

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA EVOLUTIVA  
(Associação Ampla entre a UNICENTRO e a UEPG)

EFEITO DA PLUVIOSIDADE SOBRE A FAUNA BENTÔNICA DO RIO XARQUINHO,  
GUARAPUAVA, PR.

RODRIGO SCHERER

Guarapuava

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA EVOLUTIVA  
(Associação Ampla entre a UNICENTRO a UEPG)

EFEITO DA PLUVIOSIDADE SOBRE A FAUNA BENTÔNICA DO RIO XARQUINHO,  
GUARAPUAVA, PR.

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biologia Evolutiva da Universidade Estadual do Centro-Oeste em associação com a Universidade Estadual de Ponta Grossa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Biologia Evolutiva).

Guarapuava

2013

Catálogo na Publicação  
Biblioteca Central da UNICENTRO, Campus CEDETEG

S326e Scherer, Rodrigo  
Efeito da pluviosidade sobre a fauna bentônica do Rio Xarquinho,  
Guarapuava, PR / Rodrigo Scherer. -- Guarapuava, 2013  
xiii, 76 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração  
em Biologia Evolutiva, 2014

Orientador: Rafael Metri  
Banca examinadora: André Trevisan, Ana Lúcia Suriani Affonso, Patricia  
Carla Giloni de Lima (suplente)

Bibliografia

1. Biologia evolutiva. 2. Carreamento. 3. Composição da comunidade  
bentônica. 4. Picos de vazão d'água. I. Título. II. Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Biológicas.

CDD 551.483

Orientador

Prof. Dr. RAFAEL METRI

## Agradecimentos

A Capes pela importante ajuda financeira concedida ao longo do trabalho.

A banca examinadora, que se dispôs a avaliar, e desta forma contribuir positivamente para a melhora do presente trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rafael Metri. Sua paciência e persistência foram fundamentais para a melhoria continua do trabalho.

## Lista de Figuras

- Figura 1:** Localização dos pontos de coleta amostrados no Rio Xarquinho no Município de Guarapuava, Paraná, Brasil. Os pontos de coleta estão assinalados. . . . . 20
- Figura 2:** Representação esquemática da metodologia utilizada para medição da declividade do terreno. . . . . 24
- Figura 3:** Índice histórico de chuva registrado na região de Guarapuava PR. Fonte: Maack (1968). . . . . 27
- Figura 4:** Índice de chuva mensal registrados nos anos de 2011 e 2012 pela estação meteorológica do IAPAR localizada no Campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste. Os meses onde foram realizadas as coletas 1, 2, 3 e 4, estão indicados pelas setas seguidas por seus respectivos números. . . . . 27
- Figura 5:** Índice pluviométrico verificado no mês de maio de 2011, evidenciando as duas amostragens (barras verticais) realizadas na primeira coleta de macroinvertebrados bentônicos do Rio Xarquinho Guarapuava, PR. Fonte dos dados pluviométricos: Estação meteorológica do IAPAR localizada no Campus CEDETEG, da Universidade Estadual do Centro-Oeste. . . . . 28
- Figura 6:** Índice pluviométrico registrado no mês de Julho 2011, evidenciando as duas amostragens (barras verticais) realizadas durante a segunda coleta de macroinvertebrados bentônicos realizada no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. Fonte dos dados pluviométricos: Estação meteorológica do IAPAR localizada no *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste. . . . . 29
- Figura 7:** Índice pluviométrico registrado no mês de Novembro de 2011, durante a terceira coleta de macroinvertebrados bentônicos no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. As datas de coleta estão indicadas pelas barras verticais. Fonte dos dados meteorológicos: Estação meteorológica da IAPAR localizada no *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste. . . . . 31
- Figura 8:** Índice pluviométrico registrado entre os dias 07/04/2012 e 07/05/2012, durante a quarta coleta de macroinvertebrados bentônicos no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. As datas de coleta estão indicadas pelas barras verticais. Fonte dos dados meteorológicos: Estação meteorológica da IAPAR localizada no *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste. . . . . 32
- Figura 9:** Comparação entre as médias do valor do Índice de Shannon encontrados nos pontos de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR, através do Teste de Tukey a 95% de probabilidade de confiança. Médias assinaladas com a mesma letra não diferem entre si. . . . . 39
- Figura 10:** Comparação entre as médias do valor do Índice de Pielou (J') encontrados nos pontos de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR, através do Teste de Tukey a 95% de probabilidade de confiança. Médias assinaladas com a mesma letra não diferem entre si. . . . . 41

**Figura 11:** Análise de n-MDS entre as amostragens realizadas antes da chuva e depois da chuva em quatro pontos de um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.: A – Antes da chuva e D – depois da chuva. . . . . 43

**Figura 12:** Análise de n-MDS entre os quatro pontos de coleta, considerando a similaridade da fauna amostrada durante o período de coleta. As amostras realizadas no ponto 4 estão circuladas. . . . . 45

**Figura 13:** Análise de n-MDS entre as margens esquerda (E),direita (D) e centro (C), considerando a similaridade da fauna amostrada, durante o período de coleta no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . . 46

**Figura 14:** Análise de n-MDS entre os oito períodos de amostragem de macroinvertebrados bentônicos, realizados no rio Xarquinho em Guarapuava, PR. Legenda: 1 – amostragem de 09/05/2011; 2 – amostragem de 12/05/2011; 3 – amostragem de 17/07/2011; 4 – amostragem de 24/07/2011; 5 – amostragem de 09/11/2011; 6 – amostragem de 18/11/2011; 7 – amostragem de 20/04/2012; 8 – amostragem de 06/05/2012. . . . . 47

**Figura 15:** Análise de n-MDS entre os meses de coleta no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR, considerando a similaridade da fauna. Legenda: 1 – Maio de 2011; 2 – Julho de 2011; 3 – Novembro de 2011 e 4 – Abril/Maio de 2012. . . . . 49

## Lista de Tabelas

- Tabela 1:** Datas de realização das amostragens de material biológico e medições das condições físico-químicas da água no Rio Xarquinho, Guarapuava PR. . . . . 22
- Tabela 2:** Parâmetros físico-químicos da primeira coleta de macroinvertebrados bentônicos, registrados antes, durante e depois da chuva, respectivamente nos dias 09/05/2011, 10/05/2011 e 12/05/2012, nos pontos de coleta localizado no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . . 28
- Tabela 3:** Parâmetros físico-químicos da segunda coleta de macroinvertebrados bentônicos, registrados antes, durante e depois da chuva, respectivamente nos dias 17/07/2011, 21/07/2011 e 24/07/2011, nos pontos de coleta localizados no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . . 30
- Tabela 4:** Parâmetros físico-químicos da terceira coleta de macroinvertebrados bentônicos, registrados antes, durante e depois da chuva, respectivamente nos dias 09/11/2011, 14/11/2011 e 18/11/2011, nos pontos de coleta localizados no rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . . 31
- Tabela 5:** Parâmetros físico-químicos da quarta coleta de macroinvertebrados bentônicos, registrados antes, durante e depois da chuva, respectivamente nos dias 20/04/2012, 27/04/2012 e 06/05/2012, nos pontos de coleta localizados no rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . . 33
- Tabela 6:** Média das características físicas dos pontos de coleta, obtida a partir de todas as coletas realizadas em um trecho do rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . . 34
- Tabela 7:** Pontuação e classificação dos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos do Rio Xarquinho segundo Callisto et al. (2002). . . . . 36
- Tabela 8:** Classificação taxonômica, valores de abundância absoluta e abundância relativa dos organismos amostrados em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava PR, durante o período de coleta. . . . . 37
- Tabela 9:** Índices de diversidade (Shannon), riqueza (Margalef) e equitabilidade (Pielou), encontrados nos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos, em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . . 38
- Tabela 10:** Valores do Índice de Shannon (H') registrados em cada período de amostragem referente aos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . . 39
- Tabela 11:** Teste de variância ANOVA entre as médias do Índice de Shannon (H') registrado nos pontos de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR. A análise foi realizada com médias transformadas pela equação  $\sqrt{x+1}$ . \* = Valor estatisticamente significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade. . . . . 39



<b>Tabela 12:</b> Valores do Índice de Margalef registrados nas amostragens em cada ponto de coleta de macroinvertebrados bentônicos no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . .	40
<b>Tabela 13:</b> Teste de variância ANOVA entre as médias do Índice de Margalef registrado nos pontos de coleta no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. A análise foi realizada com valores transformados pela equação: $\sqrt{x+1}$ . <sup>ns</sup> - valor estatisticamente não significativo. . . . .	40
<b>Tabela 14:</b> Valores do Índice de Pielou (J') registrados em cada ponto de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR. Cada repetição corresponde a uma data de coleta. . .	41
<b>Tabela 15:</b> Teste de variância ANOVA entre as médias do Índice de Pielou (J') registrado nos pontos de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR. A análise foi realizada com valores transformados pela equação: $\sqrt{x+1}$ . * - valor estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. . . . .	41
<b>Tabela 16:</b> Média aritmética dos valores de diversidade (Shannon), riqueza (Margalef) e equitabilidade (Pielou), de cada amostragem de macroinvertebrados realizada no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . .	42
<b>Tabela 17:</b> Teste <i>t</i> pareado, entre a abundância de organismos de todos os grupos amostrados em todos os pontos de coleta, antes e depois da chuva. * Estatisticamente significativo ao nível de 5%; ** estatisticamente significativo ao nível de 1% de probabilidade. . . . .	43
<b>Tabela 18:</b> Valores de densidade registrados para os organismos bentônicos nas amostragens antes e depois da chuva, e a diferença na densidade entre elas no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . .	44
<b>Tabela 19:</b> Análise de similaridade (ANOSIM), entre os pontos de coleta. * Resultado estatisticamente significativo. . . . .	44
<b>Tabela 20:</b> Análise de similaridade (ANOSIM), entre as margens e o centro dos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos de um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. . . . .	45
<b>Tabela 21:</b> Análise de similaridade (ANOSIM), realizada entre os períodos de amostragem. Legenda: A1 – amostragem anterior à chuva (09/05/2011); A2 – amostragem posterior à chuva (12/05/2011); A3 – amostragem anterior à chuva (17/07/2011); A4 – amostragem posterior à chuva (24/07/2011); A5 – amostragem anterior à chuva (09/11/2011); A6 – amostragem posterior à chuva (18/11/2011); A7 – amostragem anterior à chuva (20/04/2012); A8 – amostragem posterior à chuva (06/05/2012) * Resultado estatisticamente significativo. . . . .	47
<b>Tabela 22:</b> Análise de similaridade (ANOSIM), entre os meses onde foram realizadas as coletas. * Resultado estatisticamente significativo. . . . .	48
<b>Tabela 23:</b> Regressão Linear Múltipla, entre as variáveis dependentes com as variáveis independentes (Fluxo de vazão da água, Velocidade de vazão, Profundidade média, Largura do rio, Declividade do terreno e Cobertura do dossel). Legenda: * - estatisticamente significativo; <sup>ns</sup> - estatisticamente não significativo. . . . .	50

**Tabela 24:** Abundancia absoluta de organismos encontrados nas amostragens realizadas antes e depois da chuva, em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. Grupos marcados com “\*” possuem uma diferença entre antes e depois da chuva estatisticamente significativa, segundo o teste *t* pareado a 5% de probabilidade de erro, grupo assinalados com “*ns*” não possuem diferença estatisticamente significativa entre antes e depois da chuva, segundo o teste *t* pareado a 5% de probabilidade de erro. . . . . 51

## SUMÁRIO

Introdução .....	14
Objetivos .....	18
Material e métodos .....	19
Área de estudo .....	19
Amostragens .....	20
Análises estatísticas .....	25
Resultados .....	26
Características ambientais .....	26
Características físicas do córrego .....	34
A comunidade de macroinvertebrados bentônicos .....	36
Parâmetros ecológicos da comunidade .....	38
Alteração da comunidade bentônica .....	42
Populações de macroinvertebrados bentônicos .....	49
Discussão .....	52
Composição da comunidade bentônica .....	52
Indicadores ecológicos de diversidade, riqueza e equitabilidade .....	59
O impacto da chuva sobre a comunidade bentônica .....	60
Considerações finais .....	70
Referências Bibliográficas .....	71

## Resumo

Organismos bentônicos são influenciados pelas condições ambientais predominantes dos ecossistemas aquáticos. Fatores físicos como fortes chuvas podem causar degradação ou descaracterização da comunidade bentônica, este fato já é bem estudado em regiões que apresentam diferença na pluviosidade do período chuvoso e seco, porém, não existem estudos que indiquem qual é a forma de alteração ocorrida na comunidade bentônica logo após fortes chuvas, e em regiões com um regime pluviométrico distribuído ao longo do ano. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a resposta da comunidade bentônica a eventos de chuva de diferentes magnitudes. As coletas foram realizadas em quatro pontos do Rio Xarquinho, localizados no Parque Municipal das Araucárias e na fazenda da empresa Repinho. Para a amostragem dos macroinvertebrados bentônicos utilizou-se um coletor Surber, sendo os organismos triados em estéreo-microscópio e identificados ao menor nível taxonômico possível. Para a comparação da composição da comunidade e avaliação dos impactos sofridos pela mesma devido à chuva foi realizado os testes de ANOSIM, n-MDS e teste *t* pareado, além das descrições ecológicas clássicas com os índices de Margalef, Shannon e Pielou. A descrição dos pontos de coleta foi realizada por protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. Foram registrados 18 táxons em todas as coletas. Chironomidae, Simuliidae e Hydropsychidae foram as famílias mais abundantes, a grande frequência destes grupos é corroborada pela literatura. Os pontos de coleta 1, 2 e 3 são semelhantes entre si, segundo o protocolo de avaliação rápida, entretanto, o Ponto 4, é diferente dos demais pontos amostrados, este fato é corroborado pela composição da comunidade, pois é estatisticamente diferente segundo a análise de ANOSIM. Os indicadores ecológicos utilizados demonstraram que a riqueza, diversidade e equitabilidade da comunidade amostrada no presente trabalho foram relativamente pequenos quando comparado a outros trabalhos. Segundo os testes de n-MDS e ANOSIM, as diferenças na comunidade bentônica antes e depois da chuva, não são estatisticamente significativas, porém, o teste *t* pareado, considera estas mesmas diferenças como significativas. Isso ocorreu provavelmente porque o teste *t* pareado avalia as mudanças na abundância da fauna bentônica sem considerar aumentos ou reduções, apenas diferenças. As diferenças encontradas na composição da comunidade entre as coletas são maiores do que as diferenças encontradas na composição da comunidade entre a amostragem anterior e posterior a chuva da mesma coleta. Possivelmente os períodos do ano em que foram realizadas as coletas possuem maior potencial de mudança na composição da comunidade do que os picos de fluxo de vazão verificados.

**Palavras chaves:** Carreamento; Composição da comunidade bentônica; Picos de vazão d' água.

## Abstract

Benthic organisms are influenced by the prevailing environmental conditions of aquatic ecosystems, physical factors such as heavy rainfall, have the potential to cause degradation or distortion of the benthic community, this fact has been well studied in regions with distinct difference in rainfall in rainy season and drought and in studies of evaluating long periods of time, however, there are no studies that indicate the change that occurs in the benthic community after heavy rains, and in regions with rainfall distributed. The objective of this study was to evaluate the response of the benthic community to rainfall events of different magnitudes. Samples were collected at four points in Xarquinho River, located in the Araucaria Municipal Park and farm of enterprise Repinho. To collect benthic macroinvertebrates was used a collector Surber, organisms were screened in stereo-microscope and identified with keys for identification purposes. Comparison of community composition and evaluation of impacts suffered due to rain was held by ANOSIM tests, n-MDS and paired *t* test also been made classic descriptions ecological with the indices of Margalef, Shannon and Pielou. The description of the collect sites was performed by rapid habitat diversity evaluation protocol. 18 taxa were found in all samples. Chironomidae, Simuliidae and Hydropsychidae were the most abundant families, the high frequency of these groups is supported by the literature. Site samplings 1, 2 and 3 are similar to each other, according to the rapid habitat diversity evaluation protocol used in this study, however, point 4, is different from the sampling sites, this is corroborated by the composition of this community site that is statistically different according to analysis of ANOSIM. Ecological indicators used showed that the richness, diversity and equitability of the community sampled in this study is relatively small when compared with other studies, even though they have also been carried out in rivers of small order. According to tests n-MDS and ANOSIM, differences in benthic community before and after the rain, are not statistically significant, however, the paired *t* test, finds these same differences as significant, probably the paired *t*-test does not assess correctly the changes in the abundance of benthic fauna, which in some rain is positive and other is negative. The differences in community composition between samples are larger than the differences in community composition between sampling before and after the rain in the same collects, possibly periods of the year in which the collects were made have greatest potential for change in community composition than the peak flow checked.

**Key words:** Peak water flow; Drift; Composition of the benthic community.

## Introdução

O uso de indicadores biológicos para se definir a qualidade dos recursos hídricos, tem sua origem na Alemanha no início do século XX (BUSS et al., 2003). Os bioindicadores apresentam uma série de vantagens, quando comparados a marcadores químicos ou físico-químicos, a mais notável delas é que os indicadores biológicos não indicam apenas as características físicas e químicas da água no exato momento de coleta, mas sim todo o período de tempo precedente a coleta em que o organismo ou mesmo a população deste organismo permaneceu no ambiente avaliado. O custo reduzido para a determinação da qualidade da água, também pode ser considerado outra vantagem no uso desses indicadores (ARIAS et al., 2007; BAPTISTA, 2008; BUSS et al., 2003; COLPO et al., 2009).

Os macroinvertebrados bentônicos por sua vez, possuem algumas particularidades, quando comparados aos demais indicadores biológicos, que fazem do seu uso uma prioridade, quando se deseja avaliar a qualidade da água, tais como: um ciclo de vida relativamente longo, quando comparado a protozoários e algas; organismos geralmente abundantes e de fácil obtenção; equipamentos de coleta simples; protocolos de coleta e avaliação já conceituados e diferentes graus de sensibilidade quanto à poluição (BAPTISTA, 2008; BUSS et al., 2003; CALLISTO et al., 2001; CHALAR et al., 2010; MONTEIRO et al., 2008; SILVEIRA, 2004).

