissulfônico descrito no *Standard Methods* (APHA, 1999).

Parâmetros microbiológicos

Para a realização da análise microbiológica, as amostras foram coletadas em um recipiente estéril diretamente nos rios, armazenadas e transportadas sob refrigeração ao laboratório. Foi utilizada a técnica de fermentação em tubos múltiplos, conforme metodologia preconizada pelo *Standard Methods* (APHA, 1999). Os testes foram realizados para detectar coliformes totais a partir da incubação em caldo lauril sulfato de sódio e caldo verde brilhante bile 2% lactose a 36 ± 1 °C em estufa bacteriológica por 24 a 48 horas. Para o exame confirmativo de coliformes fecais, foi repicado cada tubo positivo de caldo lauril sulfato de sódio obtido na prova presuntiva, para tubos contendo caldo EC, incubados a $44,5 \pm 0,2$ °C, por 24 a 48

horas em banho-maria. Para todas as análises, foram anotados os tubos positivos em cada série da diluição (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}). A presença de coliformes fecais foi confirmada pela formação de gás nos tubos de Durham. O número mais provável foi determinado conforme tabela do Número Mais Provável (NMP), preconizado pelo *Bacteriological Analytical Manual* (ANDREWS *et al.*, 1984).

Análise dos dados

Aos dados biológicos foram estimados os valores de abundância, riqueza taxonômica e cálculo do índice de diversidade de Shannon Wiener (MARGURRAN, 2004), que considera a riqueza das espécies em relação ao número total de indivíduos presentes no local.

Foi utilizado o índice EPT que consiste da soma do número de indivíduos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (REICE & WOHLBERG, 1993). Para esse estudo foi calculada a abundância total de EPT, abundância relativa de EPT (% EPT) e riqueza de EPT para cada ponto amostrado nos rios.

Os resultados das análises de água nos pontos estudados foram comparados à resolução nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), também foram realizados testes de ANOVA de uma via, para determinar diferenças entre as amostras mensais para as variáveis abióticas.

Os parâmetros abióticos foram correlacionados com os resultados do índice biótico BMWP' por meio de correlações múltiplas, utilizando o coeficiente de Pearson. Os testes considerados significantes tiveram $p \leq 0,05$. Para avaliar as alterações nas comunidades bentônicas em função das alterações ambientais foram utilizados testes não paramétricos de variância Kruskal-Wallis ANOVA & *Median test* e Mann-Whitney. Para identificar quais variáveis abióticas influenciariam na abundância e riqueza dos macroinvertebrados, foi realizada uma análise de regressão múltipla. Para estes testes foi utilizado o programa Statistica 8.0 (Statsoft Inc., USA) (BAS & BOYACI, 2007) e para os cálculos dos índices biológicos o programa DIVES (RODRIGUES, 2015).

Resultados

Foram encontrados um total de 4096 organismos bentônicos, distribuídos em 41 táxons de Annelida, Nematoda, Crustacea, Aracnida e Insecta, sendo este último o grupo mais representativo. O Rio Leãozinho apresentou maior abundância de indivíduos, com 2244 organismos coletados (Tabela 1).

Tabela 1. Macroinvertebrados bentônicos coletados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Táxons	Rio Leãozinho				Rio Ligeirinho			
	PT1	PT2	PT3	PT4	PT1	PT2	PT3	PT4
Annelida								
Oligochaeta	13	5	3	0	0	1	2	0
Nematoda	0	2	0	0	0	0	0	0
Arthropoda								
Crustacea								
Aeglidae	16	10	0	4	3	8	5	2
Hyalellidae	0	0	0	0	1	0	0	0
Talitridae	6	9	0	0	157	3	0	0
Aracnida								
Acarina	2	1	0	1	0	1	0	1
Insecta								
Coleoptera								
Dytiscidae	6	0	0	0	1	0	0	2
Elmidae	51	35	18	21	11	12	37	34
Hydrophilidae	1	0	0	0	0	0	1	0
Psephenidae	0	8	1	0	0	3	5	0
Ptylodactilidae	0	0	0	1	0	0	0	0
Diptera								
Blephariceridae	0	0	0	0	0	0	0	2
Ceratopogonidade	1	2	0	5	1	1	0	0
Chironomidae	56	135	270	214	92	42	54	38
Culicidae	0	0	1	0	0	1	0	0
Simuliidae	2	19	19	14	4	10	17	25
Ephemeroptera								
Baetidae	6	39	25	26	6	32	81	17
Caenidae	0	13	5	14	0	16	15	1
Leptohyphidae	0	65	39	32	15	30	32	8
Leptophlebiidae	47	60	33	46	18	25	61	26
Oligoneuriidae	0	1	0	0	1	0	0	0

Táxons	Rio Leãozinho				Rio Ligeirinho			
	PT1	PT2	PT3	PT4	PT1	PT2	PT3	PT4
Hemiptera								
Gerridae	0	0	1	0	0	0	0	0
Helotrephidae	0	2	0	0	0	0	0	0
Naucoridae	0	8	0	0	0	0	0	0
Veliidae	0	0	0	0	1	0	0	0
Lepidoptera								
Pyralidae	0	1	0	0	0	0	0	0
Odonata								
Aeshnidae	0	1	0	2	1	0	0	0
Calopterygidae	0	2	2	0	0	1	0	0
Gomphidae	0	0	0	1	0	0	0	0
Libellulidae	1	0	4	1	14	2	0	0
Megapodagrionidae	4	6	4	9	0	0	2	1
Plecoptera								
Gripopterygidae	0	11	12	7	4	26	32	4
Perlidae	0	0	2	0	0	2	1	0
Trichoptera								
Anomalopsychidae	3	1	0	0	0	1	0	0
Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	22
Hydrobiosidae	39	46	123	65	64	117	116	14
Hydroptilidae	0	1	3	0	0	2	1	0
Hydropsychidae	54	21	117	81	57	126	117	39
Leptoceridae	7	0	8	21	35	0	1	1
Odontoceridae	9	30	42	60	2	24	31	19
Philopotamidae	0	0	15	3	0	0	0	0
Xyphocentronidae	0	7	4	0	2	0	8	1
Abundância	324	541	751	628	490	486	619	257
Riqueza	19	28	23	21	21	23	20	19
Índice de Shannon	1,0091	1,113	0,9179	0,9678	0,9045	0,9865	1,0258	1,0554
EPT	165	295	428	355	204	401	496	152
EPT (%)	50%	54%	56%	56%	32%	82%	80%	59%
Riqueza de EPT	7	12	13	10	10	11	12	11

Os valores de abundância não apresentaram diferenças significativas ($p = 0,06$; $U = 200$) entre os rios (Figura 2). A riqueza taxonômica dos organismos entre os rios apresentou diferença significativa ($p = 0,02$, $U = 179$).

Os índices de diversidade para os rios foram de $H' = 1,0508$ no Rio Leãozinho e de $H' = 1,0967$ no Rio Ligeirinho. As famílias mais abundantes foram Chironomidae (21%) da ordem Diptera e Hydropsichidae (15%) da ordem Trichoptera.

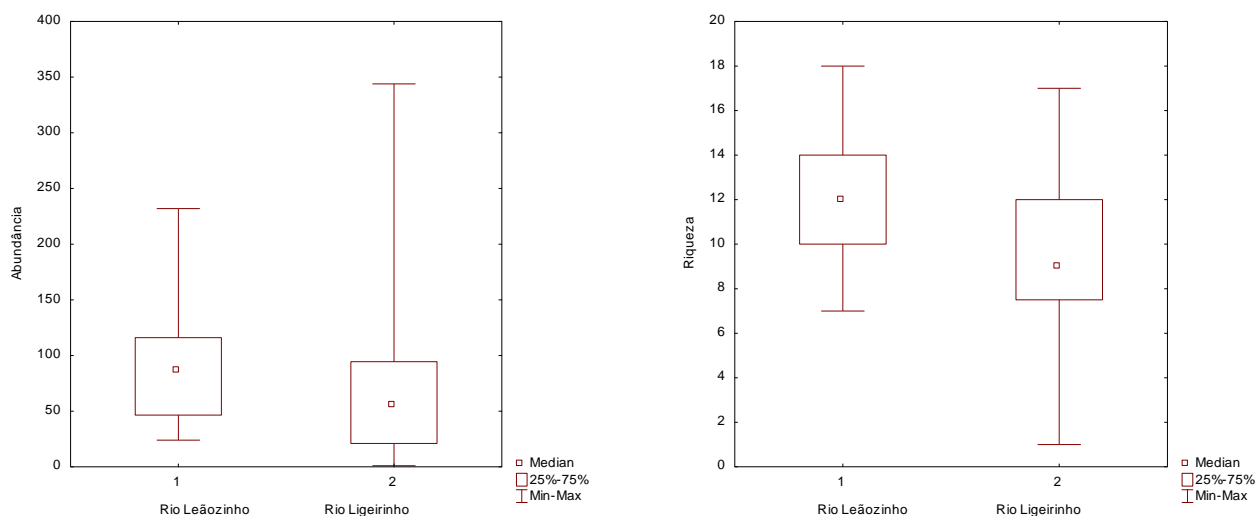


Figura 2. Valores de abundância e riqueza de táxons de macroinvertebrados coletados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Foram coletados 1243 exemplares das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) no Rio Leãozinho e 1253 exemplares no Rio Ligeirinho, correspondendo respectivamente a 55% e 67% do total de indivíduos dos rios. A ordem Trichoptera foi a mais abundante, tanto para o número de indivíduos (Rio Leãozinho $n = 760$; Rio Ligeirinho $n = 800$) quanto para táxons (Rio Leãozinho $n = 8$; Rio Ligeirinho $n = 8$).

De acordo com a aplicação do índice BMWP' (Figura 3), as águas do Rio Leãozinho foram classificadas no ponto 1 como duvidosa (BMWP' de 95 pontos), como boa nos pontos 2, 3 e 4 (BMWP' de 135, 143 e 133 pontos). O Rio Ligeirinho apresentou nos pontos 1 e 4 classificação aceitável (BMWP' de 118 pontos) e classificação boa nos pontos 2 e 3 (BMWP' de 123 e 122 pontos).

O BMWP' apresentou correlação significativa com a abundância de organismos ($r = 0,85$) e riqueza de EPT ($r = 0,78$), não apresentando correlação significativa com os parâmetros abióticos.

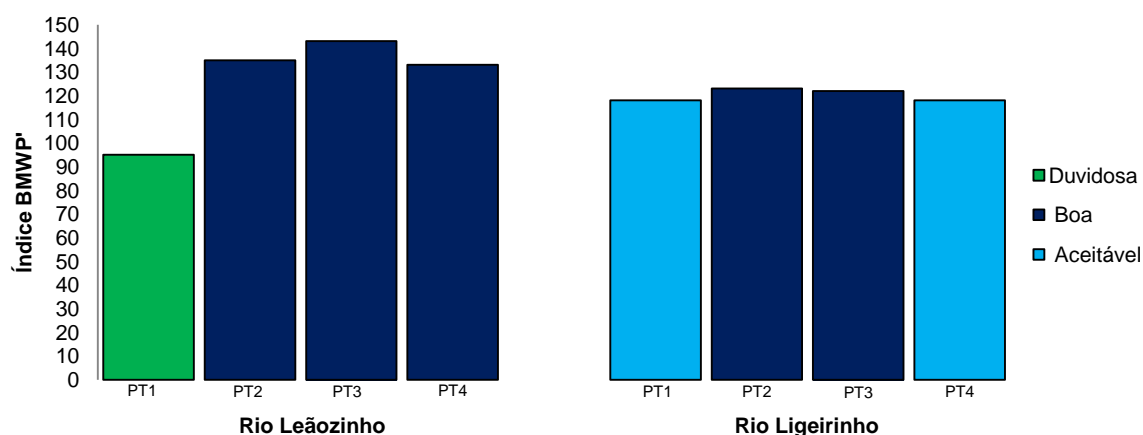


Figura 3. Avaliação da qualidade da água pelo índice BMWP' nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Dentre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados variaram significativamente a turbidez ($F = 8,98$; $p = 0,00$), a condutividade ($F = 2,53$, $p = 0,02$), o pH ($F = 47,56$; $p = 0,00$), coliformes totais ($F = 3,35$; $p = 0,00$) e o nitrato ($F = 276,45$; $p = 0,00$) entre os pontos de coleta.

O ponto 3 no Rio Leãozinho apresentou média dos valores de DBO_5 acima do limite estabelecido para Classe 1 (até 3 mg/L O_2). Os pontos 1, 3 e 4 do Rio Leãozinho demonstraram valores de coliformes totais e de coliformes fecais acima dos valores estabelecidos para Classe 1 (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos mensurados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Parâmetros	Rio Leãozinho				Rio Ligeirinho			
	PT1	PT2	PT3	PT4	PT1	PT2	PT3	PT4
Temperatura da água (°C)	23,10	21,83	22,88	22,47	20,58	23,43	22,67	22,98
pH	6,93	7,16	7,17	7,20	5,84	7,18	7,07	7,15
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,00	6,21	6,08	6,24	5,50	6,37	6,10	5,82
Turbidez (NTU)	7,01	7,90	17,40	19,13	2,11	45,64	13,25	17,92
DBO_5 (mg/L)	2,00	3,00	5,10	2,93	1,76	1,93	2,77	2,62
Condutividade ($\mu S/cm$)	68,87	55,82	54,78	51,23	59,42	70,97	62,05	58,67
Nitrato (mg/L)	1,04	0,37	0,57	0,54	1,10	0,33	0,42	0,26
Coliformes totais/ mL	174	36	1419	696	< 3	624	52	34
Coliformes fecais/ mL	125	10	607	546	< 3	39	< 3	9

A análise de variância dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos pelo teste de Kruskal-Wallis aponta que, a nascente do Rio Ligeirinho (ponto 1) foi a que

mais se diferenciou dentre os pontos, com baixos índices de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez e DBO₅, além de baixos índices de coliformes totais.

No Rio Leãozinho foram encontrados resultados para coliformes fecais acima do estabelecido para corpos d'água de Classe 2, ou seja, os locais de coleta avaliados demonstraram valores superiores a 10 coliformes fecais por mililitro de água (Figura 4). Para os demais parâmetros ambientais mensurados no Rio Leãozinho as médias foram consideradas aceitáveis para Classe 1 pela resolução nº 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005).

