

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E**  
**ENGENHARIA DE PESCA**

**MICHELLI CAROLINE FERRONATO**

Influência das características fisiográficas sobre a estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em duas ecorregiões neotropicais

Toledo

2012

**MICHELLI CAROLINE FERRONATO**

Influência das características fisiográficas sobre a estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em duas ecorregiões neotropicais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches

Co-orientador: Daniel Forsin Buss

Toledo

2012

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária  
UNIOESTE/Campus de Toledo.

Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

Ferronato, Michelli Caroline

F396i      Influência das características fisiográficas sobre a estrutura e  
composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em  
duas ecorregiões neotropicais / Michelli Caroline Ferronato. --  
Toledo, PR : [s. n.], 2012.  
23 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches

Coorientador: Dr. Daniel Forsin Buss

Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia  
de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus  
de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas.

1. Ecorregiões aquáticas - Paraná 2. Insetos aquáticos –  
Paraná 3. Ecossistemas aquáticos 4. Macroinvertebrados bêmicos  
5. Fauna bêmica 6. Diversidade biológica I. Sanches, Paulo  
Vanderlei, Orient. II. Buss, Daniel Forsin, Orient. III. T

CDD 20. ed. 639.9

## FOLHA DE APROVAÇÃO

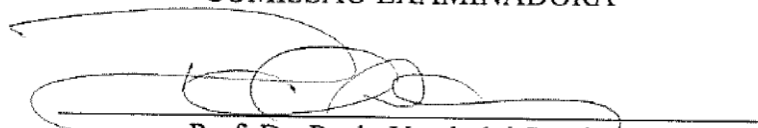
---

### MICHELLI CAROLINE FERRONATO

Influência das características fisiográficas sobre a estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em duas ecorregiões neotropicais

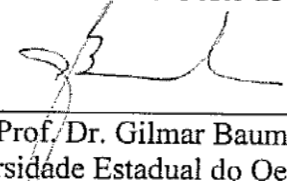
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

#### COMISSÃO EXAMINADORA




---

Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



---

Prof. Dr. Gilmar Baumgartner  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



---

Prof. Dr. Yara Moretto Bagatini  
Universidade Federal do Paraná/*Campus* de Palotina/PR

Aprovada em: 28 de setembro de 2012.

Local de defesa: auditório do GERPEL - Unioeste/*Campus* de Toledo.

Influência das características fisiográficas sobre a estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em duas ecorregiões neotropicais

## RESUMO

Ecorregião é uma área que possui as mesmas características fisiográficas (clima, geologia, solos, altitude e características de cobertura do solo, vegetação) em uma determinada região. Este estudo tem por objetivo verificar as diferenças da comunidade de macroinvertebrados em duas ecorregiões do Paraná. Especificamente objetiva-se responder: i) As características fisiográficas de cada ecorregião influenciam na estrutura e atributos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos? ii) Quais características fisiográficas exercem influência sobre a comunidade? iii) A classificação dos grupos funcionais é semelhante entre as ecorregiões? iv) É possível identificar grupos indicadores para cada ecorregião? Foram coletados macroinvertebrados em duas ecorregiões do Paraná, sendo 6 rios em cada ecorregião localizados em duas Unidades de Conservação (Parque Estadual do Guartelá (PEG) e Parque Nacional do Iguaçu (PNI)). Para a coleta biológica, utilizou-se um coletor do tipo Hand-net, além disso, amostras físicas e químicas da água foram mensuradas (pH, oxigênio dissolvido, altitude, temperatura da água, alcalinidade, dureza, nitrogênio total e fósforo total) e análise do substrato. Como resultados, a ANOVA não mostrou diferenças significativas entre as ecorregiões quanto aos atributos, porém, a estrutura foi diferente segundo a PCA. Os grupos funcionais tiveram a mesma composição, porém com porcentagens diferenciadas para cada ecorregião. Os táxons indicadores do PEG foram Baetidae, Aeshnidae, Coenagrionidae, Chironomidae e Ceratopogonidae e para o PNI, os táxons indicadores foram Leptohyphidae, Caenidae, Perlidae, Pleidae e Psephenidae. Desta forma, concluímos que as ecorregiões foram diferentes quanto a estrutura da comunidade de macroinvertebrados devido a influencia das condições físicas do ambiente.

**Palavras-chave:** insetos aquáticos. físico e químico. habitat. famílias indicadoras.

Physiographic characteristics influence on the structure and composition of the benthic macroinvertebrate community in two neotropical ecoregions

**ABSTRACT**

Ecoregion is an area that has the same physiographic characteristics (climate, geology, soil altitude, characteristics and land cover, vegetation) in a given region. This study aims to investigate the differences of the macroinvertebrate community in two ecoregions different of Paraná. Specifically we aim to answer: i) the physiographic characteristics of each ecoregion influence the structure and attributes of the benthic macroinvertebrate community? ii) What physiographic characteristics influence on the community? iii) The classification of functional groups is similar among ecoregions? iv) It is possible to identify groups indicators for each ecoregion? Macroinvertebrates were collected in two ecoregions of Paraná, 6 rivers in each ecoregion located in two protected areas (State Park Guartelá (PEG) and Iguaçu National Park (PNI)). To collect biological, used a collector type Hand-net, in addition, physical and chemical samples of the water were measured (pH, dissolved oxygen, altitude, water temperature, alkalinity, hardness, total nitrogen and total phosphorus) and analysis of the substrate. As a result, the ANOVA showed no significant differences between the ecoregions as attributes, however, the structure was different according to the PCA. Functional groups had the same composition, but with different percentages for each ecoregion. The indicator taxa of PEG were Baetidae, Aeshnidae, Coenagrionidae, Chironomidae and Ceratopogonidae and for the PNI, the indicator taxa were Leptohiphidae, Caenidae, Perlidae, Pleidae and Psephenidae. Thus, we conclude that the ecoregions were different as macroinvertebrate community structure due to the influence of the physical environment.