Ainda que os macroinvertebrados possuam muitas vantagens em relação a outros métodos de determinação da qualidade da água, os protocolos de coleta de macroinvertebrados bentônicos não preconizam a realização de coletas após grandes chuvas, devido a possível perturbação que a chuva e o aumento repentino do fluxo de vazão de água causa na comunidade bentônica (SILVEIRA, 2004).

Inundações de grandes proporções podem causar alteração na macrofauna

bentônica em longo prazo, como visto em córregos montanhosos em Sierra Nevada, nos Estados Unidos, especialmente se estes rios já sofrem algum tipo de perturbação, como a presença de gado e manejo agropecuário (HERBST; COOPER, 2010). Chuvas com 50cm de magnitude somadas ao derretimento de aproximadamente 2m de neve acumulada causaram aumento de 1,7 vezes na abundância da macrofauna bentônica. A comunidade também sofreu descaracterização na composição de grupos tróficos. Em locais com manejo agropecuário, houve aumento de coletores e filtradores, enquanto que em locais sem manejo agropecuários, houve redução de filtradores, entretanto, estas mudanças ocorreram apenas um ano após aumento do fluxo de vazão de água nos rios (HERBST; COOPER, 2010).

A literatura é muito clara ao afirmar que a abundância de organismos bentônicos pode ser drasticamente reduzida em épocas chuvosas, quando comparadas a épocas de seca, especialmente em áreas de regime pluviométrico muito bem definido, com verões chuvosos e invernos secos, como já foi demonstrado na Serra dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás (BISPO et al., 2001; BISPO, OLIVEIRA, 2007), no Parque Ecológico de Goiânia, Goiás (BISPO; OLIVEIRA, 1998), na Serra de Caldas, Caldas Novas, Goiás (SHUVARTZ et al., 2005) e no Rio Piranhas-Assu, Rio Grande do Norte (ANDRADE et al., 2008).

A própria correlação da distribuição e a abundância da comunidade bentônica, com as variáveis ambientais, pode sofrer alterações devido ao regime pluviométrico, sendo que em épocas chuvosas a comunidade pode sofrer aleatorização, de modo que a distribuição dos organismos pode ficar pouco clara (SHUVARTZ et al., 2005).

A instabilidade hídrica característica de épocas chuvosas, limita o uso de macroinvertebrados como bioindicadores, uma vez que a distribuição dos organismos bentônicos, caracteristicamente agrupada, pode adquirir outra conformação, tornando difícil a interpretação dos resultados das coletas realizadas nestas épocas

(SHUVARTZ et al., 2005).

A própria chuva pode carrear sedimentos de origem alóctone para os córregos, rios e lagos, estes por sua vez podem possuir materiais tóxicos, especialmente se a bacia hidrológica está situada em um ambiente com grande pressão antrópica. Muitas vezes estes materiais tóxicos, como metais pesados podem afetar a fisiologia reprodutiva dos organismos, afetando a dinâmica populacional das espécies afetadas (BAY et al., 2003).

Materiais de origem alóctone por outro lado podem ser a mais importante fonte de entrada de energia em córregos, especialmente se estes tiverem um grande índice de cobertura vegetal e conseqüente baixo índice de iluminação, o que limita o desenvolvimento de algas e biomassa autóctone. A entrada de material alóctone é fortemente influenciada pelas condições climáticas predominantes da época do ano. Sob condições climáticas chuvosas a entrada de material vegetal nos riachos é maior do que em condições climáticas de seca (UIEDA; KIKUCHI, 1995), portanto, chuvas regulares, representam indiretamente uma importante condição para o suprimento dos recursos alimentares, para a fauna bentônica em riachos de pequena ordem.

Algumas populações da comunidade bentônica são mais resistentes a condições de instabilidade hídrica do que outras, mesmo que sejam populações de organismos filogeneticamente próximos (KOENRAADT; HARRINGTON, 2008), algumas espécies podem até se adaptar a condições de grande fluxo de vazão de água, especialmente como forma de evitar a competição por recursos (SANTOS et al., 2007).

Alterações sazonais no regime pluviométrico podem causar mudanças na composição da fauna bentônica (BISPO et al., 2001; BISPO; OLIVEIRA 2007; BISPO; OLIVEIRA 1998; SHUVARTZ et al., 2005; ANDRADE et al., 2008). Alterações atípicas no regime pluviométrico podem também causar alterações na composição da



comunidade bentônica (HERBST; COOPER 2010), entretanto estas mudanças são sempre verificadas ao longo de várias semanas ou meses.

As alterações que a composição da comunidade bentônica sofre em longos períodos de tempo é conhecida, entretanto, é necessário saber qual é a alteração que a fauna bentônica sofre em curtos períodos de tempo. Este conhecimento é necessário para poder otimizar a aplicação dos protocolos de coleta de macroinvertebrados bentônicos em períodos de instabilidade hídrica (SILVEIRA, 2004).

## **Objetivos**

O presente trabalho teve como objetivo:

- Descrever a composição da macrofauna bentônica do Rio Xarquinho no trecho amostrado;
- Verificar se a chuva influencia na composição da comunidade bentônica.

## **Material e métodos**

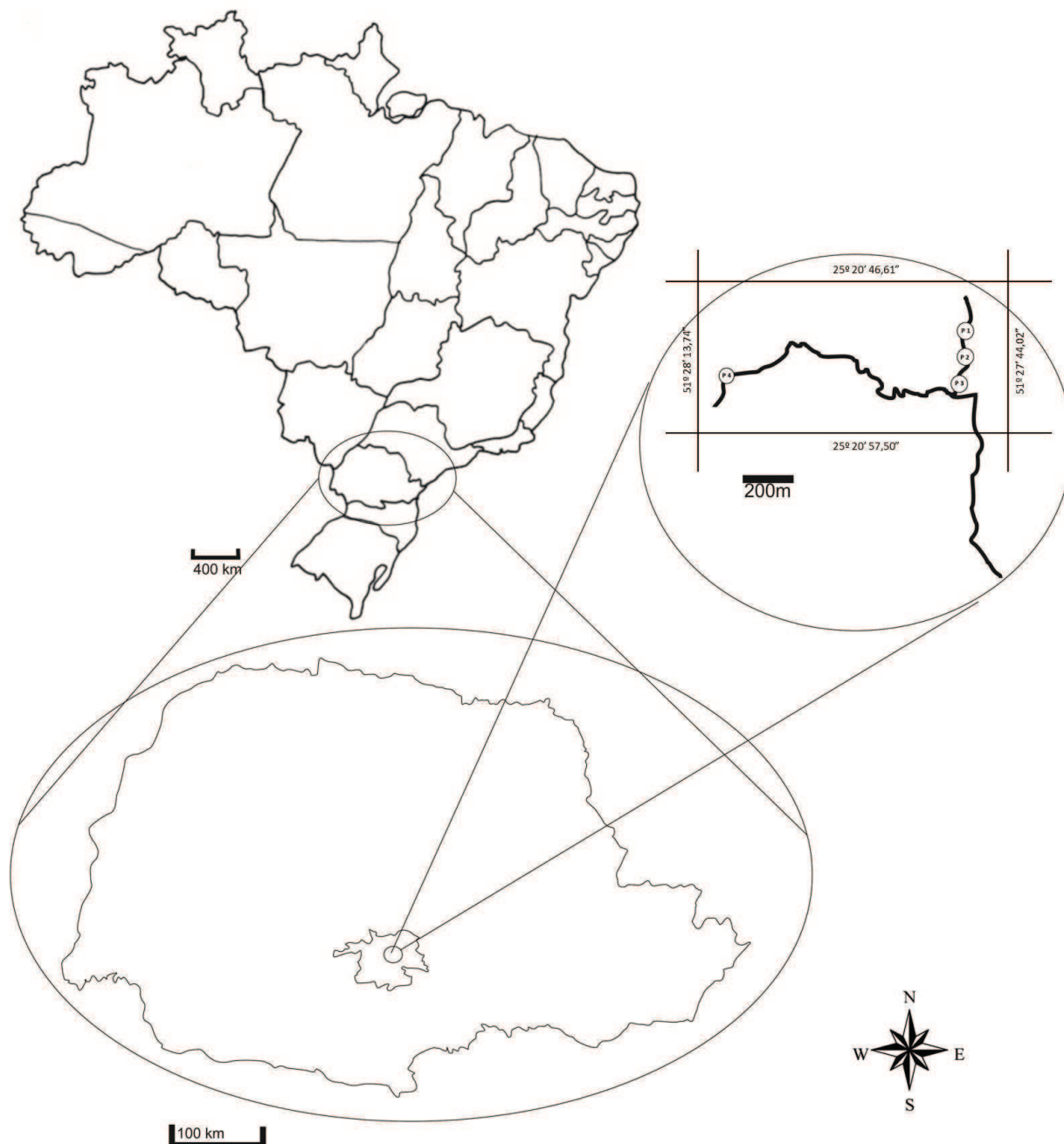
### **Área de estudo**

O presente estudo foi realizado em um trecho do Rio Xarquinho, entre o limite norte do Parque Municipal das Araucárias e a fazenda da empresa Repinho, o trecho localiza-se as margens da BR 277 Km 343, Guarapuava, PR (Figura 1). O local analisado é compreendido dentro do quadrante determinado pelas coordenadas 25° 20' 46,61" e 25° 20' 57,50" de latitude Sul e 51° 27' 44,02" e 51° 28' 13,74" de longitude Oeste.

No passado a área do Parque Municipal das Araucárias foi utilizada para criação de Equinos e Caprinos, podendo ser visualizado vestígios de extração madeireira e introdução de plantas exóticas em sua composição florística (CORDEIRO; RODRIGUES, 2007).

Em 1981 o Parque Municipal das Araucárias foi considerado uma Reserva Ecológica, mas apenas em 1991 esta área foi transformada em Parque Municipal (SANTOS; GOMES, 2009).

A caracterização ambiental de todos os pontos de coleta foi realizada segundo os protocolos de avaliação rápida descritos por Callisto et al., (2002).



**Figura 1:** Localização dos pontos de coleta amostrados no Rio Xarquinho no Município de Guarapuava, Paraná, Brasil. Os pontos de coleta estão assinalados.

## Amostragens

Foram selecionados quatro pontos amostrais em áreas de corredeiras ao longo do trecho estudado. Os primeiros três pontos (pontos 1, 2 e 3) localizam-se na área pertencente à fazenda da empresa Repinho, são os pontos mais próximos à nascente

e o último ponto de coleta (ponto 4) esta localizado no Parque Municipal das Araucárias sendo esse o ponto mais a jusante de todos.

Foram realizadas ao todo quatro coletas, foi definido como coleta o ato constituído de uma amostragem anterior à chuva, uma verificação de condições físicas da água durante a chuva e uma amostragem posterior a chuva. As amostragens foram definidas como o ato de amostrar o material biológico e verificar as condições físico-químicas da água.

Durante as amostragens (anteriores e posteriores a chuva) foram retiradas amostras de material biológico da margem esquerda, centro e margem direita, de todos os pontos de coleta, estas amostras foram triadas e analisadas separadamente. As condições físico-químicas verificadas durante as amostragens foram: pH; oxigênio dissolvido; temperatura; velocidade da correnteza; profundidade média da coluna d'água e largura do rio.

Os critérios para a realização da amostragem anterior à chuva, basearam-se na probabilidade de ocorrência de chuva, segundo os modelos meteorológicos apresentados nos endereços: [www.simepar.br](http://www.simepar.br); [www.cpetec.inpe.br](http://www.cpetec.inpe.br); [www.climatempo.com.br](http://www.climatempo.com.br) e [www.tempoagora.com.br](http://www.tempoagora.com.br). Sempre que fosse verificada a concordância entre os modelos meteorológicos sobre a ocorrência de chuvas, realizava-se uma amostragem.

Nas verificações realizadas durante a chuva foram aferidas as seguintes condições físicas da água: velocidade da correnteza; profundidade média e largura do rio. As verificações das condições físicas da água durante a chuva foram realizadas sempre que feitas amostragens anteriores à chuva e as previsões de ocorrência de chuva tivessem se concretizado.

As amostragens posteriores às chuvas foram realizadas caso as condições físico-químicas da água tivessem sofrido alterações durante a chuva, e apenas após

as condições físico-químicas terem voltado a valores semelhantes aos encontrados durante a amostragem anterior a chuva. As datas de realização das amostragens e verificações de condições físico-químicas da água esta apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1:** Datas de realização das amostragens de material biológico e medições das condições físico-químicas da água no Rio Xarquinho, Guarapuava PR.

<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
<b>Coleta 1</b>	
09/05/2011	Amostragem anterior a chuva
10/05/2011	Verificações das condições físicas do rio
12/05/2011	Amostragem posterior a chuva
<b>Coleta 2</b>	
17/07/2011	Amostragem anterior a chuva
21/07/2011	Verificação das condições físicas do rio
24/07/2011	Amostragem posterior a chuva
<b>Coleta 3</b>	
09/11/2011	Amostragem anterior a chuva
14/11/2011	Verificação das condições físicas do rio
18/11/2011	Amostragem posterior a chuva
<b>Coleta 4</b>	
20/04/2012	Amostragem anterior a chuva
27/04/2012	Verificação das condições físicas do rio
06/05/2012	Amostragem posterior a chuva

A velocidade da água foi determinada através do método do flutuador, que se baseia no tempo que um material sólido e flutuante demora a percorrer uma distância pré-definida. A distância tomada como padrão foi de 10m, e como flutuador foram utilizados pequenos pedaços de madeira (aproximadamente 5 X 5 cm).

O fluxo de vazão de água foi estimado pela Equação 1, onde: F - fluxo de vazão de água (m<sup>3</sup>/s); 0,8 – constante; V - velocidade da corrente superficial d'água (m/s); A - área de secção transversal do rio (m<sup>2</sup>).

$$F = 0,8 * V * A \quad (1)$$

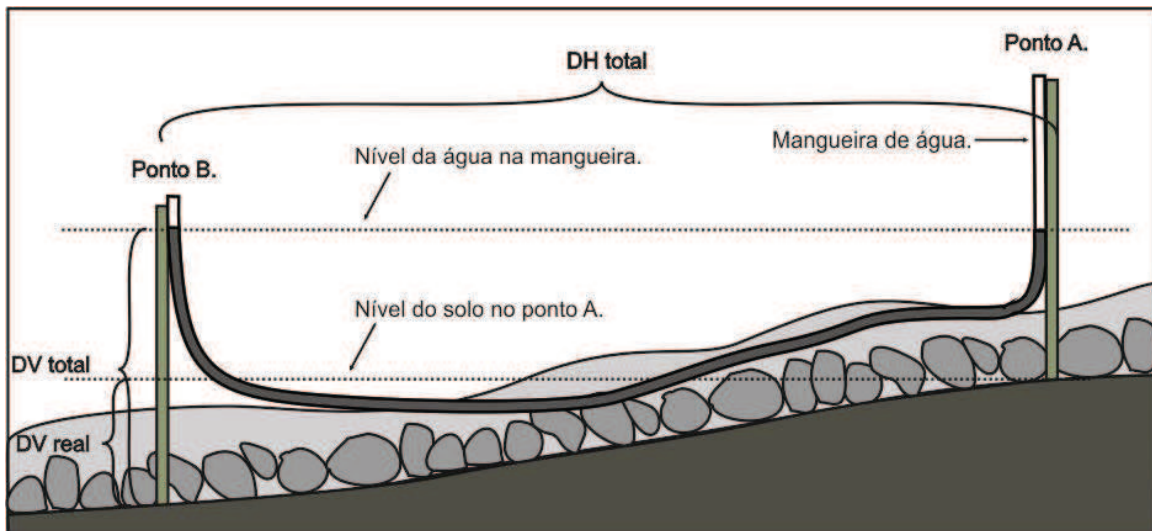
A profundidade média do córrego foi definida pela média aritmética dos valores

obtidos pela medição da profundidade em três pontos diferentes do mesmo (margem esquerda, centro e margem direita).

O pH e o Oxigênio dissolvido foram verificados pelo laboratório da Divisão Central de Análises (DICAN) da Diretoria da Agência de Inovação Tecnológica (DIRAGI/NOVATEC), localizado no campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste, seguindo métodos descritos na vigésima edição do Standard Methods, as amostras de água foram coletadas nos pontos de coletas e encaminhadas ao laboratório o mais breve possível, quando as coletas ocorreram durante finais de semana ou feriados, datas em que o laboratório não estava em funcionamento, as amostras foram armazenadas em geladeira.

A declividade do terreno no ponto amostrado foi determinada por meio da diferença de nível entre dois pontos de distância conhecida, a qual foi aferida com auxílio de uma mangueira contendo água em seu interior. A Equação 2 foi utilizada para a determinação do grau de declividade, onde: D é a declividade; DV real é a distância vertical real, encontrada entre os dois pontos e DH é a distancia horizontal entre os dois pontos. O valor da distância vertical real é calculado através da subtração do valor encontrado entre a distância do nível de água da mangueira e o nível do solo no ponto A, pelo valor da distância vertical total. As medições das diferenças de nível e distâncias entre os pontos são exemplificadas na Figura 2.

$$D = DV \text{ real} / DH * 100 \quad (2)$$



**Figura 2:** Representação esquemática da metodologia utilizada para medição da declividade do terreno.

Para determinar o índice de cobertura vegetal em cada ponto fotografou-se o dossel de baixo para cima, utilizando-se uma câmera fotográfica digital de 8.0 megapixels. As fotos em formato JPEG foram transformadas em formato Bitmap monocromático, utilizando o software Paint, em seguida utilizando a análise de histograma do software Imagej (RASBAND 2013), foi determinada a porcentagem de pixels de cor preta sobre o total de pixels da imagem. Este procedimento foi repetido três vezes em cada ponto, sendo que a média aritmética dos resultados representa a porcentagem de cobertura vegetal em cada área.

A fauna bentônica foi coletada com o auxílio de um coletor do tipo Surber, com 900cm<sup>2</sup> de área, amostrando-se três pontos em cada local de coleta, um na margem esquerda, outro na margem direita e um no centro do córrego, totalizando, portanto, 2700cm<sup>2</sup> de área por ponto de coleta (SILVEIRA et al., 2004).

