

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

PAULO ROBERTO ALVES NUNES

**INSETOS AQUÁTICOS BIOINDICADORES: INFLUÊNCIA DE EFLUENTES DE
PISCICULTURA SOBRE UM CÓRREGO PAMPEANO, URUGUAIANA, BRASIL**

URUGUAIANA

2014

PAULO ROBERTO ALVES NUNES

INSETOS AQUÁTICOS BIOINDICADORES: INFLUÊNCIA DE EFLUENTES DE PISCICULTURA SOBRE UM CÓRREGO PAMPEANO, URUGUAIANA, BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa como requisito para obtenção do grau de Tecnólogo em Aquicultura.

Orientadora: Prof. MSc. Giselle Xavier Perazzo

Co-orientador: Biólogo MSc. Franko Telöken

**Uruguaiiana, RS
2014**

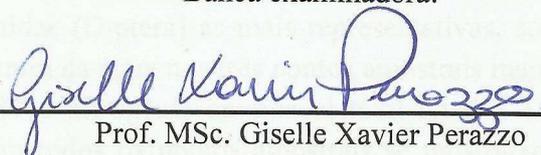
PAULO ROBERTO ALVES NUNES

INSETOS AQUÁTICOS BIOINDICADORES: INFLUÊNCIA DE EFLUENTES DE
PISCICULTURA SOBRE UM CÓRREGO PAMPEANO, URUGUAIANA, RS

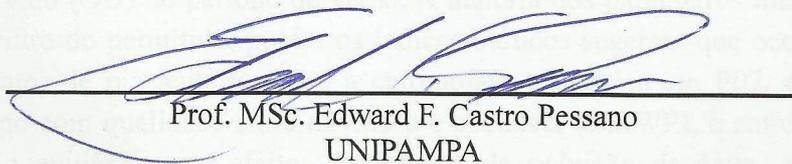
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior de Tecnologia em
Aqüicultura da Universidade Federal do
Pampa como requisito para obtenção do grau
de Tecnólogo em Aqüicultura.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 26 de março de 2014.

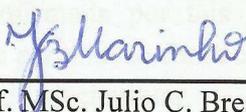
Banca examinadora:



Prof. MSc. Giselle Xavier Perazzo
Orientadora
UNIPAMPA



Prof. MSc. Edward F. Castro Pessano
UNIPAMPA



Prof. MSc. Julio C. Bresolin Marinho
UNIPAMPA

RESUMO

Corpos d'água sofrem fortes impactos devido ao aumento desordenado de atividades humanas. Dentre elas, a piscicultura, mesmo em conformidade com normativas ambientais, é considerada uma atividade poluidora, lançando ao ambiente contaminantes orgânicos oriundos de fezes de peixes, restos de ração e adubação. Nesse sentido, insetos bentônicos têm sido frequentemente utilizados na avaliação de impactos ambientais e no monitoramento biológico em ecossistemas aquáticos. Assim, este trabalho teve como objetivo a avaliação da qualidade da água e de prováveis efeitos de poluição provenientes de efluentes do Setor de Piscicultura da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, campus Uruguaiana), sobre um segmento do córrego Arroio Felizardo, por meio da utilização de insetos aquáticos bioindicadores. Para tal, foram realizadas quatro coletas (janeiro, fevereiro, julho e agosto de 2012) em três pontos do córrego: a montante (P01), no local de lançamento do efluente (P02) e a jusante do setor de piscicultura (P03), distantes aproximadamente 500 metros um do outro. Para captura de insetos foram utilizadas redes de deriva, durante aproximadamente 1 hora em cada ponto, juntamente com a realização de cinco esforços com rede de varredura malha 1mm, sendo amostrados os três pontos no mesmo dia. Também foram mensuradas as características físico-químicas da água (Condutividade, pH, temperatura, amônia total e oxigênio dissolvido). Os insetos amostrados foram fixados em álcool etílico a 70%, sendo posteriormente identificados ao nível de família. Para avaliação da qualidade da água foram utilizados os índices bióticos Biological Monitoring Working Party – BMWP e Family Biotic Index – FBI. Ao todo foram coletados 351 indivíduos de 14 famílias, sendo Coenagrionidae (Odonata) e Chironomidae (Diptera) as mais representativas, somando 35% dos indivíduos amostrados. A temperatura da água nos três pontos amostrais manteve-se em torno de 24.7°C, com pH médio de 7.87 e nitrogênio amoniacal total igual a 1.0 mg/L. Parâmetros físico-químicos analisados em todos os pontos amostrais se mostraram em conformidade quando comparados a Classificação dos Corpos de Água Doce (CONAMA 357/05), com exceção ao oxigênio dissolvido (OD) no período de verão. A maioria dos parâmetros mensurados esteve com valores dentro do permitido, porém os índices bióticos sugerem que ocorre a influência direta de efluentes de piscicultura sobre a entomofauna aquática em P02, e classificam as águas do córrego com qualidade entre duvidosa e aceitável (BMWP), e entre boa e razoável (IBF), existindo evidências de efeitos moderados de poluição da água, ou com alguma poluição orgânica provável confirmada por tais índices bióticos. Segundo os resultados obtidos, o Arroio Felizardo ainda permanece com suas águas identificadas na classe II, mesmo sofrendo influência de efluentes da piscicultura.

Palavras-chave: Bioindicadores. Córrego. Insetos. Poluição.

ABSTRACT

Water bodies undergo strong impacts due to disorderly increase of human activities. Among them, the pisciculture is considered polluting even in accordance with environmental rules, casting organic contaminants coming from fish's excreta, leftover feed and fertilization. Accordingly, benthic insects have often been used in evaluation of environmental impacts and in biological biomonitoring of aquatic ecosystems. Therefore, this study aimed assess the water quality and the likely effects of pollution from effluents of Pisciculture sector of Federal University of Pampa (UNIPAMPA, Uruguaiana campus) in a segment of the stream Arroio Felizardo, through of the aquatic insects bioindicators. Were performed four samplings (January, February, July, August 2012) in three points of the stream: upstream (P01), in the effluent discharge site (P02), and downstream (P03), 500 meters distant from each other. For the insect capture were used driftnets, for approximately one hour in each point, and five efforts with scanning network of 1 mm mesh. Were sampled the three points in the same day. Were also measured the water physicochemical characteristics (Conductivity, pH, temperature, total ammonia and dissolved oxygen). The insects were fixed in ethyl alcohol (70%), and subsequently identified at family level. Were used the biotic indices Biological Monitoring Working Party – BMWP and Family Biotic Index – FBI for assessment of water quality. Were collected 351 exemplars from 14 families. The most frequent were Coenagrionidae (Odonata) and Chironomidae (Diptera), totaling 35% of total. The water temperature remained around of 24.7 °C, with pH of 7.87, nitrite 0.1 mg/L and ammonia 1.0 mg/L. The physicochemical parameters for all points of study are in accordance with Classification of Freshwater Bodies (CONAMA 357/05), with exception for dissolved oxygen in summer period. The inorganic parameters have been with values within the allowed. However the biotic indices suggest the direct influence of pisciculture effluents over the aquatic insect fauna in P02 and rank the waters of the stream with quality between doubtful and acceptable (BMWP) and between good and reasonable (FBI). There are evidences of moderate effects of water pollution, or with some organic pollution confirmed by such indices. According with our results, the Arroio Felizardo remains with your waters identified in class II (Brazilian legislation), even suffering the influence of pisciculture effluents.

Key-words: Bioindicators. Insects. Pollution. Stream.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Área de estudo e pontos amostrais no segmento do arroio Felizardo, município de Uruguaiana, RS.....	15
Figura 02: Exemplares das famílias mais representativas: Chironomidae (A) e Coenagrionidae (B) coletados no arroio Felizardo.	18
Figura 03: Frequência total de famílias da entomofauna nos três pontos do córrego Felizardo.	18
Figura 04: Número de exemplares capturados nas estações de verão e inverno de 2012, no córrego Felizardo.....	19
Figura 05: Frequência de famílias nas estações de verão e inverno de 2012, no córrego Felizardo.....	19
Figura 06: Valores de biodiversidade 'H (Shannon-Weaver) e de dominância D (Simpson) para o arroio Felizardo, durante os períodos de verão e inverno de 2012.....	20

SUMÁRIO

CONTEXTUALIZAÇÃO	8
ARTIGO:	
INSETOS AQUÁTICOS BIOINDICADORES: INFLUÊNCIA DE EFLUENTES DE PISCICULTURA SOBRE UM CÓRREGO PAMPEANO, URUGUAIANA, BRASIL	12
Introdução	13
Materiais e Métodos.....	14
Resultados	17
Discussão	22
Conclusões	24
Agradecimentos	25
Referências.....	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	33

CONTEXTUALIZAÇÃO

Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido fortemente alterados em função de múltiplos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas. Muitos rios, arroios, lagos e até mesmo reservatórios sofrem fortes impactos devido ao aumento desordenado de atividades humanas (McALLISTER; HAMILTON; HARVEY, 1997). Conseqüentemente, os ecossistemas aquáticos vêm perdendo suas características naturais e sua diversidade biológica (SCHEPP; CUMMINS, 1997). De acordo com Pompeu et al. (2004), no Brasil a grande maioria dos esgotos é lançada diretamente nos corpos d'água sem tratamento prévio. Além disso, a política de saneamento ambiental adotada pela maioria das cidades é de canalizar e/ou retificar os rios e córregos.

Conforme Marchant et al. (2006), a avaliação ecológica (ou biológica), globalmente denominada biomonitoramento é considerada atualmente fundamental para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos no mundo. O monitoramento biológico baseia-se em mudanças na estrutura e composição de comunidades de organismos aquáticos. Entretanto, como o tempo necessário para se conhecer as respostas dos vários grupos de organismos presentes pode ser consideravelmente longo (anos a décadas), grupos específicos têm sido selecionados (protozoários, ciliados, algas, macroinvertebrados bentônicos e peixes) e utilizados em diferentes métodos de avaliação ambiental (CALLISTO, 1997).