**Key-words:** aquatic insects. physical and chemical. habitat. families indicators.

Dissertação elaborada e formatada  
conforme as normas da publicação  
científica *Bioscience Journal*.

Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/about/submissions#onlineSubmissions>>

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	08
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	09
3.1 Área de Estudo .....	09
3.1 Análise dos dados .....	11
4 RESULTADOS .....	12
5. DISCUSSÃO .....	18
6. CONCLUSÃO.....	19
7. REFERÊNCIAS .....	20



## INTRODUÇÃO

O conceito de ecorregiões foi idealizado para identificar áreas com distintas características geográficas que reflitam diferenças na distribuição e composição dos organismos (OMERNIK, 1995; BAILEY, 2005), podendo assim, ser destinado a fornecer uma estrutura espacial para a avaliação, investigação, inventário, monitoramento e gestão dos ecossistemas (ABELL, 2008).

A classificação das ecorregiões é realizada através da análise dos diferentes aspectos fisiográficos que ocorrem gradativamente entre uma ecorregião e outra e, desta forma, define-se como ecorregião uma área que possui as mesmas características fisiográficas (clima, geologia, solos e características de cobertura do solo, vegetação, altitude) e parte do princípio de que, comunidades biológicas dentro de uma região homogênea são similares (OMERNIK, 1987; WHITTIER et al., 1988).

BAYLEI (2005), define essa área de transformação gradativa do ambiente como “zona de transição”, que ocorre entre os mosaicos ecorregionais. Segundo o autor, essa zona de transição delimita o surgimento de uma nova ecorregião em que aparecem ilhas de um tipo de vegetação em meio a outro, estas ilhas se tornam maiores até que o segundo tipo de vegetação seja dominante, formando uma nova ecorregião.

Estas características físicas do ambiente definem os microhabitats, a disponibilidade de alimento, a existência de refúgios, estrutura e a composição da comunidade (SILVEIRA et al., 2006.). As comunidades aquáticas são determinadas através da sua relação com o ambiente, e esta relação influencia na distribuição das espécies, na dinâmica do ambiente e nos processos ecológicos (DINERSTEIN et al., 1995). Diversos pesquisadores avaliaram as ecorregiões usando assembleias de peixes, comunidades de vida selvagem, características fisiográficas, e distribuições de macroinvertebrados (INKLEY e ANDERSON, 1982; POFF e WARD, 1989).

Por estar continuamente exposta no meio aquático, e serem organismos de baixa mobilidade, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos,

reflete as características fisiográficas do ambiente, que estão diretamente associados com o conjunto de fatores que são usados para definir ecorregiões (OMERNIK e BAILEY, 1997).

Assim, baseado no conceito de ecorregiões e assumindo o pressuposto de que a comunidade bentônica é afetada por alterações da composição natural dos sistemas aquáticos e, portanto, possivelmente distintas quanto à sua estrutura em diferentes regiões, este estudo busca gerar informações que auxiliem na resposta de algumas questões como: i) As características fisiográficas de cada ecorregião influenciam na estrutura e atributos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos? ii) Quais características fisiográficas exercem influência sobre a comunidade? iii) A classificação dos grupos funcionais é semelhante entre as ecorregiões? iv) É possível identificar grupos indicadores para cada ecorregião?

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

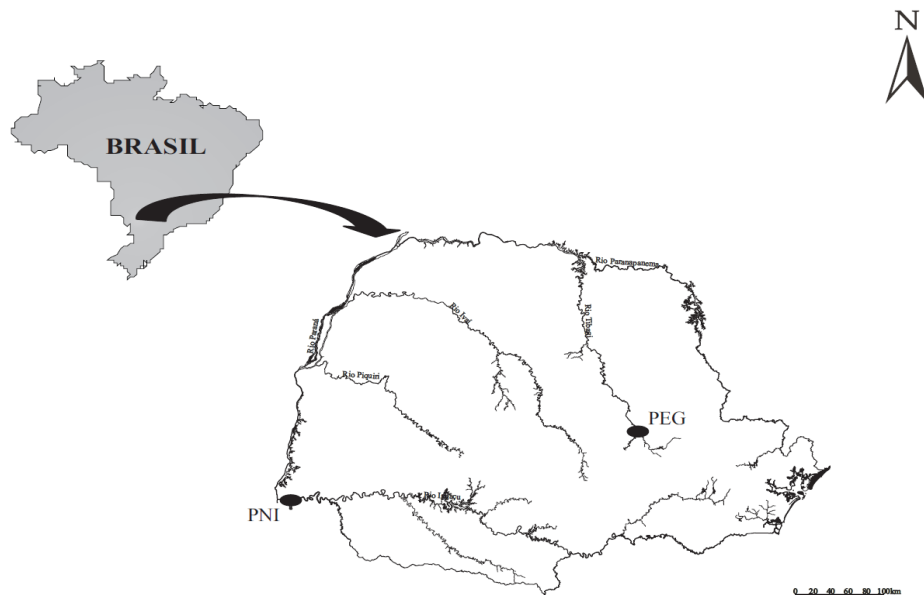
### **Área de Estudo**

Para a execução deste estudo, foram selecionadas duas ecorregiões seguindo a classificação da WWF (World Wildlife Fund), com diferentes características de clima, solo e vegetação no estado do Paraná. Foram amostrados 12 rios distribuídos em duas áreas de conservação, sendo 6 no Parque Nacional do Iguaçu (PNI) e 6 no Parque Estadual do Guartelá (PEG).

