

Diagnóstico da comunidade bentônica no âmbito do licenciamento ambiental da ponte sobre o Rio Corrente, Correntina - BA

Diagnostic of the benthic community in the environmental licensing of the bridge over Corrente River, Correntina – BA- Brazil

Sandra Martins Ramos^{1*}, Donizeti Antonio Giusti², Carlos Aurélio Nadal³, Eduardo Ratton⁴

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar uma síntese sobre o processo de licenciamento de obras lineares e resultados obtidos no diagnóstico da macrofauna bentônica, realizado durante elaboração do EIA/RIMA da ponte projetada sobre o rio Corrente, município de Correntina, na diretriz da BR-135/BA. As coletas foram realizadas em agosto de 2013 (período de estiagem) e janeiro de 2015 (período chuvoso). Para a amostragem da macrofauna bentônica foram determinados dez pontos amostrais distribuídos ao longo do rio Corrente, abrangendo trechos a montante e a jusante da implantação do empreendimento. No momento da coleta foram aferidos os seguintes parâmetros: profundidade do canal (m), pH, temperatura da água (°C), oxigênio saturado (%) e oxigênio dissolvido (mg/L). Os parâmetros abióticos que apresentaram maior variação entre os períodos amostrais foram: pH (menores valores no período de chuva), temperatura da água e OD (mais elevados no período de maior pluviosidade). A estrutura e composição da macrofauna bentônica variou com a sazonalidade e refletiu nos resultados da aplicação no índice BMWP' na avaliação biológica da qualidade da água. Os dados sobre a qualidade ambiental do rio Corrente, apresentados neste trabalho poderão contribuir para embasar futuras pesquisas nas áreas de ecologia, conservação e manutenção dos recursos hídricos.

Palavras-chaves: Macroinvertebrados bentônicos. Recursos hídricos. Estudo de impacto ambiental. Obras de arte especiais. Legislação ambiental.

Abstract: The aim of this paper is to present an overview of the licensing process of linear works and results in the diagnosis of benthic macroinvertebrates was carried out during preparation of the EIA / RIMA bridge projected on the river current, municipality of Correntina, BR-135 / BA. Samples were collected in August 2013 (dry season) and January 2015 (rainy season). For the sampling of benthic macroinvertebrates were determined ten sampling points distributed along the Corrente river, covering portions upstream and downstream of the implementation of the project. At the time of collection were measured the following parameters: depth of channel (m) pH water temperature (°C) saturated oxygen (%) and dissolved oxygen (mg/L). Abiotic parameters that showed greater variation between the sampling periods were: pH (lower values in the rainy season), water temperature and OD (higher in the higher rainfall period). The structure and composition of benthic macroinvertebrates varied with seasonal and reflected in the application of results BMWP' index in the biological assessment of water quality. Data on the environmental quality of the Corrente river presented in this paper will contribute to support further research in the areas of ecology, conservation and maintenance of water resources.

Key words: Benthic macroinvertebrates. Water resources. Environmental impact assessment. Bridge. Environmental legislation.

* Autor(a) para correspondência.

Recebido para publicação em 19/09/2017; aprovado em 10/11/2017.

¹ Bióloga, Doutoranda no Curso de Pós-Graduação em Geologia, UFPR - Curitiba – PR - 41-9534-8613 - sandraramos_bio@yahoo.com.br.

² Geólogo, Mestre e D. Sc. em Geociências, Pós-doutor em Hidrogeologia - UFPR – donizeti@ufpr.br

³ Engenheiro Civil, D. Sc. em Ciências Geodésicas - UFPR - cnadal@ufpr.br

⁴ Engenheiro Civil, D. Sc. em Geotecnia - UFPR - raton.eduardo@gmail.com

INTRODUÇÃO

Conforme preconizado na Resolução nº 1 de 1986 do CONAMA os empreendimentos lineares, tais como rodovias, incluindo obras de artes especiais (pontes), são considerados potencialmente poluidores e sujeitos ao processo de licenciamento ambiental para sua implantação e/ou manutenção.

Para empreendimentos rodoviários com significativo impacto ambiental regional ou nacional, a Lei complementar nº 140/2011 determina que o processo de licenciamento ambiental seja realizado em âmbito federal, no qual a competência como órgão licenciador federal é do Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA).

O licenciamento ambiental é realizado em três etapas distintas, para cada fase do empreendimento. Sendo que, a primeira fase consiste na solicitação da Licença Prévia (LP) no momento de planejamento do empreendimento, a segunda é a Licença de Instalação (LI) que se refere a liberação para execução das obras e por fim, a Licença de Operação (LO), que consiste na autorização para o funcionamento e operação do empreendimento.

No processo de licenciamento ambiental o empreendedor deve desenvolver instrumentos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) que possibilitarão o delineamento de propostas de medidas mitigadoras, programas de monitoramento e demais ações necessárias para identificar os possíveis danos ambientais (PIMENTA et al., 2014).

Cabe ao órgão licenciador emitir termo de referência com qual tipo de estudo que deve ser apresentado pelo empreendedor para obtenção das referidas licenças ambientais. Entre os tipos de estudos que podem ser solicitados destaca-se: Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA); Plano Básico Ambiental (PBA); Plano de Controle Ambiental (PCA); Relatório de Controle Ambiental (RCA); e quando couber, Plano de Recuperação de áreas Degradadas.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 237/1997 o EIA/RIMA deve ser solicitado para obras consideradas efetivas e potencialmente causadoras de significativa degradação ao meio ambiente como: projeto e construção de rodovias, ferrovias, hidrovias, aeroportos, portos e terminais de minérios, petróleo e produtos químicos.

O EIA deve contemplar: diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento; análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas locais; definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos e potencializadoras para os positivos; e Programas de acompanhamento e monitoramento. O RIMA é uma versão resumida, objetiva e de fácil compreensão do EIA para ser avaliado por diversos atores da sociedade.

A construção da ponte sobre o rio Corrente é parte integrante do projeto de pavimentação da BR-135/BA, que está inserido no programa de pavimentação e revitalização da rodovia, uma obra do governo federal, realizada pelo Ministério dos Transportes e executada pelo Departamento

Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT com recursos do PAC – Plano de Aceleração do Crescimento.