Macroinvertebrados bentônicos têm sido utilizados como indicadores das condições ambientais em inventários de biodiversidade e no uso de índices de biodiversidade (CALLISTO et al., 2001), na utilização em experimentos “*in situ*” (HARE; CAMPBELL, 1992) e em Programas de Biomonitoramento Ambiental (ROSENBERG; RESH, 1993; BARBOSA et al., 1997). Vários pesquisadores abordam a importância histórica desse tema e salientam as bases para o estudo da fauna aquática, especialmente os macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água (HARE; CAMPBELL, 1992; CAIRNS; PRATT, 1993; GOODYEAR; McNEILL, 1999).

Mudanças na estrutura de comunidades macrobentônicas em uma escala espacial são utilizadas como importantes ferramentas ecológicas em monitoramento de fontes poluidoras (SANDIN; JOHNSON, 2000). Além disso, esses estudos são úteis na descrição de alterações no estado trófico de ecossistemas aquáticos continentais (CALLISTO et al., 2004).

As mudanças que se sucedem na estrutura das comunidades bentônicas alternam-se de complexas e diversas com organismos próprios de águas limpas e, portanto, intolerantes

à poluição, a simples e de baixa diversidade, com organismos capazes de viver em águas contaminadas, variando como reflexo direto dos efeitos da contaminação doméstica e industrial (WARD, 1992). Essas características nos permitem identificar um gradiente de tolerância à poluição nas comunidades bentônicas. A eficácia dos trabalhos de biomonitoramento com insetos aquáticos deve-se à grande abundância e diversidade de famílias, em praticamente todos os ambientes. Além disso, as extrações destes organismos do meio aquático são quase insignificantes, não oferecendo riscos a densidade e abundância destes organismos, além de terem tamanho relativamente grande e de fácil amostragem (ROSENBERG; RESH, 1993).

Nesse sentido, muitos corpos d'água podem estar sendo degradados lentamente em função de atividades antrópicas que ocorrem ao longo de seus percursos. Dentre elas estão o despejo de resíduos não tratados, por exemplo, de tanques de piscicultura localizados nas proximidades desses cursos de água (ALMEIDA, 2006). Estes fatores facilitam processos como eutrofização e diminuição das espécies aquáticas que nele vivem. Neste cenário, o biomonitoramento desses ambientes torna-se uma poderosa ferramenta para compreensão do impacto gerado pelas atividades humanas.

Assim, este estudo fundamenta-se tanto na análise de insetos aquáticos bioindicadores, quanto em características físico-químicas de um pequeno córrego permeado por tanques de uma estação de piscicultura. Destaca-se que o mesmo se localiza na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Uruguaiana, sendo utilizado como fonte de abastecimento de água para o setor de piscicultura desta universidade, recebendo efluentes do mesmo, e desembocando posteriormente no rio Uruguai.

O ambiente de estudo compreendeu o córrego denominado “Arroio Felizardo” (S 29°50'06.7” e W 057°05'55.9”), o qual pertence à Bacia hidrográfica do rio Uruguai Médio, Uruguaiana, Rio Grande do Sul. O referido córrego desemboca inicialmente no arroio Itapitocai (PESSANO et al., 2004) e, finalmente, no rio Uruguai. A área de execução da pesquisa foi o segmento do arroio Felizardo localizado no campus da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) na cidade de Uruguaiana, com aproximadamente 0,7 km de extensão. Na área encontra-se um açude e uma área onde se desenvolvem as atividades de piscicultura e pastagem de gado (FIGURA 01). Para a escolha deste sítio de estudo foi realizado um prévio reconhecimento de campo ao longo do curso do arroio Felizardo e definidos os pontos amostrais convenientes à realização da pesquisa.

A temperatura é um fator de grande importância na estrutura da comunidade de macroinvertebrados em ecossistemas aquáticos, pois a sua variação anual é provavelmente responsável pela maior parte da variação geográfica e pela presença e/ou ausência dos insetos bentônicos (WARD; STANFORD, 1982). A região do estudo possui clima temperado subtropical (com uma grande amplitude térmica), com estações do ano bem distintas, indo de temperaturas negativas, nevoeiro e geadas no inverno, até 38°C no verão. A fronteira-oeste apresenta um regime anual de precipitação relativamente regular. A precipitação anual se situa em torno de 1.200 mm, apresentando uma baixa concentração de chuvas nos meses de inverno (FEPAGRO, 2006).

A área de estudo está inserida na vegetação pampeana (bioma Pampa), formada por vegetação rasteira (gramíneas), arbustos e árvores de pequeno porte. Esta vegetação rasteira é presente praticamente em toda a extensão do arroio. Quanto à vegetação aquática, o arroio conta com uma grande diversidade de espécies de macrófitas. Ocorrem afloramentos rochosos ao longo da extensão do córrego, tendo como predomínio o basalto. É um solo pouco desenvolvido e relativamente raso, de formação muito recente (neossolo), encontrado nas mais diversas condições de relevo e drenagem (EMBRAPA, 1999).

Com base no exposto acima, a presente pesquisa teve como principal objetivo a avaliação de prováveis efeitos da poluição no curso d'água de um trecho de um córrego pampeano por meio da utilização de insetos aquáticos bioindicadores. Como objetivos secundários estão a determinação de densidade e riqueza das famílias de insetos aquáticos, o inventariamento dos insetos aquáticos bioindicadores de qualidade de água, a estimativa de biodiversidade de táxons no córrego, a realização de análises físico-químicas da água, o diagnóstico da qualidade da água do arroio e a comparação de mudanças climatológicas (verão e inverno) ao longo do desenvolvimento do estudo.

A pesquisa foi realizada em três pontos amostrais no arroio Felizardo, dentro da propriedade da UNIPAMPA campus Uruguaiiana. Os pontos amostrais foram selecionados conforme as possíveis contribuições das atividades de piscicultura (FIGURA 01). Foram denominados na seguinte ordem: (P01) está situado a montante do setor de piscicultura, sendo utilizado como referência física (aspectos limnológicos) e biológica (comunidade de organismos aquáticos), para melhor entendimento das consequências da degradação do arroio Felizardo sobre os outros dois pontos; (P02) no local de lançamento do efluente; e (P03) está situado abaixo, próximo ao limite da universidade (jusante do setor de piscicultura)

aproximadamente a 215 m do ponto anterior, escolhido para verificar o alcance de provável poluição.

Os resultados desse trabalho estão escritos sob a forma de artigo, que será encaminhado para a revista *Ciência & Natura*, cujas normas estão descritas no anexo 11 (disponível também em: http://cascavel.ufsm.br/revista_ccne/ojs/index.php/cienciaenatura).

INSETOS AQUÁTICOS BIOINDICADORES: INFLUÊNCIA DE EFLUENTES DE PISCICULTURA SOBRE UM CÓRREGO PAMPEANO, URUGUAIANA, BRASIL

Resumo

Atividades antrópicas podem causar alterações nas características físicas, químicas e biológicas das águas. Nesse sentido, o uso de organismos como bioindicadores vêm ganhando espaço na comunidade científica, pois possibilitam uma análise mais detalhada da situação ecológica em que se encontram os ambientes. Assim, o presente estudo objetivou conhecer as comunidades de invertebrados bentônicos e avaliar a qualidade da água do córrego Felizardo em Uruguaiana, bioma Pampa, Brasil. As coletas foram feitas no verão e no inverno de 2012, em 3 pontos amostrais ao longo do córrego, o qual é represado para abastecimento de um setor de piscicultura: a montante (P01), no local de lançamento de efluentes (P02) e a jusante do setor de piscicultura (P03), distantes aproximadamente 500 metros um do outro. Foram aplicados índices biológicos, além de calculados os valores de diversidade, riqueza, dominância e densidade de cada táxon. Um total de 351 organismos distribuídos em 14 táxons foi registrado. Os táxons mais abundantes foram Coenagrionidae (20%) e Chironomidae (15%). No período de verão ocorreram diferenças quanto à biodiversidade relacionadas ao ponto P02, que obteve valor abaixo de P01 e P03 (Shannon-Weaver) e grau de dominância (Simpson) mais elevado que P01 e P03. No período de inverno não houve diferença significativa entre os três pontos de coletas. Também foram mensuradas as características físico-químicas da água (Condutividade, pH, temperatura, amônia total e oxigênio dissolvido). A principal relação de parâmetros inorgânicos esteve com valores dentro do permitido segundo a resolução 357/05 (CONAMA), porém os índices bióticos sugerem que ocorre a influência direta de efluentes de piscicultura sobre a entomofauna aquática em P02, e classificam as águas do córrego com qualidade entre duvidosa e aceitável (BMWP), e entre boa e razoável (IBF), existindo evidências de efeitos moderados de poluição da água, ou com alguma poluição orgânica provável confirmada por tais índices bióticos. Segundo os resultados obtidos, o Arroio Felizardo ainda permanece com suas águas identificadas na classe II, mesmo sofrendo influência de efluentes da piscicultura.

AQUATIC INSECTS BIOINDICATORS: INFLUENCE OF PISCICULTURE EFFLUENTS IN A STREAM OF PAMPA, URUGUAIANA, BRAZIL

Abstract

Human activities cause changes in physical, chemical and biological characteristics of water. The use of organisms as bioindicators have been gaining ground in the scientific community, as they allow a more detailed analysis of the ecological situation in which the environment is under study. This study aimed to identify the benthic invertebrate communities and evaluate the quality of water of the stream Arroio Felizardo, Uruguaiana city. The samples were made in the months of January, February, July and August 2012, in three sampling points in the stream: upstream (P01), at the launch effluent site (P02) and the downstream sector of the fish farming (P03), distant approximately 500 meters from each other. Were applied biological indices, and calculated values of diversity, richness, dominance and density of each taxon. A total of 351 exemplars spread over 14 taxa were recorded. The most abundant taxa found were Coenagrionidae (20%) and Chironomidae (15%). During the summer there were differences in biodiversity related to the point P02, which obtained value below P01 and P03 (Shannon-Weaver) and degree of dominance (Simpson) higher than P01 and P03. In the winter period there was no significant difference between the three sampling points, the indices of biodiversity and dominance show similar values. We also measured the physical and chemical characteristics of the water (Conductivity, pH, temperature, total ammonia and dissolved oxygen). The main relationship was with inorganic parameters within the allowed values (CONAMA 357/05), but the biotic indices suggest that there is a direct influence of aquaculture effluents on aquatic insect fauna in P02, and classify the waters of the stream with quality between dubious and acceptable (BMWP), and between good and reasonable (IBF), with evidence of moderate effects of water pollution, or with some organic pollution likely confirmed by such biotic indices. According to the results, the Arroio Felizardo remains with its waters identified in class II (Brazilian legislation), even suffering influence of effluents from aquaculture.

