

**UNIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO E DA REGIÃO DO  
PANTANAL**

**WALTEIR ROBERTO DE SOUZA**

**ENTOMOFAUNA BENTÔNICA E SEU USO NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA  
ÁGUA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO GUARIROBA, CAMPO  
GRANDE, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL**

**CAMPO GRANDE – MS  
2008**

**WALTEIR ROBERTO DE SOUZA**

**ENTOMOFAUNA BENTÔNICA E SEU USO NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA  
ÁGUA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO GUARIROBA, CAMPO  
GRANDE, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em nível de Mestrado Acadêmico em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, como parte dos critérios de avaliação para obtenção do título de Mestre.

Orientadores:

Prof. Dr. Silvio Favero

Prof. Dr. Silvio Jacks dos Anjos Garnés

Prof. Dr. Ademir Kleber Morbeck de Oliveira

**CAMPO GRANDE – MS  
2008**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UNIDERP

S719e Souza, Walteir Roberto de.  
Entomofauna bentônica e seu uso na avaliação da qualidade da água na Área de Proteção Ambiental (APA) do Guaruroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. / Walteir Roberto de Souza. -- Campo Grande, 2008.  
39f .  
  
Dissertação (mestrado) - Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, 2008.  
"Orientação: Prof. Dr. Silvio Favero"  
  
1. Cerrado 2. Alteração antrópica 3. APA Guaruroba 4. Insetos aquáticos 5. Índice de diversidade I. Título.  
CDD 21.ed. 553.7098171

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: **Walteir Roberto de Souza**

Dissertação defendida e aprovada em 11 de julho de 2008 pela Banca Examinadora:

---

Prof. Doutor **Silvio Favero (Orientador)**  
Doutor em Entomologia

---

Profa. Doutora **Lidiamar Barbosa de Albuquerque (UEMS)**  
Doutora em Ecologia

---

Prof. Doutor **Paulino Barroso Medina Júnior (UNIDERP)**  
Doutor em Engenharia Ambiental

---

Prof. Doutor **Silvio Favero**  
**Coordenador do Programa de Pós-Graduação**  
**em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional**

---

Prof. Doutor **Raimundo Martins Filho**  
**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UNIDERP**

## DEDICATÓRIA

Esta obra é dedicada a minha esposa pela paciência e fé em meu trabalho; e ao nascimento da minha primogênita Estela Bazzanella Fontoura de Souza; as quais me dedico incondicionalmente.

Aos meus amados avós maternos Pedro Nogueira e Valdumira Vieira Nogueira, por terem me criado e ensinado a importância do respeito aos outros, trabalho, perseverança e responsabilidade.

Aos meus pais Adonél José de Souza e Nilva Nogueira Souza por terem me proporcionado a existência com suas constituições orgânica e genética em momento de desejo e prazer.

Ao Célio Vieira Nogueira (*tio Célio*) como referência à paixão pelos livros, pela oportunidade dada aos meus estudos e incentivo pela carreira acadêmica e constantes debates sobre a existência dos fenômenos naturais e humana.

À minha família em Vilhena, Chupinguaia e Colorado D'Oeste, Estado de Rondônia (clã dos Nogueira e Souza).

*In memoriam* a matriarca paterna (avó) Minervina Gomes de Souza, falecida em maio de 2008.

A minha causa como pesquisador: compreensão da existência e funcionamento dos mecanismos naturais dos ecossistemas aquáticos.

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Sandra Regina Bazzanella Fontoura pela paciência, auxílio nas coletas de campo, nas revisões sintáticas, de concordância textual e por me proporcionar a vinda da filha Estela, em maio de 2008.

Ao orientador, Silvio Favero pelos esclarecimentos da entomofauna aquática, auxílio na escolha das Estações de Coletas, aplicação estatística em comunidades, suporte de material para coleta de campo, literatura fornecida e artigos científicos produzidos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em nível de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional pela luz fornecida no despertar para o fascínio dos complexos mecanismos naturais.

Aos componentes do Comitê de Orientação Ademir Kleber Morbeck de Oliveira e Silvio Jacks dos Anjos Garnés pelas correções e sugestões de melhora desta obra.

Aos professores da Banca de Qualificação Paulino Barroso Medina Júnior e Fernando Bauer pelas contribuições sugeridas para o artigo apresentado.

Aos professores da Banca de Defesa Paulino Barroso Medina Júnior e Lidiamar Barbosa de Albuquerque pelas contribuições sugeridas na melhora da dissertação.

Ao grande amigo mestre Fábio Henrique da Silva, pelas dicas no processo seletivo, escolha das estações de coleta, esforço amostral, ensino no manuseio dos sensores físicos, químicos e GPS, auxílio nas coletas, identificação das famílias de insetos, fornecimento de literatura e bom almoço em sua casa; pelas idéias, críticas, disponibilização de computador e internet, longas e proveitosas conversas de bar, indicação como representante discente do Colegiado do Mestrado (ano de 2006), artigos produzidos e pelos projetos presentes e futuros. Sempre me diz: você está atrasado!

À Thayla Caroline de Arruda Venancio, por ter sido minha primeira co-orientada; pelo auxílio durante as coletas, disponibilidade incondicional e artigos científicos que estão sendo elaborados sobre gêneros e espécies de Chironomidae.

Ao meu amigo Valtecir Fernandes pelo companheirismo, auxílio em algumas colegas, pelos artigos e *banners* produzidos para congressos.

À Cintia de Oliveira Conte, amiga de boa conversa e do tereré, técnica do Laboratório de Entomologia/UNIDERP.

Em especial, ao apoio logístico fornecido pelo Laboratório de Entomologia/UNIDERP.

Ao amigo Ricardo Anghinoni Bocchese pelo auxílio na elaboração dos *Abstracts* desta Dissertação.

Ao Helder Antônio de Souza pelo fornecimento de alguns materiais para coleta e pela pessoa divertida e abordagem sincera com seu inseparável *cigarrim di paia*.

Aos demais colegas do mestrado da nossa turma de 2006 pelas calorosas discussões em sala de aula, *coffee break* inesquecíveis e festas animadas.

Aos amigos que auxiliaram durante as coletas: Thiago Tesini Molina Taveira, Cleberson Inacio Baungaertner Bervian, Paulino Barroso Medina Júnior, Fabiano Corrêa e o fotógrafo Renato França Lopez.

Às Secretárias dos mestrados em Meio Ambiente e Desenvolvimento regional Silvia Lasma de Cordoba, Andreliza Mila Rosa de Oliveira e Eva Teixeira dos Santos, pela paciência e presteza.

Ao meteorologista Natálio Abraão Filho da Estação Meteorológica da UNIDERP, pela presteza nos fornecimentos dos dados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Ensino Superior (CAPES) pela Bolsa Nível II (Parcial), sem a mesma não teria realizado o curso de mestrado.

Aquelas pessoas, que por ventura tenha esquecido de mencionar, mas que contribuíram na elaboração desta obra.

Garanto a vocês que suas contribuições não resultaram em apenas folhas reunidas em um encadernado de dissertação, mas sim, em conhecimentos; fico na obrigação de passá-los a outros interessados de maneira científica, clara e verdadeira.