Os rios amostrados na ecorregião do PNI apresentam sedimento predominantemente argiloso e vegetação marginal bem preservada com predomínio de vegetação arbórea e caracterizada como mata atlântica (Floresta Estacional Semidecídua e Floresta Ombrófila Mista). O clima é classificado segundo Köppen como um clima subtropical úmido (Cfa), ou mesotérmico com verão pronunciado, com possibilidades de uma pequena seca durante o inverno (Figura 1).

Os rios amostrados na ecorregião do PEG apresentam sedimento arenoso e margens com vegetação predominante de campos naturais. O clima é classificado por Köppen como Clima temperado (Cfb), segundo o Instituto Agrônômico do Paraná é um clima com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com

verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (Figura 1).



**Figura 1.** Localização das ecorregiões estudadas; PNI – Parque Nacional do Iguaçu; PEG – Parque Estadual do Guartelá;

O período amostral foi concentrado na estação de seca (maio e julho) por ser a estação com menor ocorrência de chuvas que causam estresse hídrico (DINIZ-FILHO et al., 1998; BAPTISTA et al., 2001; BISPO e OLIVEIRA, 2010).

Para a amostragem foi utilizado um coletor do tipo *Hand-net* (30x30cm) com malha de 500µm, procedimento indicado para coletas de biomonitoramento (BUSS e BORGES 2008). Foram amostrados 20 microhabitats, com aproximadamente 1m<sup>2</sup> cada, totalizando uma área de 20m<sup>2</sup> por trecho de cada rio, buscando amostrar os principais substratos disponíveis para a fauna aquática (cascalho, folhas, gravetos, sedimentos finos, etc.) (BARBOUR, et al., 1999).

Em laboratório, o material foi depositado em peneiras (malha 500 µm) para uma pré-lavagem do material orgânico. Em seguida, este material foi acondicionado em álcool 70 % para posteriormente realizar a triagem dos organismos com auxílio de microscópio estereoscópio. A identificação do material biológico foi em nível taxonômico de família baseada em MERRIT e CUMMINS (1996) e PÉREZ, (1996), BOUCHARD (2004) MUGNAI et al. (2010).

Juntamente com as amostragens dos organismos, foram obtidos em campo os valores de pH, oxigênio dissolvido (utilizando-se aparelhos portáteis pHmetro e,

oxímetro respectivamente), , temperatura da água (termômetro comum com bulbo de mercúrio) e altitude (GPS Garmin). Também foram coletadas amostras de água para a determinação dos valores de alcalinidade, dureza, nitrogênio total e fósforo total (realizadas pelo Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental, IOC-Fundação Oswaldo Cruz – RJ) de acordo com STRICKLAND e PARSON (1972), MACKERETH et al., (1978).

A análise do substrato foi efetuada de acordo com metodologia adaptada do Protocolo EMAP (Environmental Monitoring and Assessment Program) de PECK et al. (2001). O substrato foi classificado em 9 categorias (tabela 1) sendo analisado no mesmo trecho da amostragem biológica. As observações do substrato foram feitas a cada metro (aproximadamente um passo) de uma margem a outra no rio buscando explorar todos os substratos presentes. Foram analisadas 100 amostras de substrato por local e, posteriormente as amostras do mesmo tipo de substrato foram somadas e transformadas em porcentagem para verificar a ocorrência de cada substrato por local.

**Tabela 1.** Classificação dos tipos de substratos adaptada por PECK et al. (2001).

CLASSE	CATEGORIA	REFERÊNCIA
1	Silte/argila	(= talco)
2 a 3	Areia fina - areia grossa	(= trigo moído a tapioca)
4 a 6	Cascalho pequeno a seixo	(= bola de gude a bola de tênis)
7	Matacão	(> bola de vôlei)
8	Laje	
9	Folhas/matéria orgânica	

## ANÁLISE DOS DADOS

Os conjuntos de indivíduos da comunidade de macroinvertebrados presentes nas duas ecorregiões foram comparados em termos de atributos (riqueza de táxons, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade) e abundâncias de cada táxon, com identificação dos grupos indicadores de cada ecorregião. A análise dos grupos funcionais da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi realizada segundo a classificação de CUMMINS et al. (2005). Para a verificação das possíveis influências das características ecorregionais (fatores físicos e químicos, substrato e altitude) na

estruturação da comunidade foi utilizada a Análise de Correspondência Canônica (ACC).

Para comparação dos atributos entre as ecorregiões, foi utilizada ANOVA, enquanto que para a análise da estrutura e sua relação com os parâmetros fisiográficos, os dados foram sumarizados através da Análise de Componentes Principais (ACP) para extrair os eixos de maior variabilidade (devido ao grande número de variáveis físicas e químicas em relação ao número total de locais amostrados), segundo critério de Broken-Stick. Após avaliação desses eixos, os mesmos foram utilizados na Análise de Correspondência Canônica (ACC). Na ACC foi testada a hipótese de não existir correlação entre as matrizes formadas pela comunidade de macroinvertebrados e pelas variáveis abióticas pelo teste de Monte Carlo com 9999 permutações.