No Rio Ligeirinho, o ponto 2 apresentou aumento no número de coliformes fecais, para os demais pontos, os parâmetros ambientais apresentaram médias consideradas aceitáveis para Classe 1 pela resolução nº 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005).

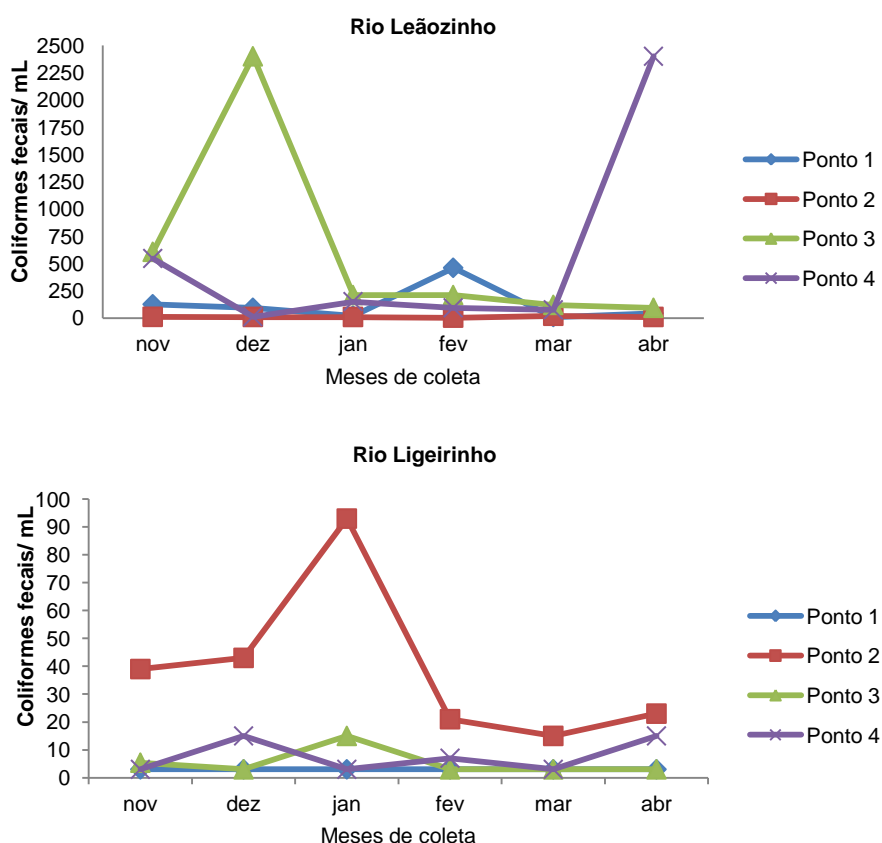


Figura 4. Variação mensal de coliformes fecais mensurados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

A abundância de macroinvertebrados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho ($R^2 = 0,51$; $p = 0,00$) não foi fortemente influenciada pelos parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados, sendo definida fracamente por oxigênio dissolvido (beta = -0,26; $p = 0,11$), condutividade (beta = 0,21; $p = 0,14$), temperatura da água (beta = -0,00; $p = 0,95$), pH (beta = -0,01; $p = 0,95$), turbidez (beta = -0,13; $p = 0,45$), coliformes totais (beta = -0,10; $p = 0,65$), coliformes fecais (beta = 0,12; $p = 0,50$), DBO₅ (beta = 0,11; $p = 0,39$) e nitrato (beta = 0,04; $p = 0,79$). A riqueza dos macroinvertebrados (número de táxons) nos Rios Leãozinho e Ligeirinho foi influenciada mais fortemente pela condutividade (beta = -0,31; $p = 0,02$) e oxigênio dissolvido (beta = 0,32; $p = 0,04$), e fracamente influenciada pelos coliformes totais (beta = -0,02; $p = 0,92$), pH (beta = 0,02; $p = 0,88$), temperatura da água (beta = 0,04; $p = 0,77$), turbidez (beta = 0,15; $p = 0,88$), coliformes fecais (beta = -0,11; $p = 0,55$), DBO₅ (beta = -0,05; $p = 0,63$) e nitrato (beta = 0,10; $p = 0,55$), sendo o modelo de regressão significativo ($R^2 = 0,55$; $p = 0,00$).

Discussão

A avaliação realizada nos rios por biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos demonstrou água de boa qualidade, enquadrando-se nas Classes 1 ou 2 da resolução nº 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005).

Embora essa análise geral apresente que a água é satisfatória, os parâmetros analisados ao longo do rio mostraram degradação da qualidade hídrica em vários pontos. Não era esperado que as nascentes dos rios apresentassem menor qualidade da água, no entanto a nascente do Rio Leãozinho foi classificada como água duvidosa pelo índice BMWP', com redução da riqueza e da abundância de EPT. Essa nascente está localizada próxima a residências e áreas de lazer (DECIAN, 2012), o que pode estar contribuindo para a redução de qualidade da água.

A nascente do Rio Ligeirinho foi classificada pelo BMWP' como aceitável, condição inferior aos dois pontos em sequência analisados no mesmo rio. A nascente fica localizada em área de cultivo agrícola e possui entorno com fragmentos de vegetação ciliar (PLANO DE MANEJO DOS RIOS LIGEIRINHO E

LEÃOZINHO, 2011). Esse ponto se diferenciou por apresentar baixos índices de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, DBO₅, coliformes totais e a menor diversidade de Shannon. A diminuição na quantidade de oxigênio dissolvido foi relacionada à menor velocidade da água e menor turbulência, que provavelmente resultou na redução da transferência do oxigênio do ar para a água (VON SPERLING, 2005). O substrato desta nascente foi composto predominantemente por terra, com poucos locais para os organismos se fixarem (obs. pess.) e com menor oxigênio. Esse ponto parece ter sido um ambiente menos propício para organismos indicadores de boa qualidade da água, resultando em um BMWP' aceitável (EGLER, 2002).

O índice BMWP' utiliza a sensibilidade dos organismos associada com a qualidade da água, e os maiores valores do índice são atribuídos à riqueza de famílias sensíveis a poluição e que consequentemente pertencem às ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (REICE & WOHLBERG, 1993; LOYOLA, 2000; MONTEIRO *et al.*, 2008). Neste sentido, os resultados do BMWP' podem ser explicados através da correlação com a riqueza de EPT (DANG *et al.*, 2009; BATTISTONI, 2012). A abundância de macroinvertebrados não é utilizada para o cálculo do BMWP', no entanto, também explicou o resultado do índice, dada a diversidade das famílias. A melhor qualidade da água foi encontrada nos pontos intermediários dos Rios Leãozinho e Ligeirinho (pontos 2 e 3), nestes trechos também foram obtidos os maiores valores em termos de abundância de macroinvertebrados, ou seja, pontos com menor abundância de macroinvertebrados, apresentaram valores menores no índice BMWP'.

Se forem analisados somente os resultados do índice EPT, a análise aponta para boa qualidade da água ao longo de ambos os rios. Neste índice, a qualidade da água é considerada ruim quando a porcentagem de EPT é inferior a 24% (BALDAN, 2006; CARRERA & FIERRO, 2001). Considerando essa informação, os resultados indicam que apenas a nascente do Rio Ligeirinho estaria com redução da qualidade da água (32% de EPT). O Rio Leãozinho e o Rio Ligeirinho apresentam constante oxigenação das águas o que auxilia no processo de autodepuração, favorecendo a presença dos grupos EPT (HEPP & RESTELLO, 2010). A grande quantidade de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), parece indicar ambientes ainda preservados (GALDEAN *et al.*, 2000).

Os EPT compõem um rico conjunto de táxons que ocorrem em córregos de baixa e média ordem. Estes organismos apresentam gêneros mais sensíveis às perturbações ambientais, que ocorrem principalmente em águas limpas e bem oxigenadas (PITÁGORAS & OLIVEIRA, 2007) estando associados aos ambientes menos degradados (BISPO *et al.*, 2001; BATTISTONI, 2012). Vários fatores podem influenciar a distribuição de EPT, entre eles, os tipos de substratos (SILVEIRA *et al.*, 2006), a heterogeneidade de habitats, além da velocidade de correnteza e a disponibilidade de recursos tróficos (CRISCI-BISPO *et al.*, 2007; BATTISTONI, 2012).

Quando se analisam outros índices, os resultados indicam diminuição da qualidade hídrica, apesar dos resultados dos índices EPT (boa qualidade de água) e BMWP (água classificada como duvidosa, boa e aceitável) serem favoráveis para qualidade da água. Os valores de diversidade mostraram poluição das águas em nível moderado. De acordo com Barbosa *et al.* (2001) a relação do índice de Shannon com a qualidade do recurso hídrico indica para $H' \geq 3,0$ uma água saudável; entre $1,5 \leq H' < 3,0$ – ambiente afetado moderadamente; e $\leq 1,5$ poluição das águas. Na classificação tradicional de Wilhm & Dorris (1968), a qualidade de água é estabelecida por $H' < 1,0$ em forte poluição; H' entre 1,0 e 3,0 poluição moderada; e $H' > 3,0$ a água está sem poluição. Os Rios Leãozinho e Ligeirinho ($H' = 0,9045$ a $1,113$) foram classificados com poluição das águas (BARBOSA *et al.*, 2001), níveis de poluição forte e moderada (WILHM & DORRIS, 1968). Para Silveira *et al.* (2004) e Teles *et al.* (2013) o índice de diversidade de Shannon pode diminuir em resposta ao impacto no ambiente. Possivelmente essa diversidade foi influenciada pela dominância de algumas famílias, como foi o caso de Chironomidae.

A família Chironomidae foi representativa nos Rios Leãozinho e Ligeirinho, estando entre os grupos mais populosos de macroinvertebrados e que geralmente se apresentam como dominantes, tanto em ambientes lênticos como lóticos, fato que se deve à tolerância de certas espécies a situações extremas como hipóxia (DI GIOVANNI *et al.*, 1996; PAMPLIN & ROCHA, 2007). Sendo assim, altas densidades de representantes desta família podem evidenciar elevado teor de matéria orgânica no ambiente, o que os tornam eficientes indicadores de degradação ambiental (OLIVEIRA *et al.*, 2010; BARBOLA *et al.*, 2011).

Em relação aos parâmetros físico-químicos, oscilações nos resultados das variáveis significativas (pH, turbidez, condutividade, nitrato e coliformes totais) ocorreram principalmente nos meses de dezembro, janeiro e abril, compreendendo períodos com temperatura entre 11° C e 33° C, com precipitação entre 1 mm e 65 mm (INMET, 2015). Os valores de pH da maioria das amostras ficaram em torno da neutralidade, isto é, entre 6,5 e 7,5, resultados favoráveis para a maioria dos microrganismos (FRANCO & LANDGRAF, 2002).

Os valores de turbidez estão relacionados com o aporte de material alóctone e também pelo revolvimento do sedimento, que gera uma diminuição da transparência da água. Já o aumento na turbidez está diretamente relacionado ao aumento na concentração de sólidos suspensos (RIBEIRO *et al.*, 2005). A turbidez na água é causada pela presença de matéria orgânica e inorgânica em suspensão (ESTEVES, 1988; GONÇALVES, *et al.*, 2012). Este efeito também pode estar diretamente relacionado à presença de coliformes totais e fecais, visto que estudos mostram que estes microrganismos se utilizam dos sólidos em suspensão como uma barreira de proteção (VARGAS, *et al.*, 2008). Sendo assim, com o aumento na turbidez do sistema estas bactérias conseguem se manter no ambiente em maiores concentrações.

O aumento da turbidez também é comum em períodos chuvosos e pode estar relacionada com quantidade de matéria orgânica disponível (SANTOS, 2014). Nas nascentes dos Rios Leãozinho e Ligeirinho foram obtidos os menores valores de turbidez (7,01 e 2,11 NTU), nos outros pontos a média variou de 7,90 a 45,64 NTU, resultados que atendem a legislação (BRASIL, 2005).

No estudo realizado por Trevisan *et al.* (2009) na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga (Rio Grande do Sul) as águas apresentaram baixa concentração de íons dissolvidos e não foram observados valores maiores que 90 $\mu\text{s}/\text{cm}$ de condutividade elétrica, que, de acordo com Brigante *et al.* (2003), permite que as águas sejam caracterizadas como naturais devido aos baixos valores de condutividade. A caracterização natural pode ser destinada aos dados obtidos, pois a condutividade variou de 51,23 a 70,97 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Embora os valores de nitrato atendam a legislação (até 10,0 mg/L) salienta-se que a nascente (ponto 1) em ambos os rios localiza-se próxima a área de cultivo agrícola, considerando-se esta informação como possível explicação para a variação

encontrada. Quanto à presença de nitrogênio na forma de nitrato, a mesma está associada a contaminações antropogênicas relativas a despejos domésticos, industriais, excremento de animais e fertilizantes (VON SPERLING, 2005). A região de estudo é basicamente composta por uma área considerada rural e com predominância agrícola, assim descarta-se a possibilidade de contaminação de origem industrial. As concentrações de nitrato encontradas em todas as amostras analisadas foram abaixo dos padrões exigidos para Classe 1 e 2 (BRASIL, 2005).

Apesar do resultado da DBO_5 no ponto 3 do Rio Leãozinho ter sido superior aos padrões exigidos para Classe 1, este ainda é considerado reduzido, e não afetou a quantidade de oxigênio dissolvido neste ponto de coleta, o que sugere que o rio apresenta um processo de autodepuração eficiente (BRASIL, 2005; SCHNEIDER *et al.*, 2011).

Algumas amostras foram consideradas impróprias para o consumo humano durante o período amostral, segundo a resolução nº 274/00 do CONAMA (BRASIL, 2000). Nas bacias hidrográficas do Rio Leãozinho e do Rio Ligeirinho nos pontos correspondentes a nascente (ponto 1) foram encontrados resultados que indicaram contaminação por coliformes totais e fecais, estando mais elevados na nascente do Rio Leãozinho. Resultados elevados para coliformes totais e fecais também foram registrados nos pontos 3 e 4 do Rio Leãozinho e no ponto 2 do Rio Ligeirinho. Esses dados podem estar relacionados ao lançamento de esgoto sanitário ou dejetos de animais nas águas do rio, visto que a presença destas bactérias e o aumento na DBO_5 caracterizam este tipo de contaminação.