## EPÍGRAFE

*Que permaneça  
essa força  
que permite  
o entendimento  
da magia  
dos mecanismos naturais.*  
(Autor desconhecido)

*In memoriam* a Valdir Antonio Taddei, um dos marcos do Mestrado em Meio Ambiente e  
Desenvolvimento Regional/UNIDERP e pesquisador de Chiroptera



## SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL</b> .....	vii
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	viii
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I - Estrutura da entomofauna bentônica em trechos de córregos impactados da Microbacia do Guariroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil</b> .....	2
<b>Resumo</b> .....	2
<b>Abstract</b> .....	2
<b>Introdução</b> .....	3
<b>Material e métodos</b> .....	5
<b>Resultados e discussão</b> .....	7
<b>Conclusão</b> .....	14
<b>Referências</b> .....	15
<b>CAPÍTULO II - A entomofauna bentônica como indicadora da qualidade da água em trechos de córregos da APA Guariroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil</b> .....	18
<b>Resumo</b> .....	18
<b>Abstract</b> .....	18
<b>Introdução</b> .....	19
<b>Material e métodos</b> .....	20
<b>Resultados e discussão</b> .....	25
<b>Conclusão</b> .....	30
<b>Referências</b> .....	31
<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	34
<b>ANEXO</b> .....	36

## RESUMO GERAL

Este trabalho objetivou estudar a estrutura da entomofauna aquática e seu uso na avaliação da qualidade da água na Área de Proteção Ambiental (APA) do Guariroba em quatro córregos (os trechos de cada córrego escolhido foi considerado uma estação de coleta. Foram realizadas duas campanhas de coleta no período de estiagem e duas no período chuvoso, com auxílio de rede Surber (0,08 m<sup>2</sup>), 300 µm e esforço amostral de três lances a jusante e três a montante da estrada vicinal CG-040 para cada estação de coleta. As variáveis físicas e químicas da água foram mensuradas por meio de medidores portáteis e foi obtido: pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura da água, temperatura do ar. As medidas de transparência e profundidade foram realizadas com auxílio do disco de Secchi. No primeiro artigo foi analisada a abundância absoluta das famílias de insetos, índice de diversidade de Shannon-Wiener, equitabilidade de Shannon, índice de similaridade de Jaccard e riqueza de Jackknife-1<sup>a</sup>. Para as variáveis físicas e químicas foi aplicado o índice de similaridade por Distância Euclidiana e Análise dos Componentes Principais (ACP). A estrutura da comunidade indicou a Estação E2 (área controle) como o mais conservado com presença de 20 famílias e os demais, cada um com 11 famílias para o período de estiagem. Neste período ocorreu grande variação entre as famílias nas estações de estudo, com exceção de Chironomidae, que foi dominante em todas. O estabelecimento de pastagens, retirada da formação ripária e processos erosivos presentes são os possíveis responsáveis pela baixa diversidade biológica nas demais estações E1, E3 e E4. Já no segundo artigo foi considerada a riqueza e densidade absoluta de famílias de insetos, uma matriz de abundância absoluta para aplicação dos índices de diversidade de Shannon-Wiener, Simpson, Equitabilidade de Shannon e Dominância. E o teste – *t* aplicado na diferença entre a diversidade de famílias nas posições jusante/montante de uma mesma estação de coleta; Análise de Correspondência Canônica (ACC) para estabelecer o grau de semelhança entre as caracterizações por famílias de insetos das estações de coleta; Análise dos Componentes Principais (ACP) pelas variáveis físicas e químicas para averiguar a semelhança entre as estações de coleta, no período de estiagem e chuvoso. As variáveis físicas e químicas pela ACP mostraram caracterizações distintas entre as posições jusante e montante das estações E1, E2, E3 e E4 nas diferentes campanhas de coleta. Os índices de diversidade foram eficientes e apresentaram a estação E1 (com elevada alteração antrópica) como a menos conservada que confirma com a riqueza de famílias de insetos encontradas. A ACC apresentou as estações E3 e E4 como as mais conservadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerrado. Alteração Antrópica. APA Guariroba. Insetos Aquáticos. Índice de Diversidade.

### GENERAL ABSTRACT

Simple streams (Saltinho tributary, Saltinho, Guariroba, and Açude) at Guariroba Environment Protection Area (APA), far away from 35 km of Campo Grande city were studied on its benthic aquatic insect structure and composition on sites upstream e downstream of CG-040 road, with the objective to have answers of its community structure due to established erosive process and green-belt absence. It was done bento collect with a Surber mesh (0,08 m<sup>2</sup>), on four collect sites, (E1, E2, E3, E4) downstream and upstream, and three collect sites upstream of road, on each place, resered by UTM coordenates. It was mensured pH, dissolved oxygen, electric conductivity, water temperature, depth and transparency, for the index similarity to both areas. Article forst at the community structure indicated Saltinho stream (control site) as the more conserved, with 20 families presented, compared to 11 families for the others places. This confirmation was obtained by Shannon Diversity Index, Jackknife-1<sup>a</sup> richness and Jaccard similarity index. Chironomidae that was dominant at all places. The possible responsible to low biologic diversity can be the presence of pasture areas, erosive process and green-belt absence. At article second the control area showed that the physical and chemical characters act on different ways over upper and downstream of the collect site. The Shannon, Simpson, test – *t*, Equitability and Dominance Index showed that E1 was the station more impacted.

**KEY-WORDS:** Cerrado. Environmental Degradation. APA Guariroba. Aquatic Insects. Diversity Index.

## INTRODUÇÃO GERAL

A Microbacia do Córrego Guariroba é a principal fonte de abastecimento de água da população urbana (aproximadamente 60%) do município de Campo Grande do Estado de Mato Grosso do Sul. As propriedades rurais contribuintes da Bacia do Córrego Guariroba são na maior parte delas, destinadas à criação de bovinos de corte, cria e recria, de forma extensiva que contribuem para um acentuado assoreamento do córrego Guariroba e afluentes, devido à formação de pastagens destas áreas em decorrência da retirada da vegetação natural a falta de práticas de conservação do solo e preservação das formações ripárias e encostas. Este assoreamento desenfreado diminui o volume de água do reservatório da Empresa Águas Guariroba e altera a integridade das comunidades aquáticas do córrego Guariroba e tributários.

A Área de Proteção Ambiental (APA) do Guariroba (Decreto 7.183/95) foi criada para assegurar o uso adequado dos recursos naturais bem como implementar ações para e recomposição das áreas degradadas devido aos problemas decorrentes das práticas agropastoris inadequadas. No corpo do decreto que institui a APA do Guariroba consta no Art. 1 pelas contribuições sugeridas para o artigo apresentado a finalidade de: promover o constante monitoramento da qualidade ambiental do manancial e a implementação de projetos específicos que possam contribuir com a sua conservação.

Neste contexto ferramentas como os indicadores biológicos são necessários para avaliação da qualidade das águas, seu uso é sustentado também pela legislação dos Recursos Hídricos (Lei 9.433/97). Esta tem como um de seus preceitos “considerar que a saúde e o bem-estar humanos, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas”.

Os insetos aquáticos bentônicos (principal grupo dos macroinvertebrados aquáticos) apresentam-se extremamente úteis para monitorar a qualidade da água, devido formar uma taxocenose com grande diversidade de táxons e serem encontrados em quase todos os tipos de habitats de águas continentais, sob diferentes condições ambientais, além de serem de fácil amostragem com técnicas de baixo custo. Os Impactos das atividades agropecuárias refletem na qualidade da água consumida pela população local, na biota aquática, tais como os insetos e indiretamente da biota terrestre dependente dos córregos e de suas biocenoses.

Pelos córregos possuírem uma entomofauna bentônica diversificada, este trabalho tem por objetivo avaliar a estrutura desta comunidade em quatro córregos da região Oeste da APA do Guariroba, e seu uso como indicadores e monitores biológicos para determinar sua qualidade ambiental, bem como subsidiar medidas futuras para minimização das alterações antrópicas presentes.