Para a análise dos grupos funcionais, foi extraída a distribuição dos macroinvertebrados, gerada pela ordenação da ACC em relação a cada ecorregião e transformada em porcentagem de grupo funcional por ecorregião.

A identificação de grupos indicadores das ecorregiões foi realizada através de uma modificação da Análise de Espécie Indicadora de DUFRENE e LEGENDRE (1997). Esta análise considera que para uma espécie ser indicadora de um determinado local, ela deve ocorrer em maior proporção de abundância e frequência. Como esse estudo foi realizado com apenas uma coleta, utilizamos as porcentagens de ocorrência nos locais da ecorregião ao invés das frequências de ocorrência temporal. As análises dos atributos e ANOVA, foram feitas no software Past version 2.1 e as demais análises realizadas no PC-ord version 5.

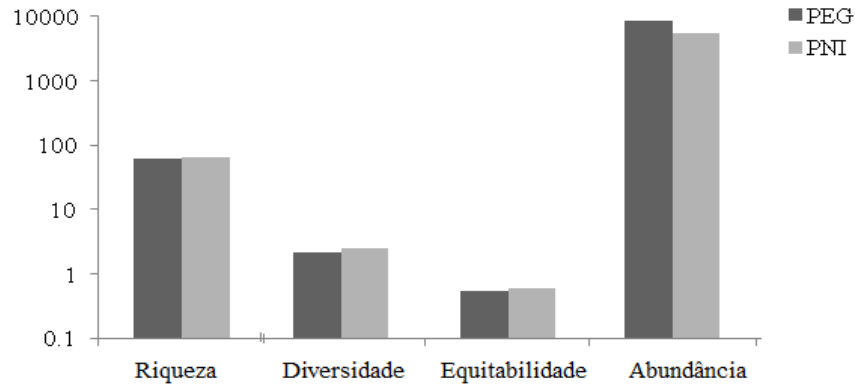
## **RESULTADOS**

Durante as amostragens foram coletados 14.309 macroinvertebrados nas duas ecorregiões analisadas, enquadrados em 74 táxons divididos nos seguintes filos: Mollusca, Annelida e Arthropoda, dentre eles, o Filo Arthropoda foi o mais representativo.

Quanto aos atributos e estrutura da comunidade de macroinvertebrados, o PEG apresentou uma riqueza de 62 táxons, diversidade de Shannon-Wiener 2,21, equitabilidade de 0,53 e abundância de 8.683 indivíduos. Para o PNI, a riqueza representou 65 táxons, diversidade de Shannon-Wiener 2,47, equitabilidade de 0,59 e



F37	Notonectidae	1	0	1	1	F74	Blepharoceridae	1	0	1	1
-----	--------------	---	---	---	---	-----	-----------------	---	---	---	---



**Figura 2.** Valores de riqueza, diversidade de Shannon-Wiener, equitabilidade e abundância (número de indivíduos) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos para as ecorregiões do PEG e PNI.

Em relação aos parâmetros fisiográficos avaliados (Tabela 3), a Análise de Componentes Principais mostrou que o eixo um e dois explicaram 50,31% de variância, sendo 28,46% referente ao primeiro eixo. Este eixo foi positivamente relacionado com pH, temperatura da água e classe 4 a 6 de substrato com influência sobre a ecorregião do PNI, e negativamente relacionado com altitude, oxigênio dissolvido (OD), dureza e classe 7 de substrato influenciando a ecorregião do PEG (Figura 5 e Tabela 4). Desta forma, verificamos que as características fisiográficas do ambiente estão determinando a disposição dos pontos (rios), que se arranjam por ecorregião.

Já os eixos 3 e 4 explicaram 26,25% de variância estando relacionado positivamente com classe 8 de substrato e nitrogênio total e negativamente relacionado com classe 1 e classe 2 a 3 de substrato (Figura 5B e Tabela 4). Porém, destacamos que estas variáveis são preponderantes em ambas ecorregiões, não determinando a disposição dos pontos (rios), ou seja; estes parâmetros fisiográficos são distribuídos em ambas as ecorregiões homogeneamente, não fazendo distinção entre as ecorregiões.

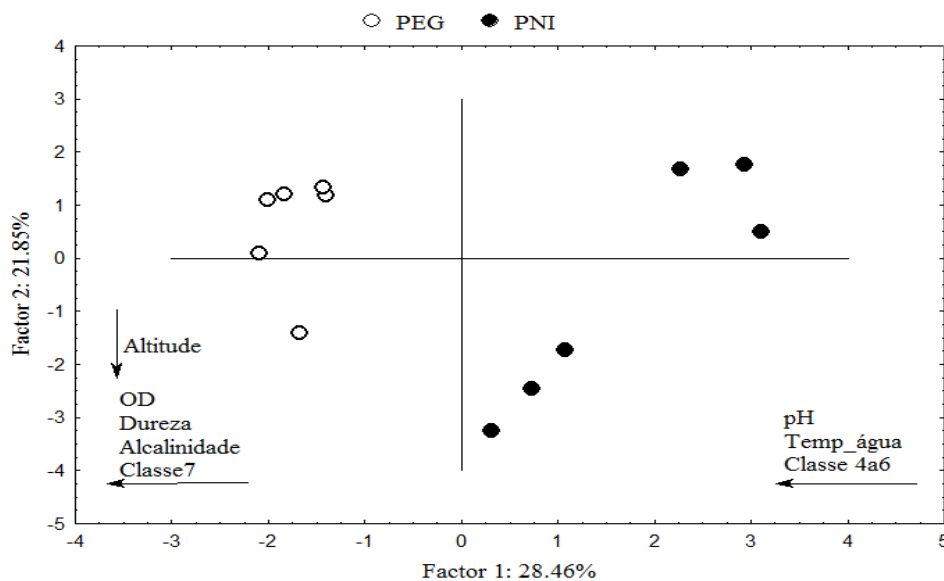
**Tabela 3.** Valores dos parâmetros fisiográficos dos pontos de coleta de cada ecorregião. PEG: Parque Estadual do Guartelá; PNI: Parque Nacional do Iguaçu.