O material coletado foi fixado usando-se formalina a 5% ainda em campo, acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados e encaminhados ao Laboratório de Zoologia da Universidade Estadual do Centro-Oeste para triagem em estereomicroscópio. A identificação dos organismos foi realizada ao menor nível taxonômico possível, utilizando-se a chave de identificação de Mugnai et al., (2010).



## **Análises estatísticas**

As amostras foram comparadas por meio da análise multivariada n-MDS (non-metric Multi Dimensional Scaling), para evidenciar visualmente as possíveis diferenças na composição da macrofauna bentônica e posteriormente realizou-se o teste de similaridade ANOSIM, visando obter um valor de similaridade compatível com os gráficos gerados pela análise de n-MDS, utilizou-se o software PRIMER 5.0 (CLARKE; GORLEY, 2001).

Os testes de n-MDS e ANOSIM foram utilizados para a comparação da comunidade bentônica entre: amostragem anterior e posterior à chuva; entre os pontos de coleta; entre as margens e entre as coleta. Para averiguar a significância entre a amostragem anterior e posterior a chuva também foi realizado um teste *t* com amostras pareadas.

Para avaliar a relação entre a mudança de cada *taxon* antes e depois da chuva com as condições ambientais, realizou-se uma análise de regressão múltipla, sendo a mudança na abundância de cada *taxon* considerado, como o fator dependente, e a profundidade média, largura do rio, cobertura média do dossel, fluxo de vazão de água durante a chuva, declividade do terreno e a velocidade do fluxo de água durante a chuva, foram considerados variáveis independentes. As análises de regressão múltipla foram realizadas no software BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007).

A riqueza foi calculada pelo Índice de Margalef ( $D_{Mg}$ ), a diversidade pelo Índice de Shannon ( $H'$ ) e equitabilidade pelo Índice de Pielou ( $J'$ ), para isso utilizou-se o Software Past (HAMMER et al., 2013). A comparação dos índices de diversidade, riqueza e equitabilidade foram avaliados de dois modos diferentes, a primeira maneira

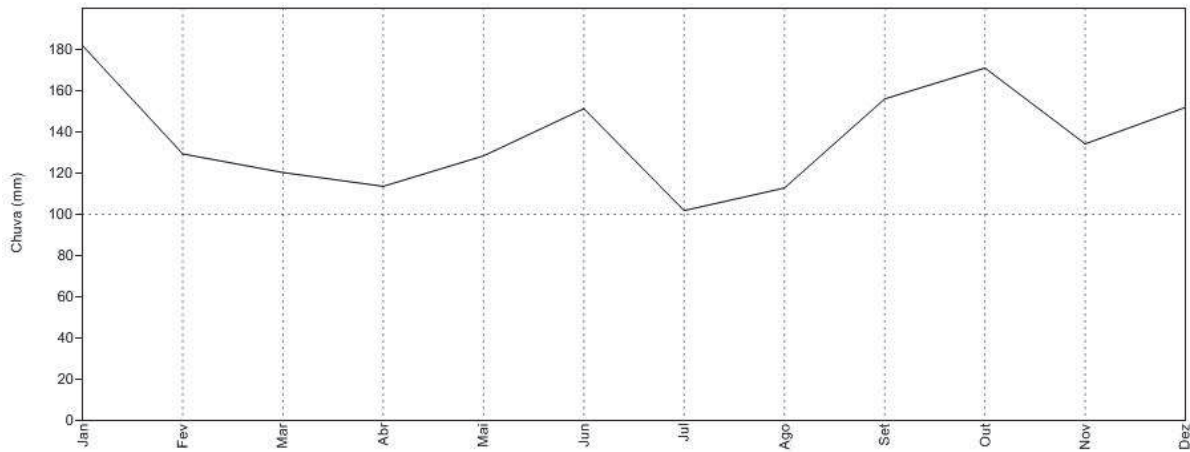
foi pela comparação direta dos valores obtidos entre os pontos de coleta , entre os pontos e a literatura, para isso foi obtido apenas um valor que inclui todas as amostragens realizadas.

O segundo modo foi pela comparação estatística entre as médias obtidas para cada índice e para isso foi obtido um índice para cada amostragem. Em seguida, os dados foram submetidos a ANOVA, considerando todas as premissas do teste (homocedasticidade) pelo teste de Hartley. Quando houve diferenças significativas a comparação das médias foi realizada pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

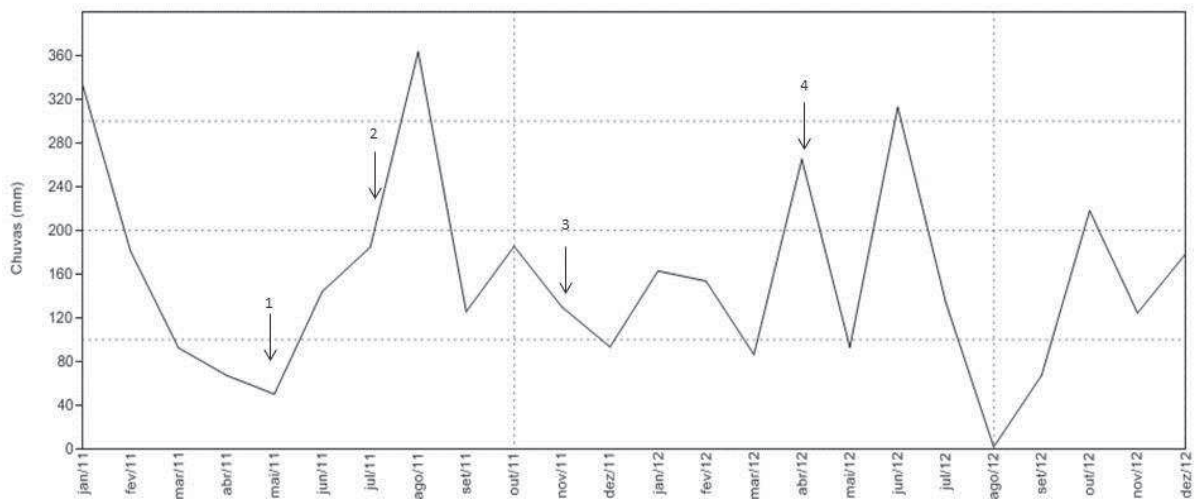
## **Resultados**

### **Características ambientais**

As médias históricas dos valores de pluviosidade segundo Maack (1968) apresentam uma distribuição homogênea ao longo do ano, como pode ser visto na Figura 3. Os dados de precipitação pluviométrica obtidos pela estação meteorológica do IAPAR localizada no campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO (Figura 4) mostram que os valores de pluviosidade dos anos de 2011 e 2012 são bastante variáveis, tendo como valor máximo 363,6mm em agosto de 2011 e mínimo de 2mm em agosto de 2012.



**Figura 3:** Índice histórico de chuva registrado na região de Guarapuava PR. Fonte: Maack (1968).

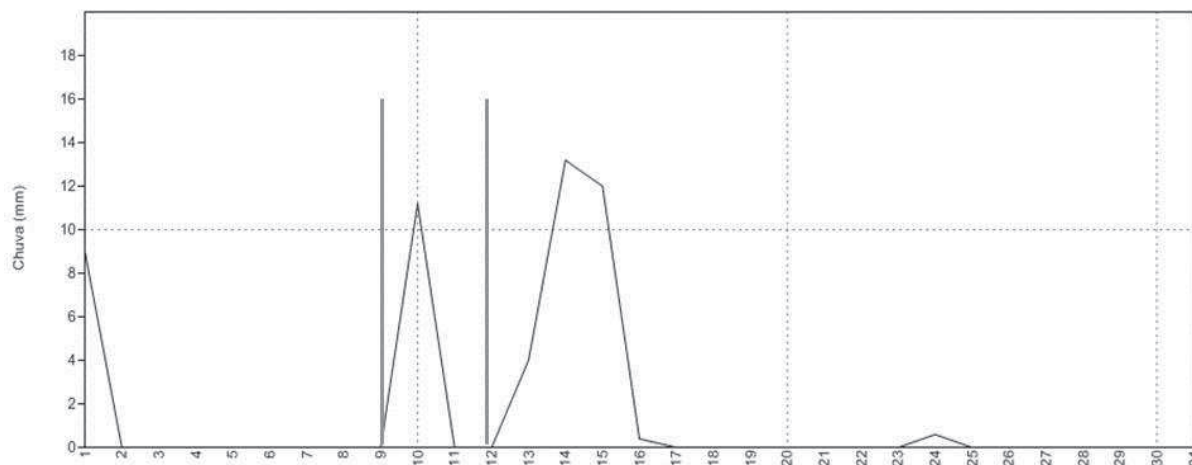


**Figura 4:** Índice de chuva mensal registrados nos anos de 2011 e 2012 pela estação meteorológica do IAPAR localizada no Campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste. Os meses onde foram realizadas as coletas 1, 2, 3 e 4, estão indicados pelas setas seguidas por seus respectivos números.

No intervalo de três dias, entre as duas amostragens que compreenderam a primeira coleta (Figura 5), foi verificado um índice pluviométrico de 11,2mm, nesta ocasião não houve grandes alterações nas condições físicas do rio durante a chuva, em nenhum dos pontos avaliados, como pode ser visto na Tabela 2.

A segunda coleta foi realizada no mês de Julho de 2011, entre a amostragem anterior à chuva e a amostragem posterior à chuva, foi verificado um índice pluviométrico de 53,2mm, durante um período de sete dias (Figura 6). Os parâmetros

físico-químicos registrados na amostragem anterior à chuva, verificação durante a chuva e amostragem posterior à chuva estão descritos na Tabela 3.



**Figura 5:** Índice pluviométrico verificado no mês de maio de 2011, evidenciando as duas amostragens (barras verticais) realizadas na primeira coleta de macroinvertebrados bentônicos do Rio Xarquinho Guarapuava, PR. Fonte dos dados pluviométricos: Estação meteorológica do IAPAR localizada no Campus CEDETEG, da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

**Tabela 2:** Parâmetros físico-químicos da primeira coleta de macroinvertebrados bentônicos, registrados antes, durante e depois da chuva, respectivamente nos dias 09/05/2011, 10/05/2011 e 12/05/2012, nos pontos de coleta localizado no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

Parâmetros	Antes da chuva	Durante a chuva	Depois da chuva
<b>Ponto de coleta 1</b>			
pH	6,6	-	6,6
OD mg/L	7,8	-	9,5
Temperatura (C°)	17	-	17
Velocidade (m/s)	0,18	0,78	0,23
Prof. Média (m)	0,54	0,78	0,49
Largura (m)	6,1	6,1	6,1
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,47	2,96	0,54
<b>Ponto de coleta 2</b>			
pH	6,8	-	6,8
OD mg/L	8,1	-	10,7
Temperatura (C°)	18	-	18,5
Velocidade (m/s)	0,38	0,30	0,46
Prof. Média (m)	0,13	0,53	0,12
Largura (m)	5	5	5
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,20	0,64	0,21

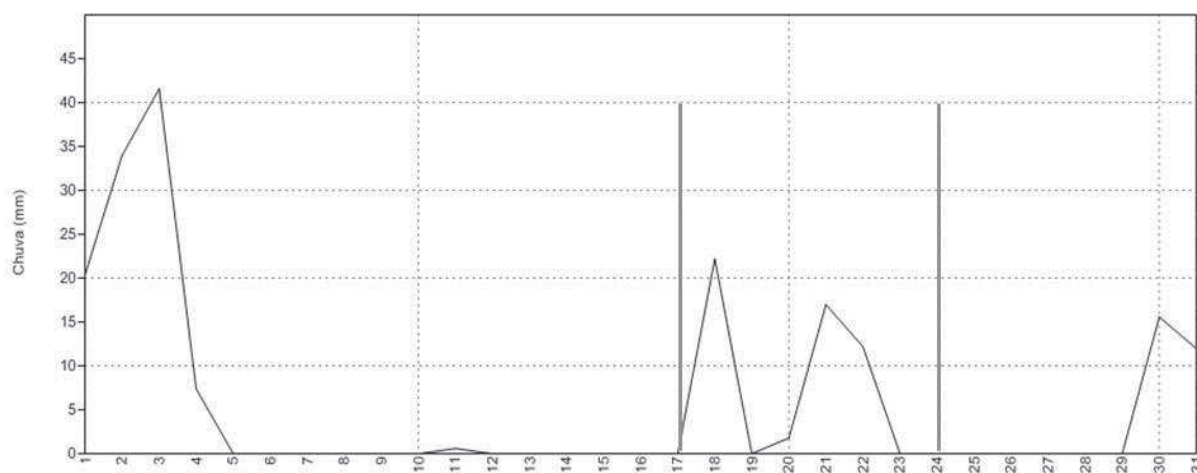
*Continuação na página seguinte.*

Continuação da Tabela 2.

Ponto de coleta 3			
pH	6,8	-	6,8
OD mg/L	7,9	-	10,5
Temperatura (C°)	18	-	18,5
Velocidade (m/s)	0,53	0,51	0,40
Prof. Média (m)	0,15	0,20	0,13
Largura (m)	6	6	6
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,39	0,49	0,25

Ponto de coleta 4			
pH	6,8	-	6,8
OD mg/L	7,9	-	10,9
Temperatura (C°)	18	-	18,5
Velocidade (m/s)	0,57	0,59	0,27
Prof. Média (m)	0,13	0,23	0,16
Largura (m)	4	4	4
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,24	0,43	0,14



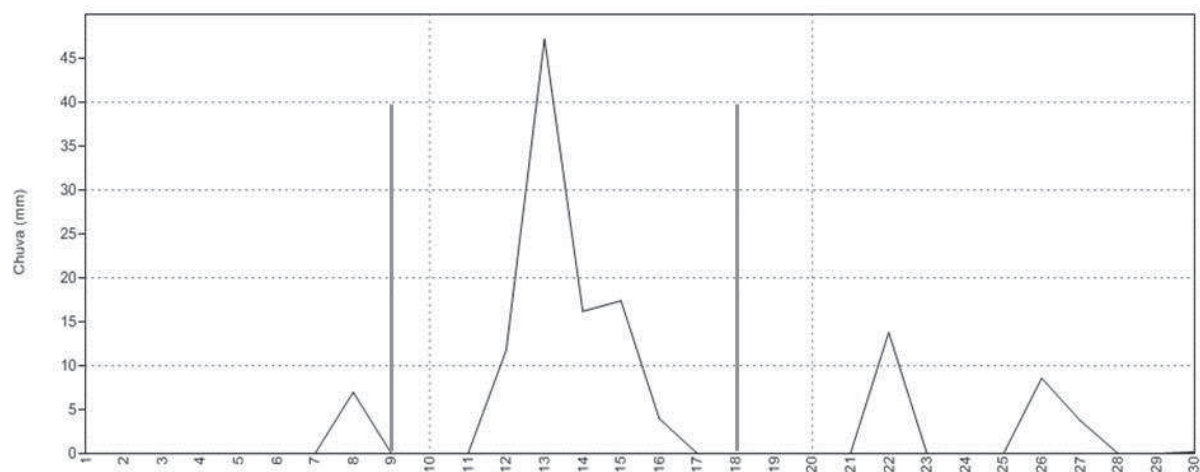
**Figura 6:** Índice pluviométrico registrado no mês de Julho 2011, evidenciando as duas amostragens (barras verticais) realizadas durante a segunda coleta de macroinvertebrados bentônicos realizada no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. Fonte dos dados pluviométricos: Estação meteorológica do IAPAR localizada no *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

**Tabela 3:** Parâmetros físico-químicos da segunda coleta de macroinvertebrados bentônicos, registrados antes, durante e depois da chuva, respectivamente nos dias 17/07/2011, 21/07/2011 e 24/07/2011, nos pontos de coleta localizados no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

<b>Parâmetros</b>	<b>Antes da chuva</b>	<b>Durante a chuva</b>	<b>Depois da chuva</b>
<b>Ponto de coleta 1</b>			
pH	6,6	-	6,6
OD mg/L	9,7	-	8,8
Temperatura (C°)	16	-	15
Velocidade (m/s)	0,34	1,02	0,42
Prof. Média (m)	0,51	0,76	0,59
Largura (m)	6,1	6,1	6,1
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,85	3,76	1,20
<b>Ponto de coleta 2</b>			
pH	6,8	-	6,8
OD mg/L	7,7	-	9,8
Temperatura (C°)	17	-	16
Velocidade (m/s)	1,11	0,27	0,92
Prof. Média (m)	0,12	0,80	0,20
Largura (m)	5	5	5
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,87	0,86	0,74
<b>Ponto de coleta 3</b>			
pH	6,8	-	6,8
OD mg/L	8,3	-	8,5
Temperatura (C°)	17	-	16
Velocidade (m/s)	0,59	0,51	0,85
Prof. Média (m)	0,17	0,39	0,23
Largura (m)	6	6	6
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,49	0,96	0,92
<b>Ponto de coleta 4</b>			
pH	6,8	-	6,8
OD mg/L	7,9	-	8,2
Temperatura (C°)	17	-	16
Velocidade (m/s)	0,54	0,53	0,84
Prof. Média (m)	0,20	0,50	0,25
Largura (m)	4	4	4
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,34	0,84	0,68

A terceira coleta foi realizada no mês de novembro de 2011. A amostragem anterior à chuva e a amostragem posterior à chuva foram realizadas em um intervalo de nove dias entre as duas amostragens, foi registrado um índice pluviométrico de

96,6mm (Figura 7). As condições físico-químicas da água registradas antes, durante e depois da chuva estão descritas na Tabela 4.