Introdução

As atividades antrópicas provocam alterações nas características físicas, químicas e biológicas dos ecossistemas aquáticos. Os centros urbanos e industriais contribuem negativamente para estas modificações, pelo lançamento direto dos resíduos sem tratamento nos corpos receptores (MORENO; CALLISTO, 2006). Da mesma forma, atividades como a piscicultura, contribuem para o aumento da concentração de nutrientes na água, aporte de sedimento, partículas orgânicas e tóxicas, alterando, entre outras características, pH, oxigênio dissolvido, turbidez e

condutividade elétrica das águas, afetando a qualidade do ambiente e consequentemente, os organismos aquáticos (ROY et al., 2003; HEPP; RESTELLO, 2007).

Dentre os métodos de avaliação da qualidade das águas, destaca-se o uso de indicadores biológicos, em especial de macroinvertebrados bentônicos. Estes organismos aquáticos são muito sensíveis às variações físicas e químicas que ocorrem nos corpos hídricos. Suas características morfofisiológicas, sua abundância e riqueza, sua natureza sedentária, ciclo de vida longo e fácil visualização e identificação, atribuem a estes organismos uma grande capacidade de bioindicação de qualidade ambiental (HEPP; RESTELLO, 2007).

O Arroio Felizardo, alvo do presente trabalho, tem sua nascente situada no município de Uruguaiana, Rio Grande do Sul, desaguando no Rio Uruguai e recebendo diversos tipos de efluentes orgânicos, os quais provavelmente vêm alterando a qualidade das águas. Dentre estes, o córrego também recebe os efluentes do setor de piscicultura da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Uruguaiana e, mesmo não operando em sua totalidade durante a estação de verão, ainda é gerador de resíduos. Este arroio ainda passa por um barramento, servindo de fonte de abastecimento de água do setor de piscicultura desta universidade.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade das águas do Arroio Felizardo, utilizando a entomofauna aquática como bioindicadora de qualidade ambiental, visando o aprimoramento de informações que contribuam para a tomada de decisões referentes à recuperação e conservação dos recursos hídricos nesta área, além de contribuir com estudos de impacto ambiental de setores produtivos aquícolas.

Materiais e Métodos

Foram realizadas quatro coletas, sendo duas no período de verão (janeiro e fevereiro) e duas no período de inverno (julho e agosto) de 2012, ao longo de três seções do córrego Felizardo: (P01) situado a montante do setor de piscicultura, sendo utilizado como referência de condições físico-químicas (aspectos límnicos) e biológica (comunidade de organismos aquáticos), para comparação sobre os outros dois pontos: (P02) no local de lançamento do efluente e (P03) que está situado a jusante do setor de piscicultura, escolhido para verificar o alcance de provável poluição (Figura 01).

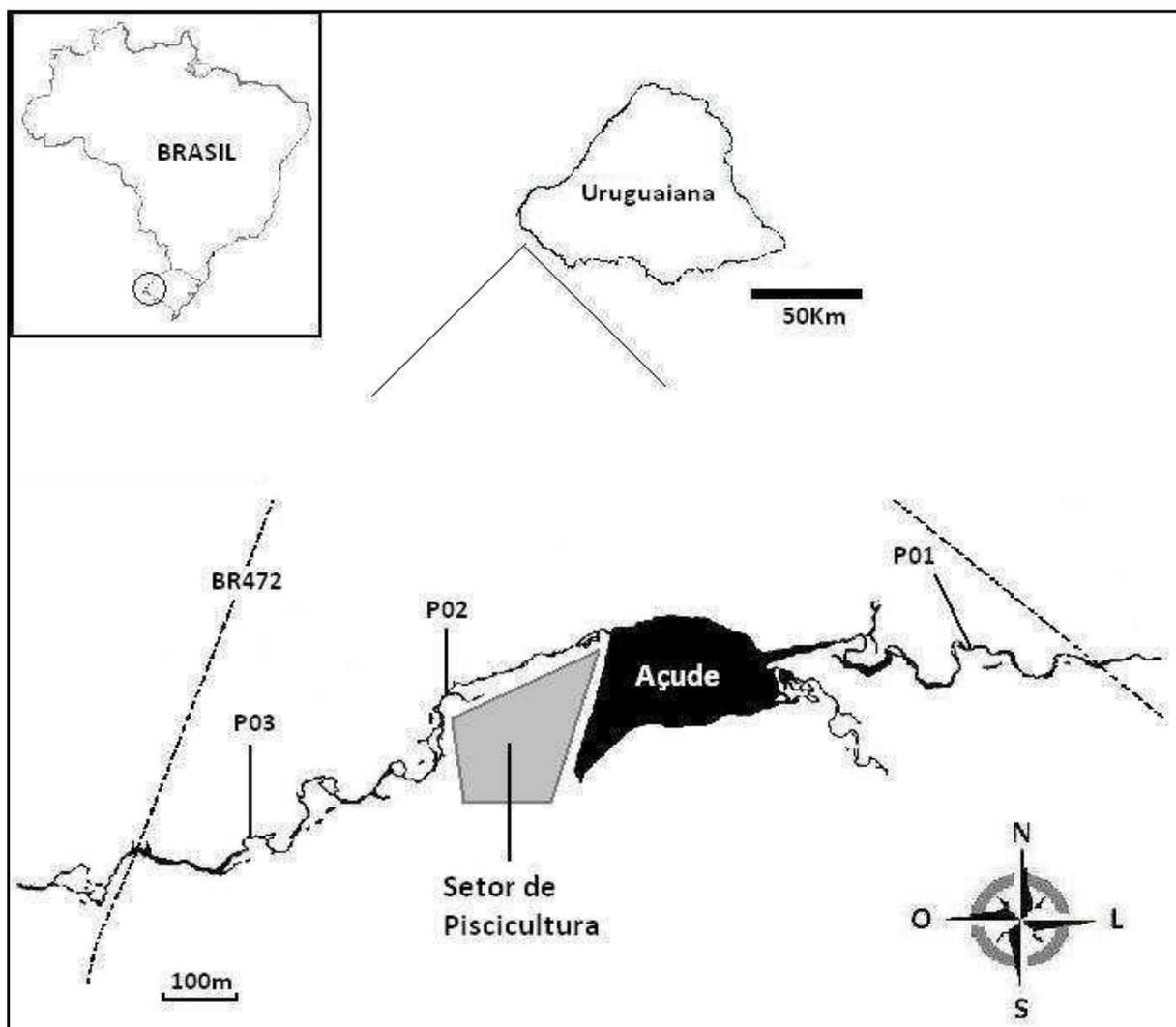


Figura 01: Área de estudo e pontos amostrais no segmento do arroio Felizardo, município de Uruguaiana, RS.

O descarte de efluentes em P02 ocorre por meio de um canal, o qual recebe o deságue dos tanques e os direciona até o córrego. O setor intensifica suas atividades durante a estação de verão e torna-se praticamente inoperante durante a estação de inverno, devido ao intenso frio desta época no Pampa.

Amostras de água foram obtidas a 20 cm da superfície do córrego, sendo mensuradas as seguintes variáveis *in situ* nos três pontos do córrego: Temperatura, pH, Condutividade elétrica, Nitrogênio Amoniacoal ($N-NH_3$), Oxigênio Dissolvido (OD). As determinações de OD e $N-NH_3$ foram obtidas por meio de método colorimétrico utilizando kit Alfakit KP (AlfakitLtda), já as demais através de analisador multiparâmetro Hanna® HI9828.

Para a captura dos exemplares, foram utilizadas redes de bloqueio, redes de deriva e puçás. As técnicas empregadas foram a de passagem de rede pelas margens e centro do córrego, totalizando cinco esforços em cada ponto, além de duas redes de deriva afixadas por aproximadamente 1/2 hora. Para delimitar área de

amostragem de cada ponto, as extremidades dos trechos de coleta foram bloqueadas com redes de malha 1 mm, para evitar a fuga dos insetos da área de amostragem.

As redes de bloqueio foram alocadas no sentido transversal do fluxo da água a uma distância de 10 metros uma da outra (MENDONÇA et al., 2005). Cada coleta mensal foi considerada uma unidade amostral, que totalizou ao final da pesquisa quatro unidades amostrais por ponto. As amostras foram transportadas ao Laboratório de Biologia Animal da UNIPAMPA - Uruguaiana para a realização de procedimentos de lavagem, triagem e identificação, onde também foram estimados: densidade (n° de ind/ m^2) e abundância (% de ind/ m^2) dos insetos aquáticos. Os exemplares foram conservados em álcool 70% ou acondicionados em gavetas entomológicas quando possível a conservação a seco (DARRIGRAN et al., 2007). A identificação dos exemplares foi realizada ao nível taxonômico de família, considerado suficiente para discriminar os agrupamentos por pontos amostrais e suas respectivas assembléias de macroinvertebrados (MARCHANT et al. 1995).

Para os três pontos amostrais se registrou a quantidade e a diversidade de insetos aquáticos, classificadas as ordens e famílias consideradas como bioindicadoras de qualidade de ecossistemas aquáticos (CALLISTO; ESTEVES, 1998). Para a identificação das famílias foram utilizadas chaves de identificação (TRIVINHO-STRIXINO; STRIXINO, 1995; CARVALHO; CALIL, 2000; COSTA et al., 2004), e analisados valores de tolerância à poluição, conforme os índices bióticos *Biological Monitoring Working Party* – BMWP e *Family Biotic Index* – FBI, e os resultados obtidos foram comparados com os valores de tolerância à poluição para as famílias de artrópodes de acordo com os mesmos (Anexo 04).

A diversidade da comunidade de insetos aquáticos foi estimada para cada ponto e mês de coleta, por meio dos índices de Shannon-Weaver (H') e de Simpson (D). Os exemplares coletados estão compondo o Inventário de Insetos Aquáticos Bioindicadores de Qualidade de Água, depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Uruguaiana.