	PEG1	PEG2	PEG3	PEG4	PEG5	PEG6	PNI1	PNI2	PNI3	PNI4	PNI5	PNI6
Altitude (m)	994	1003	974	990	1014	1075	561	500	521	131	173	227
pH	5.71	5.83	5.92	5.90	5.52	5.74	7.90	8.23	7.47	8.20	8.34	8.02
T <sub>água</sub> (°C)	14.30	14.20	13.40	13.50	14.70	13.40	21.00	17.40	19.30	23.80	23.11	23.50
OD (mg/l)	7.74	8.78	8.65	8.70	8.76	7.27	8.31	9.36	8.50	8.40	8.08	7.80
Dur (mg/ICaCO <sup>3</sup> )	13.27	15.48	15.48	13.27	13.27	16.59	24.91	22.14	18.45	16.00	8.00	10.00
Alc (mg/ICaCO <sup>3</sup> )	12.27	4.91	9.82	9.82	7.36	8.59	7.34	18.74	22.82	14.96	11.22	7.48
Classe1	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	2.00	0.22
Classe 2 a 3	26.00	59.00	50.00	2.00	22.00	21.00	2.82	6.00	11.96	40.08	16.00	31.44
Classe 4 a 6	5.00	0.00	21.00	0.00	1.00	19.00	35.21	0.00	18.48	59.55	25.00	68.34
Classe 7	12.00	13.00	6.00	70.00	0.00	27.00	19.72	83.00	18.48	0.00	17.00	0.00
Classe 8	24.00	12.00	0.00	27.00	60.00	14.00	21.13	6.00	51.09	0.00	5.00	0.00
Classe 9	33.00	16.00	23.00	0.00	17.00	18.00	21.13	5.00	0.00	0.00	35.00	0.00
N. Tot (mg/L N)	0.00	0.10	0.00	0.00	1.60	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50
P Tot (mg/L P)	0.00	0.30	0.30	0.80	0.40	0.00	2.30	0.01	1.20	0.10	0.30	0.10

**Tabela 4.** Eixos explicativos da ACP (Análise de Componentes Principais) dos parâmetros fisiográficos das ecorregiões em estudo.

PARÂMETROS FISIAGRÁFICOS	EIXO1	EIXO2	EIXO3	EIXO4
Altitude	<b>-0.979145</b>	0.066106	0.027966	-0.015950
pH	<b>0.926110</b>	-0.280267	-0.109954	0.021787
Temperatura da Água	<b>0.976467</b>	0.005373	0.150572	0.059603
OD	-0.141845	<b>-0.621615</b>	-0.005021	-0.351721
Dureza	-0.061042	<b>-0.723748</b>	0.060980	-0.302737
Alcalinidade	0.298421	<b>-0.599473</b>	-0.181961	-0.043075
Classe 1	0.234452	0.314483	-0.406090	<b>0.740296</b>
Classe 2 a 3	-0.121854	0.655881	0.034136	<b>-0.677804</b>
Classe 4 a 6	<b>0.835470</b>	0.317753	0.155466	-0.201503
Classe 7	-0.190471	<b>-0.670458</b>	-0.637389	0.194465
Classe 8	-0.425602	-0.381355	<b>0.660661</b>	0.325298
Classe 9	-0.291247	0.466470	0.007415	0.384159
Nitrogênio total	0.149271	0.014603	<b>0.843842</b>	0.197243
Fósforo total	0.097451	-0.513386	0.461253	0.211518