## CAPÍTULO I

### **Estrutura da entomofauna bentônica em trechos de córregos impactados da Microbacia do Guariroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil**

Walteir Roberto de Souza

Laboratório de Pesquisa em Entomologia. Discente do Programa de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal. Rua Alexandre Herculano, 1400, Jardim Veraneio. CEP: 79037-280.  
E-mail: quatims@hotmail.com

**RESUMO:** Foram estudados córregos de pequena ordem (Afluente do Saltinho, Saltinho, Guariroba e Açude) na Área de Proteção Ambiental (APA) do Guariroba a cerca de 35km do centro da cidade de Campo Grande-MS acesso BR-262, quanto à estrutura da comunidade e diversidade de insetos aquáticos bentônicos, à jusante e montante da estrada vicinal (CG-040), com objetivo de avaliar a resposta da comunidade frente aos processos erosivos estabelecidos, ausência de formação ripária o grande fluxo de veículos e animais. As coletas do bento foram realizadas com auxílio de uma rede Surber (0,08m<sup>2</sup>) em três pontos a jusante e três pontos a montante da estrada em cada estação, georreferenciada por coordenadas UTM. Foram mensurados o pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura da água, profundidade e transparência. A estrutura da comunidade indicou o córrego Saltinho (área controle) como o mais conservado com presença de 20 famílias e os demais, cada um com 11 famílias. Ocorreu grande variação entre as famílias nas estações estudadas, com exceção de Chironomidae, que foi dominante em todas. O estabelecimento de pastagens, retirada da formação ripária e processos erosivos presentes são os possíveis responsáveis pela baixa diversidade biológica.

**Palavras-chave:** Cerrado. Degradação Ambiental. APA Guariroba. Insetos Aquáticos.

**ABSTRACT:** **Benthic entomofaunic structure of four disturbed streams at Guariroba River watershed, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil.** Simple streams (Saltinho tributary, Saltinho, Guariroba, and Açude) at Guariroba Environment Protection Area (APA), far away from 35 km of Campo Grande city were studied on its benthic aquatic insect structure and composition on sites upstream e downstream of CG-040 road, with the objective to have answers of its community structure due to established erosive process and green-belt absence. It was done bento collect with a Suber mesh (0,08m<sup>2</sup>), on three collect sites, downstream and upstream, and three collect sites upstream of road, on each place, resered by UTM coordenates. It was mensured pH, dissolved oxygen, electric conductivity, water temperature, depth and transparency. The community structure indicated Saltinho stream (control site) as the more conserved, with 20 families presented, compared to 11 families for the others places. This confirmation was obtained by Shannon-Wiener Diversity Index, Jackknife-1<sup>a</sup> richness and Jaccard similarity index. Chironomidae that was dominant at all places. The possible responsible to low biologic diversity can be the presence of pasture areas, erosive process and green-belt absence.

**Key-words:** Cerrado. Environmental Degradation. APA Guariroba. Aquatic Insects.

## Introdução

As sociedades são grandemente dependentes dos seus ambientes aquáticos, no entanto, ao longo do século passado a atividade humana alterou drasticamente estes ecossistemas, ameaçando a sua saúde (Karr, 1999). Como resultado, as sociedades vêm sendo ameaçadas, visto que serviços críticos para seu desenvolvimento e manutenção também têm sido afetados, produzindo impactos econômicos, tais como o aumento muito rápido dos custos de tratamento de água, perda do valor estético de lagos, represas e rios impedindo a navegação e recreação, o que diminui o valor turístico e os investimentos nas bacias hidrográficas (Tundisi, 2003).

O uso descontrolado dos ecossistemas aquáticos levou a uma aceleração de processos eutrofizantes e a degradação destes sistemas, afetando a qualidade da água e deteriorando as bacias hidrográficas importantes no Brasil (Callisto *et al.*, 2002).

Esta alteração nos recursos hídricos levou a uma procura por variáveis que meçam perturbações sofridas no ambiente, pois foi constatado que nos sistemas aquáticos não perturbados, existe uma maior riqueza biológica, enquanto nos ecossistemas impactados pela ação antrópica, há um menor número de espécies (Rosenberg e Resh, 1993). Porém, é necessário selecionar quais atributos da população ou da comunidade serão utilizados na abordagem da avaliação. Uma ampla variedade de medidas é empregada, podendo ser divididas em quatro categorias principais: medidas de riqueza, de composição, de tolerância e tróficas (Silva, 2006).

Rios e córregos apresentam complexidade e alta diversidade de organismos, características comuns nos ambientes tropicais e subtropicais, nestes ecossistemas, os invertebrados de água doce constituem um grupo diversificado de organismos que habitam tanto ambientes lênticos (reservatórios, lagos e lagoas) como lóticos (rios, riachos e córregos) (Merritt e Cummins, 1996). Os invertebrados de água doce apresentam forma de vida errante ou sésil (Ismael *et al.*, 1999). Dentre estes, se destacam as comunidades aquáticas dos organismos bentônicos, que são compostas por diferentes grupos taxonômicos distribuídos em diversos substratos (Takeda *et al.*, 1997).

Assim, os organismos aquáticos se tornam importantes como indicadores de qualidade ambiental. Silveira *et al.*, (2004) afirmam que o uso de indicadores biológicos para avaliação da qualidade das águas é sustentado também pela legislação dos Recursos Hídricos (Lei 9433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos). Esta tem como um de seus preceitos “considerar que a saúde e o bem-estar humanos, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas”. Desse modo, se justifica

a necessidade de avaliar a condição da comunidade biológica para a manutenção da integridade dos ecossistemas aquáticos, a qual pode ser definida como a capacidade do sistema em manter a sua biodiversidade natural e os processos ecológicos essenciais para seu perfeito funcionamento.

O uso de métodos biológicos pressupõe que as atividades antrópicas produzem efeitos que afetam a organização e o funcionamento das comunidades naturais comprometendo, portanto, a integridade desses ecossistemas (Barbosa *et al.*, 1995).

Referente à comunidade bentônica, os limnólogos geralmente relacionam a estrutura da comunidade de insetos e outros invertebrados com as variações nas características ambientais dos rios. Tais análises são usadas para gerar e testar hipóteses sobre os possíveis fatores que influenciam a estrutura da comunidade de rios, e também modelar as respostas da biota às mudanças naturais e antropogênicas no ambiente (Silveira, 2004).

Hynes (1970) *apud* Silveira (2004), afirma que a distribuição dos insetos aquáticos é bastante influenciada pelo alimento disponível, condições físicas e químicas da água. A entomofauna bentônica responde rapidamente às perturbações ambientais, resultando em modificações na estrutura da comunidade local com diminuição da riqueza a poucos grupos generalistas e tolerantes, tais como Chironomidae, por isso esses organismos são amplamente utilizados em estudos de avaliação e monitoramento de sistemas aquáticos, conforme destacado em Rosenberg e Resh (1993). Alba-Tercedor, (1996) sugere que a densidade, a diversidade, o tamanho corporal e o curto ciclo de vida de macroinvertebrados aquáticos, quando comparados a outros organismos, favorecem o seu uso em monitoramento de ecossistemas aquáticos, complementando as informações físicas, químicas e físico-químicas do ambiente (Silva, 2006).

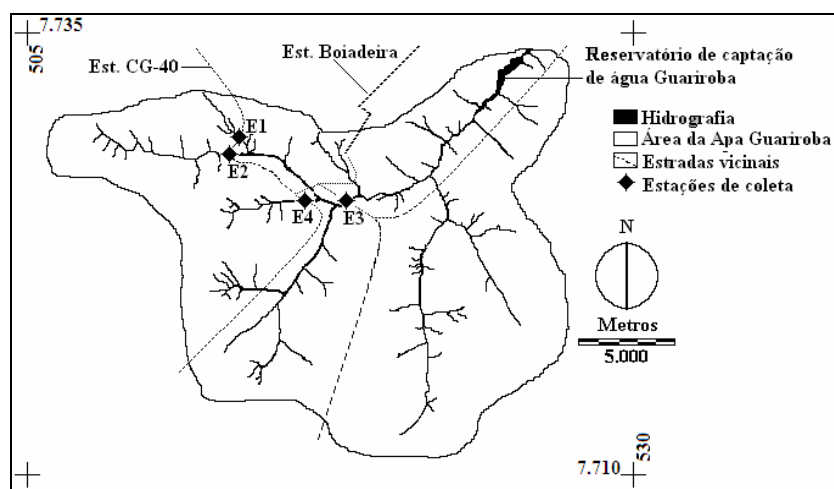
Na Área de Proteção Ambiental do Guariroba (Decreto Número 7.183, de 21 de Setembro de 1995 da Prefeitura Municipal de Campo Grande-MS), fonte de, aproximadamente, 60% da água empregada para abastecimento público do referido município, há necessidade do reconhecimento de variáveis que permitam avaliar o nível de agressão que os ambientes aquáticos estão sujeitos e subsidiar medidas futuras voltadas à minimização do impacto humano (Campo Grande, 1995). Silva (2005), em seu estudo com imagens de satélites e medida de batimetria do reservatório de captação Guariroba, afirma que o maior impacto ocasionado na área remete à ocupação do solo entre os anos de 1965 a 1985, com derrubadas e queimadas da vegetação para o estabelecimento da pecuária, o que deu origem a grandes processos erosivos e assoreamento dos córregos na área.