Para o licenciamento ambiental da referida ponte o órgão licenciador (IBAMA) solicitou elaboração de EIA/RIMA e emitiu termo de referência ao empreendedor (DNIT). O Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura (ITTI) da Universidade Federal do Paraná através de Termo de Cooperação firmado com o empreendedor desenvolveu o referido estudo.

No âmbito do diagnóstico ambiental para elaboração do EIA/RIMA da ponte sobre o rio Corrente foi realizado o levantamento da macrofauna bentônica, antes da implantação do empreendimento para caracterização da estrutura da comunidade bentônica e avaliação da qualidade da água na área de influência do empreendimento.

No EIA/RIMA da ponte sobre o rio Corrente (UFPR/ITTI, 2014) foi destacado que o principal impacto sobre o meio biótico aquático a ser considerado, restringe-se a fase de instalação do empreendimento e refere-se as características da água, que pode sofrer alterações temporárias durante a implantação das fundações (estacas e blocos) dos pilares, a serem executados dentro do canal do rio. Esta ação poderá conduzir sedimentos à jusante do local da ponte e ocasionar modificações na água tais como, aumento na turbidez e concentração de sólidos totais dissolvidos que poderão interferir na estrutura da comunidade bentônica, além da contaminação por combustível oriundo das perfuratrizes e outras máquinas.

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados obtidos no diagnóstico da macrofauna bentônica do rio Corrente, realizado durante a elaboração do EIA/RIMA da ponte a ser construída sobre o referido rio, na diretriz da BR-135/BA.

Área de Estudo

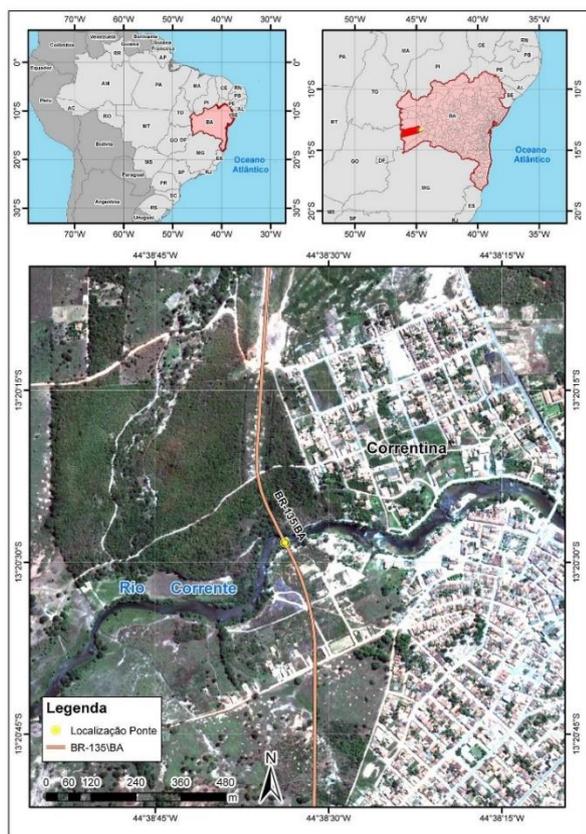
A área de estudo localiza-se na região oeste do estado da Bahia, no município de Correntina, (Figura 1). Conforme a classificação de Köppen o clima na região é do tipo AW, tropical de savana, caracterizado por inverno seco e verão chuvoso (LIMA et al., 2003). A precipitação média anual para a bacia hidrográfica do rio Corrente é de 700mm a 1.400mm, com ocorrência das chuvas no período de início de outubro até o mês de abril. Nos meses de maio a setembro praticamente não há ocorrência de chuvas, sendo caracterizado com o período seco. Nos meses de novembro a janeiro ocorrem o maior volume de precipitação. A temperatura média anual é de 24°C.

A bacia hidrográfica do rio Corrente encontra-se inserida no bioma Cerrado Sentido Restrito, com ocorrência de espécies xeromórficas, oligotróficas e fisionomia que varia de porte arbóreo denso ao gramíneo lenhoso. Nas margens do rio a vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (UFPR/ITTI, 2014).

Com relação às características geológicas, na bacia hidrográfica do Rio Corrente ocorrem litologias pré-cambrianas do Embasamento Cristalino, com predomínio de gnaisses e migmatitos, granodiorito, quartzo-sienito porfirítico, diques e sills de gabro e piroxenito, veios de quartzo e pegmatito, intrusivos nas rochas do “stock” do

Embasamento Cristalino o qual pode ser verificado no Mapa de Geodiversidade do Brasil (CPRM, 2006).

Figura 1 – Mapa da localização da área de estudo.



Fonte: UFPR/ITTI, 2014.

Sobre as litologias anteriormente citadas, em contato discordante, afloram xistos-quartzosos e xistos predominando muscovita-xistos, metaconglomerados, metapelitos, filitos, quartzitos, metasiltitos e rochas carbonáticas do Grupo Bambuí de idade pré-cambriana superior (ANDRADE et al., 1988). Sobrepostos a essas formações geológicas ocorre arenitos e conglomerados, quartzo arenitos e arenitos feldspáticos, variando entre muito fina a grosseira neocretáceos da Formação Urucuia (SGARBI et al. 2001). Depósitos de sedimentos quaternários (Formação Chapadão) na região estão representados por coberturas aluvionares, coluvionares e eluvionares de acordo com Campos e Dardenne (1997) e referem-se à: planícies de inundação; retrabalhamentos de sedimentos da Formação Urucuia; areias e cangas limoníticas inconsolidadas in situ, que se desenvolvem a partir dos arenitos e conglomerados pertencentes às diversas unidades fanerozóicas (DNPM, 2006).

Especificamente no trecho do Rio Corrente onde se pretende instalar a ponte da BR-135 foi mapeado rochas graníticas como base, notando-se elevado grau de esfoliação esferoidal em fase de intemperismo. Na parte inferior do curso do rio ocorre camada de cascalho com seixos de diversas litologias, predominando granito, gnaisses, quartzitos e migmatitos. Os materiais derivados do intemperismo originam solos silto-arenosos, saprólitos e litólicos dependendo das condições mineralógicas, texturais e disposição em relação ao relevo. Os depósitos

quaternários que ocorrem na área, são relacionados à grande e ampla distribuição horizontal/territorial dos materiais inconsolidados, derivados do intemperismo das rochas parentais da região, e do sistema erosivo-deposicional desenvolvidos pelas principais drenagens da região sobre granitos, gnaisses, migmatitos, quartzitos, quartzo, canga limonítica, xistos e outros metassedimentos (UFPR/ITTI, 2014).