É importante relatar que a população rural do município de Erechim utiliza a água de nascentes como fonte direta para consumo. Para esta utilização a resolução nº 274/00 do CONAMA determina a ausência de coliformes em qualquer situação, inclusive em poços, minas, nascentes, lagos dentre outras (BRASIL, 2000).

A contaminação encontrada indica a presença de material fecal. Segundo Amaral *et al.* (2003) e Sterz *et al.* (2011) esses resultados podem revelar que a deposição diária de resíduo orgânico animal no solo (prática muito disseminada no meio rural), aumenta o risco da contaminação das águas, e que o escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica.

O município de Erechim não possui sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário (DECIAN, 2012). O esgoto sanitário é direcionado em fossas sépticas e sumidouros (IBGE, 2014). Desta forma, os cursos d'água urbanos e nascentes são submetidos a uma elevada carga de poluentes orgânicos e inorgânicos (DECIAN, 2012).

Dada à influência da condutividade e do oxigênio dissolvido sobre a riqueza de macroinvertebrados é possível constatar que pontos com menor condutividade e maior quantidade de oxigênio dissolvido tendem a apresentar maior riqueza de macroinvertebrados bentônicos. Apesar da significância dos modelos da regressão múltipla, estas relações são aparentemente fracas explicando 51% e 55% das correlações positivas respectivamente para abundância e riqueza.

Várias análises da água foram realizadas neste estudo, mas a informação mais relevante é o fato das nascentes dos rios estudados apresentarem classificação da água como duvidosa e aceitável (BMWP'), poluição forte e moderada (Shannon), contaminação por coliformes totais e fecais. Assim, reforça-se, a importância da continuidade de estudos com macroinvertebrados aquáticos no biomonitoramento, para o acompanhamento dos efeitos antrópicos sobre a qualidade das águas por períodos de tempo suficientes e incluir outros parâmetros, possibilitando avaliações para a manutenção e recuperação da integridade destes ecossistemas (GIULIATTI & CARVALHO, 2009; BARBOLA *et al.*, 2011). Griffith *et al.* (2001) ressaltam a necessidade de qualificar e mapear a qualidade da água identificando seus fatores agravantes para realizar a manutenção efetiva de sua qualidade.

Considerações Finais

A análise de qualidade da água utilizando o índice biológico BMWP' mostrou que as bacias hidrográficas dos Rios Leãozinho e Ligeirinho apresentaram degradação da qualidade hídrica. Esse indicativo é evidenciado em trechos caracterizados por água duvidosa através do BMWP', e com poluição forte a moderada pelo índice de diversidade e contaminação por coliformes totais e fecais.

Por estes mananciais serem utilizados para abastecimento público destaca-se a importância de ações contínuas de monitoramento ambiental em toda a extensão

das bacias hidrográficas através de medidas físicas, químicas e biológicas. Sugere-se a inserção de estudos sobre as características geológicas e climáticas, visando a construção de parâmetros de avaliação regional. Tais ações são necessárias para que possa ser garantida a qualidade ambiental e a qualidade da água destas bacias hidrográficas, evitando problemas de saúde pública para a população e possibilitando a manutenção da biota aquática.

Referências

ALBA-TERCEDOR, J. **Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos**. In: IV Simposio del agua em Andalucía (SIAGA), Almería, II, p. 203-213, 1996.

AMARAL, L.A. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater**, 19. ed. Washington: EPS Group, 1999. 1.268 p.

ANDREWS, W.H., POELMA, P.L. & WILSON, C.R. **Bacteriological Analytical Manual** (Food and Drug Administration), 6. ed. Arlington: AOAC, p. 701-717, 1994.

BALDAN, L.T. **Composição e diversidade da taxocenose de macroinvertebrados bentônicos e sua utilização na avaliação de qualidade de água no Rio do Pinto Morretes, Paraná, Brasil**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR: 2006.

BARBOLA, I.F., MORAES, M.F.P.G., ANAZAWA, T.M., NASCIMENTO, E.A., SEPKA, E.R., POLEGATTO, C.M., MILLÉO, J. & SCHÜHLI, G.S. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, v. 101, n. 1-2, p. 15-23, 2011.

BARBOSA, F.A.R. (Org.). Workshop: Brazilian Programme on Conservation and Management of Inland Waters. **Acta Limnologica brasiliensia**, v. 5. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas/ Sociedade Brasileira de Limnologia, 1994.

BARBOSA, F.A.R., CALLISTO, M. & GALDEAN, N. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case

study for Brazil. **Aquatic Ecosystem Health and Management Society**, n. 4, p. 51-59, 2001.

BAS, D. & BOYACI, I. **Modeling and optimization I: usability of response surface methodology**. J. Food Eng. 78, 2007, p. 836-845.

BATTISTONI, D. **Insetos Aquáticos em uma Unidade de Conservação no Sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim-RS: 2012.

BERNARDI, L. Análise da gestão dos recursos hídricos no município de Erechim. **Revista Monografias Ambientais**, v.14, n. 2, p. 3026-3039, 2014.

BISPO, P.C., OLIVEIRA, L.G., CRISCI, V.L. & SILVA, M.M. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, n. 13, p. 1-9, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Recomenda a adoção de sistemáticas de avaliação de qualidade das águas. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_274_00.pdf. Acesso em: 01 de fev. 2015.

BRASIL – Resolução CONAMA nº 357. Classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília: p. 58-63. 2005.

BRIGANTE, J., DORNFELD, C. B., NOVELLI, A. & MORRAYE, M.A. **Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Mogi-Guaçu**. p. 181-187. *In*: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. Limnologia Fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: Rima, 2003.

BUSS, D.F., BAPTISTA, D.F. & NESSIMIAN, J.L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cadernos de Saúde Pública Rio de Janeiro**, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.

CALLISTO, M. & MORENO, P. **Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas**. *In*: FERRACINI V.L., QUEIROZ S.C.N., SILVEIRA, M.P. Bioindicadores de Qualidade da Água. 1 ed. Jaguariuna: EMBRAPA, v. 1, cap. 5, 2004.

CARRERA, C. & FIERRO, K. Manual de Monitoreo: los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad Del Agua. **EcoCiência**. Quito, 2001.

CLARKE, R.T. & TUCCI, C.E.M. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Anais I Fórum Geo-Bio-Hidrologia: Estudos em vertentes e microbacias hidrográficas**, Curitiba, Brasil, p. 237, 1998.

CORGOSINHO, P.H.C., CALIXTO, L.S.F., FERNANDES, P.L., GAGLIARDI, L.M. & BALSAMÃO, V. L. P. Diversidade de habitats e padrões de diversidade e abundância do bentos ao longo de um afluente do reservatório de Três Marias, MG. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 227-232, 2004.

COSTA, F.L.M., OLIVEIRA, A. & CALLISTO, M. Inventário da diversidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório da estação ambiental de Peti, MG, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 1, n. 1, p. 17-23, 2006.

CRISCI-BISPO, V.L., BISPO, P.C. & FROEHLICH, C.G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic Rainforest streams, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n.2, p. 312-318, 2007.

DANG, C.K., HARRISON, S., STURT, M.M.; GILLER, P.S. & JANSEN, M.A.K. Is the elemental composition of stream invertebrates a determinant of tolerance to organic pollution? **Journal of the North American Benthological Society**, v. 28, n. 4, p. 778–784, 2009.

DECIAN, V.S. **Análise e zoneamento Ambiental da Área de Proteção Ambiental dos Rios Ligeirinho e Leãozinho (Erechim, RS)**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP: 2012.

DI GIOVANNI, M.V., GORETTI, E. & TAMANTI, V. Macroinvertebrates in Montedoglio Reservoir, central Italy. **Hydrobiologia**, v. 321, p. 17-28, 1996.

DOCILE, T.N. & FIGUEIRÓ, R. Histórico e Perspectivas da utilização de Macroinvertebrados no Monitoramento Biológico de Ecossistemas Aquáticos no Brasil. **Acta Scientiae Technicae**, v. 1, n.1, p. 32-37, 2013.

DUDGEON, D. Anthropogenic influences on Hong Kong streams. **Geo Journal**, v. 40 n. 1-2, p. 53-61, 1996.

EGLER, M. **Utilizando a Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos na Avaliação da Degradação de Ecossistemas de Rios em Áreas Agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, FIOCRUZ, Rio de Janeiro/RJ: 2002.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Interciência. 2ª ed., Rio de Janeiro, 602p, 1998.

FRANCO, B.D.G.M. & LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Atheneu, São Paulo, 2002.

GALDEAN, N., CALLISTO, M., BARBOSA, F.A.R. & ROCHA, L.A. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, Southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Journal of Aquatic Ecosystem Health & Restoration**, v. 3, p. 545-552, 2000.

GIULIATTI, T.L. & CARVALHO, E.M. Distribuição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos em dois trechos do córrego Laranja Doce, Dourados/MS. **Interbio**, v.3, n.1, 2009.

GONÇALVES, J.C.S.I., SARDINHA, D.S., SOUZA, A.D.G., DIBIAZI, A.L.B., GODOY, L.H. & CONCEIÇÃO, F. T. Avaliação espaço temporal da qualidade da água e simulação de autodepuração na bacia hidrográfica do córrego São Simão, SP. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 141-154, 2012.

GOULART, M.D.C. & CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de Água como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental. **Revista da Revista da Faculdade de Pará de Minas**, n. 1, 2003.

GRIFFITH, M.B., KAUFMANN, P.R., HERLIHY, A.T. & HILL, B.H. Analysis of macroinvertebrate assemblages in relation to Environmental gradients in Rocky Mountain streams. **Ecological Applications**, v. 11, p. 489–505, 2001.

HEPP, L.U. & RESTELLO, R.M. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho**. In: ZAKRZEVISKI, S. B. Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares. Erechim: Edifapes, 136 p., 2007.

HEPP, L.U. & RESTELLO, R.M. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliação de impactos resultantes dos usos da terra**. In: SANTOS, J.E., ZANIN, E.M. & MOSCHINI, L.E. (Org.). **Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção**. São Carlos: Rima Editora, p. 264-277, 2010.

HEPP, L.U., MILESI, S.V., BIASI, C. & RESTELLO, R.M. Effects agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblages in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 27, n.1, p.106-113, 2010.

HEPP, L.U., MILESI, S.V., BIASI, C. & RESTELLO, R.M. **Macroinvertebrados Bentônicos como bioindicadores da Qualidade das águas**. In: XVII Simpósio

Brasileiro de Recursos Hídricos. 8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos países de Língua Oficial Portuguesa. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430700&search=rio-grand-e-do-sul|erechim>. Acesso em: 26 abr. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acesso em: 26 jun. 2015.

KOLKWITZ, R. & MARSSON, M. **Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Berichte der deutschen Botanischen Gesellschaft**, p. 505-519, 1909.

KÖNIG, R., SUZIN, C.R.H., RESTELLO, R.M. & HEPP, L.U. Qualidade das águas de rios da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis, físicas, químicas e biológicas. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n. 1, p. 84-93, 2008.

LIMA, J.S. **Bioindicação, biomonitoramento: aspectos bioquímicos e morfológicos**. Techoje. Instituto de educação tecnológica – IETEC, Belo Horizonte/MG, 11p., 2000.

LOYOLA, R.G.N. **Atual estágio do IAP de índices biológicos de qualidade**. In: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. Vitória, 2000.

MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Blackwell Publishing, Malden. 256 p., 2004.

METCALFE, J.L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution**, v. 60, p. 101-139, 1989.

MONTEIRO, T.R., OLIVEIRA, L.G. & GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP' à bacia do Rio Meia Ponte-GO. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 553-563, 2008.

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J.L., BAPTISTA, D.F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical books Editora, 2010.

OLIVEIRA, V., MARTINS, R. & ALVES, R. Evaluation of water quality of an urban stream in southeastern Brazil using Chironomidae larvae (Insecta: Diptera). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 873-878, 2010.

PAMPLIN, P.A.Z. & ROCHA, O. Temporal and bathymetric distribution of benthic macroinvertebrates in the Ponte Nova Reservoir, Tietê river (São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 19, p. 439-452, 2007.

PITÁGORAS, C.B. & OLIVEIRA, L.G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 283–293, 2007.

PLANO DE MANEJO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, Erechim, RS, dezembro de 2011. Disponível em: http://www.pmerechim.rs.gov.br/uploads/files/Plano_Manejo_APA_Rios_Ligeirinho_L_eaozinho__Dez_2011.pdf. Acesso em: 26 abr. 2014.

POMPEU, P.S., ALVES, C.B.M. & CALLISTO, M. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas Basin, Brazil. **American Fisheries Society Symposium**, v. 42, p. 11-22, 2005.

RAMPAZZO, S.E. **Proposta Conceitual de Zoneamento Ambiental para o município de Erechim (RS)**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biológicas e Saúde - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP: 2003.

REICE S.R. & WOHLBERG, M. **Monitoring freshwater benthic macroinvertebrates and benthic processes: Measures for assesement of ecosystem health**. *In*: Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. (EDS. RESH, V. H. & ROSENBERG, D. M.) 1 st edition Chapman & hall. p. 287-305. 1993.

RIBEIRO, T.A.P., AIROLDI, R.P.S., PATERNIANI, J.E.S. & SILVA, M.J.M. da. Variação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água em um sistema de irrigação localizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 295-301, 2005.

RODRIGUES, W. C. **DivEs - Diversidade de espécies**. Versão 3.0. Software e Guia do Usuário, 2015. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br/downloads.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

ROLDÁN, G.E. **Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: uso del método BMWP/Col.** Ed. Universidad de Antioquia, Medellín, 2003.

ROQUE, F.O., TRIVINHO-STRIXINO, S., STRIXINO, G., AGOSTINHO, R.C. & FOGO, J.C. Benthic macroinvertebrates in streams of the Jaraguá State Park (Southeast of Brazil) considering multiple spatial scales. **Journal of Insect Conservation**, v. 7, p. 63-72, 2003.

ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society**. New York: Chapman & Hall, v. 12, n. 2, p. 220-222, 1993.