Neste ambiente as estações de coletas foram escolhidas em trechos de quatro córregos à

margem da estrada vicinal CG-040, por apresentarem os seguintes atributos de impactos: maior trânsito de pessoas, animais e veículos móveis, alteração da formação ripária e presença de processos erosivos e d) homogeneização do substrato de fundo dos córregos. Em decorrência da rápida resposta dos organismos bentônicos frente aos impactos antrópicos citados e estabelecidos na APA Guariroba este trabalho objetiva testar as hipóteses de que: a) impactos antrópicos de origem intermediária afetam a integridade da entomofauna bentônica em córregos de baixa ordem; b) as variáveis físicas e químicas não respondem as alterações intermediárias; c) pelo uso da entomofauna bentônica é possível sugerir medidas de minimização de impactos na APA Guariroba.

### Material e métodos

A área estudada corresponde à parte Oeste do manancial de captação Guariroba, com acesso pela BR-262, Campo Grande/Três Lagoas, na estrada vicinal CG-040 (Figura 1). Está situada a 35 km do centro da cidade de Campo Grande-MS. Sua altitude é de 620 m nas proximidades da nascente do córrego Saltinho, um dos afluentes do córrego Guariroba (Planurb, 1998).



**Figura 1:** Mapa da bacia de captação de água da Área de Proteção Ambiental (APA) do Guariroba e as estações de coleta nos córregos: E1 (Afluente do Saltinho); E2 (Saltinho); E3 (Guariroba) e E4 (Açude), Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul. Adaptado de Dias (2004).

O clima predominante na região é tropical úmido com temperatura média de 22°C e precipitação de 1453 mm, sendo que a maior concentração de chuvas ocorre entre os meses de outubro a março. A região apresenta formação dominante de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, com textura arenosa e menos de 17% de argila. São excessivamente drenados, profundos e ocorrem em relevo plano e suavemente ondulado com cobertura vegetal de Cerrado. Apresentam pouca capacidade de retenção de água e são muito pobres em elementos nutritivos, não sendo recomendados para a produção agrícola.



Os remanescentes da vegetação natural são distribuídos em quatro formas fitofisionômicas de Cerrado: campo limpo, campo sujo, cerrado *Stricto sensu* e cerradão, sendo diferenciadas entre si em relação à composição botânica e a estrutura da vegetação. A maior parte da cobertura atual é constituída, em sua maioria, por pastagens (Mato Grosso do Sul, 1982).

**Quadro 1.** Caracterização das estações de coleta na APA Guariroba, Microbacia do córrego Guariroba em abril de 2007.

<b>Estações de coleta de dados</b>	<b>Coordenadas UTM</b>	<b>Características gerais</b>	<b>Atributos de impactos</b>
E1 – córrego Afluente-do-Saltinho	771616E e 7725042N	- afluente do córrego Saltinho. - córrego de 1ª ordem com presença de cachoeira-remanso-corredeira. - vegetação marginal formada por pastagem. - predomínio arenoso do substrato de fundo.	- ausência de formação ripária. - presença de erosão (voçorocas) e erosão passiva nas pastagens de entorno. - solo das pastagens compactados. - formação de canais erosivos de acesso do gado até o córrego. - via de acesso estrada vicinal CG-040. - local usado para dessedentação de animais, por banhistas e rituais religiosos e trilhas por motociclistas.
E2 – córrego Saltinho (área controle)	771325E e 7724703N	- afluente do córrego Guariroba. - córrego de 2ª ordem com seqüência de cachoeira-remanso-corredeira. - formação ripária em todo trecho delimitada por pastagem. - predomínio rochoso do substrato de fundo com presença areia e folhço a montante e seixo e areia a jusante.	- erosão somente as margens da ponte oriunda da estrada. - presença de grande quantidade de resíduos sólidos de banhistas e de rituais religiosos como garrafas, vasos plásticos, velas e oferendas. - via de acesso estrada vicinal CG-040. - local usado para dessedentação de animais e trilhas por motociclistas.
E3 – córrego Guariroba	777309E e 7722140N	- afluente do Ribeirão Botas e um dos principais fornecedores do reservatório de captação Guariroba. - córrego de 3ª ordem com seqüência de remanso-corredeira. - formação ripária a montante e do lado direito da jusante sentido jusante/montante. - predomínio rochoso do substrato de fundo com presença areia a montante e seixo e areia a jusante.	- erosão somente as margens da ponte proveniente da estrada. - via de acesso pela estrada vicinal Boiadeira. - local usado para dessedentação de animais, por banhistas e rituais religiosos. - ausência de formação ripária no lado esquerdo da jusante sentido jusante/montante.
E4 – córrego Açude	775023E e 7722146N	- afluente do córrego Saltinho. - córrego de 1ª ordem com corredeira a jusante e brejo a montante. - formação ripária somente na jusante - área de entorno formada por pastagens para gado bovino. - predomínio de substrato arenoso a montante e seixo a jusante com presença de argila.	- ausência de formação ripária a montante. - erosão somente as margens da ponte. - área de brejo a montante devido à construção da estrada vicinal. - acesso pela estrada vicinal CG-040. - usada para dessedentação de animais.

Foram realizadas coletas durante o início do período de estiagem, nos dias 19-4-2007 e 20-4-2007. As estações de coleta foram marcadas através das coordenadas da projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), M.C. 57° Wga, F. 21, obtidas utilizando um receptor GPS Garmin 12 XL e foi considerada a ponte de acesso de cada córrego.

Os organismos foram coletados utilizando rede de Surber com malha de 300  $\mu\text{m}$  e área de 20 x 40 cm (0,08  $\text{m}^2$ ), com três sub-amostras à jusante e três à montante, possuindo uma distância de 15 m entre cada. Uma sub-amostra constituiu uma coleta de sedimento delimitado pela área da rede.

O material coletado foi etiquetado, colocado em sacos plásticos, encaminhado ao Laboratório de Pesquisa em Entomologia/UNIDERP, lavado em mesma malha, realizada a separação dos organismos do sedimento em bandejas transluminadas, os espécimes encontrados posteriormente foram fixados em álcool 70%, acondicionados em frascos de vidro e identificados até a categoria de família com o uso de literatura específica (Merritt e Cummins, 1996; Costa *et al.*, 2006).

Foram realizadas em cada ponto, medidas de variáveis físicas e químicas da água como oxigênio dissolvido, temperatura da água, condutividade elétrica e potencial Hidrogeniônico (pH) através de medidores digitais portáteis e a transparência e a profundidade da água com a utilização de um disco de Secchi.