MATERIAL E MÉTODOS

A seleção dos pontos para as amostragens da macrofauna bentônica foi definida a partir de planejamento prévio, considerando a área de influência direta do empreendimento para o meio biótico, características do canal fluvial favoráveis para aplicação do método de coleta e condições de acesso. Foram determinados dez pontos amostrais distribuídos ao longo do rio Corrente, abrangendo trechos a montante e a jusante da implantação do empreendimento (Tabela 1).

Tabela 1 – Localização geográfica e distância (em metros) até o eixo da ponte dos pontos amostrais distribuídos a montante (M) e a jusante (J) do empreendimento no rio Corrente – Correntina – Bahia.

Ponto amostral	Distância até o eixo da ponte (m)	Coordenadas Geográficas (UTM)
Ponto 1 - M	2047	537165 m E 8524890 m S
Ponto 2- M	1787	537383 m E 8524913 m S
Ponto 3 - M	1619	537530 m E 8525019 m S
Ponto 4 - M	1029	537924 m E 8524632 m S
Ponto 5 - M	778	538153 m E 8524748 m S
Ponto 6 - M	370	538439 m E 8524954 m S
Ponto 7 - J	63	538640 m E 8525068 m S
Ponto 8 - J	395	539012 m E 8525177 m S
Ponto 9 - J	2514	540568 m E 8525871 m S
Ponto 10 - J	11874	547634 m E 8526169 m S

Legenda: M- Montante; J – Jusante.

As coletas foram realizadas em agosto de 2013 (período de estiagem) e janeiro de 2015 (período chuvoso).

Os organismos presentes no sedimento não consolidado foram coletados através do método *kick-sampling*, utilizando coletor tipo *kick* com malha de 0,05cm. Este método consiste em posicionar o coletor contra a correnteza e com auxílio dos pés, movimentar o material do fundo do canal, que é carreado pela água para dentro do coletor.

As amostragens foram realizadas em triplicata, buscando abranger os diferentes substratos existentes nos pontos amostrais. Em campo foi realizada a triagem dos organismos que foram fixados em álcool 70%, acondicionados em recipientes plásticos, devidamente identificados e transportados até o laboratório para identificação.

A identificação dos organismos bentônicos foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópio e chaves de identificação apropriadas para cada grupo, buscando alcançar o menor nível taxonômico possível. Anelídeos foram identificados ao nível de classe, aracnídeos ao nível de família, moluscos e insetos ao nível de gênero.

No momento da coleta da macrofauna bentônica foram aferidos os seguintes parâmetros limnológicos:

profundidade do canal (m), pH, temperatura da água (°C), oxigênio saturado (%) e oxigênio dissolvido (mg/L).

A análise estatística dos dados abióticos e bióticos foram realizadas no software estatístico Past versão 3.07. Para a análise de variância (ANOVA) foi adotado o nível de confiança de 95%.

Para avaliação biológica da qualidade da água, foi utilizado o índice biótico BMWP' - Biological Monitoring Working Party System (LOYOLA, 2000). O índice BMWP' pontua as famílias da macrofauna bentônica conforme sua tolerância a poluição.

A pontuação varia de 1 a 10, sendo que as famílias mais tolerantes recebem as menores pontuações e as mais sensíveis, pontuações mais altas. A somatória final corresponde a classificação da qualidade da água (ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988). A Tabela 2 apresenta a classificação, conforme a pontuação obtida no BMWP'.

Tabela 2 - Classes de qualidade de água e significado dos valores do BMWP'.

Classe	Qualidade	Valor	Significado
I	Ótima	>150	Águas prístinas (muito limpas)
II	Boa	101 – 120	Águas não poluídas, sistema perceptivelmente não alterado
III	Aceitável	61 – 100	Evidentes efeitos moderados de poluição
IV	Duvidosa	36 – 60	Águas poluídas (sistemas alterados)
V	Poluída	16 – 35	Águas muito poluídas (sistemas muito alterados)
VI	Muito poluída	< 15	Água fortemente poluída (sistema fortemente alterado)

FONTE: Alba-Tercedor e Sanches-Ortega (1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros abióticos

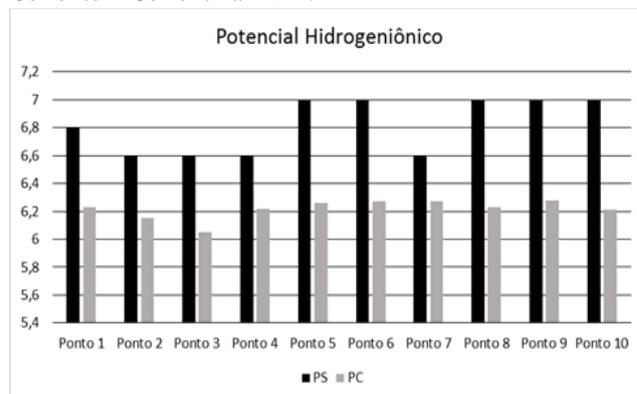
A análise de variância (ANOVA One Way) demonstrou que não houve diferença estatística significativa entre os períodos de estiagem e chuvoso para a profundidade do canal nos pontos amostrados ($p > 0,05$). A profundidade mínima no período de estiagem foi de um metro e a máxima de dois metros. No período chuvoso a mínima foi 0,8 m e a máxima 2,5 m. A baixa variação na profundidade da lâmina d'água do rio Corrente é resultado da presença do aquífero Uruçuaia na região que mantém um escoamento de base e atua como função regularizadora semelhante ao que ocorrem em reservatórios (BAHIA, 1995).

Foi encontrada diferença estatística significativa na variação do potencial hidrogeniônico ($p < 0,01$). Este parâmetro variou entre 6,6 a 7,0 na época seca e 6,05 a 6,28 na época chuvosa, conferindo um caráter neutro para a água do rio Corrente. Conforme demonstrado na Figura 2 os valores mais baixos para o pH foram registrados no período chuvoso.