A diversidade e dominância dos pontos foram calculadas de acordo com Shannon-Weaver e Simpson (GOTELLI, 2007), cujos índices $\{H' = \sum p_i \cdot \ln(p_i)\}$ e $\{D = \sum p_i^2\}$ respectivamente, consideram a proporção de cada espécie em relação a abundancia total. Foram utilizados para o sistema de monitoramento o Índice Biótico de Famílias $\{FBI = \sum (x_i \cdot t_i) / n\}$ (HILSENHOFF, 1988) e o sistema *Biological Monitoring Working Party*, $\{BMWP = \sum n_i \cdot t_i\}$ (ALBA – TERCEDOR, 1996), os quais comparam os valores de tolerância à poluição para as famílias de artrópodes. Para as comparações de médias dos pontos amostrais, foi aplicado o teste de Tukey, utilizando a análise de variância simples (ANOVA: fator único), sendo $p < 0,05$.

Resultados

Durante os períodos (verão/inverno), a temperatura média da água apresentou variação de 13 a 27°C, com pH médio de 7,87, nitrogênio amoniacal igual a 0,63 mg/L e oxigênio dissolvido 4,33 mg L⁻¹. Ocorreram diferenças significativas nos valores de condutividade entre os pontos P02 (0,155 µS/cm) e P03 (0,075 µS/cm) no período de verão, porém sem comprometer a classe a qual pertence o arroio Felizardo. No período de inverno não foram observadas diferenças estatisticamente significativas das variáveis físico-químicas entre os pontos. Os parâmetros físico-químicos relativos ao inverno apresentaram uma diminuição significativa de Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃) e uma ligeira baixa no pH quando comparados ao período de verão (Tabela 01). A profundidade média da água, para os três pontos no córrego Felizardo, foi de 55,16 cm e de 43 cm para verão e inverno respectivamente.

Tabela 01. Médias das variáveis físico-químicas nos pontos de amostragem no córrego Felizardo, município de Uruguaiana-RS durante os períodos de verão e inverno de 2012 [Condutividade elétrica (CE) em µS/cm, pH, Temperatura da água (°C água), Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃) em mg/L⁻¹, Oxigênio Dissolvido (OD) em mg/L⁻¹ e Profundidade em cm].

Variável	Verão			Inverno		
	P01	P02	P03	P01	P02	P03
CE	100±0.2 ^{ab}	155±1.2 ^a	75±0.4 ^b	295±11.2 ^c	280±20.0 ^c	270±20.0 ^c
*pH	7.61±0.012 ^a	8.28±0.001 ^a	8.11±0.312 ^a	7.75±0.125 ^a	7.75±0.125 ^a	7.75±0.125 ^a
°C água	20.59±0.62 ^a	28.11±1.09 ^b	25.57±1.13 ^b	13.82±4.94 ^c	14.89±5.08 ^c	16.99±5.50 ^c
N-NH ₃	1±0.0 ^a	1±0.0 ^a	1±0.0 ^a	0.3±0.08 ^b	0.375±0.031 ^b	0.125±0.031 ^b
OD	4±2.0 ^a	3.5±0.5 ^a	5±0.0 ^a	7.5±4.5 ^b	8±0.0 ^b	8.5±0.5 ^b
Profund	73.5±2.1 ^a	51±2.8 ^a	41±1.4 ^a	40.5±0.7 ^b	43±2.8 ^b	45.5±4.9 ^b

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). *Parâmetro sem variação significativa entre as estações.

Nas amostragens da entomofauna aquática no gradiente longitudinal do arroio Felizardo, nos meses de janeiro, fevereiro, julho e agosto de 2012 foram coletados o total de 351 exemplares, pertencentes a 14 famílias, sendo Coenagrionidae e Chironomidae (Figura 02) as mais representativas, juntas apresentam uma frequência de 35% do total de indivíduos amostrados (Figura 03).



Figura 02: Exemplos das famílias mais representativas: Chironomidae (A) e Coenagrionidae (B) coletados no arroio Felizardo.

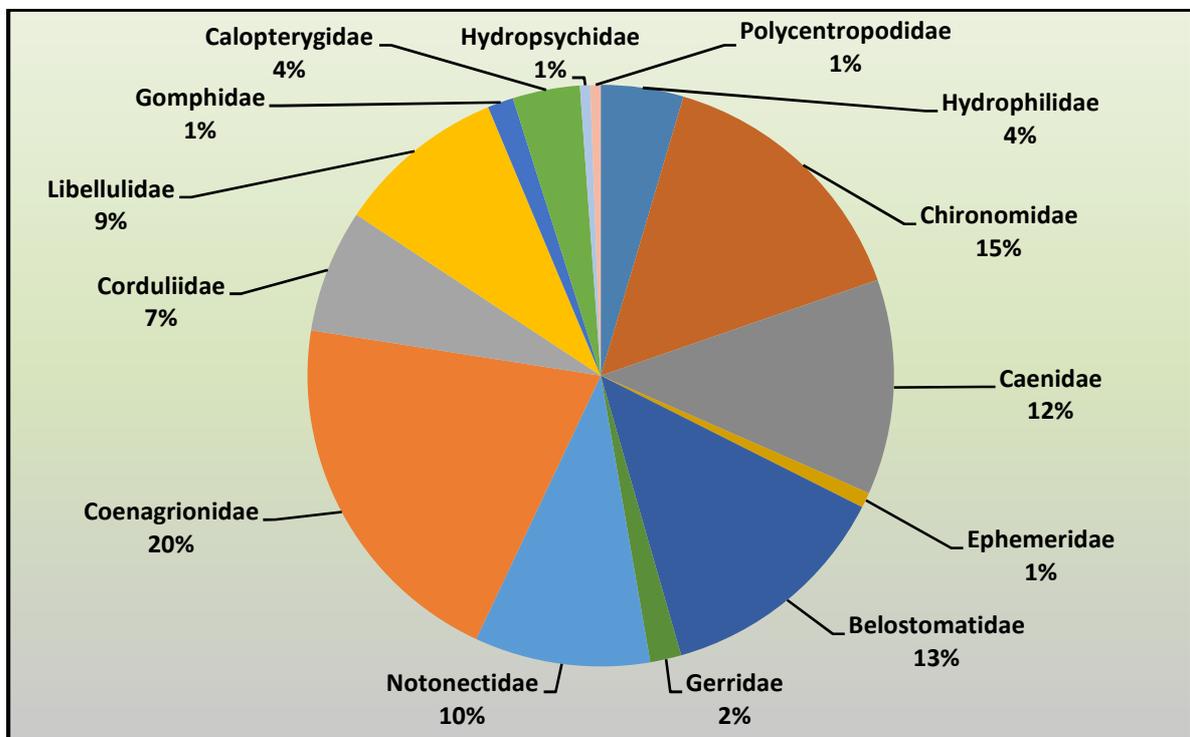


Figura 03: Frequência total de famílias da entomofauna nos três pontos do córrego Felizardo.

Ocorreram diferenças tanto no número de indivíduos (Figura 04) quanto na frequência de famílias entre os períodos de verão e inverno de 2012 (Figura 05). No período de verão foram coletados 128 exemplares, já no inverno foram coletados 223 exemplares, sendo mais equilibrado o número de exemplares por família durante o inverno. As famílias Ephemeridae (Ephemeroptera), Hydropsychidae e Polycentropodidae (Trichoptera) ocorreram apenas no verão, e a família Notonectidae (Hemiptera) ocorreu apenas no inverno.

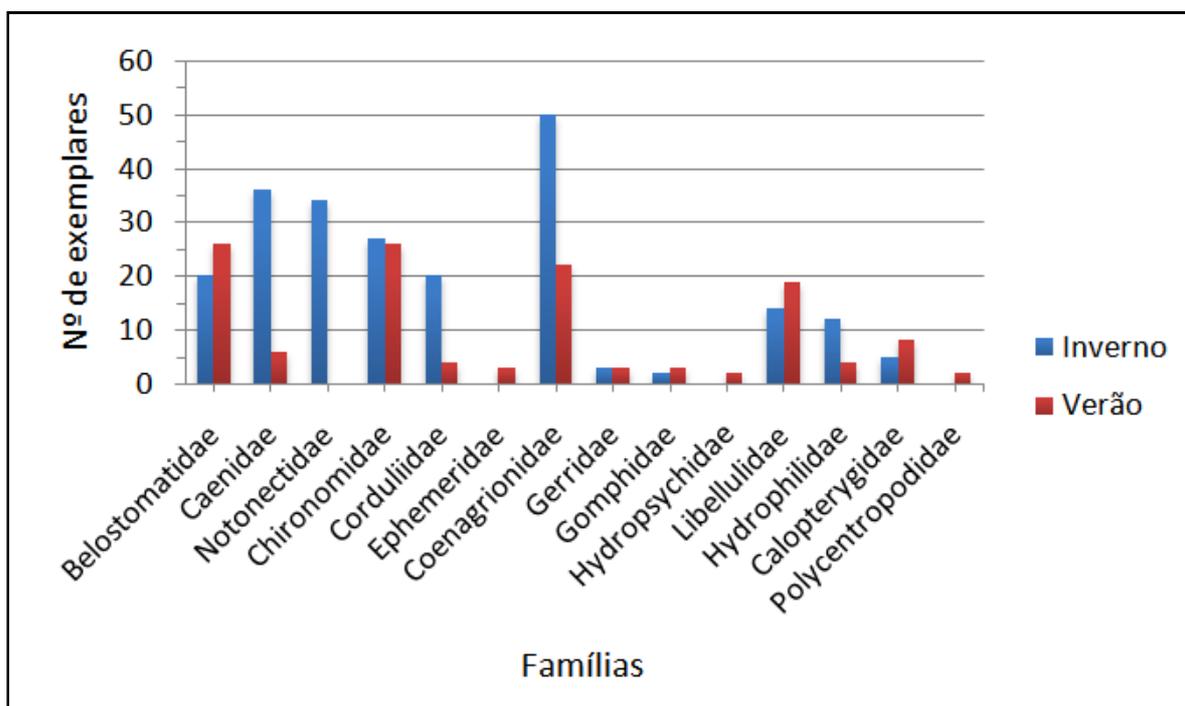


Figura 04: Número de exemplares capturados nas estações de verão e inverno de 2012, no córrego Felizardo.