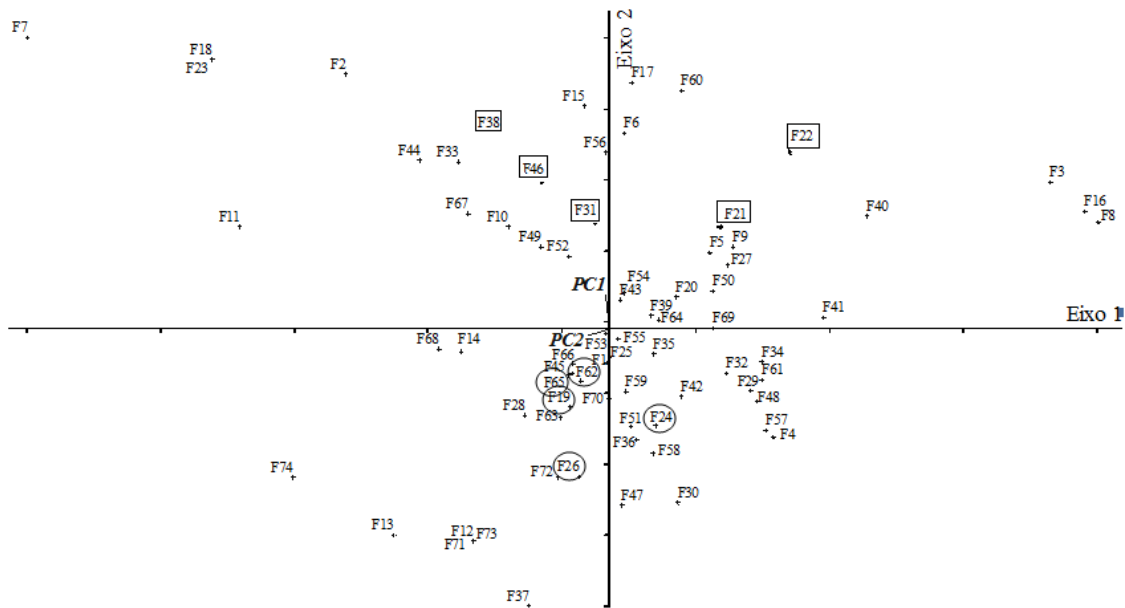


**Figura 5.** Relação dos parâmetros fisiográficos das ecorregiões através da Análise de Componentes principais.

A Análise de Correspondência Canônica agrupou cada ecorregião com os fatores abióticos de maior relação ( $p= 0.006$ ), sendo que PC1 representa o Eixo1 extraído da ACP e PC2 representa o Eixo2. A ecorregião PEG esteve mais relacionada à altitude, oxigênio dissolvido, dureza e classe 7 de substrato, enquanto que PNI esteve mais relacionado a pH, temperatura da água e classe 4 a 6 de substrato.

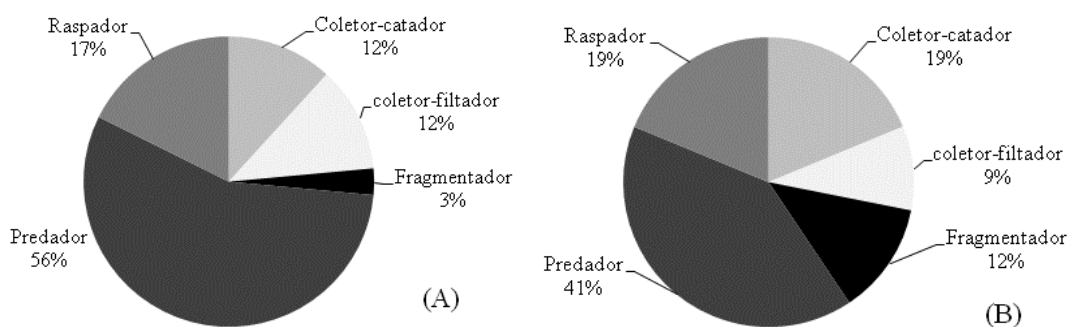
A ACC mostrou ainda que, a distribuição dos Taxa foi influenciada pelos parâmetros fisiográficos. As características fisiográficas de cada ecorregião estão intimamente relacionadas com a comunidade de macroinvertebrados, determinando a estrutura destes organismos (Figura 6).

A análise INVAL apresentou alguns grupos como indicadores de cada ecorregião com valor de  $p<0,05$ . Os Taxa indicadores do PEG foram Baetidae, Aeshnidae, Coenagrionidae, Chironomidae e Ceratopogonidae. Para o PNI, os Taxa indicadores foram Leptohiphidae, Caenidae, Perlidae, Pleidae e Psephenidae. Para melhor visualização no gráfico, foram determinados códigos para cada família, os quais se encontram descritos na tabela 5.



**Figura 6.** Resultado da ordenação através da técnica de Análise de Correspondência Canônica para os Taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Em destaque os grupos indicadores determinados pela análise INVAL. Destacado no retângulo PEG e em círculo PNI.

Em relação aos grupos funcionais, a ecorregião do PEG foi composta de 56% de predadores, 17% de raspadores, 12% de coletores-catadores, 12% de coletores-filtradores, 3% de fragmentadores. Já o PNI apresentou 41% de predadores, 19% de coletores-catadores, 19% de raspadores, 12% de fragmentadores e 9% de coletores-filtradores (Figura 7).



**Figura 7.** Frequência dos grupos funcionais de cada ecorregião em porcentagem. A: ecorregião PEG e B: ecorregião PNI.

## DISCUSSÃO

A semelhança verificada nos atributos (riqueza, diversidade e equitabilidade) da comunidade de macroinvertebrados indica que ambas as ecorregiões apresentam características favoráveis para o desenvolvimento e colonização destes organismos. Entretanto, as diferenças significativas observadas na abundância dos organismos (estrutura da comunidade) entre as ecorregiões, podem estar relacionadas às especificidades das características fisiográficas das ecorregiões, conforme demonstrado na ACC. Desta forma, estas diferenças fisiográficas das ecorregiões foram determinantes sobre a estrutura da comunidade de macroinvertebrados neste estudo.

As influências das características fisiográficas sobre a estrutura das comunidades também foi descrita por PINTO et al. (2009), através do estudo em assembleias de peixes. GALDEAN et al. (2000) e GALERON et al. (2001) afirmam que a distribuição e diversidade dos organismos é diretamente influenciada pelo tipo de substrato, morfologia do ecossistema, resíduos orgânicos, bem como por modificações das concentrações de nutrientes e alterações da produtividade primária. BARBOUR et al., (1999), comenta que a presença e distribuição de macroinvertebrados em riachos pode variar entre locais com base no fluxo de elevação, gradiente do rio e substrato. Todas estas características do ambiente são determinadas pelas ecorregiões, e desta forma, estruturam as comunidades, como foi verificado neste estudo.