ROVANI, I.L., ROSSET-QUADROS, F., DECIAN, V.S. & ZANIN, E.M. **Caracterização Ambiental da Área de Proteção Ambiental dos Rios Ligeirinho e Leãozinho - Erechim/RS.** *In*: VI Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental, XXI Semana Alto Uruguai do Meio Ambiente SAUMA e Encontro Regional de Educação Ambiental, 2012.

SALLES, F.F. & FERREIRA-JUNIOR, N. **Hábitat e hábitos.** *In*: HAMADA, N., NESSIMINA, J.L. & QUERINO, R.B. Insetos Aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: INPA, 2014.

SANTOS, K.P. de. **Macroinvertebrados bentônicos e parâmetros físico-químicos como indicadores da qualidade da água de microbacias utilizadas para o abastecimento público da Região Metropolitana de Goiânia.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Goiânia/GO: 2014.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ. **Avaliação da Qualidade da Água através dos Macroinvertebrados Bentônicos - Índice BMWP.** Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=91>. Acesso em: 01 abr. 2014.

SCHNEIDER, R.M., FREIRE, R., COSSICH, E.S., SOARES, P.F., FREITAS, F. H. de & TAVARES, C.R.G. Estudo da influência do uso e ocupação de solo na qualidade da água de dois córregos da Bacia hidrográfica do rio Pirapó. **Acta Scientiarum Technology**, v. 33, n. 3, p. 295-303, 2011.

SILVA, F.L.P. **Estrutura da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos de cinco alagados temporários do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil.**

Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS: 2006.

SILVEIRA, M.P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. São Paulo: EMBRAPA, 2004. 68 p. (Documentos, 36).

SILVEIRA, M.P., BUSS, D.F., NESSIMIAN, J.L. & BAPTISTA, D.F. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a Southeastern Brazilian river. **Brazilian Journal Biology**, v. 66, p. 623-632, 2006.

STERZ, C., ROZA-GOMES, M. & ROSSI, E.M. Análise microbiológica e avaliação de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do Riacho Capivara, município de Mondaí, SC. **Unoesc & Ciência – ACBS**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 7-16, 2011.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 10, p. 1117-1142, 1952.

STRASKRABA, M. & TUNDISI, J.G. Gerenciamento da qualidade de águas de represas. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. São Carlos. ILEC, 2000.

TELES, H.F., LINARES, M.S., ROCHA, P.A. & RIBEIRO, A.S. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Zociências**, v. 15, n. 3, p. 123-137, 2013.

THEODORO, M. & DECIAN, V.S. Mapeamento do uso da terra e fitofisionomia da bacia de captação da Corsan em Erechim, RS. Disponível em: [http://www.agbpa.com.br/CD/artigos/Comunicacao/planejamento%20-%20PDF%20ok/mapeamento .pdf](http://www.agbpa.com.br/CD/artigos/Comunicacao/planejamento%20-%20PDF%20ok/mapeamento.pdf), 2010.

THORNE, R.S.J & WILLIAMS, W.P. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. **Freshwater Biology**, v. 37, p. 671-686, 1997.

TREVISAN, A., HEPP, L.U. & SANTOS, S. Abundância e distribuição de Aeglidae (Crustacea: Anomura) em função do uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga, Rio Grande do Sul, Brasil. **Zoologia**, v. 26, n. 3, p. 419-426, 2009.

VARGAS, G.D.L.P. **Tratamento terciário de esgoto sanitário através de processos oxidativos avançados para obtenção de água de reuso**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC: 2008.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas no tratamento de esgoto.**

v. 1. Editora: UFMG, 2005.

ZANIN, E.M. **Caracterização ambiental da paisagem urbana de Erechim e do Parque municipal Longines Malinowski, Erechim-RS.** Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP: 2002.

WILHM, J.L. & DORRIS, T.C. Biological parameters for water quality criteria.

Bioscience, v. 18, n. 6, p. 477-81, 1968.

CAPÍTULO II - CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA FUNCIONAL DAS COMUNIDADES DE
MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM TRECHOS DE RIOS DO SUL DO
BRASIL

CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA FUNCIONAL DAS COMUNIDADES DE
MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM TRECHOS
DE RIOS DO SUL DO BRASIL

Resumo: O objetivo deste estudo foi analisar as condições da diversidade dos habitats e a estrutura trófica das comunidades de macroinvertebrados bentônicos em trechos de rios situados em bacias hidrográficas utilizadas para o abastecimento público. Para a avaliação das condições ambientais foi aplicado um protocolo de avaliação rápida nos pontos de amostragem. As coletas de macroinvertebrados foram realizadas mensalmente no período de novembro de 2014 até abril de 2015, utilizando-se um amostrador do tipo *Surber*. A classificação em grupos tróficos seguiu orientações de Merritt & Cummins (1996) e Cummins *et al.* (2005). Foram identificados 4096 organismos bentônicos nos rios estudados, distribuídos em 41 táxons de Annelida, Nematoda, Crustacea, Aracnida e Insecta, sendo este último o grupo mais representativo. As famílias mais abundantes foram Chironomidae (21%) da ordem Diptera e Hydropsichidae (15%) da ordem Trichoptera. A categoria trófica mais frequente foi a de coletores-catadores (14 táxons e 1039 indivíduos). Os resultados obtidos são importantes para o conhecimento dos padrões de organização de macroinvertebrados e na avaliação estrutural de ambientes aquáticos.

Palavras-chave: estrutura trófica, protocolo de avaliação rápida, ambientes aquáticos.

Abstract: The objective of this study was to analyze the conditions of the diversity of habitats and the trophic structure of benthic macroinvertebrate communities in streams snippets located in watersheds used for public supply. For the evaluation of environmental conditions it was applied a rapid assessment protocol on sampling points. The collections of macroinvertebrates were carried out monthly in the period from November 2014 to April 2015, using a *Surber* type sampler. The classification in trophic groups followed Merritt & Cummins (1996) and Cummins *et al.* (2005) guidelines. 4096 benthic organisms were identified in the studied streams, distributed in 41 rate Annelida, Nematoda, Crustacea, Insecta and Aracnida, the latter being the most representative group. The most abundant families were Chironomidae (21%) of Diptera order and Hydropsichidae (15%) of Trichoptera order. The most frequent trophic category was the gatherers-collectors (14 rate and 1039 individuals). The results are important for the knowledge of the macroinvertebrates organization patterns and for the structural evaluation of aquatic environments.

Key words: trophic structure, rapid assessment protocol, aquatic environments.

Introdução

Os macroinvertebrados bentônicos compreendem os animais invertebrados, com tamanho de 2 a 5 mm que habitam, ou que passam pelo menos parte do ciclo de vida, nos substratos de fundo ou na superfície destes em corpos de águas continentais (MUGNAI *et al.*, 2010). Quase todos os grupos taxonômicos que ocorrem em águas continentais têm algum representante no substrato de fundo (HYNES, 2001; OLIVEIRA, 2009). Os principais grupos de invertebrados bentônicos estão representados pelos insetos, anelídeos, moluscos e crustáceos (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

A distribuição dos macroinvertebrados bentônicos é influenciada pela alimentação, condições físicas e químicas da água, bem como outros fatores (HYNES, 1974). Tais análises são usadas para gerar e testar hipóteses sobre os possíveis fatores que influenciam a estrutura da comunidade de rios, e também modelar as respostas da biota às mudanças naturais e antropogênicas no ambiente (BALDAN, 2006; MONTEIRO *et al.*, 2008; GIULIATTI & CARVALHO, 2009).

Os organismos bentônicos são diretamente afetados pela alteração na composição natural dos sistemas aquáticos, diminuindo ou aumentando sua população (MARQUES & BARBOSA, 2001). A composição qualitativa de fauna bentônica é um bom indicador das condições tróficas e do grau de contaminação de rios e lagos, por exemplo, na composição de Chironomidae, porque estes resistem a baixas concentrações de oxigênio dissolvido (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Espécies de macroinvertebrados bentônicos dos grupos Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera podem ser indicadoras de ambientes de baixo impacto antrópico (DOHET *et al.*, 2002; FERNANDES, 2007).

O emprego de grupos tróficos funcionais e o conhecimento de como os organismos colonizam os habitats, compõem uma ferramenta útil para a conservação dos recursos hídricos, pois conhecimento pode ser usado como base para a identificação de políticas e propostas de conservação e manutenção dos recursos naturais de uma determinada área (CALLISTO *et al.*, 2001; BATISTA *et al.*, 2010). Ao longo da extensão de um rio é possível verificar diferenças na estrutura das comunidades bentônicas resultantes das alterações dos fatores físicos e da disponibilidade de nutrientes (VANNOTE *et al.*, 1980; CALADO, 2011).

A divisão dos grupos funcionais de alimentação foi descrita por Merritt & Cummins (1996), e os estudos baseados no alimento digerido revelam que, todos os insetos aquáticos são onívoros, pelo menos em seus primeiros estágios de desenvolvimento. No entanto, espécies em seus últimos estágios de desenvolvimento tendem a apresentar maior especificidade nos seus requerimentos nutricionais (FERNANDES, 2007; SILVA *et al.*, 2009).

Os macroinvertebrados aquáticos são importantes no fluxo de energia, pois constituem a maior fonte de alimento para outros organismos, como peixes e outros insetos (ROSENBERG & RESH, 1993). Além disso, fazem parte da ciclagem de nutrientes, principalmente devido à utilização do material orgânico alóctone pelos fragmentadores, que devido ao processamento facilitam a ação dos decompositores (WARD *et al.*, 1995; CALLISTO & ESTEVES, 1995) e tornam possível o transporte de matéria orgânica pelo rio, podendo esta ser utilizada por organismos filtradores, coletores e também pelos predadores (VANNOTE *et al.*, 1980; SALVARREY, 2010).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar as condições ambientais e a estrutura trófica das comunidades de macroinvertebrados em trechos situados em dois rios utilizados para o abastecimento público.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

A principal fonte de abastecimento de água para o município de Erechim (barragem da Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN) está implantada na confluência do Rio Leãozinho e Rio Ligeirinho na Unidade Gerencial Ligeirinho. Esta unidade possui características de uso do solo predominantemente rural, com exceção da porção montante, situada ao longo do eixo da BR 153, onde existe urbanização, com a ocorrência de pequenas áreas reflorestadas, cultivo de erva-mate e de videiras (THEODORO & DECIAN, 2010). Devido à topografia plana o regime de uso agropecuário é intenso e com grau de degradação dos recursos ambientais elevado (PLANO DE MANEJO DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, 2011).

Os Rios Leãozinho e Ligeirinho são tributários do arroio Tigre e caracterizam a área de drenagem da APA, localizada entre as coordenadas geográficas 27° 39'38,3" a 27° 42' 48,6" de latitude Sul e 52° 14' 15" a 52° 17' 23" de longitude Oeste, apresentando uma área total delimitada pelos seus divisores topográficos de 2.121,05 hectares. A área de drenagem da APA dos Rios Leãozinho e Ligeirinho possui diversos afluentes de menor tamanho, cuja hidrografia ocupa 39.496 km de extensão e a lâmina d'água 32,21 hectares de área (ROVANI, 2012).

As coletas foram realizadas mensalmente no período de novembro de 2014 até abril de 2015. Foram escolhidos oito locais nas bacias hidrográficas do Rio Leãozinho e Rio Ligeirinho (Tabela 3), sendo que em cada rio foram selecionados 4 pontos com as mesmas características: o ponto 1 (PT1) localizado próximo a nascente; ponto 2 (PT2); ponto 3 (PT3) e ponto 4 (PT4). Foram escolhidos pontos equidistantes e de fácil acesso. Em cada ponto foram realizadas três amostragens, totalizando 24 por mês. Em seis meses foram coletadas 144 amostras de macroinvertebrados bentônicos.

Tabela 3. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Locais	Coordenadas Geográficas	
	Rio Leãozinho	Rio Ligeirinho
PT1	27°39'58.3"S/ 052°16'35.5"W	27°42'3.9"S/ 052°16'53.2"W
PT2	27°40'18.7"S/ 052°15'55.9"W	27°41'55.9"S/ 052°16'12.8"W
PT3	27°40'15.9"S/ 052°14'54.4"W	27°41'48.7"S/ 052°15'50.46"W
PT4	27°40'18.1"S/ 052°14'59.5"W	27°40'58.4"S/ 052°14'41.1"W

Protocolo de avaliação rápida

Para a avaliação das condições ambientais foi aplicado um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats para trechos de bacias hidrográficas (PAR) desenvolvido por Callisto *et al.* (2002), adaptado dos protocolos propostos pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA, 1987) e Hannaford *et al.* (1997) (ANEXO B).

O protocolo empregado consistiu de um formulário padrão composto por duas tabelas. Este protocolo avalia um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas de 0 a 4 e de 0 a 5. A pontuação é atribuída a cada parâmetro com base na observação das condições do hábitat. O valor final do protocolo de avaliação é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independentemente (CALLISTO *et al.*, 2001). O protocolo apresenta o nível de conservação das condições ecológicas de bacias hidrográficas, determinando locais “impactados” (pontos: 0 a 40), “alterados” (pontos: 41 a 60) e “naturais” (pontos: acima de 61) (KRUPEK, 2010).

Parâmetros biológicos

As coletas de macroinvertebrados foram realizadas mensalmente na época quente do ano no período de novembro de 2014 até abril de 2015, onde a prevalência de organismos bioindicadores é maior (SILVA, 2006). A coleta dos macroinvertebrados bentônicos foi realizada conforme Silveira (2004), utilizando-se um amostrador do tipo Surber (malha de 250 μm e área de 0,1 m^2). Os exemplares foram acondicionados em frascos etiquetados contendo álcool 70% e conduzidos ao Laboratório de Ecologia e Conservação da Universidade Federal da Fronteira Sul. Os organismos foram triados sob estereomicroscópio de aumento de até 45 vezes, sendo colocados em placas de Petri com água e álcool 70%. Os macroinvertebrados bentônicos foram identificados sempre que possível ao nível taxonômico de família, utilizando-se o Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro (MUGNAI *et al.*, 2010).