Ao contrário do que foi encontrado neste estudo em Minas Gerais, Fia et al. (2015) registraram redução do

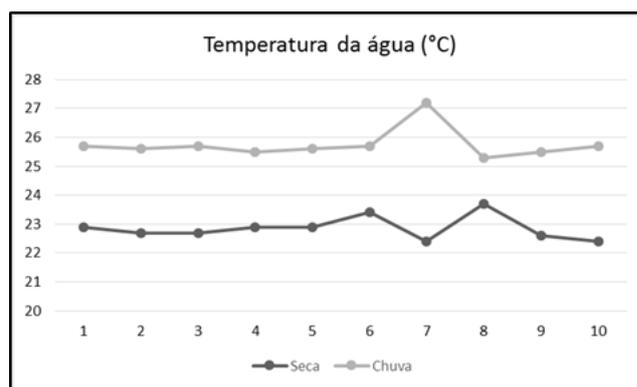
pH em período de estiagem em um rio urbano e associaram essa redução a maior concentração de matéria orgânica oriunda de esgoto doméstico no período de menor vazão do rio.

Figura 2: Distribuição dos valores para pH da água registrados nos pontos amostrais localizados no rio Corrente – Correntina – BA.



Legenda: PS – período de seca; PC – período chuvoso.

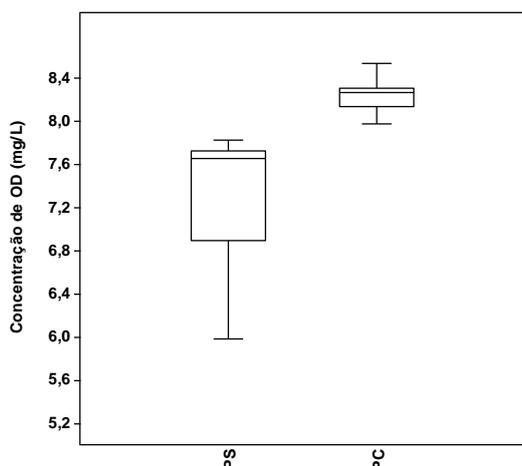
Figura 3: Distribuição dos valores para pH da água registrados nos pontos amostrais localizados no rio Corrente – Correntina – BA, no período de seca e de chuva.



A concentração de oxigênio saturado na água variou entre 69% a 90,8% nos pontos no período de seca e se manteve em 100% em todos os pontos amostrais na época chuvosa. Enquanto que, o oxigênio dissolvido (OD) apresentou concentração superior ao mínimo estipulado pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas da Classe 2 (5 mg/L), a qual se enquadra o rio Corrente. As maiores concentrações para OD foram registradas no período chuvoso conforme pode ser verificado na Figura 4. Houve diferença estatística significativa para este parâmetro entre os períodos de coleta ($p < 0,01$).

A quantidade de oxigênio na água é um dos principais elementos que atua como fator limitante no estabelecimento e na manutenção da biodiversidade aquática. Baixas concentrações deste elemento geralmente estão relacionadas a alterações na qualidade da água. Em estudo realizado por Bem et al. (2015) no rio Iguaçu, a concentração de OD registrada foi abaixo do preconizado pela legislação vigente na região metropolitana de Curitiba – PR, em pontos que recebem esgoto *in natura* ou que se encontram em área com precário sistema de saneamento.

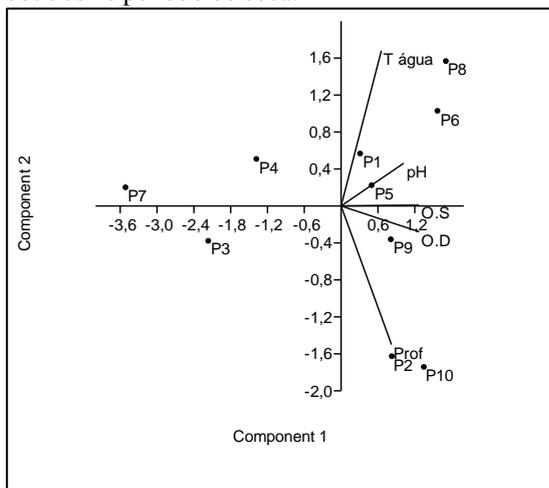
Figura 4: Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido na água registrada nos pontos amostrais localizados no rio Corrente – Correntina – BA.



Legenda: A mediana é representada pela linha horizontal no interior da caixa e os valores mínimos e máximos nas linhas horizontais inferior e superior, respectivamente. PS – Período de Seca; PC – Período Chuvoso.

A análise multivariada de componentes principais (ACP) realizada com os parâmetros abióticos obtidos durante o período de seca demonstrou que no primeiro eixo o valor de 61,85 % da variação encontrada e teve como principais fatores determinantes a temperatura da água e a profundidade do canal (Figura 5).

Figura 5 :Diagrama da análise de componentes principais realizada com dos parâmetros físico-químicos da água obtidos no período de seca.



Legenda: Prof - Profundidade do canal; T água - Temperatura da água; pH - potencial hidrogeniônico; O.S - Oxigênio saturado; O.D - Oxigênio dissolvido.

Macrofauna bentônica

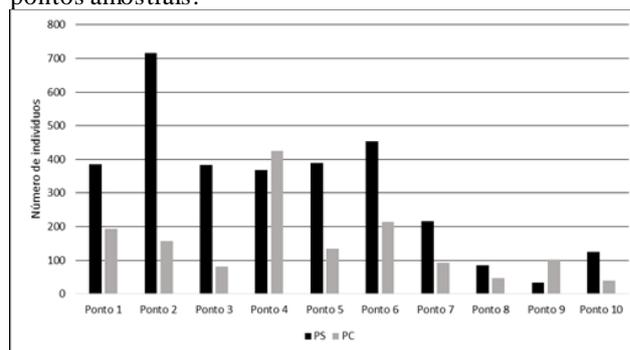
Foram identificados 4.643 organismos bentônicos. A amostragem realizada no período de estiagem contribuiu com 68% dos organismos coletados durante o período de estudo. Maior abundância de Macroinvertebrados durante estação seca tem sido relatada por outros autores (PELÁEZ-RODRÍGUEZ, MATSUMURA-TUNDISI e TRIVINHO-STRIXINO, 2012).