A exemplo do ocorrido para a estrutura da comunidade, a ACC revelou que a distribuição dos grupos taxonômicos também sofreu influência dos parâmetros fisiográficos das duas ecorregiões estudadas. Os Taxa considerados indicadores pela análise INVAL para o PEG tiveram relação com os parâmetros de altitude, oxigênio dissolvido, dureza, alcalinidade e tipo de substrato (classe 7). As maiores dimensões do substrato (matacão) e o tipo de vegetação marginal que permite maior penetração de luz, favorece o desenvolvimento de algas aderidas (perifiton) que servem como alimento para os organismos. A literatura apresenta algumas relações destas famílias indicadoras com preferências alimentares por macrófitas ou algas MERRITT e CUMMINS (1996), BOUCHARD (2004), RAVANELO (2007), que são encontradas aderidas as rochas no fluxo de água corrente, com abundância em locais com maior abertura de dossel (SVITOK, 2006). GALDEAN et al. (2000) e SOUZA et al. (2011), identificaram

elevada abundância de Baetidae em rios com maior entrada de luz, sugerindo que esta alta abundância é decorrente do aumento da produção primária.

Quanto aos grupos indicadores do PNI, estiveram relacionados ao pH, temperatura da água e classe 4 a 6 de substrato. Dente estes organismos, na maioria dos casos possuem ampla plasticidade alimentar, se adaptando as diversas condições do ambiente e disponibilidade de habitats como proposto por CUMMINS e KLUG (1979) e MOLINERI (2004). Alguns se alimentam de sedimento fino, matéria orgânica, perifíton, itens abundantes na ecorregião do PNI.

A influência da vegetação marginal foi evidenciada também na análise dos grupos funcionais. Estes foram compostos igualmente em ambas ecorregiões, porém em porcentagens diferenciadas, especialmente para o grupo de fragmentadores que no PEG representou apenas 3% enquanto que no PNI representou 12%. Esta diferença pode ser devida à densa cobertura vegetal nas margens dos rios do PNI, onde o aporte de folhas e matéria orgânica disponível nesta ecorregião é maior, o que aumenta a disponibilidade de itens alimentares e refúgio. SILVA et al., (2010) verificaram a presença de Calamoceratidae apenas em rios com vegetação densa. NISLOW e LOWE (2006) observaram que em rios desmatados a ocorrência de fragmentadores é baixa ou quase nula, devido à redução de vegetação nas margens.

## **CONCLUSÃO**

Com a execução deste estudo pode-se concluir que os parâmetros fisiográficos influenciaram somente na estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas ecorregiões analisadas, especialmente substrato e vegetação. Estes fatores disponibilizam habitats e alimento diferentes em cada ecorregião, e desta forma, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos se estrutura através deste mosaico ecorregional. Conclui-se ainda que além dos parâmetros abióticos, o habitat tem influência sobre a estrutura da comunidade de macroinvertebrados e deve ser levado em consideração na delimitação e distinção das ecorregiões.

## REFERÊNCIAS

- ABELL, R., THIEME, M. L., REVENGA, C., BRYER, M., KOTTELAT, M., BOGUTSKAYA, N., COAD, B. MANDRAK N., BALDERAS, S. C.; BUSSING, W.; STIASSNY, M. L. J.; SKELTON, P.; ALLEN, G. R.; UNMACK, P.; NASEKA, A.; NG, R.; SINDORF, N.; ROBERTSON, J.; ARMIJO, E.; HIGGINS, J. V.; HEIBEL, T. J.; WIKRAMANAYAKE, E.; OLSON, D.; LÓPEZ, H. L.; REIS, R. E.; LUNDBERG, J. G.; PÉREZ, M. H. S.; PETRY, P. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. **BioScience**, V. 58, n.5 p. 403. 2008.
- ARNWINE , D. H.; BROACH, J. I.; CARTWRIGHT, L. K.; DENTON, G. M. Tennessee ecoregion project 1994 - 1999. **Tennessee Department of Environment and Conservation Division of Water Pollution Control**, 67p. 2000. Disponível em: <http://tn.gov/environment/wpc/publications/pdf/Ecoregion.pdf>. Acesso em: 12/05/2012.
- BAILEY, R. G. **Identifying Ecoregion Boundaries. Environmental Management** Vol. 34, n. 1, p. 14–26. 2005.
- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; NESSIMIAN, J. L. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**. V. 61, n. 2, p. 249–258, 2001.
- BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D.; STRIBLING, J. B. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. EPA. U.S. **Environmental Protection Agency**; Office of Water; Washington. 1999.
- BISPO, P.; OLIVEIRA, L. Distribuição Espacial de Insetos Aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em Córregos de Cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. **Oecologia Australis**. 2010. Disponível em: <http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/394/263>. Acesso em: 16 Jul. 2012.
- BOUCHARD, R. W. Jr. **Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest. Identification Manual for Students, Citizen Monitors, and Aquatic Resource Professional.** University of Minnesota. 2004. 207p.
- BUSS, D. F.; BORGES, E. L. Application of Rapid Bioassessment Protocols (RBP) for benthic macroinvertebrates in Brazil: comparison between sampling techniques and mesh sizes. **Neotropical Entomology**. V.37, p. 288–295. 2008.
- CUMMINS, K. W.; KLUG, M. J. Feeding ecology on stream invertebrates. **Annual Review of Ecology and Systematic**. V. 10, p. 147-172. 1979.
- CUMMINS, K. W.; MERRITT, R. W.; ANDRADE, P. C. N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil - Grupos funcionais. 2004. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. V. 40, n. 1, p. 69-89. 2005

DINNERSTEIN, E.; OLSON, D.M.; GRAHAM, D.J.; WEBSTER, A.L.; PRIMM, S.A.; BOOK BINDER, M.P. Conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. **Washington: World Bank**. 1995, 237 p.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; OLIVEIRA, L. G.; SILVA, M. M. Explaining the beta diversity of aquatic insects in “Cerrado” streams from central Brazil using multiple mantel test. **Revista Brasileira de Biologia**. V. 58, n. 2, p. 223-231. 1998.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**. V. 67, p. 345– 366. 1997.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystem Health & Management**. V. 3, n. 4, p. 545-552. 2000.