Para avaliar a estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos foram estimados os valores de abundância, riqueza taxonômica, frequência de indivíduos nas amostras (presença em 50% ou mais das amostras) e calculadas a abundância total e abundância relativa de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT); índice de diversidade de Shannon-Wiener (MARGURRAN, 2004); índice de equitabilidade de Pielou (PIELOU, 1966) e dominância Berger-Parker. Para avaliar se as diferenças foram significativas foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (ZAR, 1999). Os resultados dos índices de estrutura bentônica foram

correlacionados entre si e com os resultados do protocolo de avaliação rápida por meio de correlações múltiplas, utilizando o coeficiente de Pearson.

Uma análise de agrupamento (*cluster analysis*) foi realizada para avaliar a similaridade entre os rios estudados a partir de uma matriz de abundância e riqueza taxonômica de organismos nos trechos de coleta, adotando-se o método do vizinho mais distante (*complete linkage*) a partir da Distância Euclidiana. As análises estatísticas foram processadas por meio do programa Statistica versão 8.0 (Statsoft Inc., USA) (BAS & BOYACI, 2007) e os cálculos dos índices biológicos com o programa DIVES (RODRIGUES, 2015).

A classificação em grupos tróficos neste estudo seguiu orientações de Merritt & Cummins (1996) e Cummins *et al.* (2005). Os organismos foram classificados em coletores-catadores, coletores-filtradores, predadores, raspadores e fragmentadores.

De acordo com Merritt & Cummins (1996) e Silva *et al.* (2009), os macroinvertebrados podem ser agrupados em cinco categorias, com base no modo de alimentação: (1) coletores-catadores - alimentam-se de pequenas partículas de matéria orgânica por coleta nos depósitos de sedimento; (2) coletores-filtradores – capturam, por filtração, pequenas partículas de matéria orgânica em suspensão na coluna d'água; (3) fragmentadores - mastigam folhas ou tecido de planta vascular vivo ou escavam madeira; (4) predadores - engolem a presa inteira ou ingerem os fluidos do tecido corporal; (5) raspadores - adaptados a raspar superfícies duras, alimentam-se de algas, bactérias, fungos e matéria orgânica morta adsorvidos aos substratos.

Resultados

Com relação às condições ambientais, obtiveram-se as pontuações de 60 a 68 pontos no Rio Leãozinho, e de 49 a 72 pontos no Rio Ligeirinho, através do protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats para trechos de bacias hidrográficas (Tabela 4).

Tabela 4. Pontuação e classificação dos trechos avaliados, nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho pela aplicação do protocolo de diversidade de habitats para trechos de bacias hidrográficas adaptado de Callisto *et al.* (2002) (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Locais	Rio Leãozinho		Rio Ligeirinho	
	Pontuação	Classificação	Pontuação	Classificação
PT1	68	Natural	49	Alterado
PT2	60	Alterado	57	Alterado
PT3	65	Natural	60	Alterado
PT4	60	Alterado	72	Natural

As amostragens realizadas nos segmentos das bacias hidrográficas do Rio Leãozinho e do Rio Ligeirinho registraram a presença de 4096 organismos bentônicos, pertencentes a 41 táxons de Annelida, Nematoda, Crustacea, Aracnida e Insecta, sendo este último o grupo mais representativo. A bacia do Rio Leãozinho foi a mais abundante com 2244 organismos coletados, cuja riqueza de táxons foi de 37 (Tabela 5). O ponto 3 dos Rios Leãozinho e Ligeirinho apresentou maior abundância de macroinvertebrados.

Quanto às categorias funcionais de alimentação foram encontrados fragmentadores (Rio Leãozinho: 4 táxons e 173 indivíduos; Rio Ligeirinho: 6 táxons e 142 indivíduos), raspadores (Rio Leãozinho: 7 táxons e 328 indivíduos; Rio Ligeirinho: 6 táxons e 260 indivíduos), coletores-filtradores (Rio Leãozinho: 2 táxons e 327 indivíduos; Rio Ligeirinho: 2 táxons e 395 indivíduos), coletores-catadores (Rio Leãozinho: 14 táxons e 1039 indivíduos; Rio Ligeirinho: 13 táxons e 675 indivíduos) e predadores (Rio Leãozinho: 14 táxons e 377 indivíduos; Rio Ligeirinho: 14 táxons e 380 indivíduos).

Tabela 5. Macroinvertebrados bentônicos coletados nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Táxons	Rio Leãozinho	Rio Ligeirinho	Classificação trófica
Annelida			
Oligochaeta	21	3	Coletor-catador
Nematoda	2	0	Coletor-catador
Arthropoda			
Crustacea			
Aeglidae	30	18	Coletor-catador
Hyalellidae	0	1	Coletor-catador
Talitridae	15	160	Coletor-catador
Aracnida			
Acarina	4	2	Predador
Insecta			
Coleoptera			
Dytiscidae	6	3	Predador
Elmidae	125	94	Raspador
Hydrophilidae	1	1	Coletor-catador
Psephenidae	9	8	Raspador
Ptylodactilidae	1	0	Fragmentador
Diptera			
Blephariceridae	0	2	Raspador
Ceratopogonidae	8	2	Predador
Chironomidae	675	226	Coletor-catador
Culicidae	1	1	Coletor-catador
Simuliidae	54	56	Coletor-filtrador
Ephemeroptera			
Baetidae	96	136	Coletor-catador
Caenidae	32	32	Coletor-catador
Leptohyphidae	136	85	Coletor-catador
Leptophlebiidae	186	130	Raspador
Oligoneuriidae	1	1	Coletor-catador
Hemiptera			
Gerridae	1	0	Predador
Helotrephidae	2	0	Predador
Naucoridae	8	0	Predador
Veliidae	0	1	Predador
Lepidoptera			
Pyralidae	1	0	Fragmentador
Odonata			
Aeshnidae	3	1	Predador
Calopterygidae	4	1	Predador
Gomphidae	1	0	Predador
Libellulidae	6	16	Predador
Megapodagrionidae	23	3	Predador
Plecoptera			
Gripopterygidae	30	66	Fragmentador
Perlidae	2	3	Predador

Táxons	Rio Leãozinho	Rio Ligeirinho	Classificação trófica
Trichoptera			
Anomalopsychidae	4	1	Raspador
Glossosomatidae	0	22	Raspador
Hydrobiosidae	273	311	Predador
Hydroptilidae	4	3	Raspador
Hydropsychidae	273	339	Coletor-filtrador
Leptoceridae	36	37	Predador
Odontoceridae	141	76	Fragmentador
Philopotamidae	18	0	Coletor-catador
Xyphocentronidae	11	11	Coletor-catador
Abundância total	2244	1852	4096

O grupo dos coletores-catadores foi o mais representativo nos rios. A abundância relativa no Rio Leãozinho foi de 46% e no Rio Ligeirinho de 36% (Figura 5). O grupo menos representativo foi o de fragmentadores, com abundância relativa de 8% no Rio Leãozinho e de 9% no Rio Ligeirinho. O ponto 1 do Rio Leãozinho e o ponto 4 do Rio Ligeirinho apresentaram aumento na categoria trófica dos raspadores (32%), compreendendo o grupo mais representativo nestes trechos, seguido pelos grupos de coletores-catadores e coletores-filtradores.

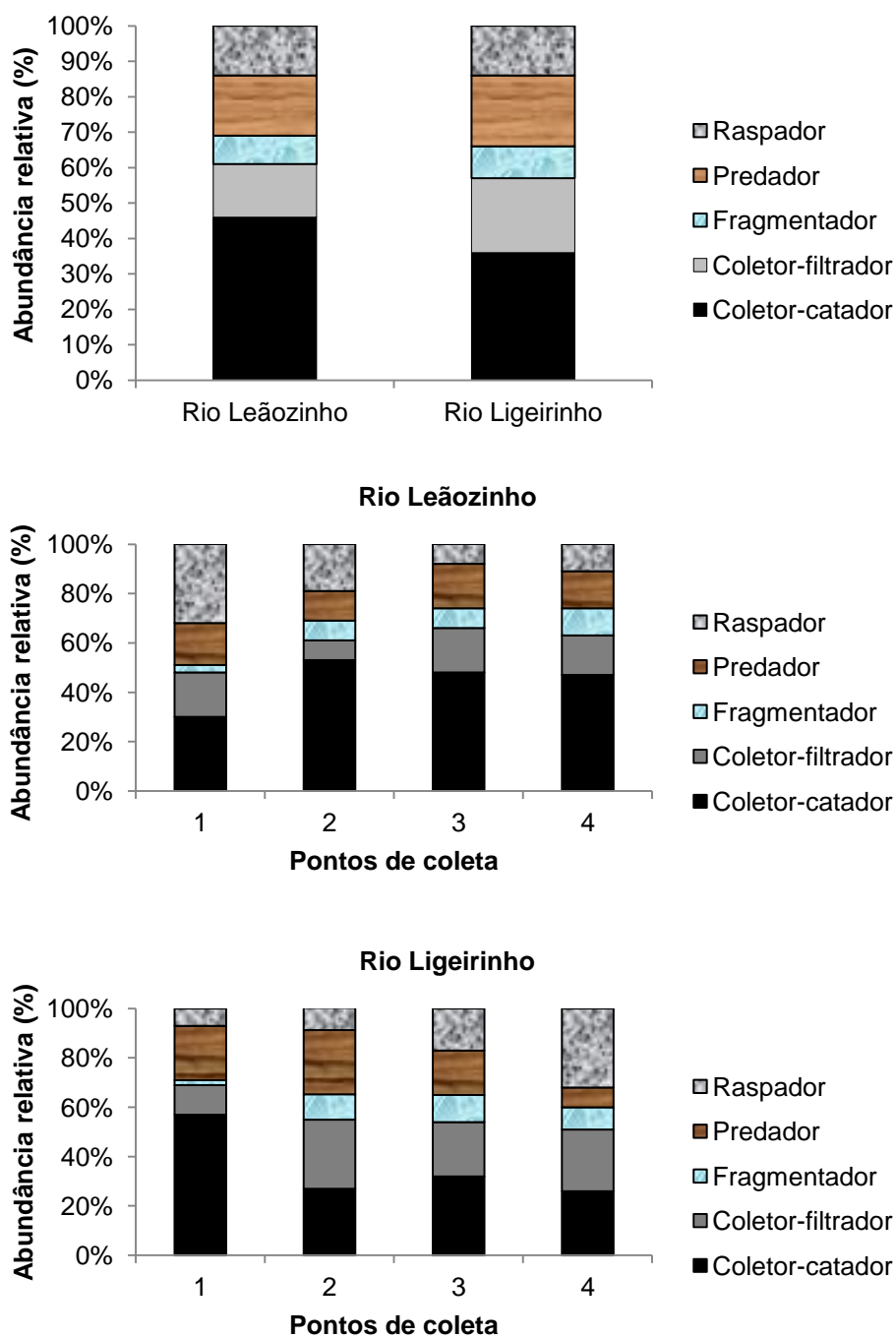


Figura 5. Porcentagem de grupos funcionais tróficos observados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho, segundo classificação de Merritt & Cummins (1996) e Cummins *et al.* (2005), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

As ordens mais abundantes nos rios estudados foram Trichoptera (Rio Leãozinho $n = 760$; Rio Ligeirinho $n = 800$), Diptera (Rio Leãozinho $n = 738$; Rio Ligeirinho $n = 287$) e Ephemeroptera (Rio Leãozinho $n = 451$; Rio Ligeirinho $n = 384$)

(Figura 6). As famílias mais abundantes foram Chironomidae (21%) da ordem Diptera e Hydropsichidae (15%) da ordem Trichoptera.

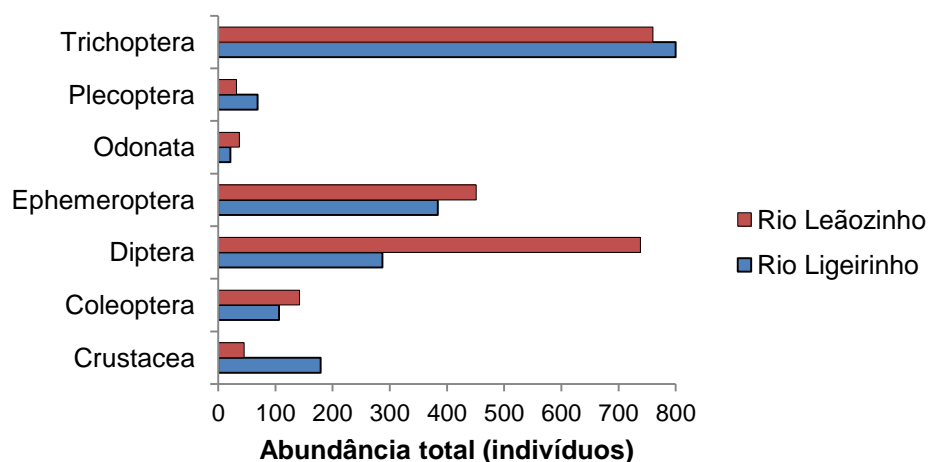


Figura 6. Grupos taxonômicos de macroinvertebrados mais representativos nos pontos estudados nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Com relação à frequência dos grupos nas amostras observou-se a presença de 10 táxons no Rio Leãozinho, sendo eles Chironomidae (95%), Leptophlebiidae (95%), Hydropsychidae (91%), Hydrobiosidae (79%), Elmidae (87%), Baetidae (83%), Leptohiphidae (70%), Simuliidae (66%), Megapodagrionidae (58%) e Odontoceridae (54%). No Rio Ligeirinho foram registrados 9 táxons frequentes Hydropsychidae (87%), Chironomidae (83%), Hydrobiosidae (70%), Baetidae (62%), Elmidae (66%), Leptophlebiidae (66%), Gripopterygidae (58%), Simuliidae (54%) e Leptohiphidae (54%).

Sobre a ocorrência dos grupos EPT, registrou-se a presença 1243 exemplares no Rio Leãozinho e 1253 exemplares no Rio Ligeirinho, correspondendo respectivamente a 55% e 67% do total de indivíduos dos rios. A ordem Trichoptera foi a mais abundante, tanto para o número de indivíduos quanto para táxons (Rio Leãozinho n= 9; Rio Ligeirinho n= 9). O ponto 3 do Rio Leãozinho e do Rio Ligeirinho apresentou maior porcentagem de macroinvertebrados das ordens EPT, sendo 19% e 26% do total de indivíduos coletados, respectivamente. O ponto 1 do Rio Leãozinho e o ponto 4 do Rio Ligeirinho apresentaram as porcentagens mais baixas, compreendendo 7% e 8% do total de macroinvertebrados coletados.