A classe insecta foi dominante em ambos períodos amostrais, contribuindo com 95% no período de estiagem e 94% no período chuvoso. Estes resultados corroboram

outros estudos que apontam predominância de insetos na comunidade bentônica de ambientes lóticos (JIANG et al., 2014).

Foi identificado através da análise de variância que houve diferença estatística significativa entre os períodos amostrais para a abundância ($p < 0,05$) e para a riqueza de taxa ($p < 0,01$), sendo que ambos foram mais altos no período de estiagem. Conforme pode ser observado na Figura 6, a maior abundância de indivíduos foi registrada no Ponto 2, no período de seca ($n = 716$) e a menor no Ponto 9, no mesmo período ($n = 34$), quando também foi encontrada a maior riqueza de taxa (55).

Figura 6: Distribuição da abundância de indivíduos da macrofauna bentônica registrada no rio Corrente, em dez pontos amostrais.

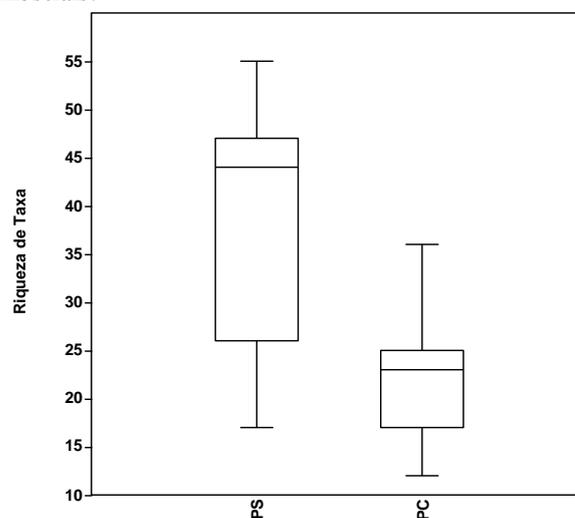


Legenda: PS – período de seca; PC – período chuvoso.

O período de maior pluviosidade contribuiu para redução de organismos na maioria dos pontos amostrais que consequentemente culminou em menor riqueza de taxa (Figura 7). Neste período a menor riqueza de taxa foi registrada no Ponto 10.

Outros estudos também relatam diferença na comunidade bentônica com relação a variação sazonal e atribuem a maior disponibilidade de alimento (LINA RES; FACCIOLI e FREITAS, 2013) e menor probabilidade de carreamento dos organismos pelo fluxo d'água.

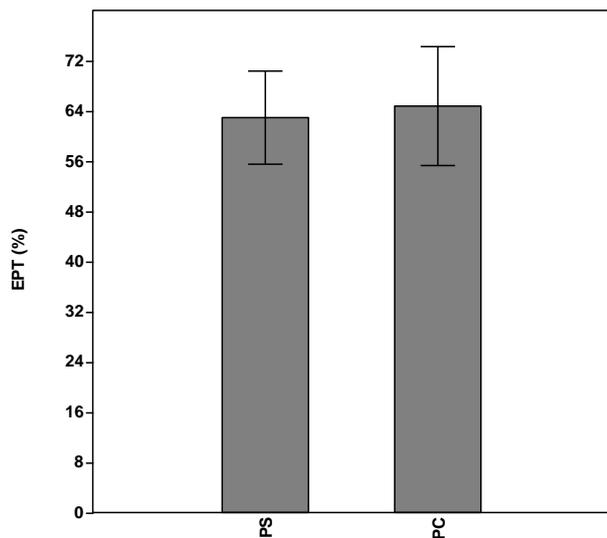
Figura 7: Distribuição da riqueza de taxa da macrofauna bentônica registrada no rio Corrente em dez pontos amostrais.



Legenda: A mediana é representada pela linha horizontal no interior da caixa e os valores mínimos e máximos nas linhas horizontais inferior e superior, respectivamente. PS – Período de Seca; PC – Período Chuvoso.

O percentual de organismos integrantes do grupo EPT (ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) foi maior do que 50% em todos os pontos amostrais (Figura 8) sugerindo que, as águas do rio Corrente não se encontram poluídas pois, este grupo tem sido apontado como indicadores de boa qualidade de água e sua abundância tende a diminuir com o aumento de alterações negativas nas características ambientais (HEPP e SANTOS, 2009; FERREIRA et al., 2014).

Figura 8: Valores para média de desvio padrão para o percentual de EPT registrados nos dez pontos amostrais.



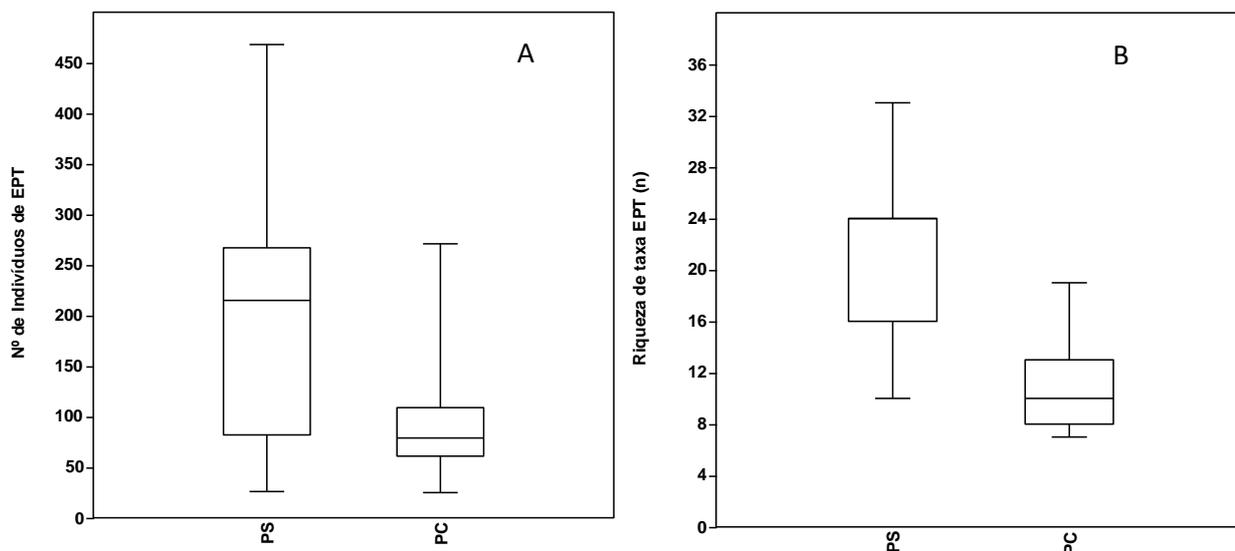
Legenda: PS – Período de Seca; PC – Período Chuvoso.