**Figura 7:** Índice pluviométrico registrado no mês de Novembro de 2011, durante a terceira coleta de macroinvertebrados bentônicos no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. As datas de coleta estão indicadas pelas barras verticais. Fonte dos dados meteorológicos: Estação meteorológica da IAPAR localizada no *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

**Tabela 4:** Parâmetros físico-químicos da terceira coleta de macroinvertebrados bentônicos, registrados antes, durante e depois da chuva, respectivamente nos dias 09/11/2011, 14/11/2011 e 18/11/2011, nos pontos de coleta localizados no rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

Parâmetros	Antes da chuva	Durante a chuva	Depois da chuva
<b>Ponto de coleta 1</b>			
pH	6,5	-	6,5
OD mg/L	6	-	5
Temperatura (C°)	20	-	18
Velocidade (m/s)	0,22	1,05	0,35
Prof. Média (m)	0,46	0,53	6,1
Largura (m)	6,1	6,1	6,1
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,49	2,71	0,91
<b>Ponto de coleta 2</b>			
pH	6,6	-	6,4
OD mg/L	5	-	5
Temperatura (C°)	22	-	19
Velocidade (m/s)	0,67	0,39	0,75
Prof. Média (m)	0,15	0,75	0,22
Largura (m)	5	5	5
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,39	1,18	0,65

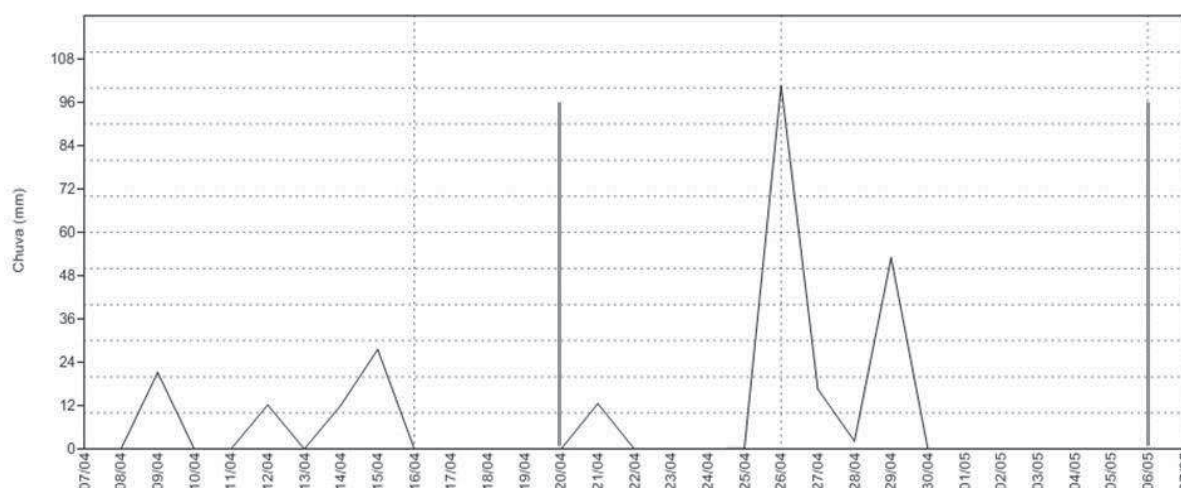
*Continuação na página seguinte.*

<b>Ponto de coleta 3</b>			
pH	6,6	-	5,2
OD mg/L	5	-	5,8
Temperatura (C°)	22	-	19
Velocidade (m/s)	0,60	0,98	0,85
Prof. Média (m)	0,20	0,32	0,23
Largura (m)	6	6	6
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,57	1,50	0,93

<b>Ponto de coleta 4</b>			
pH	6,6	-	5,1
OD mg/L	5	-	5,8
Temperatura (C°)	22	-	20
Velocidade (m/s)	0,6	0,40	0,94
Prof. Média (m)	0,21	1,00	0,28
Largura (m)	4	4	4
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,41	1,29	0,84

A quarta coleta foi realizada entre o final do mês de abril e começo do mês de maio de 2012, as amostragens foram realizadas em um intervalo de 16 dias, foi registrado um índice de pluviosidade de 185,2mm (Figura 8). As variáveis físico-químicas dos quatro pontos de coleta, registradas durante a amostragem anterior a chuva, verificação durante a chuva e amostragem posterior a chuva, estão descritas na Tabela 5.



**Figura 8:** Índice pluviométrico registrado entre os dias 07/04/2012 e 07/05/2012, durante a quarta coleta de macroinvertebrados bentônicos no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. As datas de coleta estão indicadas pelas barras verticais. Fonte dos dados meteorológicos: Estação meteorológica da IAPAR localizada no *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste.



**Tabela 5:** Parâmetros físico-químicos da quarta coleta de macroinvertebrados bentônicos, registrados antes, durante e depois da chuva, respectivamente nos dias 20/04/2012, 27/04/2012 e 06/05/2012, nos pontos de coleta localizados no rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

<b>Parâmetros</b>	<b>Antes da chuva</b>	<b>Durante a chuva</b>	<b>Depois da chuva</b>
<b>Ponto de coleta 1</b>			
pH	6,2	-	6,5
OD mg/L	5,8	-	5,8
Temperatura (C°)	18	-	16
Velocidade (m/s)	0,2	1,22	0,44
Prof. Média (m)	0,52	1,5	0,60
Largura (m)	6,1	8	6,1
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,51	11,71	1,29
<b>Ponto de coleta 2</b>			
pH	6,3	-	6,1
OD mg/L	5,2	-	5,1
Temperatura (C°)	18	-	16
Velocidade (m/s)	0,68	0,93	1,09
Prof. Média (m)	0,15	1,46	0,22
Largura (m)	5	5	5
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,41	5,43	0,94
<b>Ponto de coleta 3</b>			
pH	6,4	-	5,8
OD mg/L	5,1	-	5,2
Temperatura (C°)	19	-	16
Velocidade (m/s)	0,73	1,66	1,01
Prof. Média (m)	0,16	0,53	0,23
Largura (m)	6	6	6
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,57	4,25	1,13
<b>Ponto de coleta 4</b>			
pH	6,4	-	5,8
OD mg/L	5,5	-	5,3
Temperatura (C°)	19	-	16
Velocidade (m/s)	0,8	1,25	1
Prof. Média (m)	0,20	0,57	0,27
Largura (m)	4	4	4
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,52	2,29	0,87

## Características físicas do córrego

Os pontos de coleta 1 e 2 são parecidos, com exceção da declividade que é maior no ponto 1, entretanto esta característica isoladamente não influencia a velocidade do fluxo de água, já que o ponto 2 possui a menor declividade de todos os pontos e a maior velocidade (Tabela 6). Esta discrepância pode ter ocorrido porque a declividade foi medida em um espaço de 9,5m, talvez se a declividade tivesse sido verificada em um espaço maior, ela fosse mais representativa e tivesse uma relação maior com a velocidade do ponto. Os pontos de coleta 1 e 2 são semelhantes, também de acordo com o protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas, como é apresentado na Tabela 7.

**Tabela 6:** Média das características físicas dos pontos de coleta, obtida a partir de todas as coletas realizadas em um trecho do rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

Variável / Local	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Velocidade da correnteza (m/s)	0,69	0,91	0,47	1,01
Profundidade média (m)	0,57	0,36	0,88	0,81
Largura (m)	4	6	5	6,1
Fluxo de vazão (m <sup>3</sup> /s)	1,21	1,80	2,02	5,28
Cobertura do dossel (%)	85,05	64,84	75,04	22,79
Declividade (%)	6,4	1,26	3,47	7,46

O ponto de coleta 3, possui a menor velocidade do fluxo de água, isto pode ser justificado pelo fato do ponto 3 estar localizado logo acima de um ponto de baixa declividade a jusante. O terreno de baixa declividade que fica a jusante do ponto de coleta, reduz a velocidade do fluxo de água pelo represamento da água. A cobertura de dossel é grande, isso reduz a quantidade de algas presente no ambiente, porém, aumenta a quantidade de matéria alóctone como folhas e galhos dentro do rio. O

protocolo de avaliação rápida de habitats pontuou esse ponto com um valor intermediário entre os pontos 1 e 2, que possuem a maior pontuação e o ponto 4 com a menor pontuação (Tabela 7).

O ponto de coleta número 4, se diferencia dos demais pontos de coleta principalmente devido às características físicas de cobertura do dossel, que é a menor de todos os pontos e fluxo de vazão de água, que é o maior de todos os pontos de coleta (Tabela 6). Uma menor taxa de sombreamento pelo dossel acarreta em maior quantidade de algas e produção de matéria autóctone neste ambiente. A quantidade total de rochas deste ponto também é reduzida quando comparado com os demais pontos.

O ponto de coleta 4, está a jusante dos demais pontos de coleta, e fica localizado entre um terreno de baixa declividade, a montante, e um terreno de alta declividade, a jusante. A declividade do Ponto 4 foi a maior de todos os outros pontos, provavelmente devido ao terreno a jusante desse ponto de coleta. A velocidade do fluxo de água também foi a maior sendo esta variável fortemente influenciada pela declividade do terreno. Segundo o protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas (CALLISTO et al. 2002) aplicado nesse ponto, percebe-se que este se diferencia dos demais pontos, por ter a menor pontuação (Tabela 7).

**Tabela 7:** Pontuação e classificação dos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos do Rio Xarquinho segundo Callisto et al. (2002).

Ponto	Pontuação	Classificação do ponto
Ponto 1	89	Trecho natural
Ponto 2	89	Trecho natural
Ponto 3	83	Trecho natural
Ponto 4	81	Trecho natural

Percebem-se diferenças na pontuação dos trechos estudados segundo o protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats, entretanto todos estes valores são classificados como trechos naturais segundo o mesmo protocolo.

### **A comunidade de macroinvertebrados bentônicos**

Ao todo foram coletados 4356 indivíduos, pertencentes a 18 taxa diferentes (Tabela 8). O número médio de organismos amostrados em cada coleta e com todos os pontos somados foi de  $545 \pm 276$ . Os três grupos mais abundantes foram Chironomidae, Simuliidae e Hydropsychidae, juntos totalizam 90,5% de todos os organismos coletados.

**Tabela 8:** Classificação taxonômica, valores de abundância absoluta e abundância relativa dos organismos amostrados em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava PR, durante o período de coleta.

<b>Táxon</b>	<b>Abundância absoluta</b>	<b>Abundância relativa %</b>
Filo Arthropoda		
Classe Hexapoda		
Ordem Diptera		
Família Chironomidae	1752	40,22
Família Simuliidae	1251	28,72
Família Ceratopogonidae	12	0,28
Família Empididae	18	0,41
Ordem Megaloptera		
Família Corydalidae	4	0,09
Ordem Plecoptera		
Família Perlidae	48	1,10
Ordem Odonata		
Família Cordullidae	7	0,16
Família Calopterygidae	3	0,07
Ordem Tricoptera		
Família Hydropsychidae	939	21,56
Família Leptoceridae	1	0,02
Ordem Coleoptera		
Família Elmidae	19	0,44
Classe Malacostraca		
Ordem Amphipoda		
Família Hyalellidae	1	0,02
Classe Chelicerata		
Ordem Acari		
Subordem Hydracarina	9	0,21
Filo Annelida		
Classe Oligochaeta	86	1,97
Filo Mollusca		
Classe Gastropoda	1	0,02
Filo Nematoda	48	1,10
Filo Platyhelminthes		
Classe Turbellaria		
Ordem Tricladida	19	0,44
Filo Nemertea	138	3,17
Total	4356	100

## Parâmetros ecológicos da comunidade

De acordo com a metodologia de comparação direta dos índices ecológicos temos que: o Índice de Margalef, que expressa a riqueza biológica de um ambiente, mostrou que o Ponto 1 possui a maior quantidade de organismos diferentes dentre os pontos, enquanto que o Ponto 2 possui a menor riqueza. O Índice de Shannon, que expressa a diversidade biológica, determinou o Ponto 3 como o de maior diversidade, enquanto o Ponto 4 o de menor diversidade de todos os pontos. O Índice de Pielou que expressa a equitabilidade de um ambiente, apontou o Ponto 2 como o de maior valor, e o Ponto 4 como o de menor valor para o referido índice (Tabela 9).

**Tabela 9:** Índices de diversidade (Shannon), riqueza (Margalef) e equitabilidade (Pielou), encontrados nos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos, em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

<b>Índice</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>
Shannon (H')	1,34	1,43	1,54	0,83
Margalef (D <sub>Mg</sub> )	1,78	1,30	1,77	1,72
Pielou (J)	0,50	0,62	0,60	0,32

As médias obtidas para o Índice de Shannon nos pontos de coleta (Tabela 10) apresentaram homocedasticidade segundo o teste de Hartley ( $H_c = 5,35$ ,  $H_t 0,01 = 11,7$ ). O teste de variância ANOVA demonstrou que existem diferenças significativas em pelo menos uma das médias do Índice de Shannon (Tabela 11).

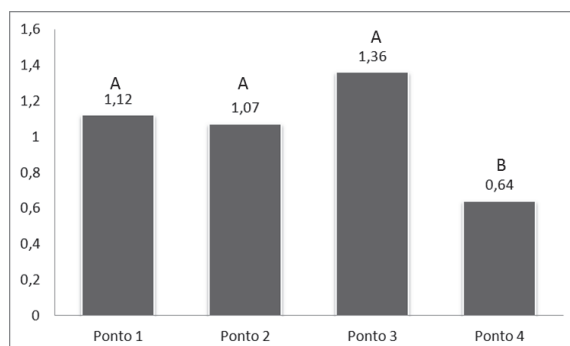
**Tabela 10:** Valores do Índice de Shannon (H') registrados em cada período de amostragem referente aos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

Ponto de coleta	Amostragens								Total	Média	Desvio padrão
	09/05/11	12/05/11	17/05/11	24/05/11	09/11/11	18/11/11	20/04/11	06/05/11			
Ponto 1	1,06	0,87	1,08	1,30	1,49	1,38	1,15	0,63	9,00	1,12	0,26
Ponto 2	1,25	1,24	1,29	1,47	1,37	1,00	0,98	0,95	8,58	1,19	0,34
Ponto 3	1,30	1,14	1,28	1,55	1,16	1,39	1,44	1,60	10,88	1,36	0,15
Ponto 4	0,82	0,95	0,38	0,30	0,52	0,21	0,74	1,11	5,07	0,64	0,29

**Tabela 11:** Teste de variância ANOVA entre as médias do Índice de Shannon (H') registrado nos pontos de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR. A análise foi realizada com médias transformadas pela equação  $\sqrt{x+1}$ . \* = Valor estatisticamente significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Fonte de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	F observado	F requerido	
					5%	1%
Tratamento	3	0,31	0,103	10,84*	3,01	4,72
Erro experimental	24	0,23	0,0095			
Total	27	0,54				

Para verificar quais das médias do Índice de Shannon diferem entre si, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Figura 9). O teste de Tukey demonstra que a média encontrada para o ponto 4 difere estatisticamente das demais médias, enquanto que, as médias obtidas para os pontos 1, 2 e 3 não diferem entre si.



**Figura 9:** Comparação entre as médias do valor do Índice de Shannon encontrados nos pontos de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR, através do Teste de Tukey a 95% de probabilidade de confiança. Médias assinaladas com a mesma letra não diferem entre si.

As médias dos Índices de Margalef (Tabela 12) possuem homocedasticidade segundo o teste de Hartley ( $H_c = 6,44$ ;  $H_t 0,01 = 11,7$ ). A análise de variância ANOVA mostrou que todas as médias são estatisticamente iguais entre si (Tabela 13).

**Tabela 12:** Valores do Índice de Margalef registrados nas amostragens em cada ponto de coleta de macroinvertebrados bentônicos no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

Ponto de coleta	Amostragens								Total	Média	Desvio padrão
	09/05/11	12/05/11	17/05/11	24/05/11	09/11/11	18/11/11	20/04/11	06/05/11			
Ponto 1	1,35	0,87	0,69	1,15	1,48	1,13	1,46	1,10	9,27	1,15	0,25
Ponto 2	1,18	0,83	1,02	1,47	1,08	1,15	1,10	1,33	9,15	1,14	0,18
Ponto 3	1,54	1,02	1,08	1,61	1,25	1,44	1,79	1,57	11,32	1,41	0,25
Ponto 4	1,31	1,39	0,95	1,11	0,19	0,47	1,16	1,42	8,04	1,00	0,41

**Tabela 13:** Teste de variância ANOVA entre as médias do Índice de Margalef registrado nos pontos de coleta no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. A análise foi realizada com valores transformados pela equação:  $\sqrt{x+1}$ . <sup>ns</sup> - valor estatisticamente não significativo.

Fonte de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	F observado	F requerido 5%	F requerido 1%
Tratamento	3	0,08	0,026	1,85 <sup>ns</sup>	3,01	4,72
Erro experimental	24	0,34	0,014			
Total	27	0,42				

Os dados referentes ao índice de Pielou (J') (Tabela 14) demonstraram possuir homocedasticidade segundo o teste de Hartley ( $H_c = 5,44$ ;  $H_t 0,01 = 11,7$ ). O teste de variância ANOVA evidenciou que existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro (Tabela 15).



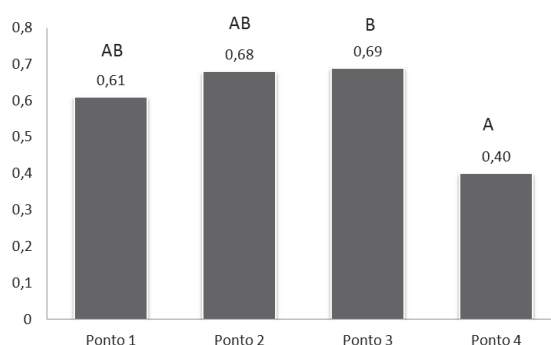
**Tabela 14:** Valores do Índice de Pielou (J') registrados em cada ponto de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR. Cada repetição corresponde a uma data de coleta.

Ponto de coleta	Repetições								Total	Média	Desvio padrão
	09/05/11	12/05/11	17/05/11	24/05/11	09/11/11	18/11/11	20/04/11	06/05/11			
Ponto 1	0,51	0,54	0,77	0,81	0,71	0,71	0,52	0,30	4,91	0,61	0,15
Ponto 2	0,69	0,77	0,89	0,82	0,76	0,51	0,58	0,43	5,49	0,68	0,14
Ponto 3	0,62	0,64	0,71	0,86	0,55	0,71	0,65	0,77	5,55	0,69	0,08
Ponto 4	0,42	0,46	0,21	0,15	0,76	0,19	0,46	0,53	3,21	0,40	0,19

**Tabela 15:** Teste de variância ANOVA entre as médias do Índice de Pielou (J') registrado nos pontos de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR. A análise foi realizada com valores transformados pela equação:  $\sqrt{x+1}$ . \* - valor estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	F observado	F requerido	
					5%	1%
Tratamento	3	0,07	0,023	4,6*	3,01	4,72
Erro experimental	24	0,12	0,005			
Total	27	0,19				

O teste de Tukey a 95% (Figura 10) de probabilidade de confiança demonstrou que as médias para o Índice de Pielou dos pontos 3 e 4 diferem estatisticamente entre si, porém, as mesmas não diferem estatisticamente entre as médias dos demais pontos amostrados, sendo que o Ponto 3 possui a maior média, enquanto o Ponto 4 possui a menor média.