No que se refere aos índices de diversidade (H'), equitabilidade (J) e dominância Berger-Parker, observou-se que o ponto 2 do Rio Leãozinho apresentou o maior índice de diversidade $H' = 1,113$. Os menores resultados foram encontrados no ponto 3 do Rio Leãozinho e no ponto 1 do Rio Ligeirinho. A maior equitabilidade foi observada no ponto 1 do Rio Leãozinho (0,789) e no ponto 4 do Rio Ligeirinho (0,825). Quanto a dominância de espécies os maiores resultados foram obtidos no ponto 3 do Rio Leãozinho (0,359) e no ponto 1 do Rio Ligeirinho (0,320). O Rio Leãozinho apresentou maior riqueza de táxons no ponto 2 (28 táxons), os menores resultados foram registrados no ponto 1 do Rio Leãozinho (19 táxons) e ponto 4 do Rio Ligeirinho (19 táxons).

Os valores de abundância não apresentaram diferenças significativas ($p = 0,06$; $U = 200$) entre os rios. A riqueza taxonômica dos organismos entre os rios apresentou diferença significativa ($p = 0,02$, $U = 179$). Ao comparar os rios por resultados dos índices de estrutura da comunidade bentônica não houve diferença significativa entre diversidade, equitabilidade, dominância e riqueza ($p > 0,05$); também não houve diferença entre os resultados obtidos no protocolo de avaliação rápida entre os rios e entre os índices de estrutura bentônica pelo teste de Mann-Whitney ($p > 0,05$) (Figura 7).

A equitabilidade apresentou correlação de Pearson positiva com a diversidade ($r = 0,81$) e negativa com a dominância ($r = -0,92$) com $p < 0,05$. A dominância entre os táxons se correlacionou positivamente com a abundância total ($r = 0,75$).

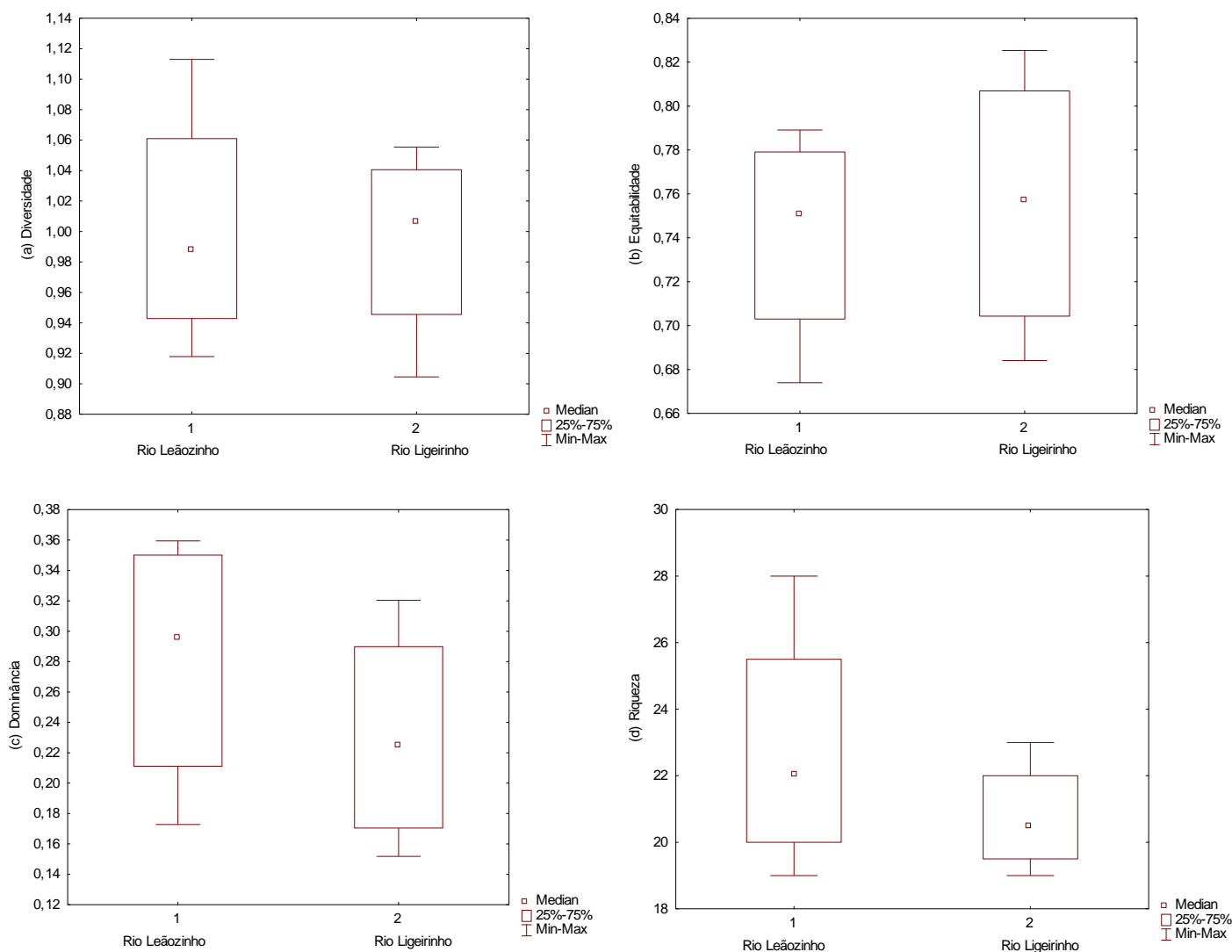


Figura 7. Representação gráfica (valores de mediana, 25%-75% de intervalo de confiança e os limites de confiança) dos índices de estrutura das comunidades de macroinvertebrados: (a) Índice de Shannon, (b) Índice de equitabilidade, (c) Dominância Berger-Parker e (d) Riqueza nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

A análise de agrupamento apresentou a formação de dois grupos similares (Figura 8), quanto a abundância e riqueza de macroinvertebrados, separando os pontos 3 e 4 localizados no Rio Leãozinho com maior quantidade de macroinvertebrados, dos de menor quantidade e também com baixa riqueza de táxons (ponto 1 no Rio Leãozinho e o ponto 4 no Rio Ligeirinho). O ponto 1 localizado no Rio Ligeirinho apresentou maior dissimilaridade entre os pontos estudados nos rios.

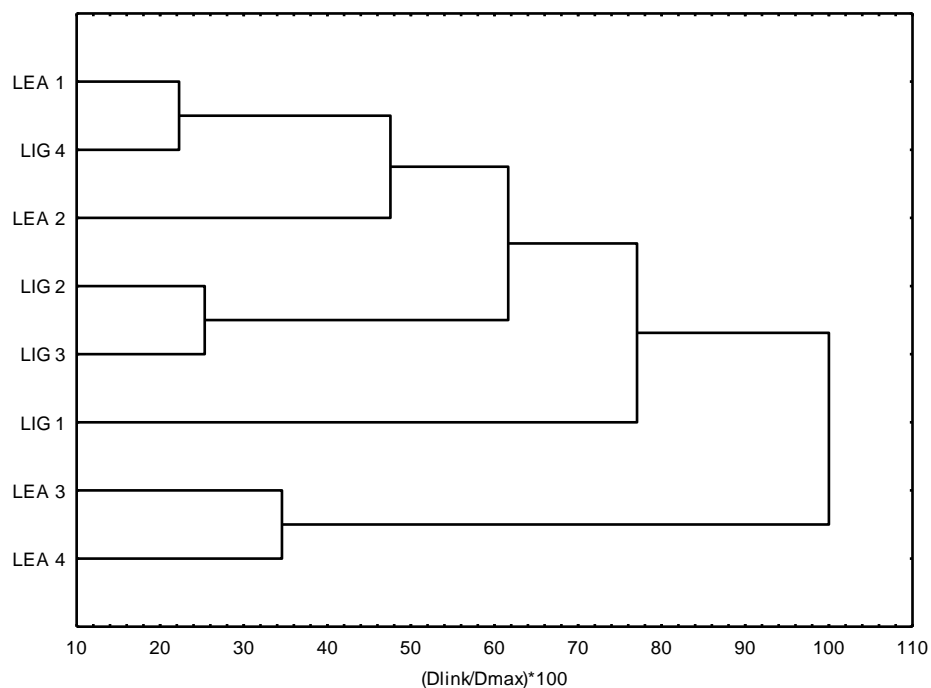


Figura 8. Dendrograma de Similaridade, baseado na distância relativa Euclidiana, da abundância e riqueza de macroinvertebrados bentônicos registrados nos pontos de coleta nos Rios Leãozinho (LEA 1 – ponto de coleta 1; LEA 2 – ponto de coleta 2; LEA 3 – ponto de coleta 3 e LEA 4 – ponto de coleta 4) e Ligeirinho (LIG 1 – ponto de coleta 1; LIG 2 – ponto de coleta 2; LIG 3 – ponto de coleta 3 e LIG 4 – ponto de coleta 4) nos Rios Leãozinho e Ligeirinho (Erechim, Rio Grande do Sul), no período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Discussão

O uso de avaliações rápidas como o protocolo desenvolvido por Callisto *et al.* (2002) é uma importante ferramenta no desenvolvimento de programas de monitoramento ecológico e na restauração de ambientes lóticos (RODRIGUES, 2008). Integrar a avaliação da diversidade de habitats, através do uso do protocolo de avaliação rápida para rios (PARs) com análises da comunidade bentônica, é uma forma de obtenção de parâmetros para o estudo da qualidade ambiental do trecho do rio avaliado, possibilitando comparações com os organismos que vivem nos rios (CALLISTO *et al.*, 2002).

Neste estudo foi possível observar que trechos dos Rios Leãozinho e Ligeirinho classificados como alterados pelo PAR, corresponderam aos trechos com a maior porcentagem de organismos do grupo trófico coletor-catador. Já os pontos classificados como naturais apresentaram maior porcentagem do grupo trófico

raspador. A representatividade da guilda de coletores-catadores em pontos classificados como alterados sugere grande importância da matéria orgânica como recurso alimentar na dieta dos macroinvertebrados analisados (FERNANDES, 2007; GIULIATTI & CARVALHO, 2009).

A guilda dos coletores-catadores (como os Chironomidae e os Baetidae) foi a mais frequente nos Rios Leãozinho e Ligeirinho, semelhante a outros locais estudados (SILVA *et al.*, 2009). Chironomidae normalmente é numericamente dominante em ambientes dulciaquícolas nas diferentes regiões climáticas, devido à tolerância de certas espécies a situações extremas como hipóxia (REMOR *et al.*, 2014; SURIANO & FONSECA-GESSMER, 2004; ESTEVES, 1998). Sendo assim, altas densidades destes gêneros podem evidenciar elevado teor de matéria orgânica no ambiente, o que os tornam eficientes indicadores de degradação ambiental (BARBOLA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2008).

Outra observação deste estudo foi que trechos classificados como alterados (pontos 1, 2 e 3 do Rio Ligeirinho; pontos 2 e 4 do Rio Leãozinho) tiveram redução do grupo trófico dos fragmentadores. No PAR, estes pontos foram caracterizados pela proximidade a lavouras, residências e acentuado desflorestamento. O desmatamento das margens pode explicar a menor quantidade de fragmentadores devido à menor disponibilidade de folhas para alimento. Por outro lado, os organismos coletores aumentariam em abundância, em virtude de um maior aporte de matéria orgânica ocasionada pela erosão das margens e entrada de esgoto (OLIVEIRA, 2013). Com a falta de mata ciliar, há uma maior penetração de radiação solar e, conseqüentemente, uma maior produção de material autóctone como algas, macrófitas e perífíton, não apenas material alóctone, mas também matéria orgânica e algas que afloram com ausência do dossel (ZARDO *et al.*, 2013).

Os predadores foram a segunda guilda de maior presença e riqueza de táxons nos Rios Leãozinho e Ligeirinho, devido ao predomínio da família Hydrobiosidae. Os predadores alimentam-se de pedaços ou de presas inteiras, de outros organismos pertencentes a todos os grupos funcionais, não refletindo diretamente a influência do alimento de origem externa no ecossistema lótico (GIULIATTI & CARVALHO, 2009).

Os raspadores, como Leptophlebiidae e Elmidae, tiveram abundância reduzida. Provavelmente isso aconteceu devido à baixa quantidade do *litter* cedido

pela vegetação ripária (pobre), que é a principal fonte de alimento para esses dois grupos (BATISTA *et al.*, 2010).

Embora os pontos 1 e 3 do Rio Leãozinho e o ponto 4 do Rio Ligeirinho tenham sido classificados como naturais no PAR, foram observadas alterações ambientais nas margens dos rios, como redução da mata ciliar, culturas agrícolas, prática de pecuária, acúmulo de lixo e proximidade ao perímetro urbano. Estas áreas naturais apresentaram em comum fragmentos de mata ciliar, características de água e de sedimentos preservados. No entanto, em alguns destes pontos, a riqueza taxonômica e a abundância foram menores do que em outros.

Os Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), compõem um rico conjunto de táxons que ocorrem em córregos de baixa e média ordem. Estes organismos apresentam gêneros mais sensíveis às perturbações ambientais, que ocorrem principalmente em águas limpas e bem oxigenadas (PITÁGORAS & OLIVEIRA, 2007) estando associados aos ambientes menos degradados (BISPO *et al.*, 2001; BATTISTONI, 2012). Vários fatores podem influenciar a distribuição de EPT, entre eles, os tipos de substratos (SILVEIRA *et al.*, 2006), a heterogeneidade de habitats, além da velocidade de correnteza e a disponibilidade de recursos tróficos (CRISCI-BISPO *et al.*, 2007; BATTISTONI, 2012). A velocidade da correnteza também influencia o tamanho das partículas do substrato, afetando a distribuição do alimento e a remoção dos nutrientes (GIULIATTI & CARVALHO, 2009).