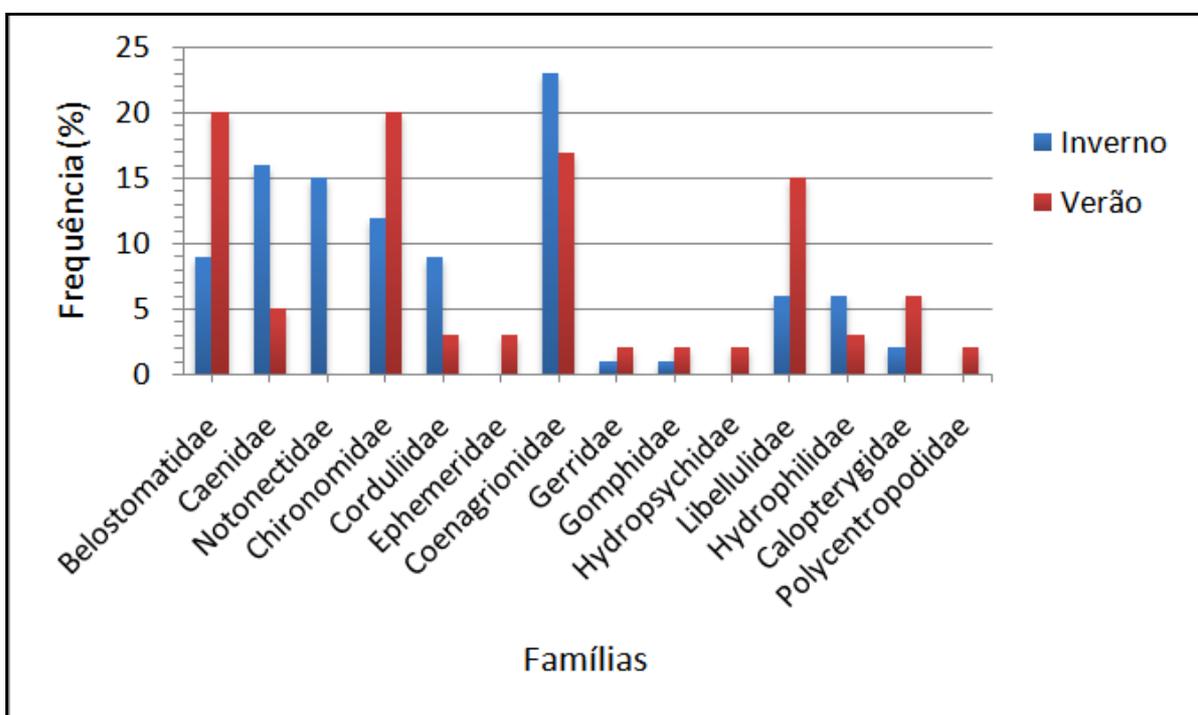


Figura 05: Frequência de famílias nas estações de verão e inverno de 2012, no córrego Felizardo.

As análises de dados quantitativos como densidade de indivíduos e riqueza de famílias, mostram diferenças significativas em relação ao ponto P02 no período de verão, ou seja, janeiro e fevereiro de 2012 (Tabela 02). No período de inverno (julho/2012 e agosto/2012) não houve diferenças estatisticamente significantes (Tabela 02).

Tabela 02: Valores médios de densidade e riqueza de famílias amostradas dentro dos períodos jan/2012 e fev/2012 (verão).

Pontos de coleta	Verão			Inverno		
	P01	P02	P03	P01	P02	P03
Densidade*	0.85±0.013 ^a	0.72±0.005 ^{ab}	0.57±0.000 ^b	1.22±0.005 ^c	1.05±0.045 ^c	1.45±0.067 ^c
Riqueza*	7.5±0.5 ^a	5.0±0.0 ^b	7.5±0.5 ^a	8.5±0.5 ^c	8.0±0.0 ^c	8.5±0.5 ^c

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (0,05).

*Parâmetro com variação significativa entre as estações.

No período de verão ocorreram diferenças quanto à diversidade relacionadas ao ponto P02, que obteve valor abaixo de P01 e P03 (Shannon-Weaver) e grau de dominância (Simpson) mais elevado que P01 e P03. No período de inverno não houve diferença significativa entre os três pontos de coletas, os índices de biodiversidade e de dominância mostram valores próximos (Figura 06).

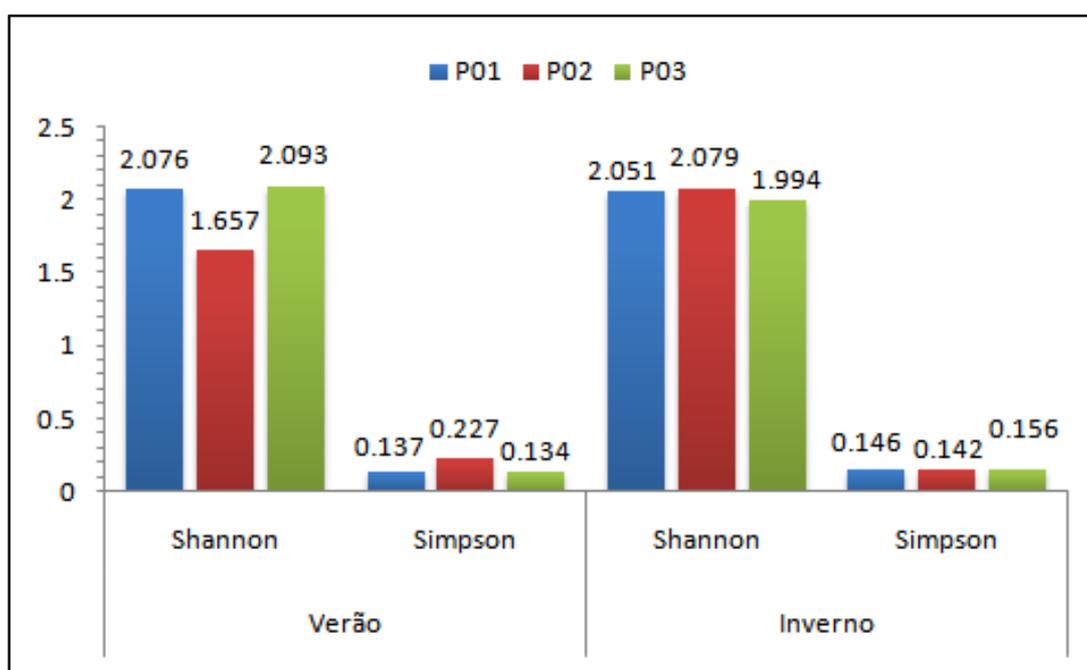


Figura 06: Valores de biodiversidade H' (Shannon-Weaver) e de dominância D (Simpson) para o arroio Felizardo, durante os períodos de verão e inverno de 2012.

Médias dos índices bióticos BMWP e FBI mostram que houve alteração na qualidade da água em P02 (média BMPW = 98; Média IBF = 5,73) no período de verão, os quais classificam as águas do córrego com qualidade entre boa e duvidosa segundo BMWP (Tabela 03), e entre boa e moderada conforme IBF (tabela 04), existindo evidências de efeitos moderados de poluição da água, ou com alguma poluição orgânica provável confirmada por tais índices bióticos no período de verão. No inverno (julho/2012 e agosto/2012) as águas dos três pontos do córrego mantiveram-se classificadas como ótima (BMWP), exceto em P02 que foi classificada como boa (IBF).

Tabela 03. Valores médios do índice biótico Biological Monitoring Working Party – BMWP para os pontos amostrais no córrego Felizardo, Uruguaiana-RS durante os períodos de verão e inverno de 2012.

BMWP Verão (2012)					
Ponto	Classe	Qualidade	Valor	Resultado	Significado
P01	2	Boa	121 - 149	129	Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado.
P02	4	Duvidosa	61 - 100	98	São evidentes efeitos moderados de poluição.
P03	4	Duvidosa	61 - 100	92	São evidentes efeitos moderados de poluição.
BMWP Inverno (2012)					
Ponto	Classe	Qualidade	Valor	Resultado	Significado
P01	1	Ótima	> 150	179	Águas muito limpas.
P02	2	Boa	121 - 149	143	Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado.
P03	1	Ótima	> 150	218	Águas muito limpas.

Tabela 04. Valores médios do índice biótico Family Biotic Index – FBI para os pontos amostrais no córrego Felizardo, Uruguaiana-RS durante os períodos de verão e inverno de 2012.

FBI Verão (2012)					
Ponto	Classe	Qualidade	Valor	Resultado	Significado
P01	3	Boa	4.51 - 5.50	5.27	Algum sinal de poluição orgânica.
P02	4	Moderada	5.51 - 6.50	5.73	Poluição orgânica moderada.
P03	3	Boa	4.51 - 5.50	4.94	Algum sinal de poluição orgânica.

FBI Inverno (2012)					
Ponto	Classe	Qualidade	Valor	Resultado	Significado
P01	3	Boa	4.51 - 5.50	5.41	Algum sinal de poluição orgânica.
P02	3	Boa	4.51 - 5.50	5.47	Algum sinal de poluição orgânica.
P03	3	Boa	4.51 - 5.50	5.41	Algum sinal de poluição orgânica.

Discussão

Os parâmetros inorgânicos mensurados tiveram valores dentro do permitido para a classe das águas do córrego (CONAMA 357/05), porém, as variações de parâmetros físico-químicos e os índices bióticos sugerem que ocorre a influência direta de efluentes de piscicultura sobre a entomofauna aquática em P02. As variações no número de exemplares, frequência e riqueza de famílias, e até mesmo nos índices de diversidade podem ter explicações diversas, segundo Rosenberg & Resh (1993): “Fatores além da qualidade da água podem afetar a distribuição e abundância dos organismos. A variação sazonal também pode dificultar a interpretação e comparação de resultados”.

Silveira (2004) ressalta que em níveis intermediários de impacto (por exemplo, poluição orgânica) a diversidade da comunidade poderá aumentar, decrescendo apenas em situações de grande impacto, de certa forma explicaria a alta na diversidade em P03 durante o período de verão.