**Figura 10:** Comparação entre as médias do valor do Índice de Pielou (J') encontrados nos pontos de coleta no rio Xarquinho, Guarapuava, PR, através do Teste de Tukey a 95% de probabilidade de confiança. Médias assinaladas com a mesma letra não diferem entre si.

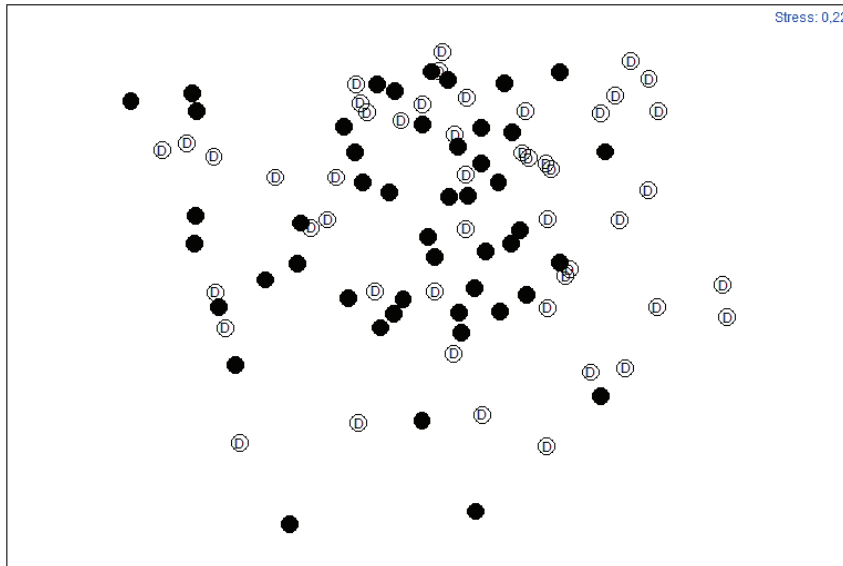
O ponto 3 possui as maiores médias dos valores para os índices calculados, enquanto que o ponto 4 possui as menores médias, porém, apenas as médias dos índices de Shannon e Pielou mostraram possuir diferença estatisticamente significativa entre si (Tabela 16).

**Tabela 16:** Média aritmética dos valores de diversidade (Shannon), riqueza (Margalef) e equitabilidade (Pielou), de cada amostragem de macroinvertebrados realizada no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

<b>Índice</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>
<b>Shannon (H')</b>	1,12	1,07	1,36	0,64
<b>Margalef (D<sub>Mg</sub>)</b>	1,15	1,14	1,41	1,00
<b>Pielou (J)</b>	0,61	0,68	0,69	0,40

### **Alteração da comunidade bentônica**

A comparação entre a composição da comunidade bentônica antes e depois da chuva, de acordo com a análise de similaridade de ANOSIM, não demonstrou um valor estatisticamente significativo ( $R = 0,015$  e  $p = 0,126$ ). A análise de n-MDS gerou uma figura na qual os pontos correspondentes às coletas realizadas antes da chuva se sobrepõem aos pontos correspondentes as coletas realizadas depois da chuva, como pode ser observado na Figura 11. O teste  $t$  pareado detectou diferenças entre as amostragens antes e depois da chuva, quando comparado todos os pontos juntos, como pode ser observado na Tabela 17. Quando comparados todos os pontos, o teste  $t$  pareado demonstrou haver uma diferença estatisticamente significativa, ao nível de 1%, já quando analisado cada ponto separadamente, houve diferença no Ponto 1 ao nível de 5%.



**Figura 11:** Análise de n-MDS entre as amostragens realizadas antes da chuva e depois da chuva em quatro pontos de um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.: A – Antes da chuva e D – depois da chuva.

**Tabela 17:** Teste *t* pareado, entre a abundância de organismos de todos os grupos amostrados em todos os pontos de coleta, antes e depois da chuva. \* Estatisticamente significativo ao nível de 5%; \*\* estatisticamente significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Comparação	Média da diferença	Desvio padrão	Valor de <i>t</i>
Antes e depois da chuva, entre todos os pontos.	103,75	104,58	3,968 **
Antes e depois da chuva Ponto 1	69,75	32,159	4,337 *
Antes e depois da chuva Ponto 2	80,75	89,53	1,80
Antes e depois da chuva Ponto 3	126,75	154,85	1,63
Antes e depois da chuva Ponto 4	135,25	133,26	2,02

A diferença entre os resultados observados pela análise de ANOSIM e o teste *t* pareado pode ser explicada pelo fato do teste *t* pareado detectar diferenças significativas entre as amostras antes e depois das chuvas, o teste não discrimina aumentos ou reduções da abundância dos organismos (Tabela 18). Enquanto que nas análises multivariadas ocorreu uma compensação entre aumentos e reduções, estas análises consideram que as amostragens foram iguais, já que não houve um padrão de aumento ou redução da fauna.

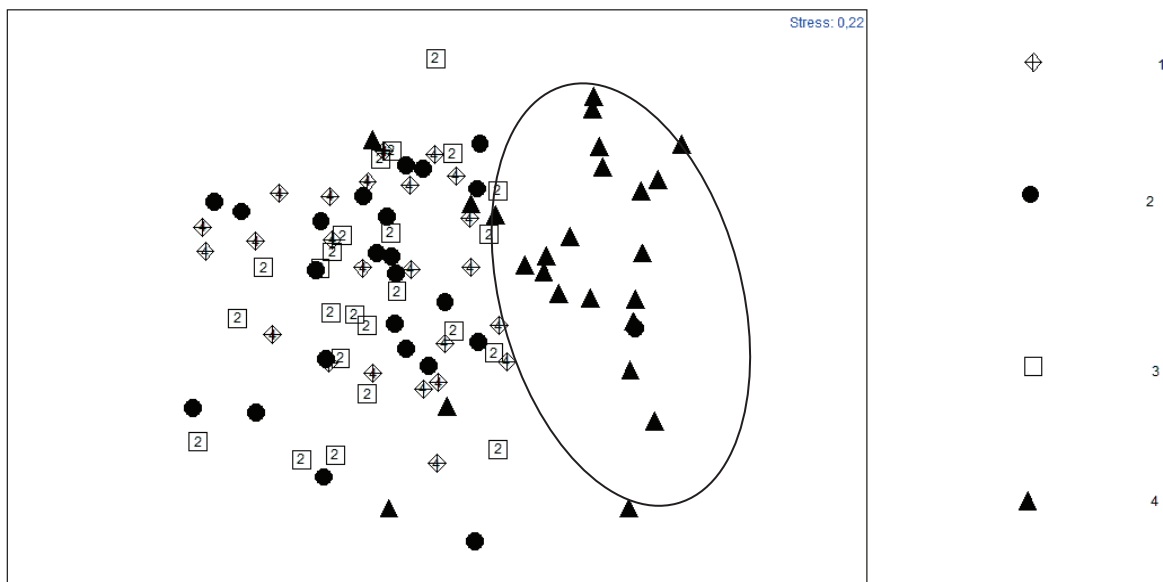
**Tabela 18:** Valores de densidade registrados para os organismos bentônicos nas amostragens antes e depois da chuva, e a diferença na densidade entre elas no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

<b>Coletas</b>	<b>Amostragem anterior à chuva (ind/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Amostragem posterior à chuva (ind/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Mudança (ind/m<sup>2</sup>)</b>
Coleta 1	161,85	185,55	+23,7
Coleta 2	151,11	111,11	-40
Coleta 3	283,7	188,1	-95,6
Coleta 4	143,7	438,14	+294,44

Os resultados da análise de similaridade (ANOSIM) entre os pontos de coleta podem ser observados na Tabela 19. Nesta análise pode-se verificar que o ponto de coleta número 4 é diferente dos demais pontos, que não possuem uma diferença estatisticamente significativa entre si. Este resultado pode ser visualizado na Figura 12, que apresenta a análise de n-MDS entre os pontos.

**Tabela 19:** Análise de similaridade (ANOSIM), entre os pontos de coleta. \* Resultado estatisticamente significativo.

<b>Comparação.</b>	<b>R</b>	<b>p</b>
Global	0,209	0,001 *
Ponto 1 e Ponto 2	-0,032	0,946
Ponto 1 e Ponto 3	0,011	0,313
Ponto 1 e Ponto 4	0,438	0,001 *
Ponto 2 e Ponto 3	-0,001	0,468
Ponto 2 e Ponto 4	0,365	0,001 *
Ponto 3 e Ponto 4	0,482	0,001 *

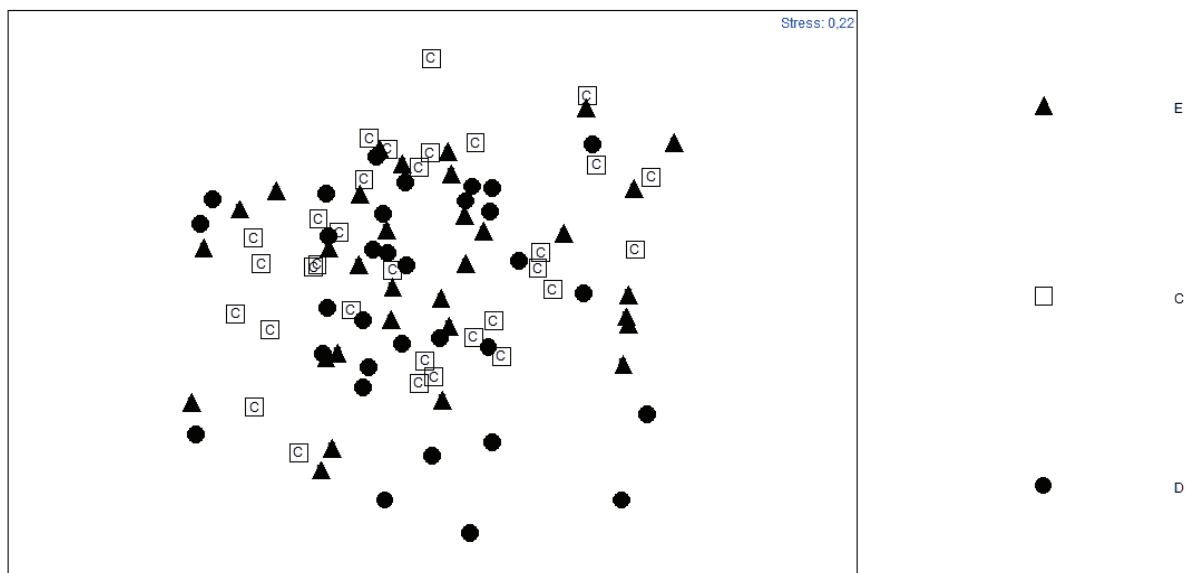


**Figura 12:** Análise de n-MDS entre os quatro pontos de coleta, considerando a similaridade da fauna amostrada durante o período de coleta. As amostras realizadas no ponto 4 estão circuladas.

As análises de n-MDS (Figura 13) e análise de similaridade (AMOSIM) (Tabela 20) mostraram que não há diferenças significativas entre as margens, e entre as margens e o centro dos pontos de coleta.

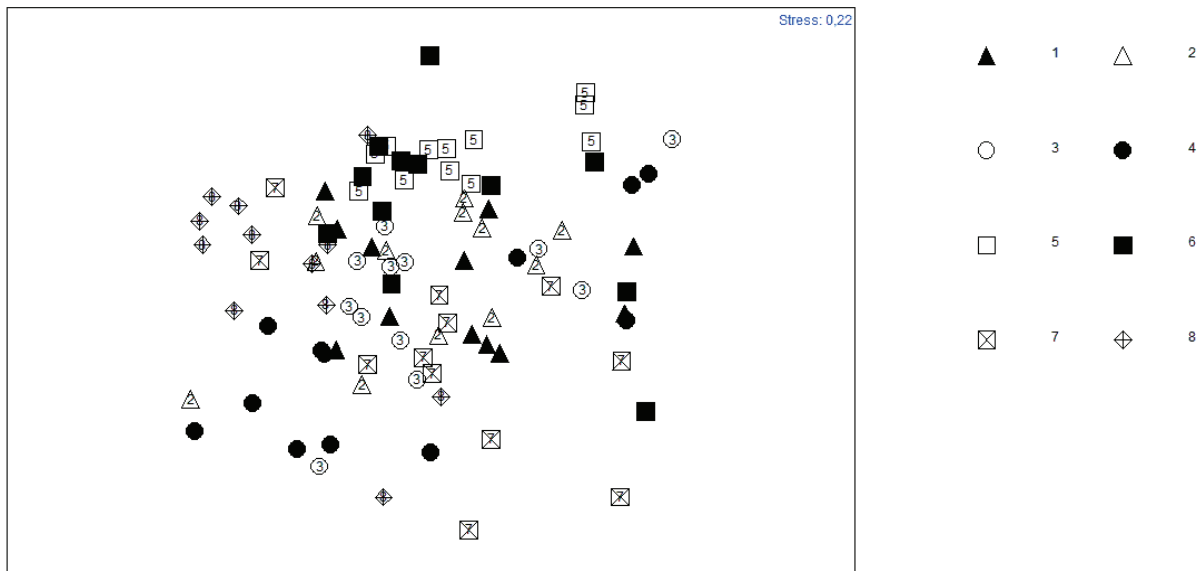
**Tabela 20:** Análise de similaridade (ANOSIM), entre as margens e o centro dos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos de um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

Comparação	R	p
Global	-0,021	0,958
Margem esquerda e centro	-0,026	0,935
Margem esquerda e direita	-0,018	0,824
Margem direita e centro	-0,021	0,893



**Figura 13:** Análise de n-MDS entre as margens esquerda (E),direita (D) e centro (C), considerando a similaridade da fauna amostrada, durante o período de coleta no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

Existe diferença significativa entre alguns períodos de amostragem, podendo estas amostragens fazer parte da mesma coleta ou não, segundo a análise de similaridade (ANOSIM), visualizado na Tabela 21. A mesma afirmação não pode ser observada com a análise de n-MDS, ilustrada na Figura 14, na qual os pontos correspondentes a cada coleta não formam agregados facilmente perceptíveis, a macrofauna bentônica obtida nos diferentes pontos em cada amostragem, possui tendência a ser parecida entre si, e diferente das demais amostragens.



**Figura 14:** Análise de n-MDS entre os oito períodos de amostragem de macroinvertebrados bentônicos, realizados no rio Xarquinho em Guarapuava, PR. Legenda: 1 – amostragem de 09/05/2011; 2 – amostragem de 12/05/2011; 3 – amostragem de 17/07/2011; 4 – amostragem de 24/07/2011; 5 – amostragem de 09/11/2011; 6 – amostragem de 18/11/2011; 7 – amostragem de 20/04/2012; 8 – amostragem de 06/05/2012.

**Tabela 21:** Análise de similaridade (ANOSIM), realizada entre os períodos de amostragem. Legenda: A1 – amostragem anterior à chuva (09/05/2011); A2 – amostragem posterior à chuva (12/05/2011); A3 – amostragem anterior à chuva (17/07/2011); A4 – amostragem posterior à chuva (24/07/2011); A5 – amostragem anterior à chuva (09/11/2011); A6 – amostragem posterior à chuva (18/11/2011); A7 – amostragem anterior à chuva (20/04/2012); A8 – amostragem posterior à chuva (06/05/2012)  
\* Resultado estatisticamente significativo.

Comparação	R	p
Global	0,272	0,001 *
A1 e A2	- 0,052	0,869
A1 e A3	0,116	0,021 *
A1 e A4	0,184	0,015 *
A1 e A5	0,517	0,001 *
A1 e A6	0,257	0,002 *
A1 e A7	0,015	0,327
A1 e A8	0,311	0,001 *
A2 e A3	0,143	0,013 *
A2 e A4	0,191	0,013 *
A2 e A5	0,463	0,001 *
A2 e A6	0,265	0,001 *
A2 e A7	0,037	0,185
A2 e A8	0,326	0,001 *
A3 e A4	0,083	0,001 *
A3 e A5	0,54	0,001 *
A3 e A6	0,191	0,003 *
A3 e A7	0,214	0,001 *
A3 e A8	0,318	0,001 *

*Continua na página seguinte.*

*Continuação da Tabela 25.*

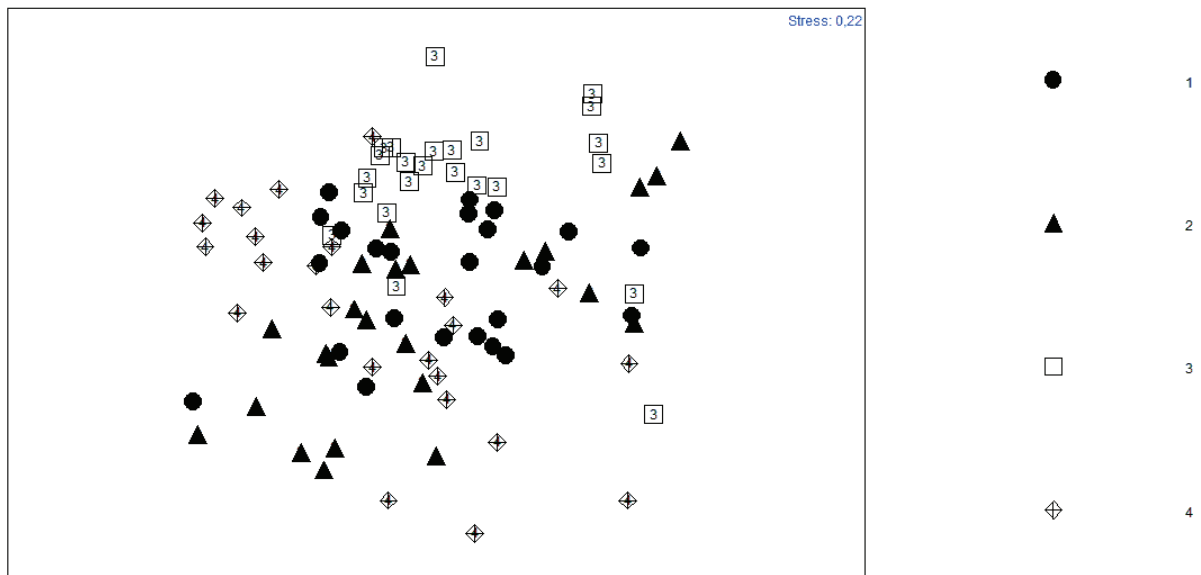
A4 e A5	0,531	0,001 *
A4 e A6	0,317	0,001 *
A4 e A7	0,114	0,048 *
A4 e A8	0,303	0,001 *
A5 e A6	0,088	0,057
A5 e A7	0,524	0,001 *
A5 e A8	0,64	0,001 *
A6 e A7	0,336	0,002 *
A6 e A8	0,376	0,001 *
A7 e A8	0,286	0,002 *

Quando comparadas as coleta, pode-se verificar que existe diferença entre elas, tanto pela análise de similaridade (ANOSIM) (Tabela 22) como pela análise de n-MDS (Figura 15).