Todos os trechos amostrados apresentaram ordens de EPT. Os índices calculados com os organismos do grupo EPT, indicaram maior abundância e riqueza de táxons no ponto 3 do Rio Leãozinho e do Rio Ligeirinho. O ponto 1 do Rio Leãozinho apresentou decréscimo na abundância e na riqueza de EPT, porém o índice de diversidade não foi o menor. Para Teles *et al.* (2013) a riqueza de EPT pode sofrer uma queda com o aumento da poluição no recurso hídrico.

No estudo realizado em uma unidade de conservação por Battistoni (2012), a maior diversidade de Shannon, abundância e riqueza de EPT estava relacionada às características dos pontos, isto é, trechos com corredeiras, ausência de alterações no canal dos rios, vegetação ribeirinha preservada e substrato pedregoso, além de variáveis ambientais compatíveis para o estabelecimento desta fauna. Em geral, as áreas de correnteza apresentam uma maior concentração de oxigênio dissolvido,

atraindo grupos da fauna mais sensíveis, como as ordens de insetos Ephemeroptera e Plecoptera que respiram por meio de brânquias dependendo, portanto, de uma maior proporção de oxigênio dissolvido na água (EGLER, 2002). Nos Rios Leãozinho e Ligeirinho também foi observada maior abundância de macroinvertebrados das ordens EPT em trechos com rápidos com a largura igual à do rio (ponto 3 dos Rios Leãozinho e Ligeirinho) e com substrato pedregoso no leito dos rios.

De acordo com as pesquisas realizadas por Egler (2002) nos Rios São Lourenço e Varginha (Rio de Janeiro) a ordem Ephemeroptera, parece ter tido uma menor susceptibilidade ao impacto dos cultivos, pois a diversidade de táxons aumentou em áreas desmatadas. Essa informação corrobora com os resultados obtidos, pois pontos sem mata ciliar e próximos a áreas de cultivo apresentaram maior abundância de indivíduos da ordem Ephemeroptera, tanto no Rio Leãozinho (pontos 2 e 4) quanto no Rio Ligeirinho (pontos 2 e 3).

Conforme Stewart & Harper (1996) os Plecoptera estão associados com águas correntes limpas e frias. As larvas parecem ter requerimentos específicos para a temperatura da água, tipo de substrato e tamanho de riacho, que são refletidos na sua distribuição e sucesso ao longo do curso de rios e rios (OLIVEIRA, 2009). No Brasil, estão presentes duas famílias de Plecoptera: Perlidae e Gripopterygidae.

As larvas de Trichoptera são um importante componente dentro dos ambientes lênticos e lóticos. Em virtude da diversificação de hábito alimentar, esses organismos podem viver em pequenas nascentes a grandes rios tropicais e temperados, tendo sua maior diversidade em ambientes frios (BATTISTONI, 2012; MONTEIRO *et al.*, 2008). A diversidade ecológica encontrada nesta ordem se deve à capacidade das larvas em utilizar a seda que produzem de diversas maneiras, seja para construção de redes de captura especializadas, abrigos fixos, casas transportáveis ou como linha de ancoragem para que espécies predadoras de vida livre não sejam carregadas pela correnteza (YOKOYAMA *et al.*, 2012).

Neste estudo a ordem Trichoptera apresentou maior abundância e riqueza de táxons quando comparada com as ordens Ephemeroptera e Plecoptera, sendo frequente nas amostras coletadas. Na pesquisa realizada por Galdean *et al.* (2000) também foi possível observar a abundância de larvas de Trichoptera em rios na Serra do Cipó (Minas Gerais). Os rios estudados pelos autores foram submetidos ao

impacto de uso da terra, agricultura e descarga de esgoto, demonstrando que, famílias integrantes desta ordem, como Hydropsychidae também podem ser consideradas de grande tolerância ambiental (BUSS *et al.*, 2002).

Os resultados obtidos por meio da equitabilidade podem ser explicados através da correlação positiva com a diversidade e negativa com a dominância. Assim, pontos com maiores resultados de diversidade e menores resultados de dominância tendem a apresentar grupos igualmente abundantes (SANTOS, 2014). Considerando a dominância entre táxons, pode-se inferir que no ponto 3 do Rio Leãozinho e no ponto 1 do Rio Ligeirinho, onde foi registrada a menor equitabilidade e a maior abundância de macroinvertebrados, também apresentaram maior dominância. Resultados menores de equidade na distribuição da comunidade se devem a dominância de Chironomidae, Hydrobiosidae e Hydropsychidae ao se comparar com a abundância dos demais táxons. O índice de diversidade também foi menor nestes pontos.

A análise de similaridade uniu pontos de um rio com os do outro, sugerindo que as comunidades bentônicas são semelhantes entre os rios estudados, inclusive nos resultados de diversidade, equitabilidade e dominância. Assim, observou-se agrupamento entre o ponto 1 do Rio Leãozinho e ponto 4 do Rio Ligeirinho considerados naturais pelo PAR. Nestes pontos o grupo trófico dos raspadores foi representativo. Também foram unidos os pontos 2 e 3 do Rio Ligeirinho, que compreendem pontos na sequência do mesmo rio, classificados como alterados e com representatividade do grupo trófico dos coletores-catadores; e, pontos 3 e 4 do Rio Leãozinho, também em sequência, sendo respectivamente classificados pelo PAR como natural e alterado, ambos com maior representatividade do grupo trófico dos coletores-catadores.

O ponto 1 do Rio Ligeirinho apresentou maior dissimilaridade entre os pontos estudados, sendo caracterizado pela maior representatividade de famílias de macroinvertebrados como Talitridae e Libellulidae em comparação com os outros pontos. Esse trecho compreende a nascente do Rio Ligeirinho, sendo classificado como alterado pelo PAR e caracterizado por menor fluxo de água, com substrato composto predominantemente por terra, não possuindo características que poderiam influenciar na riqueza e abundância de comunidades bentônicas (FERNANDES, 2007).

A família Talitridae (ordem Amphipoda) é encontrada em locais com grau intermediário de preservação, estando o aumento populacional relacionado a temperaturas entre 16° C e 35° C (LOPES & MASUNARI, 2004). A família Libellulidae (ordem Odonata) integra espécies sensíveis às mudanças ambientais e que podem ser utilizadas como bioindicadores da qualidade da água. A temperatura, a quantidade de recursos alimentares e o grau de insolação são componentes que afetam o comportamento reprodutivo das espécies (MUGNAI *et al.*, 2010; DE MARCO & CARDOSO-PEIXOTO, 2004).

Pela análise do PAR foi possível perceber que os Rios Leãozinho e Ligeirinho apresentaram trechos com alteração antrópica nas margens dos rios, como ausência de mata ciliar, culturas agrícolas, prática de pecuária, acúmulo de lixo e proximidade ao perímetro urbano, inclusive na nascente dos rios. A avaliação pelo protocolo proposto por Callisto *et al.* (2002) permitiu relacionar ambientes alterados com a maior abundância do grupo trófico coletor-catador, principalmente em trechos com ausência de mata ciliar.

Os resultados dos índices de estrutura da comunidade bentônica mostraram diminuição na qualidade ambiental dos rios, dada à representatividade de famílias dominantes e tolerantes a poluição moderada. Os grupos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera foram representativos nos trechos dos Rios Leãozinho e Ligeirinho, estando relacionados a ambientes com correnteza e substrato rochoso.

A estrutura trófica observada apresentou influência da disponibilidade de matéria orgânica e de nutrientes. O uso de análises das condições ambientais e estrutura trófica das comunidades bentônicas tende a diminuir interpretações errôneas dos resultados, uma vez que as informações obtidas através do protocolo de avaliação rápida refletiram a estrutura trófica das comunidades de macroinvertebrados bentônicos.

Referências

BALDAN, L.T. **Composição e diversidade da taxocenose de macroinvertebrados bentônicos e sua utilização na avaliação de qualidade de água no Rio do Pinto Morretes, Paraná, Brasil.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR: 2006.

BARBOLA, I.F., MORAES, M.F.P.G., ANAZAWA, T.M., NASCIMENTO, E.A., SEPKA, E.R., POLEGATTO, C.M., MILLÉO, J. & SCHÜHLI, G.S. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do Rio Pitangui, Paraná, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 101, n.2, p. 15-23, 2011.

BAS, D. & BOYACI, I. **Modeling and optimization** I: usability of response surface methodology. *J. Food Eng.* 78, 2007, p. 836-845.

BATISTA, H.U., BARBOLA, I.F. KLOTH, A.E.G. & MILLÉO, J. Estrutura e composição da fauna de macroinvertebrados como forma de avaliação da qualidade da água do rio Verde, em Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p.241-256,2010.

BATTISTONI, D. **Insetos Aquáticos em uma Unidade de Conservação no Sul do Brasil**. 2012. 59f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim/RS: 2012.

BISPO, P.C., OLIVEIRA, L.G., CRISCI, V.L. & SILVA, M.M. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 13, p. 1-9, 2001.

BUSS, D.F., BAPTISTA, D.F., SILVEIRA, M.P., NESSIMIAN, J.L., DORWILLÉ, L.F. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in southeast Brazil. **Hydrobiologia**, v. 481, p. 125-136, 2002.

CALADO, S.C. de M. **Teia Trófica dos Macroinvertebrados em dois trechos do Rio Sambaqui, Morretes - PR**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR: 2011.

CALLISTO, M. & ESTEVES, F.A. Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita. Lago Batata (Pará, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 335-348, 1995.

CALLISTO, M. & ESTEVES, F.A. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia central (Brasil), p. 223-234. *In*: J. L. NESSIMIAN; A. L. CARVALHO (Eds). Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, **Oecologia Brasiliensis**, v. 5, p. 309, 1998.

- CALLISTO, M., FERREIRA, W.R., MORENO, P., GOULART, M. & PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- CALLISTO, M., MORENO, P. & BARBOSA, F.A.R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at serra do cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001.
- CALLISTO, M, MORETTI, M. & GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Rios. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n.1, p. 71-82, 2001.
- CRISCI-BISPO, V.L., BISPO, P.C. & FROEHLICH, C.G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic Rainforest streams, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 312-318, 2007.
- CUMMINS, K.W., MERRITT, R.W. & ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 1, p. 69-89, 2005.
- DE MARCO, J.R.P. & CARDOSO-PEIXOTO, P.E. Population dynamics of Hetaerina rosea and its relationship to abiotic conditions (Zygoptera: Calopterygidae). **Odonatologica**, v. 33, n. 1, p. 17-25, 2004.
- DOHET, A., DOLISY, D., HOFFMANN, L. & DUFRÊNE, M. Identification of bioindicator species among Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in a survey of streams belonging to the rhithral classification in the Grand Duchy of Luxembourg. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 28, p. 381-386, 2002.
- EGLER, M. **Utilizando a Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos na Avaliação da Degradação de Ecossistemas de Rios em Áreas Agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, FIOCRUZ, Rio de Janeiro/RJ, 2002.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. Biological criteria for the protection of aquatic life. Columbus: Division of Water Quality Monitoring and Assessment, v. 1-3, 1987.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Interciência. 2ª ed., Rio de Janeiro, 602p, 1998.

- FERNANDES, A.C. **Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores Biológicos de Qualidade da Água: proposta para elaboração de um índice de integridade biológica**. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, UnB, Brasília/DF, 2007.
- GALDEAN, N., CALLISTO, M., BARBOSA, F.A.R. & ROCHA, L.A. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, Southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Journal of Aquatic Ecosystem Health & Restoration**, v.3, p. 545-552, 2000.
- GIULIATTI, T.L. & CARVALHO, E.M. Distribuição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos em dois trechos do córrego Laranja Doce, Dourados/MS. **Interbio**, v. 3, n. 1, 2009.
- HANNAFORD, M.J, BARBOUR, M.T. & RESH, V.H. Training reduces observer variability in visual – based assessments of stream hábitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.
- HYNES, H.B.N. Comments on taxonomy of Australian Austroperlidae and Gripopterygidae (Plecoptera). **Australian Journal of Zoology**, v. 9, p. 1-52, 1974.
- HYNES, H.B.N. **The biology of polluted Waters**. Toronto: University of Toronto Press. 202p, 2001.
- KRUPEK, R. A. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. **Ambiência**, v. 6, n. 1, p. 147-158, 2010.
- LOPES, O.L. & MASUNARI, S. Distribuição de abundância de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na área de entorno da Usina Hidroelétrica de Guaricana, Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 2, 2004.
- MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Blackwell Publishing, Malden. 256 p., 2004.
- MARQUES, M.M. & BARBOSA, F. Biological quality of waters from an impacted tropical watershed (middle Rio Doce basin, southeast Brazil), using benthic macroinvertebrate communities as an indicator. **Hydrobiologia**, v. 457, p. 69-76, 2001.
- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 2. ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 1984.

- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3. ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 1996.
- MONTEIRO, T.R., OLIVEIRA, L.G. & GODOY, B.S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP' à bacia do Rio Meia Ponte-GO. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 553-563, 2008.
- MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L. & BAPTISTA, D.F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical books Editora, 2010.
- OLIVEIRA, P.C.A. **O aporte vegetal e a participação de macroinvertebrados no processo de decomposição foliar em um igarapé impactado e um preservado em Manaus – AM**. Dissertação (Mestrado em Biologia Urbana). Universidade Nilton Lins, 2013.
- OLIVEIRA, P.C. dos R. **Comunidade de macroinvertebrados bentônicos e qualidade da água e do sedimento das bacias hidrográficas dos Rios Lavapés, Capivara, Araquá e Pardo, Município de Botucatu (SP) e região**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu/SP: 2009.
- PIELOU, E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, p. 131 – 44, 1966.
- PITÁGORAS, C.B. & OLIVEIRA, L.G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 283–293, 2007.
- PLANO DE MANEJO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, Erechim, RS, dezembro de 2011. Disponível em: http://www.pmerechim.rs.gov.br/uploads/files/Plano_Manejo_APA_Rios_Ligeirinho_Leaozinho__Dez_2011.pdf. Acesso em: 26 abr. 2014.
- REMOR, M.B., HERMOSO, M., SGARBI, L.F., PRESTES, T.M.V. & CÂMARA, C. D. Qualidade da água do Rio das Pedras utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. **Cultivando o Saber**, v. 6, n. 2, p. 97-111, 2013.
- RODRIGUES, A.S. de L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos**

rupestres. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto/MG: 2008.