A abundância e a riqueza de taxa do grupo EPT apresentaram diferença estatística significativa entre os períodos amostrais e foi maior no período de estiagem. Sendo que ambas as métricas foram mais elevadas no período de seca (Figura 9 A e B, respectivamente).

Segundo Yokoyama et al. (2012) estudos realizados no bioma cerrado apontam para forte influência da sazonalidade na comunidade bentônica. Em contradição a esta informação, Sousa et al. (2014), em estudo realizado no município de Uberlândia (cerrado) não encontraram variação significativa na comunidade de EPT com relação a sazonalidade ambiental e assim como Guimarães et al. (2009) atribuíram parte da estabilidade da assembleia de EPT à presença de mata ciliar, que segundo os autores, contribui para amenizar alterações no regime de fluxo devido a fortes chuvas.

Conforme pode ser observado na Figura 10, ao analisar a abundância relativa das ordens que compõe o grupo EPT, verifica-se que apenas a ordem Trichoptera apresentou maior percentual no período de chuva. As ordens Ephemeroptera e Plecoptera foram mais representativas no período de seca. Algumas espécies da ordem Trichoptera, em seu estágio imaturo, vivem intimamente associadas ao substrato, enquanto que outras espécies vivem associadas a casulos que limitam sua mobilidade e por isso, podem levar mais tempo para recolonização após distúrbios oriundos de aumento de vazão (BISPO et al., 2001).

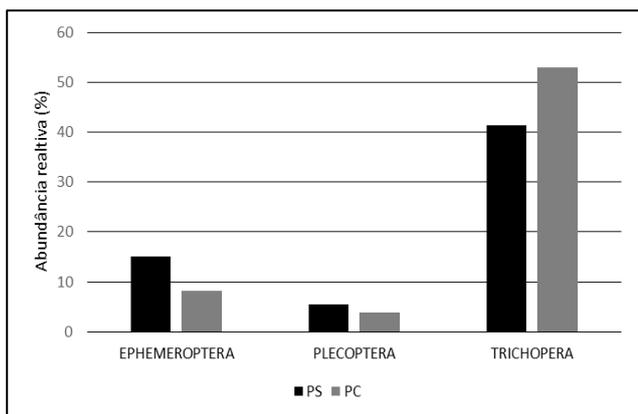
Figura 9: Distribuição da abundância de organismos do grupo EPT (A) e Riqueza de taxa de EPT (B) registrados nos dez pontos amostrais no período de seca (PS) e de chuva (PC).



Legenda: A mediana é representada pela linha horizontal no interior da caixa e os valores mínimos e máximos nas linhas horizontais inferior e superior, respectivamente. PS – Período de Seca; PC – Período Chuvoso.

Assim, nossos resultados sugerem que no rio Corrente, as chuvas no período do estudo não causaram alterações significantes na vazão ao ponto de influenciar na comunidade de trichópteros.

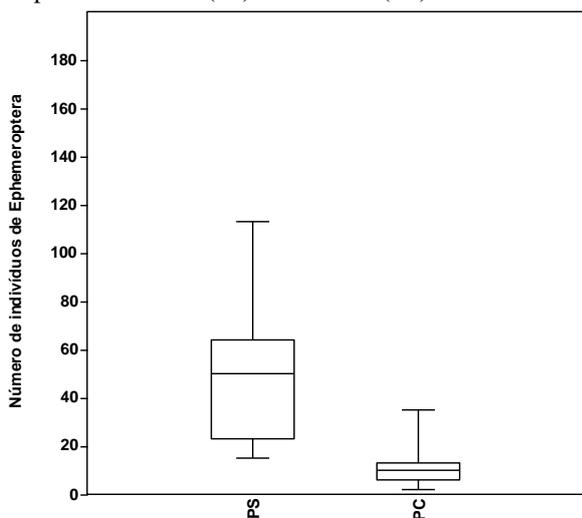
Figura 10: Abundância relativa das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.



Legenda: PS – período de seca; PC – período chuvoso.

Na análise da variação das ordens integrantes do grupo EPT, verificou-se que para Ephemeroptera houve diferença significativa entre os períodos de coleta ($p < 0,001$) com relação a abundância de indivíduos e a riqueza de taxa (Figura 11).

Figura 11 - Distribuição da abundância de indivíduos da ordem Ephemeroptera registrada nos dez pontos amostrais no período de seca (PS) e de chuva (PC).

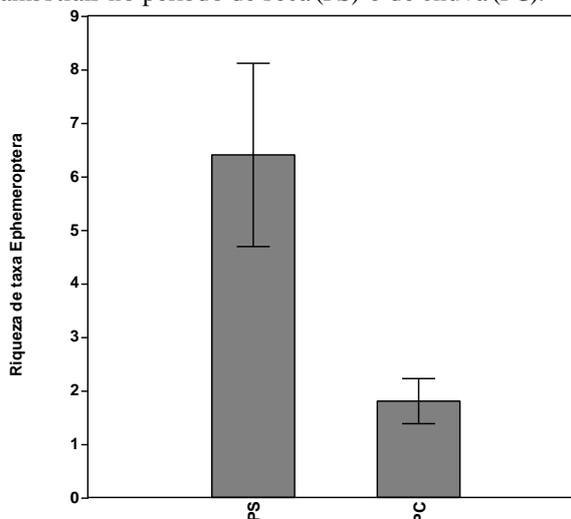


Legenda: A mediana é representada pela linha horizontal no interior da caixa e os valores mínimos e máximos nas linhas horizontais inferior e superior, respectivamente.