**Tabela 22:** Análise de similaridade (ANOSIM), entre os meses onde foram realizadas as coletas. \* Resultado estatisticamente significativo.

<b>Comparação</b>	<b>R</b>	<b>p</b>
Global	0,251	0,001 *
Maio/11 e julho/11	0,155	0,002 *
Maio/11 e Novembro/11	0,365	0,001 *
Maio/11 e Abril/12	0,111	0,006 *
Julho/11 e Novembro/11	0,362	0,001 *
Julho/11 e Abril/12	0,150	0,002 *
Novembro/11 e Abril/12	0,374	0,001 *





**Figura 15:** Análise de n-MDS entre os meses de coleta no Rio Xarquinho, Guarapuava, PR, considerando a similaridade da fauna. Legenda: 1 – Maio de 2011; 2 – Julho de 2011; 3 – Novembro de 2011 e 4 – Abril/Maio de 2012.

### Populações de macroinvertebrados bentônicos

As populações de macroinvertebrados bentônicos sofrem pouca influência das condições físicas mensuradas no presente trabalho, como pode ser verificado na Tabela 23, que expressa o índice de correlação múltipla entre o tamanho populacional dos organismos e as condições físicas do córrego.

As populações mais dependentes das condições físicas do córrego foram: Nematoda; Tricladida e Simuliidae. Todas as demais populações apresentaram um Índice de Regressão Múltipla ( $R^2$ ) estatisticamente não significativo ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 23:** Regressão Linear Múltipla, entre as variáveis dependentes com as variáveis independentes (Fluxo de vazão da água, Velocidade de vazão, Profundidade média, Largura do rio, Declividade do terreno e Cobertura do dossel). Legenda: \* - estatisticamente significativo; <sup>ns.</sup> – estatisticamente não significativo.

Variável dependente	R <sup>2</sup>	P
Chironomidae	0,4661	0,5051 <sup>ns.</sup>
Simuliidae	0,7731	0,0381 *
Ceratopogonidae	0,5187	0,3848 <sup>ns.</sup>
Empididae	0,4572	0,5134 <sup>ns.</sup>
Corydalidae	0,6350	0,1778 <sup>ns.</sup>
Perlidae	0,6711	0,1293 <sup>ns.</sup>
Cordullidae	0,3330	0,7636 <sup>ns.</sup>
Calopterygidae	0,5052	0,4125 <sup>ns.</sup>
Hydropsychidae	0,2733	0,8587 <sup>ns.</sup>
Leptoceridae	0,7362	0,0633 <sup>ns.</sup>
Elmidae	0,2204	0,9225 <sup>ns.</sup>
Hyalellidae	0,01	0,99 <sup>ns.</sup>
Hydracarina	0,3371	0,5812 <sup>ns.</sup>
Oligochaeta	0,4676	0,4916 <sup>ns.</sup>
Gastropoda	0,3399	0,7513 <sup>ns.</sup>
Nematoda	0,9385	0,0006 *
Tricladida	0,8139	0,0193 *
Nemertea	0,4324	0,5662 <sup>ns.</sup>

Algumas populações sofreram grandes mudanças antes e depois da chuva, como é o caso de Simuliidae, que apresentou a média de 269 indivíduos nas amostragens anteriores a chuva e 982 indivíduos nas amostragens depois da chuva, porém, esta diferença não demonstrou ser estatisticamente significativa segundo o teste *t* pareado a 5% de probabilidade de erro (Tabela 24).

O teste *t* pareado apontou diferenças entre antes e depois da chuva em algumas populações de macroinvertebrados, entretanto, as populações consideradas pelo teste como tendo uma diferença significativa possuem médias de ocorrência muito parecidas.

**Tabela 24:** Abundancia absoluta de organismos encontrados nas amostragens realizadas antes e depois da chuva, em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR. Grupos marcados com “\*\*” possuem uma diferença entre antes e depois da chuva estatisticamente significativa, segundo o teste *t* pareado a 5% de probabilidade de erro, grupo assinalados com “*ns*” não possuem diferença estatisticamente significativa entre antes e depois da chuva, segundo o teste *t* pareado a 5% de probabilidade de erro.

<b>Taxa</b>	<b>Abundância antes da chuva</b>	<b>Média da abundância antes da chuva</b>	<b>Abundância depois da chuva</b>	<b>Média da abundância depois da chuva</b>
Chironomidae *	906	56,62	846	52,87
Simuliidae <i>ns</i>	269	16,81	982	61,37
Ceratopogonidae *	7	0,44	5	0,31
Empididae *	9	0,56	9	0,56
Corydalidae <i>ns</i>	4	0,25	0	0
Perlidae *	21	1,31	27	1,69
Cordullidae <i>ns</i>	3	0,19	4	0,25
Calopterygidae <i>ns</i>	3	0,19	0	0
Hydropsychidae *	467	29,19	472	29,5
Leptoceridae <i>ns</i>	0	0	1	0,06
Elmidae *	10	0,62	9	0,56
Hyalellidae <i>ns</i>	1	0,06	0	0
Hydracarina <i>ns</i>	8	0,5	1	0,06
Oligochaeta *	45	2,81	41	2,56
Gastropoda <i>ns</i>	0	0	1	0,06
Nematoda <i>ns</i>	15	0,94	33	2,06
Tricladida *	6	0,37	13	0,81
Nemertea <i>ns</i>	90	5,62	48	3

## **Discussão**

### **Composição da comunidade bentônica**

O grupo de organismos mais abundante nas coletas realizadas no Rio Xarquinho foi Chironomidae, a presença deste grupo no ambiente estudado é normal e previsível, considerando a abrangência de sua distribuição geográfica, e adaptação a diferentes nichos ecológicos (SANSEVERINO; NESSIMIAN, 2008; FROUZ et al., 2003; NESSIMIAN; OLIVEIRA, 2005).

A abundância relativa da família Chironomidae desta família pode variar muito de acordo com a localização geográfica e condição de influência antrópica sobre o rio. Trabalhos realizados no Rio Grande do Sul demonstraram uma variação na abundância relativa desta família entre 22,24 e 48,92%, a diferença entre estes valores é justificada pelos autores pelo grau de preservação do rio e quantidade de folhiço, quanto maior a preservação e maior a quantidade de folhiço maior a quantidade de Chironomidae (BUENO et al., 2003). Já na região de Cascavel, PR, a abundância relativa de Chironomidae variou entre 96 e 100%, a grande predominância de Chironomidae neste ambientes é justificada pelos autores pelo nível de degradação e poluição dos ambientes estudados, Chironomidae possui uma melhor adaptação a ambientes antropizados (RUARO et al., 2010).

A família Simuliidae foi o segundo grupo mais abundante verificado no presente trabalho e do mesmo modo que Chironomidae também é uma família de ampla distribuição geográfica e grande diversidade. O número aproximado de espécies desta família no mundo é de 2114, no Brasil são reconhecidas 92 espécies (PEPINELLI, 2011).

Diferente do que ocorre com Chironomidae, as fêmeas de Simuliidae possuem em sua maioria o hábito hematófago na fase adulta, também são importantes vetores

de parasitas de importância médica e veterinária, como os nematoides dos gêneros: *Onchocerca*, *Mansonella*, *Splendidofilaria* e *Dirofilaria* (RIO GRANDE DO SUL, 2006; PY-DANIEL et al., 2005).

Em condições apropriadas, geralmente associadas à antropização e degradação ambiental, algumas espécies da família Simuliidae podem apresentar crescimento populacional grande, e se tornarem dominantes no ambiente (COPPO; LOPES, 2010; LOZOVEI et al. 2004). A abundância relativa desta família no presente trabalho foi de 28,72% e em áreas do Rio Grande do Sul esta família foi registrada variando entre 0,09 e 17,29%, este resultado é justificado pela preservação do ambiente e presença de folhiço, quando maiores estas duas condições, maior a abundância de Simuliidae (BUENO et al., 2003). Na região de Cascavel, PR, Simuliidae esteve presente com abundância relativa de 0,29%, estando ausente em outros córregos da mesma região, novamente o grau de interferência antrópica é o fator determinante para a abundância relativa deste grupo (RUARO et al., 2010).

No presente trabalho a família Simuliidae apresentou correlação positiva com as condições físico-químicas da água, entretanto, este resultado não é corroborado com a literatura que afirma que esta família em Londrina não possui correlação com as condições físico-químicas medidas, como a temperatura do ar e a precipitação (SANTOS et al., 2010).

Ceratopogonidae do mesmo modo que Simuliidae também pode ser vetor de parasitas, porém, esta família de Diptera apresenta maior abundância em regiões tropicais (TRINDADE; GORAYEB 2005; TRINDADE; GORAYEB 2010). No presente estudo foram registrados apenas 12 indivíduos desta família ou 0,28% do total de indivíduos coletados. Em Cascavel, (PR), esta família foi encontrada com uma frequência de 0,24% dos indivíduos coletados (RUARO et al., 2010).

De acordo com o teste *t* pareado, Ceratopogonidae apresentou redução

estatisticamente significativa devido à chuva, porém, segundo a análise de regressão este não foi um grupo que apresenta correlação significativa com as variáveis físico-químicas avaliadas, estes fatos provavelmente se justificam devido ao fato de Ceratopogonidae ser um grupo raro.

Do mesmo modo que Ceratopogonidae, Empididae também foi uma família de Diptera pouco abundante no presente trabalho, no total foram encontrados apenas 18 indivíduos, representando 0,41% dos indivíduos coletados. Na região de Cascavel, PR, esta também foi uma família pouco representativa, com 0,39% de abundância (RUARO et al., 2010). O número de organismos da família Empididae verificados antes e depois da chuva foi o mesmo, entretanto, o teste *t* pareado apontou este grupo como tendo sofrido alteração significativa, entre antes e depois da chuva, isto ocorreu provavelmente porque o teste *t* pareado se baseia nas diferenças encontradas entre antes e depois, que no caso foi de 6 indivíduos com um desvio padrão de 0,71.

Corydalidae foi à única família de Megaloptera encontrada, com uma abundancia relativa pequena (0,09%). Estudos já demonstraram que este é um importante predador de macroinvertebrados bentônicos, especialmente larvas de Simuliidae (TRIVINHO-STRIXINO et al., 2012). No presente trabalho esta família não apresentou mudança estatisticamente significativa antes e depois da chuva, e também não foi evidenciada relação com as condições físico-químicas da água.

Perlidae é uma família de Plecoptera caracteristicamente associada a ambientes preservados. Em locais com mata ripária preservadas no Estado de São Paulo, esta família foi registrada com frequência entre 1,65 e 10,8%, já em rios que não possuem mata riparia preservada, esta família esta ausente, ainda que na mesma área de estudo (KLEINE et al., 2011). No presente trabalho esta família apresentou frequência relativa de 1,1% e diferença estatisticamente significativa antes e depois da

chuva, mas não esteve relacionada com as condições físico-químicas.

Foram encontradas duas famílias da ordem Odonata no Rio Xarquinho, Corduliidae e Calopterigidae, ambas não apresentaram mudanças estatisticamente significativas antes e depois da chuva, e também não tiveram correlação significativa com as condições físico-químicas analisadas. Este resultado não é corroborado com a literatura, que considera algumas famílias da ordem Odonata como sensíveis a inundações e às condições físico-químicas da água (FULAN; HENRY 2006; FULAN; HENRY 2007).

A diferença do comportamento de Odonata frente às inundações decorre, provavelmente, da diferença entre as famílias estudadas e seus habitats, enquanto a literatura afirma que famílias como Aeshnidae, Coenagrionidae e Libellulidae, que vivem associadas à *Eichhornia azurea*, podem ter sua abundância reduzida pelas inundações, no presente trabalho as famílias Cordullidae e Calopterigidae, que vivem em substrato rochoso, não são afetadas pelas inundações.

A natureza do substrato e a alteração que este substrato sofre sob a ação das inundações, provavelmente, é o fator mais importante na determinação da resposta que as populações de Odonata possuem frente à inundação.

Hydropsychidae foi a família de Tricoptera mais abundante no Rio Xarquinho, representou 21,56% dos macroinvertebrados coletados. A região de Guarapuava foi considerada a segunda região do Estado do Paraná com maior quantidade de organismos adultos desta família, principalmente dos gêneros *Leptonema* e *Smicridea* (MARINONI; ALMEIDA, 2000).

Tricoptera é uma ordem associada à boa qualidade da água (SONODA, 2010), entretanto, muitas vezes pode ser encontrada com maior abundância em locais perturbados, como é o caso de Hydropsychidae em áreas do Estado de São Paulo (KLEINE et al., 2011).

No presente trabalho Hydropsychidae apresentou uma diferença estatisticamente significativa antes e depois da chuva, sendo que as inundações causaram um aumento da abundância desta família. Entretanto, não existe correlação clara entre a população de Hydropsychidae com as condições físico-químicas analisadas.

A família Leptoceridae foi menos abundante do que a família Hydropsychidae, 0,02 e 21,56% respectivamente, porém, do mesmo modo que Hydropsychidae a literatura afirma que Leptoceridae também é muito abundante na região de Guarapuava, especialmente os gêneros *Achoropsyche*, *Nectopsyche* e *Oecetis* (ALMEIDA e MARINONI, 2000).

Com relação aos ambientes de ocorrência esta família possui preferência por ambientes não perturbados (KLEINE et al., 2011) e este resultado é mais coerente com o encontrado para o padrão de ocorrência da Ordem Tricoptera (SONADA, 2010).

Foi registrado apenas um indivíduo da família Leptoceridae no presente trabalho, isso justifica a ausência de relação com as condições físico-químicas da água e a falta de alteração estatisticamente significativa em sua abundância antes e depois da chuva.

Elmidae foi a única família de Coleoptera coletada no Rio Xarquinho, com uma abundância relativa de apenas 0,44%. A literatura afirma que esta família pode representar grande parcela da comunidade bentônica, valores de 16,9% foram registrados em regiões na divisa dos estados de São Paulo e Paraná (TRIVINHO-STRIXINO; STRIXINO, 2005). Alguns estudos mostraram que esta família possui relação ecológica comensal com a família Chironomidae, neste caso Elmidae é utilizado como substrato para aderência das larvas de Chironomidae (SEGURA et al., 2007).



No presente trabalho a família Elmidae apresentou redução antes e depois da chuva, porém, esta diferença não foi justificada pela correlação entre sua população e as condições físico-químicas analisadas. Talvez a diferença entre antes e depois da chuva possa ser resultado do baixo número de indivíduos coletados desta família.

Foi encontrado apenas um indivíduo da família Hyalellidae, esta é uma família comum em águas limpas, no sul do Brasil já foi descrito a ocorrência de 11 espécies do gênero *Hyalella* (RIOS-ESCALANTE et al. 2012).

No presente trabalho não foi verificada relação significativa da família Hyalellidae com as condições físico-químicas e também não foi evidenciada diferença estatisticamente significativa antes e depois da chuva, isto provavelmente devido ao baixo número de indivíduos coletados.

Hydracarina é um grupo que reúne aproximadamente 40 famílias, sendo pouco estudados na América do Sul e geralmente compreende organismos parasitas na fase larval e predadora na fase adulta (MUGNAI et al., 2010). Em todas as coletas foram encontrados apenas 9 indivíduos de Hydracarina, sendo que este grupo não apresentou correlação estatisticamente significativa com as condições físico-química e também não apresentou diferença estatisticamente significativa entre antes e depois da chuva, talvez isso possa ter ocorrido devido a baixa densidade populacional destes organismos.

Oligochaeta é um grupo caracteristicamente associado a ambientes com grande quantidade de matéria orgânica no leito, mas também pode ser encontrado em ambientes com pequena quantidade de matéria orgânica, porém, neste segundo caso em menor densidade (ALVES et al., 2006; PAMPLIN et al., 2005; NASCIMENTO; ALVES, 2008; GORNI; ALVES 2008). Oligochaeta bentônicos são geralmente associados a condições de poluição e eutrofização. No presente trabalho as inundações agiram de modo a reduzir as populações de Oligochaeta.

Gastropoda é um importante grupo, na ecologia dos rios, devido especialmente sua biomassa (MUGNAI et al. 2010), entretanto no presente trabalho a quantidade total destes organismos foi baixa, representando apenas 0,02% do total de organismos coletados. Provavelmente a baixa frequência de ocorrência deste grupo determinou a falta de correlação dele com as condições físico-químicas da água e também a ausência de mudança significativa antes e depois da chuva.

A população de Nematoda apresentou correlação com as condições físico-químicas verificadas, mas não apresentou diferença estatisticamente significativa antes e depois da chuva. Este grupo representou 1,1% de todos os organismos coletados. São em sua maioria organismos parasitas, entretanto, alguns podem ter vida livre, geralmente pequenos de 2 a 3mm (MUGNAI et al., 2010).

A ordem Tricladida, foi à única ordem do filo Platyhelminthes registrada. Geralmente está associada à presença de materiais orgânicos na água, na literatura também são encontrados registros de baixa densidade populacional destes organismos (0,12%) (KAMADA et al., 2012). Este grupo apresentou correlação estatisticamente significativa com as condições físico-químicas da água, foi verificado um aumento da sua população entre as amostragens realizadas antes e depois da chuva, as inundações agiram de modo a aumentar a população deste organismo.