RODRIGUES, W. C. DivEs - Diversidade de espécies. Versão 3.0. Software e Guia do Usuário, 2015. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br/downloads.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Journal of the North American Benthological Society. **New York: Chapman & Hall**, v. 12, n. 2, p. 220-222, 1993.

ROVANI, I.L., ROSSET-QUADROS, F., DECIAN, V.S., ZANIN, E.M. **Caracterização Ambiental da Área de Proteção Ambiental dos Rios Ligeirinho e Leãozinho - Erechim/RS.** In: VI Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental, XXI Semana Alto Uruguai do Meio Ambiente SAUMA e Encontro Regional de Educação Ambiental, 2012, Erechim-RS.

SANTOS, K.P. de. **Macroinvertebrados bentônicos e parâmetros físico-químicos como indicadores da qualidade da água de microbacias utilizadas para o abastecimento público da Região Metropolitana de Goiânia.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Goiânia/GO: 2014.

SALVARREY, A.V.B. **Distribuição espacial de macroinvertebrados bentônicos em rios da região Central do Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS: 2010.

SILVA, F.L.P. **Estrutura da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos de cinco alagados temporários do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre/RS: 2006.

SILVA, F.L., MOREIRA, D.C., BOCHINI, G.L. & RUIZ, S.S. Hábitos alimentares de larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) do córrego Vargem Limpa, Bauru, SP, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 21, n. 2, 2008.

SILVA, F.L., PAULETO, G.M., TALAMONI, J.L.B. & RUIZ, S.S. Categorização funcional trófica das comunidades de macroinvertebrados de dois reservatórios na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 31, n.1, p. 73-78, 2009.

SILVEIRA, M.P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. São Paulo: EMBRAPA, 2004. 68 p. (Documentos, 36).

SILVEIRA, M.P., BUSS, D.F., NESSIMIAN, J.L. & BAPTISTA, D.F. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a Southeastern Brazilian river. **Brazilian Journal Biology**, v. 66, p. 623-632, 2006.

STEWART, K.W. & HARPER, P.P. Plecoptera. p. 262-266. *In*: MERRIT, R. W.; CUMMINS, K.W. (eds.) **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. Third Edition. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa, 1996.

STRIXINO, S.T. & NASCIMENTO, V.M. **Indicadores básicos de qualidade ambiental para bacias hidrográficas: macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos**. *In*: Curso Teórico prático sobre bioindicadores de qualidade da água, 2000, Jaguariuna: EMBRAPA, 2000. CD-Rom.

SURIANO, M.T. & FONSECA-GESSMER, A.A. Chironomidae (Diptera) Larvae in streams of Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo state, Brazil. **Acta Limnológica Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 129-136, 2004.

TELES, H.F., LINARES, M.S., ROCHA, P.A. & RIBEIRO, A.S. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Zociências**, v. 15, p. 123-137, 2013.

THEODORO, M. & DECIAN, V.S. 2010. Mapeamento do uso da terra e fitofisionomia da bacia de captação da Corsan em Erechim, RS. Disponível em: <http://www.agbpa.com.br/CD/artigos/Comunicacao/planejamento%20-%20PDF%20ok/mapeamento.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2014.

TUNDISI, J.G. & TUNDISI, M.T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R., CUSHING, C.E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, p. 130-137, 1980.

ZANIN, E.M. **Caracterização ambiental da paisagem urbana de Erechim e do Parque municipal Longines Malinowski, Erechim-RS**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR/SP: 2002.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. PrenticeHall, Englewood Cliffs, New Jersey. 660 pp, 1999.

ZARDO, D.C., HARDOIM, E.L., AMORIM, R. & MALHEIROS, C.H. Variação espaço-temporal na abundância de ordens e famílias de macroinvertebrados bentônicos registrados em área de nascente, Campo Verde-MT. **Revista Uniara**, v. 16, n. 1, 2013.

WARD, D., HOLMES, N. & JOSÉ, P. **The New Rivers & Wildlife Handbook**. RSPP, NRA e The Wildlife Trusts, Bedfordshire. 426p, 1995.

YOKOYAMA, E., PACIENCIA, G.P., BISPO, P.C., OLIVEIRA, L.G. & BISPO, P.C. A sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de Ephemeroptera e Trichoptera em um riacho de Cerrado do Sudeste do Brasil? **Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 73-84, 2012.

CONCLUSÕES

A avaliação realizada nos rios por biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos demonstram água de boa qualidade na maioria dos pontos avaliados, enquadrando-se nas Classes 1 ou 2 da resolução nº 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005).

A análise de qualidade da água utilizando o índice biológico BMWP' mostrou que as bacias hidrográficas dos Rios Leãozinho e Ligeirinho apresentam degradação na qualidade hídrica, sofrendo com impactos como a retirada da mata ciliar, prática da agropecuária em suas margens e aporte de dejetos urbanos e de animais.

Algumas amostras foram consideradas impróprias para o consumo humano durante o período amostral, segundo a resolução nº 274/00 do CONAMA (BRASIL, 2000), devido à presença de coliformes totais e fecais, o que mostra a interferência de ações antrópicas nestas águas, possivelmente lançamento de esgoto sanitário.

A avaliação pelo protocolo proposto por Callisto *et al.* (2002) permitiu relacionar ambientes alterados com a maior abundância do grupo trófico coletor-catador, principalmente em trechos com ausência de mata ciliar. Os resultados dos índices de estrutura da comunidade bentônica mostraram diminuição na qualidade ambiental dos rios, dada à representatividade de famílias dominantes e tolerantes a poluição moderada. Os grupos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera foram representativos nos trechos dos Rios Leãozinho e Ligeirinho, estando relacionados a ambientes com correnteza e substrato rochoso. A estrutura trófica observada apresentou influência da disponibilidade de matéria orgânica e de nutrientes, pois na maioria dos pontos foi constituída por organismos com hábitos alimentares do tipo coletor-catador e predador.

A gestão ambiental deve ser implantada na região para a conservação das bacias hidrográficas dos Rios Leãozinho e Ligeirinho. A legislação ambiental vigente deve ser obedecida, principalmente o código florestal, que determina as dimensões para mata ciliar.

O monitoramento biológico da água é fator imprescindível para determinação da qualidade e do tratamento a ser dispensado visando um manejo mais eficiente, recuperação dos ambientes degradados e preservação dos locais menos alterados.

Não só os tomadores de decisão devem estar envolvidos no processo, mas também a sociedade local.

Dada a importância da qualidade estrutural de habitats para a biota aquática, são necessárias alterações para que os protocolos de avaliação rápida possam ser aplicados a diferentes regiões, uma vez que as características dos corpos d'água mudam em função de fatores como clima, relevo, geologia e vegetação.

Por estes mananciais serem utilizados para abastecimento público destaca-se a importância de ações contínuas de gestão e monitoramento ambiental em toda a extensão das bacias hidrográficas através de medidas físicas, químicas e biológicas.

TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se a inserção de estudos sobre as características geológicas e climáticas, visando a construção de parâmetros de avaliação regional. Torna-se importante a continuidade de estudos nestas bacias hidrográficas por maiores períodos de tempo, com análises de outros parâmetros físico-químicos (como velocidade da água, profundidade, vazão, sólidos totais dissolvidos, amônia, nitrito, fósforo, pesticidas e metais pesados) e também a realização de atividades de educação ambiental, proporcionando a comunidade formação sobre a importância da preservação dos rios.

Para uma classificação trófica mais detalhada faz-se necessária a análise da dieta, através do estudo do conteúdo estomacal desses invertebrados bentônicos, e também pesquisas com levantamento taxonômico detalhado permitindo conhecimento da fauna nativa, que considerem a influência de microhabitats disponíveis nos períodos de maior ou menor pluviosidade regional.

ANEXOS

Anexo A: Classes de qualidade, significado dos valores do BMWP' (Alba-Tercedor, 1996), e cores para serem utilizadas nas representações cartográficas.

CLASSE	QUALIDADE	VALOR	SIGNIFICADO	COR
I	ÓTIMA	> 150	• Águas muito limpas (águas pristinas)	LILÁS
II	BOA	121 – 149	• Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado	AZUL ESCURO
III	ACEITÁVEL	101 – 120	• Águas muito pouco poluídas, ou sistema já com um pouco de alteração	AZUL CLARO
IV	DUVIDOSA	61 – 100	• São evidentes efeitos moderados de poluição	VERDE
V	POLUÍDA	36 – 60	• Águas contaminadas ou poluídas (sistema alterado)	AMARELO
VI	MUITO POLUÍDA	16 – 35	• Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	LARANJA
VII	FORTEMENTE POLUÍDA	< 15	• Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	VERMELHO

Fonte: http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap/qdd_agua_34_bmwp.shtml

Anexo B: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats para trechos de bacias hidrográficas adaptado de Callisto *et al.* (2002), modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987). (Obs.: 4 pontos (situação natural), 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas)).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/Monocultura/Reflorestamento	Residencial/Industrial Comercial/Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante

7. Transparência da água	Transparente	turva/cor de chá-forte	opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	pedras/cascalho	Lama/areia	cimento/canalizado

Anexo C: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, adaptado de Callisto *et al.* (2002), modificado do protocolo de Hannaford *et al.* (1997). (Obs.: 5 pontos (situação natural), 3, 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a Manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de Rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lamina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em)	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18 Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
20 Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.

22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perífiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perífiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).
-----------------------------------	--	--	---	---

Anexo D: Resultados do protocolo de avaliação rápida proposto por Callisto *et al.* (2002) aplicado no Rio Leãozinho, Erechim-RS.

Parâmetros	Rio Leãozinho			
	PT1	PT2	PT3	PT4
1 Tipos de ocupação das margens do corpo de água	2	2	2	2
2 Erosão próxima e/ou nas margens do rio	2	2	2	2
3 Alterações antrópicas	2	2	2	2
4 Cobertura vegetal no leito	4	4	4	4
5 Odor da água	4	4	4	4
6 Oleosidade da água	4	4	4	4
7 Transparência da água	4	4	2	2
8 Odor do sedimento	4	4	4	4
9 Oleosidade do fundo	4	4	4	4
10 Tipo de fundo	4	4	4	4
11 Tipos de fundo (habitats)	3	4	3	3
12 Extensão de rápidos	3	3	3	3
13 Frequência de rápidos	3	3	3	3
14 Tipos de substratos	3	3	2	3
15 Deposição de lama	3	3	3	3
16 Depósitos sedimentares	3	3	3	3
17 Alterações no canal do rio	3	0	3	3
18 Características do fluxo das águas	3	3	3	3
19 Presença de mata ciliar	3	0	2	0
20 Estabilidade das margens	2	2	3	2
21 Extensão de mata ciliar	3	0	3	0
22 Presença de plantas aquáticas	2	2	2	2
Total	68	60	65	60
Resultado	Natural	Alterado	Natural	Alterado

Anexo E: Resultados do protocolo de avaliação rápida proposto por Callisto *et al.* (2002) aplicado no Rio Ligeirinho, Erechim-RS.

Parâmetros	Rio Ligeirinho			
	PT1	PT2	PT3	PT4
1 Tipos de ocupação das margens do corpo de água	2	2	2	4
2 Erosão próxima e/ou nas margens do rio	2	2	2	2
3 Alterações antrópicas	2	2	2	2
4 Cobertura vegetal no leito	0	4	4	4
5 Odor da água	4	4	4	4
6 Oleosidade da água	4	4	4	4
7 Transparência da água	4	2	4	2
8 Odor do sedimento	4	4	4	4
9 Oleosidade do fundo	4	4	4	4
10 Tipo de fundo	2	4	4	4
11 Tipos de fundo (habitats)	3	3	3	5
12 Extensão de rápidos	2	3	2	3
13 Frequência de rápidos	0	2	3	5
14 Tipos de substratos	0	2	3	3
15 Deposição de lama	0	3	3	2
16 Depósitos sedimentares	2	3	2	3
17 Alterações no canal do rio	3	3	3	3
18 Características do fluxo das águas	2	2	3	5
19 Presença de mata ciliar	2	0	0	3
20 Estabilidade das margens	3	2	2	2
21 Extensão de mata ciliar	2	0	0	2
22 Presença de plantas aquáticas	2	2	2	2
Total	49	57	60	72
Resultado	Alterado	Alterado	Alterado	Natural

Anexo D: Trabalhos apresentados em congressos.

XII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL

20 a 24 de Setembro 2015

Certificamos que o trabalho
MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIONDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA EM RIACHOS UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO URBANO, ERECHIM, RS
foi apresentado por
Flávia Bernardo Chagas
Ângela Camila Deffaci
Gean Delise Leal Pasquali Vargas
Márcia Teresinha Hartmann
Camila Fatima Rutkoski
Danieli Brandler
Gregori Betiato Bieniek
Luana Tortelli
no XII Congresso de Ecologia do Brasil, realizado no Centro de Convenções do Hotel Guanabara em São Lourenço - MG, de 20 a 24 de setembro de 2015.

APOIO

REALIZAÇÃO

SOCIEDADE DE ECOLOGIA DO BRASIL

Edna
Edisa Nascimento
 Presidente do Evento

CERTIFICADO

certificamos que,

o trabalho **INFLUÊNCIA DA MATA CILIAR NA QUALIDADE DE ÁGUA DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, ERECHIM - RS: MONITORAMENTO BIOLÓGICO ATRAVÉS DO ÍNDICE BMWP** de autoria de: **CAMILA FATIMA RUTKOSKI, GREGORI BETIATO BIENIEK, FLÁVIA BERNARDO CHAGAS, DANIELI BRANDLER, LUANA TORTELLI, MARILIA TERESINHA HARTMANN, PAULO AFONSO HARTMANN, GEAN DELISE LEAL PASQUALI VARGAS** foi apresentado na categoria: **Painel** durante o VIII Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental - VIII SBEA, realizado de 04 a 08 de setembro de 2015, na Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, na cidade de Curitiba - PR.

Curitiba, 04 de setembro de 2015.

Prof.ª. Dra. Fabiana de Nadai Andreoli
 Presidente do VIII SBEA e Coordenadora do Curso de Engenharia Ambiental da PUCPR

Eng. Amb. Renato Muzzolon Jr.
 Presidente do APEAM e do VIII SBEA

REALIZAÇÃO

CO-REALIZAÇÃO

ASSESSORIA