GALERON, J. ; SILBUET, M.; VANREUSELI, A.; MACKENZI, K.; GOODAY, A.J.; DINET, A. WOLFFI, G.A. Temporal patterns among meiofauna and macrofauna taxa related to changes in sediment geochemistry at an abyssal Atlantic site. **Progress in Oceanography**, v.50, p.303-324, 2001.

INKLEY, D. B.; ANDERSON, S. H. Wildlife Communities And Land Classification Systems. In: Transactions 47th North American Wildlife And Natural Resource Conference, K. Sabol (Editor). **Wildlife Management Institute**, Washington, D.C. Pp.73-81. 1982.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. Water analysis: some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association**. 121 p. 1978.

MERRIT, R. W; CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendal/Hunt, 3 rd e., 1996. 722p.

MOLINERI, C. Phylogeny of the Allenhyphes-Traverhyphes group (Ephemeroptera: Leptohephidae), with new subgenera, species and combinations. **Entomologie**. V. 147, p.197-220. 2004.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados do Estado do Rio de Janeiro**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 176 p.

NISLOW, K. H.; LOWE, W. H. Influences of logging history and riparian forest characteristics on macroinvertebrates and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in headwater streams (New Hampshire, USA). **Freshwater Biology**. V. 51, n. 2, p. 388–397. 2006.

OMERNIK, J. M. **Ecoregions**: a spatial framework for environmental Management. In: DAVIS, W., SIMON, T. P. Eds. Biological Assessment And Criteria: Tools For Water Resource Planning And Decision Making, Lewis Publishing, Boca Raton, Florida, 1995.

OMERNIK, J. M., Ecoregions of conterminous united states. **Annals of the association of american geographers**. V. 77, p.118-125. 1987.

OMERNIK, J. M.; BAILEY, R. G. Distinguishing between watersheds and ecoregions. **Journal of American Water Resources Association**. Vol.33, n.5. 1997.

PÉREZ, G. R. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Universidad de Antioquia, 1996. p217 p.

PECK, D. V.; LAZORCHAK J. M.; KLEMM, D. J. **Unpublished draft. Environmental Monitoring and Assessment Program - Surface Waters: Western Pilot Study Field Operations Manual for Wadeable Streams**. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. Abr. 2001.

PINTO, B. C. T., ARAUJO, F. G., RODRIGUES, V. D., & HUGHES, R. M. Local and ecoregion effects on fish assemblage structure in tributaries of the Rio Paraíba do Sul, Brazil. **Freshwater Biology**. V. 54, n. 12, p. 2600-2615. 2009.

POFF, N. L.; WARD, J. V. Implications Of Streamflow Variability And Predictability Far Lotic Community Structure: A Regional Analysis Of Streamflow Patterns. **Canadian Journal of Fisheries And Aquatic Sciences**. V. 46, p.1805-1818. 1989.

RAVANELLO C. T. **Diversidade e abundância de larvas de Odonata (insecta) em nove rios da bacia hidrográfica do Alto Rio Uruguai – Santa Catarina**. Dissertação apresentada ao programa de pós- graduação em Ciências Ambientais- Universidade Comunitária Regional De Chapecó. 2007.

SILVEIRA, M. P.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L AND BAPTISTA, D. F. Spatial and Temporal Distribution of Benthic Macroinvertebrates in a Southeastern Brazilian River. **Sites The Journal Of 20Th Century Contemporary French Studies**. V. 66, p. 623-632. 2006.

SILVA, M. S. G. M.; QUEIROZ, J. F.; CESNIK, R.; FERRAZ, J. M. G.; MORAES, J. F. Assessment of Orçanga and Itupeva rivers water quality at the Pardo-Mogi watershed (São Paulo State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**. Vol.22, n.3, p. 335-343. 2010.

SOUZA, H. M. de L.; CABETTE, H. S. R.; JUEN, L. Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) em córregos do cerrado matogrossense sob diferentes níveis de preservação ambiental. **Iheringia, Série Zoologia**. V.101, n.3, p. 181-190. 2011.

STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R A practical handbook of sea-water analysis. 2nd edition. **J. Fish. Res. Bd.** Canada. 167: 311 p. 1972.

SVITOK, M. Structure and spatial variability of mayfly (Ephemeroptera) communities in the upper Hron River basin. **Biologia Bratislava**. V. 61, n.5, p.547-554. 2006.

WWF - **Fundo Mundial da Natureza. Terrestrial Ecoregions: A New Map Of Life On Earth**. Disponível em: <http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions/item1267.html>. Acesso em: 20/05/2012.

WHITTIER, T. R.; HUGUES, R. M.; LARSEN, D. P. Correspondence between ecoregions and spatial patterns in stream ecosystem in Oregon. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. V 45, p.1264-1278. 1988.