Nemertea foi encontrado em relativamente grande abundância (3,17%) este resultado não é corroborado pela literatura que afirma que estes organismos são encontrados em rios e lagos em baixa densidade populacional, são mais encontrados em áreas litorâneas (ALBERTONI; PALMA-SILVA, 2010). A população de Nemertea não apresentou correlação com as condições físico-químicas da água e também não teve alterações estatisticamente significativas antes e depois da chuva.

## **Indicadores ecológicos de diversidade, riqueza e equitabilidade**

Os resultados de diversidade de Shannon são corroborados pelo protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats proposto por Callisto et al. (2002), os Pontos 1, 2 e 3, são semelhantes entre si, possuem os maiores valores para o protocolo de diversidade de habitats e os maiores valores para o Índice de Shannon. O Ponto 4 possui uma pontuação menor do que os outros pontos pelo referido protocolo, uma menor diversidade de habitat onde os macroinvertebrados possam se fixar bem como uma menor preservação das margens, estes fatos podem estar influenciando os valores do Índice Shannon que também é o menor de todos os pontos de coleta.

Os valores do Índice de Shannon do presente trabalho são relativamente pequenos quando comparados a rios do Rio Grande do Sul, considerados preservados ( $H' 3,286$ ), entretanto na mesma região do Rio Grande do Sul são encontrados rios pouco preservados com diversidade muito menor ( $H' 0,022$ ) (MILESI et al., 2008). Regiões da Amazônia também possuem valores do índice de Shannon maiores, tanto em áreas de corredeira ( $H' 2,18$ ), como em áreas de remanso ( $H' 2,02$ ) (REZENDE, 2007).

Quando comparado os valores de Shannon com rios de mesma ordem encontrou-se uma maior similaridade dos valores ( $H' 1,704$ ,  $H' 1,936$ ) (CALLISTO et al. 2004), todavia, estes valores ainda são maiores do que os registrados no presente trabalho.

Uma possível explicação para os valores relativamente pequenos do Índice de Shannon no presente trabalho é a baixa ordem na qual os pontos de coleta estão localizados, este fato justifica a discrepância dos valores encontrados no presente trabalho com os encontrados na literatura (MILESI et al., 2008; REZENDE, 2007).

No Rio Ribeirão, Paranaguá, PR, o valor do Índice de Margalef pode variar de 3,9 a 2,47, em ambiente de cascalho (GONÇALVES; ARANHA, 2004), ambos os valores são maiores do que os encontrados no presente trabalho.

Na literatura o valor do Índice de Pielou encontrado em coletas de macroinvertebrados bentônicos na região de Paranaguá, PR. foi relativamente grande ( $J = 0,87$  e  $J = 0,82$ ) (GONÇALVES e ARANHA, 2004), quando comparado ao presente trabalho, mesmo em rios de 1ª ordem na região da Serra do Cipó, MG, o valor deste índice foi maior ( $J = 0,569$ ;  $J = 0,636$ ) (CALLISTO et al. 2004).

### **O impacto da chuva sobre a comunidade bentônica**

Os dados obtidos com o presente trabalho mostraram que a incidência de chuvas pode promover diferenças na comunidade bentônica, estatisticamente significativa pelo teste *t* pareado. Entretanto, estas diferenças não ocorreram sempre da mesma maneira. Em outras palavras, enquanto em um episódio de chuva pode ocorrer à redução significativa da abundância de alguns taxa, em outro episódio pode ocorrer um aumento.

Algumas populações da mesma maneira que a comunidade como um todo, também foram afetadas pela chuva, segundo o teste *t* pareado, porém, as populações não apresentam um padrão claro de resposta frente ao aumento de fluxo de vazão de água, talvez o teste *t* pareado não está avaliando corretamente as diferenças verificadas.

A falta de um padrão claro de resposta da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, frente ao aumento de fluxo de vazão de água do rio, não foi corroborada pela maior parte da literatura, que afirma que a instabilidade hídrica contribui para a

redução da abundância de macroinvertebrados (BISPO; OLIVEIRA, 1998; BISPO et al., 2001; SHUVARTZ et al., 2005).

Alguns trabalhos evidenciaram que a correlação entre pluviosidade e redução da abundância da macrofauna bentônica pode na verdade ser mais complexa do que atualmente se considera. Estudos realizados na Serra de Paranapiacaba, São Paulo, demonstraram que a baixa ou mesmo insignificante correlação entre variáveis ambientais e a comunidade de Ephemeroptera pode ser explicada por picos de pluviosidade (TAKEBE, 2009). Entretanto, estudos realizados por Crisci – Bispo et al. (2007) demonstram resultados discordantes, ou seja, não foi verificada correlação clara e significativa entre a abundância de Ephemeroptera, Plecoptera e Tricoptera, e o índice de pluviosidade.

Ribeiro e Uieda (2005), também relataram ausência de correlação entre a abundância da macrofauna bentônica e a pluviosidade, na região de Itatinga, SP. Apesar de existir grandes diferenças entre a pluviosidade da época chuvosa e da época seca.

Muitos estudos que indicam uma redução da macrofauna bentônica, decorrente de fortes chuvas, baseiam-se em coletas realizadas em estações diferentes. Tais trabalhos só podem ser conduzidos em regiões com regime pluviométrico bem definido, com uma época chuvosa, geralmente o verão, e outra época com pouca chuva, geralmente o inverno. É possível que nestes trabalhos se esteja verificando uma diferença sazonal da comunidade, não necessariamente relacionada com episódios de chuva, mas com a pluviosidade média de cada época do ano.

Pode-se cogitar algumas razões para a abundância e composição da macrofauna bentônica não ter apresentado um padrão claro de resposta frente a instabilidade hídrica causada pelas chuvas, como por exemplo: Utilização do interstício como abrigo do fluxo de vazão de água, bem como a própria estabilidade do

leito; O aumento do fluxo de vazão de água, não acarreta necessariamente no aumento da velocidade de vazão da água; A velocidade de vazão da água aferida pelo método do flutuador, pode não ser a mesma a qual os macroinvertebrados bentônicos está exposta; Os organismos bentônicos encontrados são aptos a suportar o aumento de vazão da água; Os processos estocásticos que determinam a distribuição dos macroinvertebrados bentônicos só podem ser percebidos por metodologia de estudos a longo prazo; Os fatores determinísticos da abundância das populações pode ser mais importante do que os fatores estocásticos e; As chuvas verificadas não foram fortes o suficiente para causar impacto na comunidade.

As rochas presentes em rios são geralmente de aspecto globoso e arredondadas, materiais com estes aspectos não possuem um encaixe perfeito e desta forma, permanecem espaços entre as rochas, que podem ser ocupados pelos macroinvertebrados. Estes espaços chamados de interstícios, formam um micro-habitat relativamente protegido da correnteza da água, sendo que o aumento de vazão de água do rio pode não acarretar na modificação deste ambiente, desde que o aumento do fluxo de vazão de água do rio, não seja grande o suficiente para causar o carreamento das próprias rochas. A complexidade estrutural é um fator diretamente relacionado a diversidade biológica que um ambiente aquático pode suportar (O'NEILL; THORP, 2011).

Estudos realizados em dois córregos de Baltimore County, EUA, demonstraram que quironomídeos aderidos a superfície das rochas não são careados pela ação das inundações decorrentes de tempestades, provavelmente porque as próprias rochas servem de abrigo a correnteza. Como as rochas mais pesadas não são carreadas pela correnteza, a fauna associada a elas também permanece estável (GRESENS et al., 2007).

Rios que possuem em seu leito areia e silte, podem ser muito mais afetados

pelo fluxo de vazão, já que este tipo de substrato pode ser facilmente carregado pela correnteza. Nestes rios, a complexidade física do ambiente pode ser um fator essencial para manutenção da biodiversidade, não apenas porque a complexidade física gera maior quantidade de nichos, mas também porque o aumento de rochas e pedaços de madeira oriundos da mata ciliar aumenta o nível de estabilidade do leito frente ao aumento de fluxo de vazão de água (O'NEILL; THORP, 2011).

Em todos os pontos de coleta do presente trabalho, o leito do rio apresentava seixos ou caramanchões, podendo também haver galhos de grande volume. Este substrato é bastante resistente ao fluxo de vazão d'água e provavelmente os picos de vazão registrados não acarretaram em modificações significativas do leito, portanto, os organismos aderidos as rochas podem não ter sido influenciados pelos picos de vazão d'água.

O aumento do fluxo de vazão de água, não acarreta necessariamente no aumento da velocidade de vazão de água. A fórmula do cálculo de vazão do fluxo de água leva em conta a secção transversal do rio e a velocidade do fluxo de água, o aumento da área de secção transversal do rio acarreta no aumento do fluxo de vazão de água, mesmo que a velocidade de vazão não seja alterada.

No presente trabalho, o ponto de coleta 3 apresentou redução na velocidade de fluxo de água, mesmo com o aumento do fluxo de vazão de água. Isto ocorreu por dois motivos principais, primeiro porque logo após o ponto de coleta 3 o rio passa a apresentar uma velocidade reduzida devido à redução da declividade do terreno. Outro fator é a presença de uma curva no rio a jusante do Ponto 3, estes dois fatores auxiliam a redução da velocidade do fluxo da água, criando um represamento sob a condição de aumento do fluxo de vazão de água.

O ponto de coleta 2, pode apresentar algumas características exclusivas em relação aos demais pontos de coleta, entretanto, segundo as análises de n-MDS e

ANOSIM, o Ponto 2 não difere estatisticamente dos demais pontos, portanto, as características físicas exclusivas do Ponto 2, não podem isoladamente explicar a ausência de padrão na resposta da comunidade frente a chuva.

Os organismos bentônicos possuem algumas adaptações comportamentais, morfológicas e fisiológicas que os auxiliam a resistir a grandes fluxos de vazão de água (MALMQVIST; SACKMANN, 1996). Este fato demonstra a capacidade das populações se adaptarem a diferentes tipos de habitat.

Estudos tem mostrado que organismos, por mais que aparentados filogeneticamente, apresentam adaptações particulares de acordo com seu ambiente de ocorrência. *Aedes aegypti* oriundo de regiões tropicais e com grande índice de pluviosidade, é mais resistente ao estresse causado por chuvas, do que *Culex pipiens*, oriundo de regiões temperadas e com menor índice de pluviosidade (KOENRAADT; HARRINGTON, 2008).

O próprio carreamento que a macrofauna bentônica sofre pode ser um mecanismo de fuga de predadores, e não efeito direto da perturbação hídrica, como foi observado com larvas de simúlideos (MALMQVIST; SACKMANN, 1996). Neste caso a velocidade da corrente d'água é necessária para que os organismos possam ser carreados quando estes se desprendem do substrato, já o desprendimento do substrato é induzido pela aproximação de predadores (MALMQVIST; SACKMANN, 1996).

Estudos realizados na bacia do Rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul, com substrato artificial, demonstraram que *Chirostilbia pertinax*, pertencente a família Simuliidae, apresentou distribuição inversamente proporcional à quantidade de organismos predadores, e diretamente proporcional a velocidade de correnteza da água. Por mais que a população de macroinvertebrados bentônicos, inclusive as demais espécies da família Simuliidae, apresentassem distribuição espacial



inversamente proporcional a velocidade de fluxo da água (SANTOS et al., 2007).

Ambientes que possuem grande velocidade de correnteza, podem restringir a alimentação bem como a sobrevivência, porém, não de forma igual para todos os grupos tróficos (MALMQVIST; SACKMANN, 1996; SANTOS et al., 2007). Caso os predadores de um determinado ambiente sejam mais prejudicados pela exposição a velocidade de correnteza, outros grupos podem ser favorecidos pela redução da predação. A colonização de ambientes com pouca predação reforça, novamente a necessidade de adaptação a ambientes com grande velocidade de correnteza.

A abundância de quironomídeos verificada em dois córregos de Baltimore County, EUA, não sofreu alteração significativa devido ao aumento do fluxo de água decorrente de tempestades, ou devido a natureza química do *runoff* (água de rolamento). Entretanto, a composição da assembléia foi alterada, provavelmente devido a forma de adaptação da comunidade às condições da qualidade química da água (GRESENS et al., 2007).

A dinâmica populacional de *Hyaella curvispina*, família Hyalellidae, pode ser muito afetada pelas características químicas da água e dos sedimentos de *runoff*. Estudos realizados nos Pampas Argentinos demonstraram que *runoff* contendo inseticidas pode ser o maior responsável pela redução da abundância de organismos após o aumento do fluxo de vazão de água ocasionado pelas chuvas (JERGENTZ et al., 2004).

No presente trabalho o Ponto 4 possui as características avaliadas pelo protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats, mais discrepantes em relação aos demais pontos. Este foi também o único ponto localizado em um trecho de segunda ordem, talvez estas características tenham influenciado a resposta da comunidade bentônica frente a chuva, já que foi o único ponto que apresentou uma diferença estatisticamente significativa na abundância da comunidade, antes e depois

da chuva. Entretanto, o aumento do fluxo de vazão de água acarretou no aumento da abundância de organismos.

Ambientes com grande velocidade de fluxo de vazão da água podem possuir uma reduzida abundância de organismos devido, especialmente, à dificuldade que estes possuem em capturar alimento. Porém, ambientes com grande velocidade de vazão de água também são caracterizados por possuir menor nível de predação (MALMQVIST; SACKMANN, 1996; SANTOS et al., 2007).

A disponibilidade de alimento é um fator indiretamente influenciado pelas inundações, como foi evidenciado no Rio Eyach, Alemanha. A instabilidade hidrológica tem o potencial de reduzir a disponibilidade de matéria orgânica particulada no rio. Entretanto, a redução de alimento não acarreta na instantânea eliminação dos invertebrados que necessitam deste alimento, o efeito sobre a fauna bentônica só é percebido a longo prazo, aproximadamente sete semanas (EFFENBERGER et al., 2008).

A população de larvas Tricoptera, no Parque Estadual da Serra de Caldas, Goiás, apresentou uma distribuição temporalmente dependente. Na estação de seca (inverno) a distribuição dos organismos ocorreu por processos determinísticos, devido especialmente aos gradientes ambientais, já na estação chuvosa, a distribuição ocorreu por processos estocásticos, provavelmente devido a instabilidade hidrológica (SHUVARTZ et al., 2005).

Talvez os processos estocásticos ligados ao aumento da instabilidade hidrológica, apenas sejam significativos para a alteração na distribuição de macroinvertebrados bentônicos a um longo período de exposição.

No presente estudo, foi avaliada a alteração na comunidade bentônica logo após o pico de instabilidade hidrológica e talvez o período em que a instabilidade hidrológica estava alta foi demasiadamente curto para causar qualquer tipo de

alteração na comunidade bentônica. Esta hipótese pode explicar a discrepância entre os resultados obtidos com o presente estudo e os demais estudos realizados em regiões que possuem diferença nítida entre estação seca e estação chuvosa (BISPO; OLIVEIRA, 1998; BISPO et al., 2001; SHUVARTZ et al., 2005). Enquanto neste estudo os períodos de aumento significativo de fluxo de água duram poucos dias, naqueles estudos o período dura toda ou grande parte da estação chuvosa.

Grande parte dos trabalhos realizados em regiões de regime pluviométrico bem definido, baseiam-se na comparação da época chuvosa e época seca, e geralmente reportam resultados significativos, entretanto, os trabalhos que avaliam as diferenças no “*drift*” dos organismos em curtos e longos períodos de tempo também reportam resultados de diferença significativa, tanto em curtos como em longos períodos de tempo (CASTRO, 2012). Estes trabalhos trazem evidências de que a sazonalidade é um fator importante, mas isoladamente não explicam os padrões de “*drift*” dos organismos bentônicos.

O ciclo de vida dos organismos pode ser um fator essencial para determinação de sua abundância. Tal característica pode estar sendo incorretamente avaliada pelos estudos realizados em estações de seca e chuvosa, como pode ser observado com o declínio da população de Ephemeroptera no Parque Ecológico de Goiânia, durante a estação de seca (BISPO et al., 2001).

Sem o adequado conhecimento sobre os aspectos determinísticos da distribuição temporal dos organismos, pode ser equivocado relatar a chuva como fator determinante para a redução da população de macroinvertebrados dos rios, em regiões que possuam grande diferença no índice de pluviosidade durante o inverno e verão.

Os picos de emergência de adultos, ou picos de recrutamento de larvas também podem influenciar os resultados obtidos em determinadas regiões, como

observado na Serra de Paranabiaca, São Paulo. Por mais que esta região apresente um regime de chuva bem determinado, a mesma sazonalidade não foi vista com as larvas de Ephemeroptera, Plecoptera e Tricoptera (CRISCI-BISPO et al., 2007).

Estudos realizados com *C. pipiens* demonstraram que as larvas expostas a condições ambientais adversas podem se transformar mais rapidamente em pupas, esta estratégia provavelmente evoluiu para que os organismos expostos a grande instabilidade hidrológica se transformassem mais rapidamente em adultos (KOENRAADT; HARRINGTON, 2008). Estes não são drasticamente afetados pelas condições de instabilidade hidrológica, como são as larvas. É possível que a macrofauna bentônica apresente uma relação semelhante com a instabilidade causada pela pluviosidade.

A quantidade de adultos de Ephemeroptera aumenta consideravelmente com o aumento da temperatura, e o aumento da temperatura está intimamente ligado com o aumento do índice de pluviosidade na região central do Brasil. Portanto, a emergência dos adultos antecede em aproximadamente um a dois meses o início das chuvas na região da Serra de Pireneus, GO (BISPO et al., 2002). Este comportamento, provavelmente, é uma adaptação do ciclo de vida dos efemerópteros, caso estes insetos estejam na fase adulta, estão isentos dos riscos que as larvas estão correndo devido ao aumento da pluviosidade, característica da temporada quente e úmida do ano.

No presente trabalho foi verificada uma variação da comunidade bentônica entre as datas de coleta, mais significativa do que a diferença entre antes e depois da chuva. A diferença entre as coletas decorre provavelmente devido às características intrínsecas ao ciclo de vida dos organismos bentônicos, especialmente insetos, que formaram o maior grupo de organismos coletados. Estes em sua maioria necessitam

sair do ambiente aquático para se reproduzir, já o tempo que os adultos permanecem se reproduzindo é altamente variável.