A amônia é considerada principal composto químico resultante da excreção de peixes, restos de alimentos e adubos orgânicos, e todos os pontos amostrais apresentaram maior índice de contaminação, sendo 2,66 vezes maior para o nitrogênio amoniacal (NH_3) em P02 e 8 vezes em P03 no verão em relação ao inverno, P01 (Controle) apresentou nitrogênio amoniacal 3,33 vezes menor no período de inverno, neste caso, a variação deste parâmetro deve-se à outros fatores não identificados e não à influência de efluentes do setor piscicultura.

O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, ao mesmo tempo em que uma das mais difíceis de interpretar. Esta complexidade na interpretação dos valores de pH se deve ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. Os valores de pH neste estudo apresentaram variação que atende o que é estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, em todos os pontos de coleta. Não houve diferenças significativas nos valores médios de pH entre os períodos de verão e inverno. A maioria dos corpos d'água continentais tem uma variação de pH entre 6 e 8 (ESTEVEZ, 1988), os valores de pH verificados na água do córrego, mesmo com algumas variações, corroboram com tal informação.

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro expressa a quantidade de íons dissolvidos na água. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água (PEDROZO, 2000). Embora a Resolução CONAMA 357/05 não estabeleça nenhum padrão a este parâmetro, para a CETESB (2012), em geral, níveis superiores a $100 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados. Os níveis de condutividade estiveram acima de $100 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, exceto para P01 e P03 (verão). A baixa condutividade no verão pode ser explicada pelo maior nível da água nesta estação, podendo ter resultado em uma diminuição da concentração de íons dissolvidos e, conseqüentemente, na condutividade elétrica, possivelmente ocasionando um efeito de diluição. Segundo a CETESB (2012), a condutividade representa uma medida indireta da concentração de poluentes, e aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados a água. A condutividade mais elevada pode estar relacionada à utilização de ração e à adição de fertilizantes nos viveiros (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

Fatores como oxigênio, passam por variações diárias em face de variações ambientais como ventos e chuva, os quais também interferem no pH, podendo exercer influência sob as condições físico-químicas da água (ESTEVES, 1988). O nível de Oxigênio Dissolvido (OD) esteve abaixo do mínimo estabelecido para a classe do córrego (CONAMA 357/05) em P02 nos meses de janeiro e fevereiro de 2012, e também em P01 somente em fevereiro (Anexo10), justamente no período de maior atividade no setor. O excesso de matéria orgânica pode causar grande produção bacteriana, conduzindo ao consumo de OD (SIPAÚBA-TAVARES et al., 1999).

A resolução estabelece que, para as águas de classe 2 em que ocorra atividade de aquicultura, o nível de OD não pode ser inferior a 5 mg/L. Porém, na estação de inverno, os níveis de OD em todos os pontos amostrais se mantiveram em conformidade com a resolução vigente.

De acordo com Wilhm & Dorris (1968) e Piedras et al. (2006), índices de diversidade H' menores que 1,0 indicam ambiente fortemente poluído; H' entre 1,0 e 3,0 indica poluição moderada e H' superior a 3,0 indica água não poluída. Segundo estes autores, a redução da diversidade pode ser atribuída à deterioração da qualidade da água, que impossibilita o desenvolvimento de determinados grupos de macroinvertebrados. Estas informações corroboram com os resultados dos índices bióticos encontrados neste estudo.

Diversos estudos evidenciam os impactos ambientais do efluente de piscicultura. Loch et al. (1996) constataram que os efluentes produzidos em fazendas de criação de truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) reduziram a riqueza de macroinvertebrados bentônicos nos trechos dos rios, onde estes efluentes foram lançados. Camargo (1992) observou alterações nas assembléias de invertebrados bentônicos nos pontos a jusante do lançamento de efluentes, as espécies adaptadas a ambientes com concentrações altas de oxigênio dissolvido e taxas de sedimentação

baixas praticamente desapareceram, sendo substituídas por espécies, especialmente de quironomídeos que são adaptadas a ambientes com teores de oxigênio baixos e com taxas elevadas de sedimentação.

A representatividade de Chironomidae se deve a sua tolerância a situações extremas (MARQUES et al., 1999), indicando um enriquecimento de matéria orgânica no sedimento (DEVÁI, 1990). O que leva a crer que estes organismos aparentemente não dependem tanto de fatores ambientais como outros insetos. Quanto à alta representatividade da família Coenagrionidae, esta pode ser encontrada em águas de qualidade razoável conforme o índice BMWP, o que pode ser uma justificativa plausível para este fato, e também que o córrego apresenta uma capacidade de recuperação após ter sofrido alterações em suas águas.

Outras famílias somente ocorrem em períodos específicos, como as famílias Ephemeraeidae (Ephemeroptera), Hydropsychidae e Polycentropodidae (Trichoptera), que somente foram presentes nas coletas de verão, já a família Notonectidae (Hemiptera) esteve presente somente nas coletas de inverno. De acordo com Polhemus & Polhemus (2008), hemípteros aquáticos são mais numerosos na Região Tropical, porém, existem espécies distintamente adaptadas ao frio.

Segundo Extence (1981) e Abílio et al. (2007), “a redução na profundidade da água pode favorecer algumas espécies de larvas de insetos que se alimentam por filtração”, como é o caso da família Hydropsychidae. Silveira (2004) ressalta que em níveis intermediários de impacto (por exemplo, poluição orgânica) a diversidade da comunidade poderá aumentar, decrescendo apenas em situações de grande impacto, de certa forma explicaria a alta na diversidade em P03 durante o período de verão.

Os impactos da aqüicultura podem ser classificados como interno, local ou regional. Para o córrego Felizardo observa-se que ocorre impacto local. Pois os efeitos sobre o ambiente aquático se estendem a menos de um quilômetro à jusante da descarga dos efluentes (SILVERT, 1992).

Conclusões

Diante dos resultados das análises das variáveis físico-químicas da água, foi possível enquadrar o arroio felizardo como recurso hídrico de Classe 2, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n. 357, de 17 de março de 2005, com exceção para os pontos P01 e P02 durante o período de verão. Para os demais parâmetros físico-químicos não foram observadas variações relevantes para as estações de coleta e para os pontos de amostragem. Os parâmetros físico-químicos também apresentaram variações sazonais, como a diminuição do nível de nitrogênio amoniacal (NH_3) de 1,00 mg/L para 0,26 mg/L no inverno.

O setor de piscicultura (CTPA) da Universidade Federal do Pampa, não estava operando em sua totalidade durante a estação de verão, ou seja, atividades

como alimentação e adubação são diminuídas ou suspensas no período, ainda assim, de modo geral, os três pontos amostrais apresentaram situações diferentes entre si no verão, e semelhantes no inverno, quanto a qualidade das águas.

Os índices de biodiversidade corroboram com os índices bióticos, demonstrando que ocorre diferença sazonal significativa no número de indivíduos e sua biodiversidade no córrego, sendo esta diferença maior no verão, ou seja, no período em que o setor de piscicultura esteve em funcionamento.

Ao analisarmos os resultados fornecidos pela comunidade de insetos aquáticos, foi possível concluir que ocorre impacto moderado local dos efluentes de piscicultura no córrego Felizardo e que, a assembléia de insetos aquáticos deste córrego sofre influência de efluentes.

Agradecimentos

À prof. MSc. Giselle X. Perazzo, pela amizade e grande apoio na condução deste trabalho. Ao biólogo Franko Telöken, pela co-orientação e por representar a mim um exemplo de domínio de conhecimento. A todos os colaboradores, Allyne, Chaline, Edgar, Kennia, Leonardo, Luciano, Prof. Dr. Márcio, Thaís e Valéria, amigos e colegas que me apoiaram neste trabalho e que tenho orgulho em colaborar na sua constante evolução, pois sem o seu auxílio este trabalho seria inviável.

Referências

ABÍLIO, F. J. P.; RUFO, T. L. M.; SOUZA, A. H. F. S.; FLORENTINO, H. S.; JUNIOR, E. T. O.; MEIRELES, B. N.; SANTANA, A. C. D. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga**. Series Oecologia. Brasiliensis, 11(3): 397-409, 2007.

ALBA – TERCEDOR, J. **Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos**. In-IX Simpósio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almeria, pp. 203-21, 1996.

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). In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Ed.). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Series Oecologia Brasiliensis, vol. V. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p. 223-234, 1998.

CAMARGO, J. A. **Temporal and spatial variations in dominance, diversity and biotic indices along a limestone stream receiving a trout farm effluent**. Water, Air and Soil Pollution, 63: 343-359, 1992.

CARVALHO, A. L.; CALIL, E. R. **Chaves de identificação para as famílias de**

Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil - adultos e larvas. Papéis Avulsos de Zoologia do Museu de Zoologia da USP, São Paulo 41(15): 423-441. 2000.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). Variáveis de qualidade das águas. s/d. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

CONAMA (**Conselho Nacional do Meio Ambiente**). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, 2005.

COSTA, J. M., SOUZA, L. O. I.; OLDRINI, B. B. **Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil:** comentários e registros bibliográficos. Publicações Avulsas do Museu Nacional, Rio de Janeiro 99:1-44. 2004.

DARRIGRAN, G.; VILCHES, A.; LEGARRALDE, T.; DAMBORENEA, C. – **Guia para el Estudio de Macroinvertebrados:** Métodos de Colecta y Técnicas de Fijación. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2007.

DEVÁI, G.; **Ecology al backgroud and importance of the change of chironomid faunain shallow Lake Balaton.** Hidrobiologia.321: 17-28. 1990.

ESTEVEZ, F. de A. **Fundamento de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 575p. 1988.

EXTENCE, C. A. **The effect of drought on benthic invertebrate communities in a lowland river.** Hydrobiologia, 83: 217-224, 1981.

GOTELLI, N. J. **Ecologia.** Londrina, Editora Planta, 221p, 2007.

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. p. 75-86, 2007.

HILSENHOFF, W. L. **Rapid Field Assessment of Organic Pollution With a Family Level Biotic Index.** Journal of the North American Benthological Society, 7:65-68, 1988.

LOCH, D. D., WEST, J. L.; PERLMUTTER, D. G. **The effects of trout farm effluent on the richness of benthic macroinvertebrates.** Aquaculture, 147: 37-55, 1996.