Foram analisadas a abundância absoluta e relativa das famílias de insetos e aplicado o índice de diversidade de Shannon-Wiener considerando  $\log_2$  (Odum, 1988) e equitabilidade de Shannon pelo programa EstimateS 8.00 entre as estações E1, E2, E3, E4 e entre as posições jusante/montante (Colwell, 2006). Foi aplicado o índice de similaridade de Jaccard e riqueza de Jackknife1 nas famílias de insetos encontradas entre as posições jusante/montante e entre as estações E1, E2, E3, E4. As variáveis físicas e químicas das posições jusante/montante e entre as estações E1, E2, E3, E4 foram avaliadas através do índice de similaridade de Jaccard e análise dos componentes principais (ACP) por meio do software BioDiversity Professional 2.0 (McClellan *et al.*, 1997).

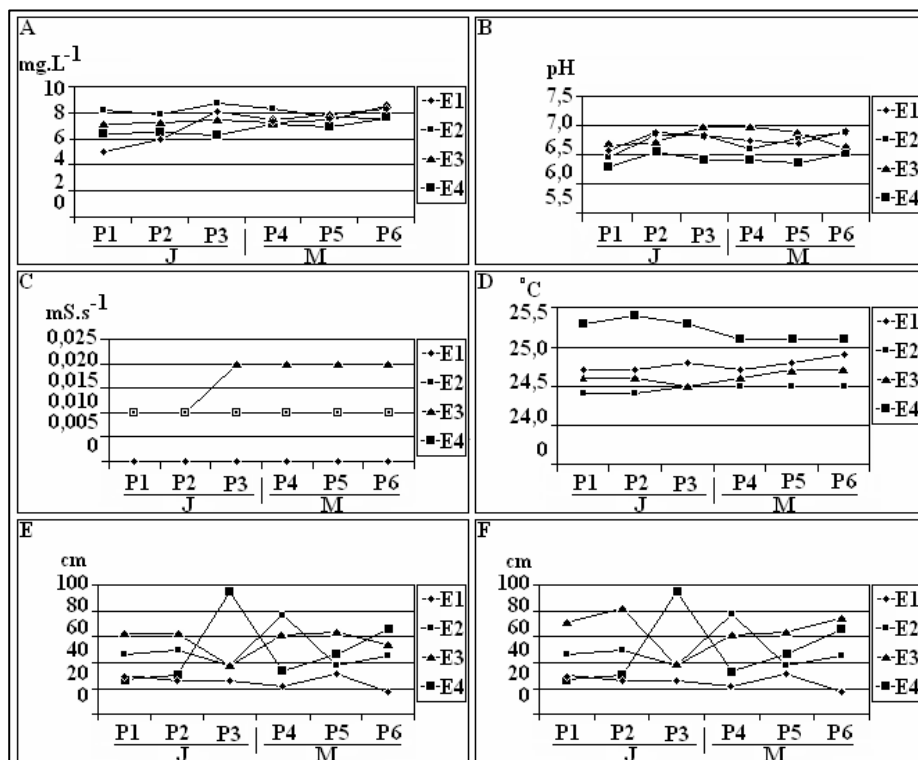
O Método de ordenação ACP descrito por Valentin (2000) afirma que com base em uma matriz de coeficientes de correlação linear (ou variâncias-covariâncias) entre  $m$  (variáveis: variáveis físicas e químicas da água) e  $n$  (objetos: estações de coleta ou posição jusante/montante) deve ser interpretado pela busca da similaridade entre objetos determinados pelas variáveis.

## **Resultados e discussão**

Os maiores valores de oxigênio dissolvido (8,2 e 8,7  $\text{mg.L}^{-1}$ ) foram encontrados na E2, próximos de pequenas cachoeiras e extensas corredeiras e os menores valores foram registrados na E1 (5 e 6  $\text{mg.L}^{-1}$ ) (Figura 2A). O pH teve valores relativamente próximos entre

as estações, variando entre 6,29 na E4 e 6,98 na E3 (Figura 2B).

A temperatura da água apresentou maiores valores na E4 (25,1 a 25,4°C), possivelmente influenciada pelo horário de coleta (12:00 às 14:00) e a falta de formação ripária à montante, o menor valor foi obtido na E2 (entre 24,4 a 24,5°C) (Figura 2D).



**Figura 2.** Variáveis físicas e químicas da água das Estações de Estudo da APA Guariroba. E: Estações de coleta 1, 2, 3, 4; P: Ponto Esforço amostral 1, 2, 3, 4, 5, 6. J: Jusante; M: Montante. A: Oxigênio Dissolvido; B: Potencial Hidrogeniônico; C: Condutividade Elétrica; D: Temperatura da Água; E: Transparência da Água; F: Profundidade Média, Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

Já a condutividade elétrica, apresentou os menores valores (0,0 mS.s<sup>-1</sup>) na E1, que corresponde a um córrego de 1ª ordem. Este baixo valor pode estar relacionado à precisão da detecção do sensor empregado na medição. Os maiores valores da condutividade elétrica foram encontrados na jusante e montante da E3 (0,02 mS.s<sup>-1</sup>) (Figura 2C).

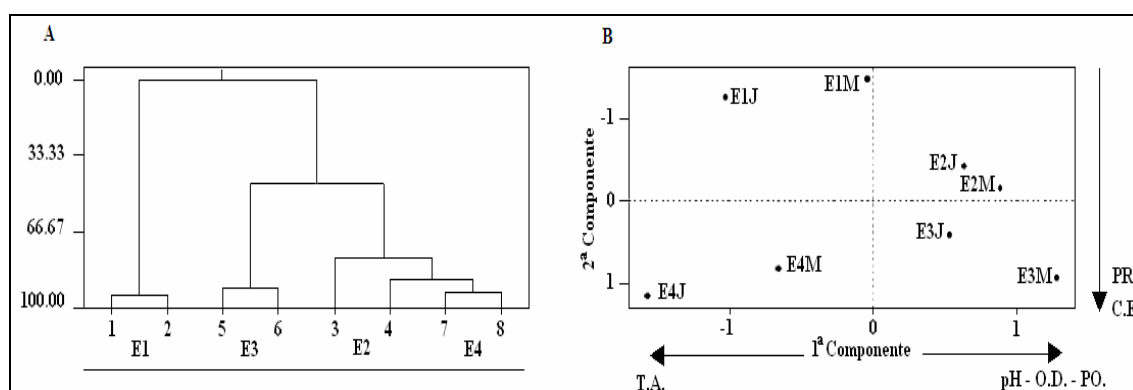
A menor transparência da água foi medida na E3 observadas nos pontos P1, P2 e P6 (62,7, 62,7 e 54 cm) (Figura 2E). Estes obtiveram os maiores valores da profundidade média, de 71,4, 81,3 e 74,3 cm, nas demais estações foi verificada transparência total da água devido à menor profundidade (Figura 2F).

Os maiores valores da condutividade elétrica, transparência e profundidade ocorreram na Estação E3 devido ser um córrego de terceira ordem e receber aporte de outros, inclusive dos demais córregos que formaram as outras estações estudadas.

A similaridade das variáveis físicas e químicas da água mostrou que os córregos estudados são todos distintos entre si, provavelmente, devido às características específicas

existentes entre as diferentes ordens (Figura 3A). Esta distinção pode ter influenciado a disposição topográfica do estabelecimento corredeira-cachoeira-remanso, o tipo de solo, o volume e velocidade da água e a disponibilidade de íons livres. Rios de 2ª e 3ª Ordem recebem maiores cargas de sólidos suspensos e maior volume de água do que rios de 1ª Ordem e estas distintas características influenciam na diferenciação das variáveis físicas e químicas. Além disso, a presença ou ausência de formação ripária pode alterar as características dos fatores abióticos em rios de mesma ordem, o que corrobora com (Silveira, 2004).