Uma outra possibilidade para explicar porque a macrofauna bentônica não apresentou diferença significativa antes e depois da chuva, é de que as chuvas verificadas não foram fortes o suficiente para causar uma mudança significativa na abundância ou composição da comunidade. E isto demonstraria novamente, como as populações de animais avaliados estariam bem adaptadas às condições ambientais predominantes da região.

## Considerações finais

As alterações na abundância e composição da comunidade bentônica verificadas no trecho estudado do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR, não apresentaram um padrão de resposta frente aos picos de fluxo de vazão d'água decorrentes de chuvas.

As populações de macroinvertebrados apresentaram maior diferença entre as coletas realizadas em grandes intervalos de tempo, do que entre as amostragens realizadas antes e depois da chuva.

Os três grupos mais encontrados no presente trabalho (Chironomidae, Simuliidae e Hydropsychidae) são também grupos muito abundantes na literatura.

Futuros trabalhos com caráter sazonal serão importantes para elucidar melhor a alteração que a macrofauna bentônica apresenta ao longo do ano, sem que seja levado em consideração o índice de pluviosidade, da mesma forma que trabalhos conduzidos em laboratório e com condições controladas, serão importantes para esclarecer a influência que as populações apresentam sob o aumento do fluxo de vazão de água, velocidade de vazão, tamanho das rochas ou características do substrato, características químicas da água e outros parâmetros passíveis de verificação.

## Referências Bibliográficas

ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Caracterização e importância dos invertebrados de águas continentais com ênfase nos ambientes de rio grande. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 5 (1), p. 9-27, 2010.

ALMEIDA, G. L. de; MARINONI, L. Abundância e sazonalidade das espécies de Leptoceridae (Insecta, Trichoptera) Capturadas com armadilhas luminosa no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17 (2) p. 347-359, 2000.

ALVES, R. G.; MARCHESE, M. R.; ESCARPINATI, S. C. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in lotic environments in the State of São Paulo, Brazil. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v. 96 (4), p. 431-435, 2006.

ANDRADE, H. T. D. A.; SANTIAGO, A. S.; MEDEIROS, J. F. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos com enfoque nas insetos aquáticos do Rio Piranhas-Assu, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 1(3) p. 51-56. 2008

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D.F.; ALBURQUERQUE, C. de; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 61-72, 2007.

AYRES, M.; AYRES M. Jr.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat 5.0.**: Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Bio-médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007.

BAPTISTA, D. F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 12, p. 425-441, 2008.

BAY, S.; JONES, B. H.; SCHIFF, K.; WASHBURN, L. Water quality impacts of stormwater discharges to Santa Monica Bay. **Marine Environmental Research**, v. 56 p. 205-223. 2003.

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 córrego do Planalto Central do Brasil. **Acta Limnologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 1-9, 2001.

BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G.; OLIVEIRA, L. G. Stonefly (Plecoptera) fauna in a mountainous area of Central Brazil: composition and adult phenology. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 317-323, 2002.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Distribuição especial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de Cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. **Ecologia de insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 5, p. 175-189, 1998.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil, **Revista**

**Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 283-293, 2007.

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

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

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ) *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 14 (1), p. 91-98, 2002.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; MEDEIROS, A O.; MORENO, P. ROSA, C. A. Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts and microbiological indicators along a longitudinal gradient serra do Cipó, Brazil. **Braz. J. Biol.** v. 64 (4), p. 753-755. 2004.

CHALAR, G.; AROCENA, R.; PACHECO, J. P.; FABIÁN, D. Trophic assessment of streams in Uruguay: A Trophic State Index for Benthic Invertebrates (TSI-BI). **Ecological Indicators.**, p. 1-8. 2010.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **PRIMER v5**: User manual/tutorial. [S.l.]: Plymouth, v. Primer-E LTDA., 2001.

CASTRO. D. M. P. **Influência de alterações de vazão sobre o “drift” de macroinvertebrados a jusante de uma barragem hidrelétrica**. Dissertação de Metrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, 2012

COLPO, K. D.; BRASIL, M. T.; CAMARGO, B. V. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de áreas orizícolas e pelos de origem urbana/industrial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2087-2092, 2009.

COPPO, T. L.; LOPES, J. Diversidade de Simuliidae (Diptera: Nematocera) de três cursos d'água no parque ecológico da Klabin S. A. – Telêmaco Borba, Estado do Paraná. **Semina: Ciências Biológicas da Saúde**, Londrina, v. 31 (1), p. 03-14, 2010.

CORDEIRO, J.; RODRIGUES, W. A. Caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR. **Árvore**, Viçosa, v.31 n. 3 p. 545-554. 2007.

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

EFFENBERGER, M.; ENGEL, J.; DIEHL, S.; MATTHAEI, C. D. Disturbance history influences the distribution of stream invertebrates by altering microhabitat parameters: a field experiment. **Freshwater Biology**, p. 1-16. 2008.



- FROUZ, J.; MATENA, J.; ALI, A. Survival strategies of chironomids (Diptera: Chironomidae) living in temporary habitats: a review, **Eur. J. Entomol.** v. 100, p. 459-465, 2003.
- FULAN, J. A.; HENRY, R. The Odonata (Insecta) assemblage on *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth (Pontederiaceae) stands in Camargo Lake, a lateral lake on the Paranapanema River (state of São Paulo, Brazil), after an extreme inundation episode. **Acta Limnol. Bras.** v. 18 (4) p. 423-431, 2006.
- FULAN, J. A.; HENRY, R. Distribuição temporal de imaturos de Odonata (Insecta) associados à *Eichhornia azurea* (Kunth) na Lagoa do Camargo, Rio Paranapanema, São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51 (2), p. 224-227, 2007.
- GONÇALVES, F. B.; ARANHA, J. M. R. Ocupação espaço-temporal pelos macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, PR (Brasil). **Acta Biol. Par.** v. 33, p. 181-191, 2004.
- GORNI, G. R.; ALVES, R. G. Oligochaeta (Annelida: Clitelata) em córregos de baixa ordem do Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo – Brasil). **Biota Neotrop.** v. 8 (4), p. 161-165 2008.
- GRESENS, S. E.; BELT, K. T.; TANG, J. A.; GWINN, D. C.; BANKS, P. A. Temporal and spatial responses of Chironomidae (Diptera) and other benthic invertebrates to urban stormwater runoff. **Hydrobiologia**, p. 173-190. 2007.
- HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T; RYAN, P. D. PAST-Palaeontological statistics, University of Oslo, 2013.
- HERBST, D. B.; COOPER, S. D. Before and after the deluge: rain-on-snow flooding effects on aquatic invertebrates communities of small stream in the Sierra Nevada, California. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 29, n. 4, p. 1354-1366, 2010.
- JERGENTZ, S. PESSACP, P.; MUGNI, H.; BONETTO, C. SCHULZ, R. Linking in situ bioassays and population dynamics of macroinvertebrates to assess agricultural contamination in streams of the Argentine pampa. **Ecotoxicology and Environmental safety**, v. 59 p. 133-141. 2004.
- KAMADA, M. D. L.; LUCCA, G. M.; LUCCA, J. V. Utilização dos macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água no Córrego Retiro Saudoso, em Ribeirão Preto – SP. **VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8 (2), p. 250-261, 2012.
- KLEINE, P.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; CORBI, J. J. Relationship between banana plant cultivation and stream macroinvertebrate communities. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23 (4) p. 344-352, 2011.
- KOENRAADT, C. J. M.; HARRINGTON, L. C. Flushing effect of rain on container-inhabiting mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 45, n. 1, p. 28-35, 2008.
- LOZOVEI, A. L.; PETRY, F.; NETO, L. G. S.; FERRAZ, M. E. Levantamento das espécies de *Simulium* (Diptera, Simuliidae), Riacho dos Padres, município de Almirante Tamandaré, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48 (1) p. 91-94, 2004.

- MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Papelaria Max Roesner, Curitiba, 1968.
- MALMQVIST, B.; SACKMANN, G. Changing risk of predation for a filter-feeding insect along a current velocity gradient. **Oecologia**, p. 450-458, 1996.
- MARINONI, L.; ALMEIDA, G. L. Abundância e sazonalidade das espécies de Hydropsychidae (Insecta, Trichoptera) capturadas em armadilhas luminosa no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 17(1) p. 283-299, 2000.
- MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M. HEPP, L. U. Efeito de metais Cobre (Cu) e Zinco (Zn) sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do sul do Brasil. **Acta Sci. Biol.** v.30 (3), p. 283-289, 2008.
- MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: Adaptação do índice biótico BMWP' à bacia do Rio Meia Ponte - GO. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12 n. 3 p. 553-563. 2008.
- MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010.
- NASCIMENTO, H. L. S.; ALVES, R. G. Cocoon production and hatching of *Branchiura sowerbyi* Beddard (Oligochaeta: Tubificidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25 (1), p. 16-19, 2008.
- NESSIMIAN, J. L.; OLIVEIRA, A. L. H.; Colonização do “Litter” de *Eleocharis sellowiana* Kunth (Cyperaceae) por larvas de Chironomidae (Diptera) em um brejo no litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Entomol. Vect.** v. 12 (2), p. 159-172, 2005.
- O'NEILL, B. J.; THORP, J. H. Flow refugia for the zoobenthos of a sand-bed river: the role of physical-habitat complexity. **Jornal North American Benthological Society**, v. 30 n. 2 p. 546-558. 2011.
- PAMPLIN, P. A. Z.; ROCHA, O.; MARCHESE, M. Riqueza de espécies de Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em duas represas do Rio Tietê (São Paulo). **Biota Neotropica**, v. 5 (1), p. 63-70, 2005.
- PEPINELLI, M. Checklist de Simuliidae (Insecta, Diptera) do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 11 (1), p.1-8, 2011.
- PY-DANIEL, V.; DARWICH, S. M.; MARDINI, L. B.; STRIEDER, M. N.; COSCARÓN, S. Simuliidae (Diptera, Culicomorpha) no Brasil –XII sobre o gênero *Tbyrsopelma* Enderlein, 1934: descrição de *T. jeteri* Sp.N., considerações sobre o cibário e chave para as pupas. **Acta Amazônica**, v. 35 (4), p. 463-472, 2005.
- RASBAND, W. ImageJ documentation. Disponível em: [www.rsb.info.nih.gov](http://www.rsb.info.nih.gov), acesso em 14/07/2013.
- REZENDE, C. F. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados associados ao folhicho submerso de remanso e correnteza em igarapés da Amazônia Central. *Biota Neotropica*, v. 7 (2), p. 301-305, 2007.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 613-618, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual da Saúde. Centro Estadual de Vigilância em Saúde. Simulídeos: Programa Estadual – Rio Grande do Sul, Brasil: guia para orientação aos municípios sobre manejo integrado, controle e gestão de insetos da família Simuliidae (Diptera, Nematocera) no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

RÍOS-ESCALANTE, P. DE LOS.; MORRONE, J. J.; RIVERA, R. Distributional patterns of the South American species of *Hyaella* (Amphipoda: Hyaellidae). **Gayana** v. 76 (2), p. 153-161, 2012.

RUARO, R.; AGUSTINI, M. A. B.; ORSSATTO, F. Avaliação da qualidade da água do Rio Clarito no Município de Cascavel (PR), através do índice BMWP adaptado. **SaBios: Revista Saúde e Biologia**, v. 5 (1) p. 5-12, 2010.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósitos de folhço submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52(1), p.95-104, 2008.

SANTOS, J. E. D. STRIEDER, M. N.; FIORENTIN, G. L.; NEISS, U. G. Velocidade da água e a distribuição de larvas e pupas de *Chirostilbia pertinax* (Kollar) (Diptera, Simuliidae) e macroinvertebrados associados. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 1, p. 62-66, 2007.

SANTOS, P.; GOMES, M. F. V. B. A cobertura florestal no Município de Guarapuava-PR no espaço e no tempo. **12 Encuentro de Geógrafos da América Latina**, Montevideo, 2009.

SANTOS, R. B.; LOPES, J. SANTOS, K. B. Distribuição espacial e variação temporal da composição de espécies de borrachudos (Diptera: Simuliidae) em uma microbacia situada no norte do Paraná. **Neotropical Entomology**, v. 39(2), p.289-298, 2010.

SEGURA, M. O.; GESSNER, A. A. F.; BATISTA, T. C. A. Associação for ética entre larvas de *Rheotanytarsus* (Chironomidae, Tanytarsini) e adultos de Elmidae (Coleoptera), coletados em córregos no Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24 (2), p. 503-504, 2007.

SONADA, K. C. **Orientações gerais para avaliação de macroinvertebrados aquáticos em bacias hidrológicas**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2010.

SHUVARTZ, M.; OLIVEIRA, L. G.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; BIBI, L. M. Relação entre distribuição e abundância de larvas de Tricoptera (Insecta), em córregos de Cerrado no entorno do Parque Estadual da Serra de Caldas (Caldas Novas, Estado de Goiás). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 51-55, 2005.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios**. Jaguariúna: Embrapa, 2004.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F. D.; BOEIRA, R. C. **Comunicado Técnico 19: Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos**. Jaguariúna:

Embrapa, 2004.

TAKEBE, I. V. **Efeitos dos fatores ambientais sobre a fauna de Ephemeroptera (Insecta) em riachos de Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil.** Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP. ed. Ribeirão Preto: [s.n.], 2009.

TRINDADE, R. L.; GORAYEB, I. S. Maruins (Ceratopogonidae: Diptera) do estuário do Rio Pará e do litoral do Estado do Pará, Brasil. **Entomol. Vect.** v. 12 (1), p. 61-74, 2005.

TRINDADE, R. L.; GORAYEB, I. S. Maruins (Diptera: Ceratopogonidae: Culicoides), após a estação chuvosa, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Itatupã-Baquiá, Gurupá, Pará, Brasil. **Revista Pan-Amaz Saúde**, v. 1 (2), p. 121-130, 2010.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Chironomidae (Diptera) do Rio Ribeira (divisa dos Estados de São Paulo e Paraná) numa avaliação ambiental faunística. **Entomol. Vect.** v. 12 (2), p. 243-243, 2005.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; SILVA, F. L.; VALENTE-NETO, F. First recordo of larvae of Chironomidae (Insecta, Diptera) as prey of Temnocephala sp. (Platyhelminthes, Temnocephalidae), in extosymbiont on larvae of Cordalidae (Megaloptera). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56(3), p. 387-389, 2012.

UIEDA, V. S.; KIKUCHI, R. M. Entrada de material alóctone (detritos vegetais e invertebrados terrestres) num pequeno curso de água corrente na Cuesta de Botucatu, São Paulo. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 8, p. 105-114, 1995.

## Anexo I

**Tabela 1:** Caracterização ambiental e pontuação do ponto de coleta 1 localizado em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

<b>Parâmetro</b>	<b>Condição encontrada</b>	<b>Pontuação</b>
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	4
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	4
3. Alterações antrópicas	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	2
4. Cobertura vegetal no leito	Total	2
5. Odor da água	Nenhum	4
6. Oleosidade da água	Ausente	4
7. Transparência da água	Transparente	4
8. Odor do sedimento	Nenhum	4
9. Oleosidade do fundo	Ausente	4
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	4
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados: pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis	5
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas: rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio	5
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes: distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7	5
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes)	5
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama	5

16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos	5
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal	5
18. Características do fluxo das águas	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto	3
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal"	5
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada	5
21. Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.)	5
22. Presença de plantas aquáticas	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p. ex. aguapé)	0
Soma de pontuação:		89

**Tabela 2:** Caracterização ambiental e pontuação do ponto de coleta 2 localizado em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

<b>Parâmetro</b>	<b>Condição encontrada</b>	<b>Pontuação</b>
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	4
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	4
3. Alterações antrópicas	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	2
4. Cobertura vegetal no leito	Total	2

5. Odor da água	Nenhum	4
6. Oleosidade da água	Ausente	4
7. Transparência da água	Transparente	4
8. Odor do sedimento	Nenhum	4
9. Oleosidade do fundo	Ausente	4
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	4
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados: pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis	5
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas: rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio	5
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes: distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7	5
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes)	5
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama	5
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos	5
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal	5
18. Características do fluxo das águas	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto	3
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal"	5
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada	5
21. Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.)	5

22. Presença de plantas aquáticas	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p. ex. aguapé)	0
Soma de pontuação:		89

**Tabela 3:** Caracterização ambiental e pontuação do ponto de coleta 3 localizado em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

<b>Parâmetro</b>	<b>Condição encontrada</b>	<b>Pontuação</b>
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	4
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Moderada	2
3. Alterações antrópicas	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	2
4. Cobertura vegetal no leito	Total	2
5. Odor da água	Nenhum	4
6. Oleosidade da água	Ausente	4
7. Transparência da água	Transparente	4
8. Odor do sedimento	Nenhum	4
9. Oleosidade do fundo	Ausente	4
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	4
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados: pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis	5
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas: rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio	5
13. Frequência de	Rápidos relativamente frequentes: distância	5



rápidos	entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7	
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes)	5
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama	5
16. Depósitos sedimentares	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama: 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	3
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal	5
18. Características do fluxo das águas	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto	3
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal"	5
20. Estabilidade das margens	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 a 30% da margem com erosão	3
21. Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.)	5
22. Presença de plantas aquáticas	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p. ex. aguapé)	0
Soma de pontuação:		83

**Tabela 4:** Caracterização ambiental e pontuação do ponto de coleta 4 localizado em um trecho do Rio Xarquinho, Guarapuava, PR.

Parâmetro	Condição encontrada	Pontuação
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	4
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	4

---

3. Alterações antrópicas	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	2
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	4
5. Odor da água	Nenhum	4
6. Oleosidade da água	Ausente	4
7. Transparência da água	Transparente	4
8. Odor do sedimento	Nenhum	4
9. Oleosidade do fundo	Ausente	4
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	4
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados: pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis	5
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas: rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio	5
13. Frequência de rápidos	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25	2
14. Tipos de substrato	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso	0
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama	5
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos	5
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal	5
18. Características do fluxo das águas	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto	3
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal"	5
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para	5

---

---

	problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada	
21. Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária menor que 6m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica	0
22. Presença de plantas aquáticas	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgo distribuídas no rio; substrato com perifiton	3
	Soma de pontuação:	81

---