MARCHANT, R.; BARMUTA, L. A.; CHESSMAN, B. C. **Influence of sample quantification and taxonomic resolution on the ordination of macroinvertebrate**

communities from running waters in Victoria, Australia. Marine and Freshwater Research, v. 46, p. 501-506, 1995.

MARQUES, M. G. S. M., FERREIRA, R.L; BARBOSA, F. A. R. **A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das Lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG.** Revista Brasileira de Biologia, 59 (2), p 203-210, 1999.

MENDONÇA, F. P.; MAGNUSSON, W. E.; ZUANON, J. **Relationships Between Habitat Characteristics and Fish Assemblages in Small Streams of Central Amazonia.** Copeia, v. 2005, n. 4, p. 750-763, 2005.

MORENO, P.; CALLISTO, M. **Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil.** Hydrobiologia 560: 311-321, 2006.

PEDROZO, C. S. **Avaliação da qualidade ambiental das lagoas da planície costeira do Rio Grande do Sul com ênfase na comunidade zooplânctônica.** São Carlos. Tese -Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2000.

PIEDRAS, S. R. N.; BAGER, A.; MORAES, P. R. R.; ISOLDI, L. A.; FERREIRA, O. G. L.; HEEMANN, C. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil.** Ciência Rural 36 (2):494-500, 2006.

POLHEMUS, J. T.; POLHEMUS, D. A. **Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater.** Hydrobiologia, 595: 379-391. 2008.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H.; **Freshwater Biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** New York: Chapman & Hall, 1993.

ROY, A. H.; ROSEMOND, A. D.; PAUL, M. J.; LEIGH, D. S.; WALLACE, J. B. **Stream macroinvertebrate response to catchment urbanisation (Georgia, U.S.A.).** Freshwater Biology 48: 329-346, 2003.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 68p.-- (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 36). SP, 2004.

SILVERT, W. **Assessing environmental impact of finfish aquaculture in marine waters.** Aquaculture, 107: 67-79, 1992.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; MORAES, M. A. G.; BRAGA, F. M.S . **Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of handling.** Revista Brasileira de Biologia, v.59, n.4, p.543-551, 1999.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Influência da luz, manejo e tempo de residência sobre algumas variáveis limnológicas em um viveiro de piscicultura.** Biotemas, v.8, n.1, p.61-71, 1995.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Larva de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: **Guia de identificação e diagnose de gêneros.** PPG-ERN/UFSCar, São Carlos. 227p. 1995.

WILHM, J.; DORRIS, T. **Biological parameters for water quality criteria.** Biological Science 18: 477-381, 1968.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram amostradas e identificadas 351 exemplares pertencentes a 14 famílias. As famílias Chironomidae e Coenagrionidae foram as mais representativas e estiveram presentes em 100% das coletas. Outras famílias somente ocorrem em períodos específicos, como as famílias Ephemeraeidae (Ephemeroptera), Hydropsychidae e Polycentropodidae (Trichoptera), que somente foram presentes nas coletas de verão, já a família Notonectidae (Hemiptera) esteve presente somente nas coletas de inverno.

Diante dos resultados das análises das variáveis físico-químicas da água, o Arroio Felizardo ainda permanece com suas águas identificadas na classe II (CONAMA 357/05). Os parâmetros físico-químicos também apresentaram variações sazonais, como a diminuição do nível de nitrogênio amoniacal (NH_3) de 1,00 mg/L para 0,26 mg/L, e os níveis de oxigênio dissolvido (OD) mais altos no inverno.

O setor de piscicultura (CTPA) da Universidade Federal do Pampa, não estava operando em sua totalidade durante a estação de verão, ainda assim, de maneira geral, os 3 pontos amostrais apresentaram situações diferentes entre o verão, e inverno, este último apresentou índices de diversidade muito semelhantes, ao contrário do inverno. Os índices de biodiversidade corroboram com os índices bióticos, demonstrando que ocorre diferença sazonal significativa no número de indivíduos e sua biodiversidade no córrego, sendo esta diferença maior no verão, ou seja, no período em que o setor de piscicultura esteve em funcionamento, sugerindo que o arroio Felizardo sofre influência de efluentes oriundos deste setor.

Os métodos de biomonitoramento (IBF e BMWP) carecem de adaptações para que sua aplicação em corpos d'água pertencentes ao bioma Pampa seja mais precisa. O fato de o setor de piscicultura (CTPA) da Universidade Federal do Pampa, não estar operando em sua totalidade durante a estação de verão, também pode ter interferido nos resultados da pesquisa. O total funcionamento do setor (CTPA) poderia resultar em alterações mais evidentes no curso do córrego Felizardo.

As águas do Arroio Felizardo apresentaram indícios de degradação ambiental, no entanto, para uma caracterização sobre a qualidade ambiental é necessário a implementação de um programa de biomonitoramento, abrangendo todas as estações climáticas e num período mais amplo, com maior número de variáveis físicas e químicas diretamente relacionadas à poluição orgânica. Também, com uma escala de tempo maior, possibilitaria a identificação da

entomofauna aquática em um nível taxonômico mais específico, bem como uma caracterização abiótica mais aprofundada do ambiente estudado.

Também se percebe que, diante do aumento do número de pisciculturas, na sua maioria sem acompanhamento técnico, há uma necessidade premente do estudo dos impactos ocasionados na qualidade da água dos corpos receptores, principalmente pela estimativa de matéria orgânicas e nutrientes que são lançados diariamente em rios e córregos. Portanto, pesquisas como esta são de grande importância para o desenvolvimento ecologicamente correto da piscicultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. R. **Gestão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável**. Ed. Thex. Rio de Janeiro. p. 495-496, 2006.

BARBOSA, F. A. R. et al. Impactos Antrópicos e Biodiversidade Aquática. Em: **Biodiversidade, População e Economia**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar: ECMXC: PADTC/CIAMB, p. 345-454.1997.

CAIRNS JR., J.; PRATT, J. A. History of Biological Monitoring Using Benthic Macroinvertebrates. Em: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, p. 10-27. 1993.

CALLISTO, M. **Larvas bentônicas de Chironomidae em quatro ecossistemas lóticos amazônicos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita**. In: Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. p. 98-98. 1997.

CALLISTO, M. et al. **Diversity Assessment of Benthic Macroinvertebrates, Yeasts, and Microbiological Indicators Along a Longitudinal Gradient in Serra do Cipó, Brazil**. Braz. J. Biol., 64(4): 743-755.2004.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. **Macroinvertebrados Bentônicos Como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 6 (1): 71-82. 2001.

CONAMA (**Conselho Nacional do Meio Ambiente**). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União. 2005.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999.

FEPAGRO (**Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária**). Disponível em: <<http://www.fepagro.com.br>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

GOODYEAR, K. L.; McNEILL, S. Bioaccumulation of Heavy Metals by Aquatic Macro-Invertebrates of Different Feeding Guilds: a review. **The Science of the Total Environment**, v. 229, p.1-19, 1999.

HARE, L.; CAMPBELL, P. G. C. Temporal Variations of Trace Metals in Aquatic Insects. **Freshwater Biology**, v. 27, p. 13-27, 1992.

MARCHANT, R. et al. **Evaluation and application of methods for biological assessment of streams: summary of the papers.** Hidrobiologia, n.572, p.1-7, 2006.

McALLISTER, D. E.; HAMILTON, A. L.; HARVEY, B. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. **Sea Wind**, v. 11, n. 3, p.1-142, 1997.

PESSANO, E. et al. **Dinâmica populacional, densidade e biomassa da ictiofauna da foz do arroio Felizardo, bacia do rio Uruguai médio, Uruguaiana, RS.** Biodiversidade pampeana, PUCRS, Uruguaiana. 2004.

POMPEU, P. P.; ALVES, M. C. B.; CALLISTO, M. The Effects of Urbanization on Biodiversity and Water Quality in the Rio das Velhas Basin, Brazil. **American Fisheries Society**, (In press).2004.

SANDIN, L.; JOHNSON, R. K. **The Statistical Power of Selected Indicator Metrics Using Macroinvertebrates for Assessing Acidification and Eutrophication of Running Waters.** Hidrobiologia, v. 422/423, p. 233-243, 2000.

SHEPP, D. L.; CUMMINS, J. D. Restoration in an urban watershed: Anacostia River of Maryland and the District of Columbia. In: WILLIAMS, J. E.; WOOD, C. A.; DOMBECK, M. P. (Ed.). **Watershed Restoration: principles and practices.** Bethesda: American Fisheries Society, p. 297-317.1997.

WARD, J. V. **Aquatic Insect Ecology.** New York: John Wiley, v.1. Biology and habitat, 438 p.1992.

WARD, J. V.; STANFORD, J. A. **Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects.** Annual Review of Entomology, v. 27, p. 97-117, 1982.

ANEXOS

Anexo 01: Densidade (ind/m²) e riqueza (S) de insetos aquáticos coletados nas estações de verão e inverno de 2012, nos meses de janeiro, fevereiro, julho e agosto no arroio Felizardo, bacia do rio Uruguai médio, Pampa brasileiro. O símbolo (-) indica a ausência.