Pela análise de agrupamento dos componentes principais (ACP), observa-se que as variáveis físicas e químicas da água são diferentes, o que indica como mais distinta a Estação E1, pois apresentaram baixo valor da ordenação para oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e profundidade (Figura 3B). Estes valores foram maiores nas estações E3 e E4, áreas mais conservada em relação a Estação E1; isso se deve, com condições ambientais favoráveis como a presença de formação ripária e pouca ação erosiva, atributos este que faltam na E1. A Estação E2 (área controle) não apresentou como a mais conservada, pois, apesar e possuir formação ripária em toda sua extensão e sem erosão nas margens é muito visitada por bovinos, banhistas, e religiosos em rituais de oferenda o que, possivelmente, influenciou na integridade das famílias da entomofauna bentônica encontradas.

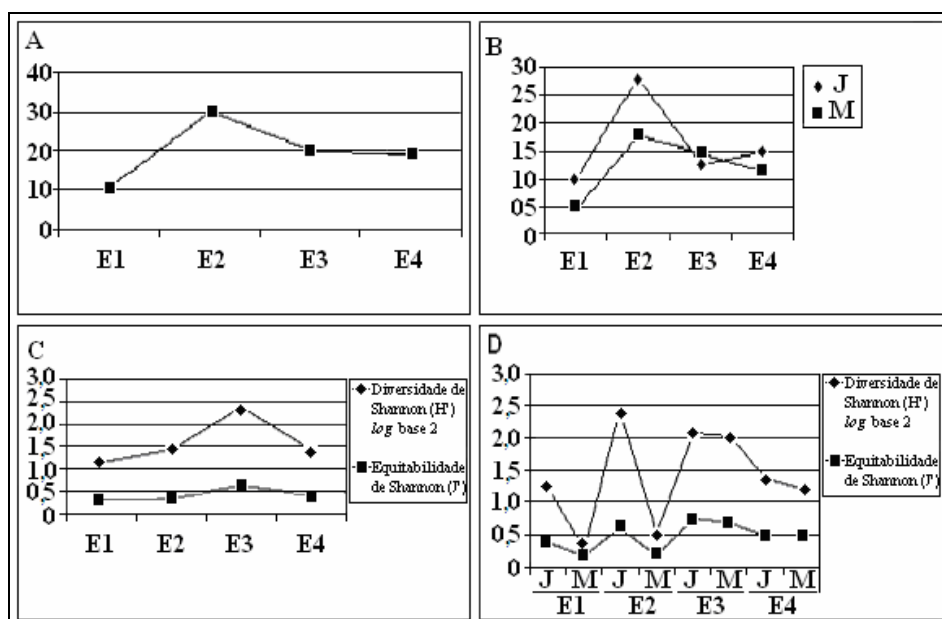


**Figura 3.** A. Similaridade por Distância Euclidiana das estações de coletas estudadas pelas variáveis físicas e químicas da água E1 (1 e 2); E2 (3 e 4); E3 (5 e 6); E4 (7 e 8). B. Análise dos Componentes Principais (ACP) das estações de coleta pelas variáveis físicas e químicas da água potencial Hidrogeniônico (pH); oxigênio dissolvido (O.D.); condutividade elétrica (C.E.); transparência (TR); profundidade (PR.); temperatura da água (T. Água.); temperatura do ar (T. Ar) jusante (J); montante (M) das estações de coleta (E1, E2, E3 e E4); da Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

Sobre as famílias de insetos aquáticos estudadas, o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi maior na Estação E3 com  $H' = 2,385$  e menor na E1 com  $H' = 1,149$ ; na Estação controle (E2) e E4 os valores foram  $H' = 1,446$  e  $1,438$ . A equitabilidade de Shannon ( $J$ ) foi maior na Estação E3 com  $J = 0,665$  e menor valor na Estação E1 que obteve  $J = 0,332$ . As Estações E2 e E4 apresentaram equitabilidade de Shannon  $J = 0,335$  e  $0,416$  (Figura 4C). O índice de diversidade de Shannon-Wiener indicou, nas posições jusante e montante das

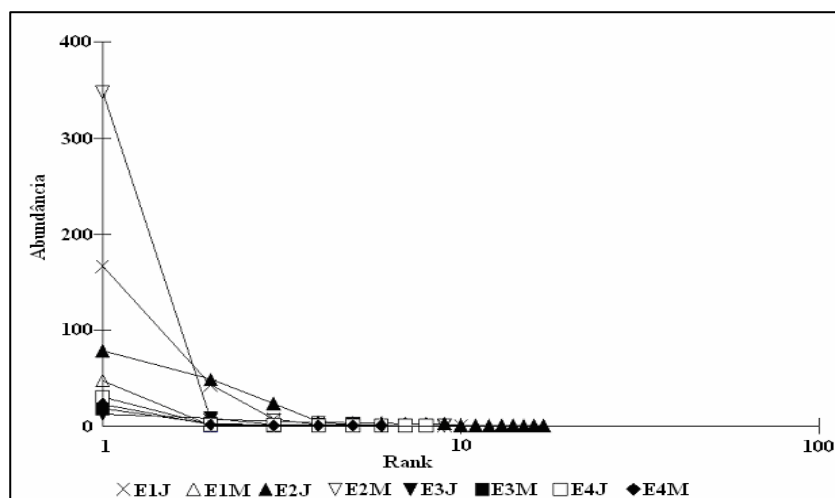
estações de coletas, maior valor ( $H' = 2.425$ ) na E2J seguidas pela diversidade regular em E3J ( $H' = 2,077$ ) e E3M ( $H' = 2,004$ ); o menor valor ocorreu na E1M ( $H' = 0,282$ ). Já a maior equitabilidade de Shannon foi encontrada na E3J e E3M ( $J = 0,740$ ) e ( $J = 0,668$ ) e o menor valor ( $J = 0,162$ ) foi encontrado na E1M (Figura 4D).

A riqueza de Jackknife-1ª apresentou a área controle (Estação E2) com maior valor (30), e menor valor foi encontrado na Estação E1 com 11; já a estação E3 e E4 apresentaram riquezas semelhantes com 20 e 19,3 respectivamente (Figura 4A). Nas posições jusante e montante a maior riqueza por Jackknife-1ª foi encontrada na E2J (28,3) e E2M (17,5) as menores riquezas na E1J (10) e E1M (4,5), já a E3J e E4M se comportaram de maneira similar com valores oscilando entre 11,3 a 14,9. (Figura 4B).



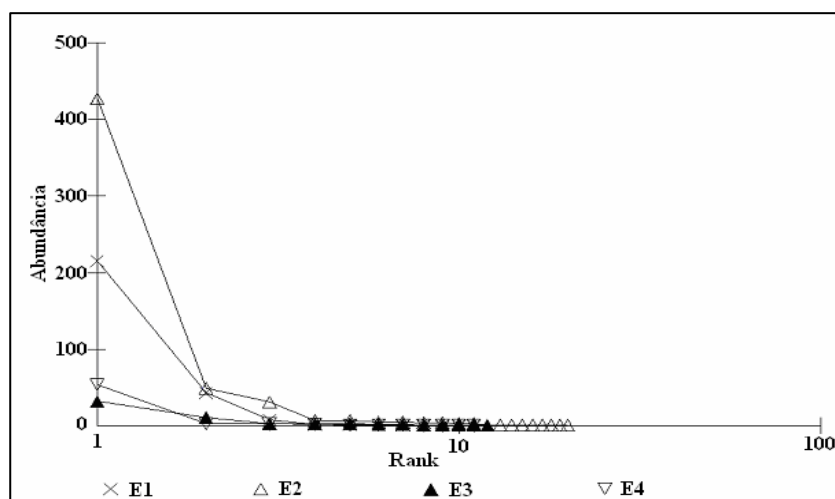
**Figura 4.** A. Riqueza de Jackknife 1ª por estações de coleta (E1, E2, E3 e E4). B. Riqueza de Jackknife 1ª por posição jusante (J) e montante (M) das estações de coleta (E1, E2, E3 e E4). C. Índice de diversidade ( $H'$ ) e equitabilidade ( $J$ ) de Shannon por estação de coleta. D. Índice de diversidade ( $H'$ ) e equitabilidade ( $J$ ) de Shannon por posição jusante e montante de cada estação de coleta. Microbacia do córrego Guarairoba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul. jusante (J); montante (M) das estações de coleta (E1, E2, E3 e E4); da Microbacia do córrego Guarairoba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

O rank de abundância por posição jusante/montante mostrou maior regularidade das famílias na E2J seguida pela E1J; a E2M apresentou maior valor pelo predomínio da família Chironomidae (Figura 5).