No período de menor pluviosidade foi registrado o maior número de indivíduos, assim como também, a maior riqueza de taxa dessa ordem conforme ilustrado na Figura 12.

Ainda com relação a variação do grupo EPT entre os períodos avaliados, destaca-se que apesar dos estudos de Guimarães et al. (2009) e de Sousa et al. (2014) terem sido realizado no mesmo bioma que o presente estudo (cerrado), os resultados diferem, demonstrando que indivíduos deste grupo não se apresentam de forma igualitária em locais com mesmo bioma.

Figura 12: Valores para média de desvio padrão para a riqueza de taxa da ordem Ephemeroptera nos dez pontos amostrais no período de seca (PS) e de chuva (PC).

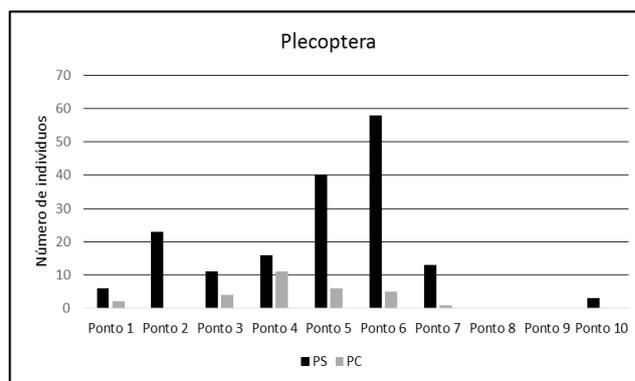


Legenda: PS – período de seca; PC – período chuvoso.

Desta forma, outros fatores devem ser considerados ao utilizar este grupo como bioindicadores. Os resultados podem ter sido influenciados pela geologia local que interfere nas características físico-químicas da água e no tipo de sedimento de fundo do canal (RAMOS, GIUSTI e ROSA FILHO, 2015).

Com relação a ordem Plecoptera, somente uma família foi registrada durante o estudo (Perlidae) que foi representada por três gêneros (Anacroneuria, Kempnyia e Macrogynoplax). No Brasil podem ser encontrados oito gêneros desta família (LECCI e FROELICH, 2006). A abundância de indivíduos desta ordem diferiu significativamente entre os períodos ($p < 0,05$) e foi maior no período de menor pluviosidade. Não foi registrada a presença de organismos desta ordem nos pontos 8 e 9 no período de estiagem e nos pontos 8, 9 e 10 no período chuvoso (Figura 13).

Figura 13: Abundância de organismos da ordem Plecoptera nos dez pontos amostrais no período de seca (PS) e de chuva (PC).



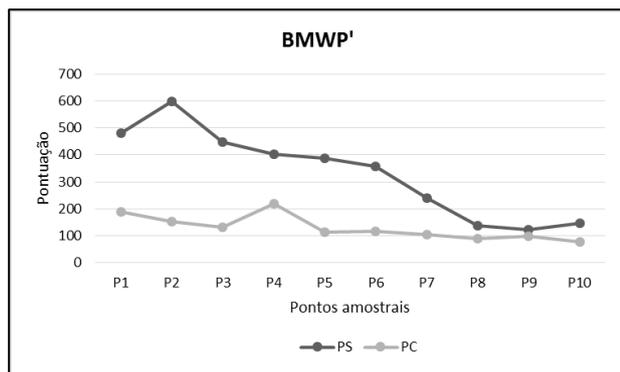
Legenda: PS – período de seca; PC – período chuvoso.

Para o período de seca a avaliação da qualidade da água através da aplicação do índice biótico BMWP' classificou a água dos pontos 1 a 7 como ótimas (águas muito limpas) e pontos 8 a 10 como Boa (águas não

poluídas). No período de chuva a classificação variou entre ótima (pontos 1, 2 e 4), boa (ponto 3), aceitável nos pontos 5 a 7 (águas muito pouco poluídas) e duvidosa nos pontos 8 a 10 (evidentes efeitos moderados de poluição).

A pontuação do BMWP' para cada um dos pontos amostrais em ambos os períodos de coleta, é apresentada na Figura 14, onde é possível observar redução dos valores de montante para jusante.

Figura 14 – Pontuação do índice BMWP' para classificação da qualidade da água dos dez pontos amostrais avaliados no rio Corrente no período de seca (PS) e de chuva (PC).



Legenda: PS – período de seca; PC – período chuvoso.

A utilização do índice BMWP' para avaliação da qualidade da água deve ser aplicada com cautela pois, este índice considera a presença da família da fauna bentônica a ser pontuada sem considerar se as condições naturais do leito do canal que podem limitar a colonização por alguns grupos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A legislação brasileira que versa sobre a classificação dos corpos hídricos, estabelece condições e padrões para lançamento de efluentes, orienta no seu Art. 8º, Parágrafo 3º que: a qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas (Resolução CONAMA 357/2005) mas, não indica quais organismos ou comunidades ou determina métodos a serem aplicados.

Portanto, sugere-se como metodologia para a coleta da macrofauna bentônica, para os trabalhos desta natureza, a empregada neste artigo e que a aplicação de índices biológicos com estes organismos, seja utilizada com cautela, sempre em consonância com peculiaridades locais, uma vez que, fatores como geologia e geomorfologia precisam ser considerados na avaliação da distribuição desta fauna.

CONCLUSÃO

A macrofauna bentônica do rio Corrente encontrada nesta pesquisa, de caráter inédito, combinada estatisticamente com outros dados abióticos serão úteis para monitoramentos ambientais futuros, principalmente aqueles que visem avaliar alterações na qualidade da água

devido a atividades antrópicas. Além disso, a divulgação destas informações sobre a estrutura e composição da fauna bentônica da região de estudo poderá contribuir para embasar futuras pesquisas nas áreas de ecologia, conservação e manutenção dos recursos hídricos.

Os resultados mostram que o uso de macroinvertebrados bentônicos em estudos que visam obter licenciamento ambiental de obras potencialmente poluidoras, embora anteriormente aplicado no Brasil com o objetivo de identificar a qualidade ambiental de cursos hídricos que se encontram na área de influência do empreendimento, de uma maneira geral não seguem uma metodologia padrão para coleta e identificação dos organismos, como sugerido neste trabalho.