Taxa	Verão 28/01/2012			Verão 25/02/2012			Inverno 27/07/2012			Inverno 31/08/2012			Total fam.
	P01	P02	P03	P01	P02	P03	P01	P02	P03	P01	P02	P03	
Coleoptera													
Hydrophilidae	2	-	-	2	-	-	2	2	3	2	1	2	16
Díptera													
Chironomidae	5	9	2	2	6	2	3	6	5	4	6	3	53
Ephemeroptera													
Caenidae	2	1	-	3	-	-	3	3	11	4	8	7	42
Ephemeridae	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3
Hemiptera													
Belostomatidae	6	5	3	4	6	2	6	4	-	3	4	3	46
Gerridae	-	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-	2	6
Notonectidae	-	-	-	-	-	-	9	4	6	6	4	5	34
Odonata													
Calopterygidae	-	2	-	3	-	3	-	-	-	3	2	-	13
Coenagrionidae	3	3	3	6	3	4	6	3	11	11	9	10	72
Corduliidae	2	-	2	-	-	-	2	2	9	3	-	4	24
Gomphidae	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	2	-	5
Libellulidae	3	-	4	5	5	2	4	3	3	2	-	2	33
Trichoptera													
Hydropsychidae	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
Polycentropodidae	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Total/ponto (N)	23	20	17	28	23	17	35	27	49	38	36	38	
Total/coleta (N)	60			68			111			112			
Densidade (ind/m²)	0.76667	0.66667	0.56667	0.93333	0.76667	0.56667	1.16667	0.9	1.63333	1.26667	1.2	1.26667	
Riqueza fam. (S)	7	5	7	8	5	8	8	8	8	9	8	9	

Anexo 02: Classificação de corpos d'água

CONAMA 357/05 - Classificação dos corpos de água doce	
Especial	Abastecimento (com desinfecção, preservação do equilíbrio natural).
Classe 1	Abastecimento (após tratamento simplificado) proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças.
Classe 2	<i>Abastecimento (após tratamento convencional) proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, aquicultura e atividades de pesca.</i>
Classe 3	Abastecimento (após tratamento convencional ou avançado) irrigação de culturas arbóreas, pesca amadora, recreação de contato secundário e dessedentação de animais.
Classe 4	Navegação e harmonia paisagística.

Anexo 03: Parâmetros e padrões de qualidade de águas doces.

Parâmetros	Padrões
Condutividade*	inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$
Nitrogênio amoniacal total**	máx. 3,7mg/L N, para $\text{pH} \leq 7,5^{66}$
	máx. 2,0 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$
	máx. 1,0 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$
	máx. 0,5 mg/L N, para $\text{pH} > 8,5$
Oxigênio dissolvido**	não inferior a 5mg/L O_2
pH**	6.0 a 9.0

*CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo).** CONAMA 357/05.

Anexo 04: Valores de tolerância para famílias de insetos aquáticos (HILSENHOFF, 1988; LOYOLA, 2000).

Ordem	Família	Valor	
		HFBI	BMPW
Coleoptera	Hydrophilidae	6	4
Diptera	Chironomidae	8	2
Ephemeroptera	Caenidae	6	4
	Efemeridae	4	10
Hemiptera	Belostomatidae	5	5
	Gerridae	5	5
	Notonectidae	6	4
Odonata	Calopterygidae	2	8
	Coenagrionidae	4	6
	Corduliidae	5	8
	Gomphidae	5	5
	Libellulidae	5	5
Trichoptera	Hydropsychidae	5	5
	Polycentropodidae	6	7

Anexo 05: Classificação de qualidade da água, cores e significado dos valores de FBI de acordo com Hilsenhoff (1988) .

FBI	Qualidade da água	Grau de poluição orgânica
0.00 - 3.50	Excelente	Sem poluição aparente
3.51 - 4.50	Muito bom	Poluição orgânica leve
4.51 - 5.50	Bom	Algum sinal de poluição orgânica
5.51 - 6.50	Moderado	Poluição orgânica moderada
6.51 - 7.50	Moderadamente pobre	Poluição orgânica significativa
7.51 - 8.50	Pobre	Poluição orgânica muito significativa
8.51 - 10.00	Muito pobre	Poluição orgânica severa

Anexo 06: Classificação de qualidade da água, significado dos valores do BMWP e cores de acordo com Alba-Tecedor (1996), com modificações.

Classe	Qualidade	Valor	Significado
1	Ótima	> 150	Águas muito limpas.
2	Boa	121 - 149	Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado.
3	Aceitável	101 - 120	Águas muito pouco poluídas, ou sistema já com um pouco de alteração.
4	Duvidosa	61 - 100	São evidentes efeitos moderados de poluição.
5	Poluída	36 - 60	Águas contaminadas ou poluídas (sistema alterado).
6	Muito poluída	16 - 35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado).
7	Fortemente poluída	< 15	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado).

Anexo 07: Variáveis físicas, químicas nos pontos de amostragem no córrego Felizardo, município de Uruguaiana-RS durante as coletas de janeiro, fevereiro, julho e agosto de 2012 [temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$ água), pH, condutividade elétrica (condutiv.) $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrogênio amoniacal (N-NH_3) mg L^{-1} , oxigênio dissolvido (OD) mg L^{-1}].

Data	Ponto amostral	Horário da coleta	Profund. (cm)	$^{\circ}\text{C}$ da água	pH	Condutiv. $\mu\text{S}/\text{cm}$	Amônia mg/L	OD mgL^{-1}
28/jan	P01	08:45	75	21.03	7.69	0.09	1.00	5.0
28/jan	P02	11:40	53	28.89	8.25	0.13	1.00	3.0*
28/jan	P03	15:10	42	26.38	8.51	0.06	1.00	5.0
25/fev	P01	09:00	72	20.15	7.53	0.11	1.00	3.0*
25/fev	P02	11:15	49	27.34	8.31	0.18	1.00	4.0*
25/fev	P03	13:45	40	24.77	7.72	0.09	1.00	5.0
27/jul	P01	09:30	40	10.32	8.0	0.37	0.10	9.0
27/jul	P02	11:00	41	11.30	7.5	0.38	0.50	8.0
27/jul	P03	13:25	49	13.10	7.5	0.37	0.00	9.0
31/ago	P01	09:20	41	17.32	7.5	0.22	0.50	6.0
31/ago	P02	10:45	45	18.49	8.0	0.18	0.25	8.0
31/ago	P03	11:20	42	20.89	8.0	0.17	0.25	8.0

*Valores abaixo do mínimo estabelecido (CONAMA 357/05).

Anexo 09: Normativas para a submissão de artigos para a revista CIÊNCIA E NATURA.

DIRETRIZES PARA AUTORES

Dado o caráter multidisciplinar da "Ciência e Natura", é indispensável que os autores, ao submeterem seus artigos, o façam na seção (STC, MTM, FSC, QMC, BLG, MTR, GCC, GGF) adequada e indiquem em "Comentários ao editor", a área específica do artigo, citando o título ou o código de classificação de acordo com a tabela do CNPq. Também é importante a especificação: artigo original, artigo de revisão ou artigo de divulgação. Artigos fora do padrão solicitado, não serão aceitos. Atualmente a revista aceita submissões em Word e em LaTeX, conforme condições para submissão descritas abaixo:

CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO EM WORD/MS-OFFICE:

01. O artigo deverá ser formatado em uma das versões do Word, com a seguinte configuração de página: tamanho do papel A4 21cm x 29,7cm; espaçamento entre linhas simples; parágrafo 1,4cm; margens: sup., inf. e dir. 2,4cm; esq. 2,8cm; fonte Palatino T12. [Template CeN Word](#)

02. Artigos em inglês ou espanhol deverão conter resumo e título em português.

03. No cabeçalho deverá constar somente o título do artigo. Identificação dos autores, local de atividades, endereço, e-mail e identificação do autor para contato, serão feitos através do cadastro dos autores.

04. Os autores do trabalho são aqueles constantes no ato da submissão. Em hipótese alguma será aceita a inclusão do autor, depois desse período.

05. O artigo deverá conter, preferencialmente, os seguintes tópicos: título em português e resumo, título em inglês e abstract, introdução, desenvolvimento do trabalho (material e método, resultados, discussão), conclusões, agradecimentos e referências.

06. As referências devem estar de acordo com as normas da ABNT (NBR 6023).

07. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados Figuras, e terão número de ordem. Estas Figuras devem ser enviadas com suas respectivas legendas e feitas em editor gráfico, com bom contraste e boa resolução.

08. Notas de rodapé serão usadas se forem extremamente necessárias; deverão ser numeradas (sobrescritas a direita da palavra) e colocadas abaixo do texto, nas páginas em que são citadas.

09. Equações e caracteres especiais devem ser inseridos no texto através de editor próprio.

10. As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT.

11. Agradecimentos, quando necessário, devem ser inseridos no final do texto. Os agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências; também agradecimentos à auxílios ou bolsas, à colaboração de colegas, devem estar nessa seção.

12. Os autores deverão encaminhar como "documento suplementar" a Declaração de originalidade e exclusividade, cujo texto está no item "Declaração de direito autoral". Ela deve conter as seguintes informações sobre os autores: nome completo, endereço de e-mail e assinatura.

13. Todos os artigos serão submetidos inicialmente a dois consultores ad hoc. Aos autores será solicitado, quando necessário, modificações ou até mesmo que reescrevam seus textos de forma a adequá-los às sugestões dos revisores e editores. Ao autor, poderá ser solicitado nomes de consultores para opinar sobre o artigo.

14. Antes da sua publicação, serão enviadas aos autores as provas dos artigos para revisão, nesse momento, nenhuma modificação será aceita; somente serão corrigidos erros tipográficos decorrentes da diagramação. Caso não seja possível o envio das provas, a Comissão Editorial fará essa revisão.

15. Os casos omissos serão resolvidos pela Comissão Editorial da CIÊNCIA E NATURA.

Itens de Verificação para Submissão

Como parte do processo de submissão, autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão com todos os itens listados a seguir. Serão devolvidas aos autores as submissões que não estiverem de acordo com as normas.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, justificar em "Comentários ao Editor".
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapasse os 2MB)
3. Todos os endereços de páginas na Internet (URLs), incluídas no texto (Ex.: <http://www.ibict.br>) estão ativos e prontos para clicar.
4. O texto está em espaço simples; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em **Diretrizes para Autores**, na seção Sobre a Revista.
6. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em **Assegurando a Avaliação por Pares Cega**.

Declaração de Direito Autoral

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE E EXCLUSIVIDADE E CESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS

Declaramos que o presente artigo é original e não foi submetido à publicação em qualquer outro periódico nacional ou internacional, quer seja em parte ou na íntegra. Declaramos ainda, que após publicado pela Ciência e Natura, ele jamais será submetido a outro periódico. Também temos ciência que a submissão dos originais à Ciência e Natura implica transferência dos direitos autorais da publicação digital e impressa e, a não observância desse compromisso, submeterá o infrator a sanções e penas previstas na Lei de Proteção de Direitos Autorais (nº9610, de 19/02/98).

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 Unported License.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou à terceiros.

ISSN da publicação eletrônica: 2179-460X

ISSN da publicação impressa: 0100-8307

Qualis B2 Interdisciplinar