**Figura 5.** Rank da abundância posição jusante e montante nos córregos da APA Guariroba, Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

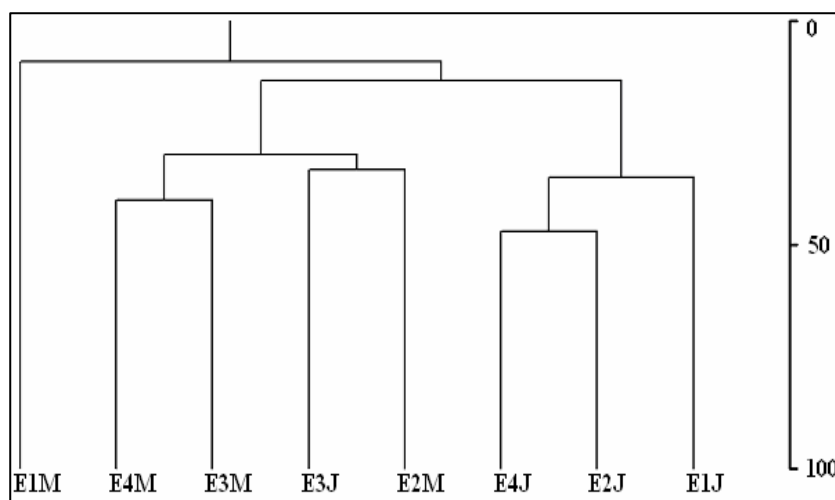
No total entre as estações estudadas, a E2 apresentou maior abundância entre as demais (E1, E3 e E4), este fato está relacionado ao elevado número da família Chironomidae na posição E2M, que apresentou grande quantidade de folhiço misturado com areia e possibilitou o surgimento de um microhabitat e alimento em abundância para a permanência deste táxon (Figura 6). Os Chironomidae apresentam como um dos mais importantes grupos de insetos aquáticos, ocorrem em elevadas densidades numéricas quando larvas e ocupam os mais distintos ecossistemas aquáticos (Trivinho-Strixino e Strixino, 1995).



**Figura 6.** Rank da abundância por estação de coleta nos córregos da APA Guariroba, Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

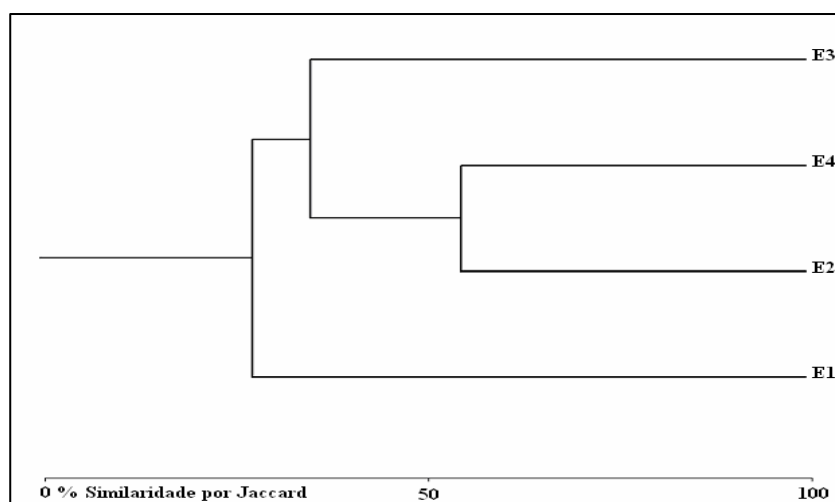
A análise da comunidade bentônica mostrou que há maior similaridade entre as posições dos diferentes córregos, ou seja, as montantes (E1M, E4M e E3M) dos córregos tiveram similares entre si, apesar da E3J e E2M não apresentarem mesmas características, sendo que a primeira não possuía formação ripária em toda sua extensão e a segunda não diferenciou das características físicas da jusante na (área controle); foi observado similaridade entre às distintas jusantes (E4J, E2J e E1J), já a jusante e montante de um mesmo córrego

tiveram baixa similaridade (Figura 7).



**Figura 7.** Similaridade por Jaccard pelas famílias de insetos por posição jusante (J) e montante (M) nos córregos da APA Guariroba, Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

Entre as estações, houve maior similaridade das famílias de insetos entre a E2 (Área Controle) e E4. Houve similaridade, em menor grau, da E3 com a E2 e E4. A E1 apresentou baixa similaridade com as demais estações (Figura 8).



**Figura 8.** Similaridade por Jaccard pelas famílias de insetos por estação de coleta nos córregos da APA Guariroba, Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

A menor riqueza por Jackknife-1<sup>a</sup>, menor índice de diversidade e equitabilidade de Shannon e similaridade atribuídos a E1 servem como indícios da baixa conservação desta estação o que pode, possivelmente, atribuir à retirada da formação ripária e homogeneização do substrato pelos processos erosivos presentes responsáveis pela menor disponibilização de microhabitats e alimento o que pode afetar a comunidade de insetos. Segundo alguns autores (Ward e Stanford, 1982), a ausência de formação ripária acarreta, também, a um maior aumento de temperatura da água e por serem animais exotérmicos, os insetos apresentam grande variação geográfica, bem como presença e ausência, pois sua fisiologia e desenvolvimento são dependentes da temperatura, interferindo na abundância e distribuição

dos invertebrados em sistemas lóticos. Silveira (2004) afirma ainda que o aumento da temperatura da água pela retirada da formação ripária diminui a capacidade de solubilização do oxigênio (Silveira, 2004).

Dos córregos estudados a E2, apresentou maiores valores do oxigênio dissolvido em relação a E1 com menor valor, nesta última ocorre ausência de formação ripária que promove a elevação da temperatura e pode influenciar na disponibilidade de oxigênio dissolvido, o que confirma com observações de Kleerekoper (1944) e Silveira (2004). Este pode ser um dos fatores responsáveis pelo baixo número de famílias de insetos nesta estação de estudo, já que este gás dissolvido é indispensável em quase todas as funções metabólicas, de acordo com Esteves (1998).

O pH não apresentou grandes variações entre as estações estudadas, com ocorrência de uma redução na E4 no período de estudo, possivelmente por haver a montante uma região de brejo com inúmeras espécies de macrófitas e algas disponibilizando matéria orgânica em decomposição, o que provocou diminuição do pH da água, estas observações também são relatadas em Kleerekoper (1944).

A baixa similaridade estabelecida pelas variáveis físicas e químicas, entre as estações de coleta (E1, E2, E3 e E4), pode ter sido influenciada pela disposição topográfica da presença de corredeira-cachoeira-remanso, o tipo de solo, o volume e velocidade da água e a disponibilidade de íons livres. Córregos de 2ª e 3ª Ordem (E2 e E3) recebem maiores cargas de material suspensos dissolvidos e volume de água do que rios de 1ª Ordem (E1 e E4) e estas características influenciam na distinção das variáveis físicas e químicas das diferentes ordens estabelecidas, de acordo com Vannote *et al.* (1980).

As similaridades existentes entre as estações E2, E3 e E4 fornecidas pelas famílias de insetos aquáticos encontradas. Ocorreram, possivelmente, pela melhor conservação do ambiente com a presença de formação ripária nas margens dos trechos estudados, conforme afirma Silveira (2004). Com exceção da posição montante da E4 que é uma área de brejo e sem vegetação marginal, mas com disponibilidade de oxigênio e alimento no canal do córrego fornecido pelas macrófitas aquáticas e algas presentes.