No estado de São Paulo a Companhia Ambiental do Estado desenvolveu e adotou o Índice de Comunidade Bentônica (ICB) para o biomonitoramento de rios e reservatórios (CETESB, 2012). No Paraná, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) adaptou para avaliação da qualidade da água de rios no estado o índice BMWP (Biological Monitoring Working Party System) que foi desenvolvido na década de 1980 pela National Water Council, na Inglaterra. Este índice apresenta adaptações para outras regiões do Brasil (JUNQUEIRA e CAMPOS, 1998; MONTEIRO, OLIVEIRA e GODOY, 2008), fato que demonstra que a fauna bentônica não se distribui de forma igualitária, sendo de grande importância a divulgação de levantamentos da macrofauna bentônica de regiões diversas do país, que venham a contribuir com a aplicação desses organismos como bioindicadores de forma confiável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) pela oportunidade de execução dos trabalhos e por poderem contribuir com o desenvolvimento da questão ambiental atrelada à execução de obras de infraestrutura de transportes; a Universidade Federal do Paraná que permitiu a participação de professores, técnicos e alunos de graduação e pós-graduação nos estudos para elaboração do EIA/RIMA da ponte projetada para ser construída sobre o rio Corrente, em Correntina – BA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBA-TERCEDOR, J. and SÁNCHEZ-ORTEGA, A. Um método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado emel de Hellawell (1978). *Linnética*, vol. 4, p. 51-56. 1988.
- ANDRADE, A. R. F.; CEQUEIRA LOPES, G. A.; TOLEDO, L. A. A.; FRÓES, R. J. R. Projeto Serra da Extrema. Salvador: CBPM, 1988. 2v.
- BAHIA. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Habitação. Superintendência de Recursos Hídricos. Plano Diretor de Recursos Hídricos Bacia do Rio Corrente. Salvador, 1995.

- BEM, C.C.; HIGUTI, J. AZEVEDO, J.C.R. Qualidade da água de um ambiente lótico sob impacto antropogênico e sua comunidade bentônica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 20, n. 2, p. 418-419. 2015.
- 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 Limnológica Brasiliensis**. v. 13, n. 2, p. 1-9. 2001.
- BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011. Disponível em: Acesso em: 13 de junho de 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 357/2005. Brasília: 2005. 23p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acessado em 12/10/2017.
- BRASIL. Resolução CONAMA Nº 1, de 23 de Janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de fevereiro de 1986.
- BRASIL. Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de Dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de dezembro de 1997.
- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P., NESSIMIAN, J. L.; DORVILLÉ, L. F. M. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in southeast Brazil. **Hydrobiologia**. v. 481, 125–136. 2002.
- CETESB. Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo. 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>. Acesso em: 30 de maio de 2016.
- CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2006. Brasília: Mapa Geodiversidade do Brasil.
- FERREIRA, W. R.; LIGEIRO, R.; MACEDO, D. R.; HUGHES, R. M.; KAUFMANN, P. R.; OLIVEIRA, L. G.; CALLISTO, M. Importance of environmental factors for the richness and distribution of benthic macroinvertebrates in tropical headwater streams. **Freshwater Science**. v. 33, n.3, p. 860-871. 2014.
- FIA, R.; TADEU, H.C.; MENEZES, J.P.C.; FIA, F.R.L.; OLIVEIRA, L.F.C. LIMA, C.R.N.; ZEILHOFER, P.; DORES, E.; FANTIN-CRUZ, I. Qualidade de água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de recursos Hídricos**. v. 20, n. 1, p. 267-275. 2015.
- GUIMARÃES, R.M., FACURE, K.G., PAVANIN, L.A. & JACOBUCCI, G.B. 2009. Water quality characterization of urban streams using benthic macroinvertebrate community metrics. **Acta Limnol. Bras.** 21(2):217-226.
- HEPP, L.U.; SANTOS, S. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 157, p. 305-318. 2009.
- JIANG, X.; SONG, Z.; XIONG, J.; XIE, Z. Can excluding non-insect taxa from stream macroinvertebrate surveys enhance the sensitivity of taxonomic distinctness indices to human disturbance? **Ecological Indicators**. v.41, p. 175-182. 2014.
- LECCI, L.S.; FROELICH, C.G., 2006. Plecoptera. <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/plecoptera/plecindex.htm>. In: Levantamento e biologia de Insecta e Oligochaeta aquáticos de sistemas lóticos do Estado de São Paulo. Acesso em 06 de Junho de 2016.
- LINARES, M.S; 1,2,3; FACCIOLI, G. G.; FREITAS, L. M. 2013. Functional structure of benthic community in a tropical stream in northeast Brazil: Seasonal variation. **Revista Brasileira de Zoociências**, 15 (1, 2, 3): 147-154. 2013
- LOYOLA, R.G.N. Atual estágio do IAP de índices biológicos de qualidade. In Simpósio de ecossistemas brasileiros: Conservação. ACIESP, v.1: **Conservação e Duna**, n.109, p.46-52. 2000.
- PELÁEZ-RODRÍGUEZ M.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Water quality assessment in Ribeirão do Feijão Basin (SPBrazil) through benthic macroinvertebrate community. **Momentos de Ciência**. V. 9 n.2, p. 89-96. 2012.
- PIMENTA, A.F.F.; RATTON, E.; BLASI, G.F.; SOBANSKI, M.B.; ALBACH, D.M. Gestão para o licenciamento ambiental de obras rodoviárias. UFPR/ITTI. Curitiba – PR. 145p. 2014.
- RAMOS, S.; GIUSTI, D.A.; ROSA FILHO, E.F. Influência da geologia local do quimismo de águas superficiais e de sedimentos fluviais. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais p.1-8. 2015.
- UFPR/ITTI. Estudo de Impacto Ambiental. Ponte sobre o Rio Corrente, BR-135/BA Correntina/BA / Universidade Federal do Paraná; Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura. Curitiba. 2014.
- 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 Guarapuava** (PR) v.8 n.1 p. 73 – 84. 2012.