Há alta similaridade entre as posições jusantes das diferentes estações de estudo e o mesmo ocorreu entre as posições montantes. Já entre jusante e montante de uma mesma estação de estudo houve baixa similaridade. Esses indícios indicam existência de fatores-chave que determinam esta constatação, porém, não foi possível estabelecer quais os são.

Outro fator que pode ter contribuído com a maior abundância de famílias de insetos na estação E2 é que esta apresenta maior diversidade granulométrica no substrato, com presença



de seixos e maior quantidade de matéria orgânica alóctone, o que proporciona diversificados microhabitats e maior distribuição de insetos no córrego em comparação com a E1 com substrato, predominante, arenoso, confirma França *et al.* (2006).

Os maiores valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener ocorreram associados às formações ripárias, o que aumenta a distribuição dos insetos e disponibilidade de alimentos. A formação ripária contribui muito para o perfeito funcionamento do rio como um ecossistema, devido à sua alta produtividade primária, sendo fonte essencial de nutrientes e matéria orgânica que compõem a base da cadeia alimentar heterotrófica em cabeceiras de riachos; desta forma, a formação ripária propicia alimento e abrigo à biota aquática. Além disso, esta região fornece a manutenção das condições de temperatura e umidade e a redução de entrada de poluentes e sedimento na calha principal do rio, o que está de acordo com Vannote *et al.* (1980); Kikuchi (1996); Silveira (2004).

A equitabilidade de Shannon foi maior nas posições E3J e E3M pode estar relacionado à semelhança ambiental das características encontradas neste córrego de 3ª Ordem, em que todo o trecho estudado corresponde a corredeiras não havendo influência da sucessão de corredeira-cachoeira-remanso encontradas nas demais Estações de menor ordem (E1, E2, E4). Esta condição ambiental, possivelmente, disponibilizou a instalação de um menor número de famílias, mas com distribuição igualitária dos indivíduos das diferentes famílias encontradas.

Em decorrência dos resultados obtidos, foi observado que para uma melhor conservação das comunidades aquáticas há necessidade da recuperação da formação ripária obedecendo às atribuições da legislação vigente, com a intenção de diminuir a entrada de areia proveniente dos processos erosivos e manter condições ambientais favoráveis.

## **Conclusão**

Os córregos diferem entre si pelas variáveis físicas e químicas encontradas e esta diferença foi confirmada no período de estiagem.

Foi verificado maior conservação na área controle (E2) por meio de um maior número de famílias (20) de insetos encontradas em menor nos trechos dos córregos da E1, E3 e E4, cada um com 11 famílias.

Foi obtido maior similaridade de famílias de insetos entre as posições jusantes dos diferentes rios e entre as diferentes montantes, o que permite afirmar que os impactos sofridos atuam diferentemente abaixo e acima das estradas.

A ausência de formação ripária e o avanço de processos erosivos formam voçorocas e tornam os substratos de fundo dos córregos homogêneos devido o assoreamento e, estes

fatores, auxiliam para o baixo número de famílias de insetos encontradas.

### Referências

- ALBA-TECEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las águas de los rios. In: SIMPÓSIO DEL AGUA EN ANDALUCIA (SIAGA), 4., 1996, Almería. *Anais...* 1996. v. 2, p. 203-213.
- BARBOSA, F.; MAIA-BARBOSA, P.; SANTOS, M.B. L.; MINGOTTI, S.; AQUINO, V. Nova ferramenta para o monitoramento da qualidade da água. *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro, v. 19, n. 110, p. 16-17, 1995.
- 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). *Act. Limn. Bras.*, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p. 91-98, 2002.
- CAMPO GRANDE – Mato Grosso do Sul. *Decreto 7.183, de 21 de Setembro de 1995*. Institui a Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba. Campo Grande, Diogrande, 1995.
- COLWELL, R.K. EstimateS 8.00. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Connecticut. 2006. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>, <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: 3 mai. 2007.
- COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. *Insetos imaturos: metamorfose e Identificação*. Ribeirão Preto: Holos, 2006.
- DIAS, F.A. Caracterização do sistema de abastecimento de água para a gestão de recursos hídricos do município de Campo Grande/MS. 2004. Tese (Doutorado em Geografia Física) Universidade de São Paulo/FFLCH, São Paulo, 2004.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FRANÇA, J.S.; MORENO, P.; CALLISTO, M. Importância da composição granulométrica para a comunidade bentônica e sua relação com o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio das velhas (MG). In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS. 2., 2006. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Disponível em: <[http://www.icb.ufmg.br/big/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/ArtigoAnaisPoa.pdf](http://www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/ArtigoAnaisPoa.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2007.
- ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. Invertebrados de Água Doce. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*. São Paulo: Fundação de

- Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, v. 4. cap. 25, p. 169-176.
- KARR, J.R. Defining and measuring river health. *Fresh. Biol.*, v. 41, n. 2, p. 221-234, 1999.
- KIKUCHI, R.M. *Composição e distribuição das comunidades animais em um curso de água corrente (Córrego Itaúna, Itatinga – SP)*. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia)). Universidade Estadual Paulista/Botucatu, São Paulo, 1996.
- KLEEREKOPER, H. *Introdução ao estudo da limnologia*. 2 ed. Porto Alegre. UFRGS, 1990. (Fac-símile de Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1944).
- MATO GROSSO DO SUL. *Susceptibilidade à erosão da macrorregião da bacia do Paraná*. Campo Grande: Secretaria de Planejamento. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1982.
- MCALECEE, N.; LAMBSHEAH, P.J.D.; PATERSON, G.L.J.; GAGE, J.G. *Bio Diversity Professional. Beta-Version*. London: The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Sciences. 1997.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3 ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- PLANURB. *Perfil Socioeconômico de Campo Grande*. 11. ed. Campo Grande. Instituto Municipal de Planejamento Urbano e de Meio Ambiente, 1998.
- ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall, 1993.
- SILVA, L.F. *Estrutura da comunidade de insetos aquáticos em igarapés na Amazônia Central, com diferentes graus de preservação da cobertura vegetal e apresentação de chave de identificação para gêneros de larvas da ordem Odonata*. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas (Entomologia)). Universidade Federal da Amazônia/Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2006.
- SILVA, M.A.M. *Reservatório de captação de água Guariroba no município de Campo Grande – Mato Grosso do Sul: caracterização da área de proteção ambiental da bacia hidráulica*. 2005. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande, 2005.

- SILVEIRA, M.P. *Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios*. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente: 2004. (Documentos da Embrapa Meio Ambiente, v. 36).
- SILVEIRA, M.P.; QUEIROZ, J.F.; BOEIRA, R.C. *Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente: 2004. (Comunicado Técnico da Embrapa Meio Ambiente, v. 19).
- TAKEDA, A.M.; SHIMIZU, G.Y.; HIGUTI, J. Variações espaço-temporais da comunidade zoobêntica. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá. Eduem, 1997, cap.3, p.157-177.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. *Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros*. São Carlos: UFSCar, 1995.
- TUNDISI, J.G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima. 2003.
- VALENTIN, J.L. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.
- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.
- WARD, J.V.; STANFORD, J.A. Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. *Ann. Rev. Entomol.*, v. 27, n. 1, p. 97-117, 1982.

## CAPÍTULO II

### **A entomofauna bentônica como indicadora da qualidade da água em trechos de córregos da APA Guariroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil**

Walteir Roberto de Souza

Laboratório de Entomologia. Discente do Programa de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal. Rua Alexandre Herculano, 1400, Jardim Veraneio. CEP: 79037-280.  
E-mail: quatims@hotmail.com

**RESUMO:** A estrutura da entomofauna bentônica de rios de baixa ordem na APA do Guariroba, 35km do centro do município de Campo Grande-MS, estrada vicinal (CG-040), foi utilizada com o objetivo de avaliar a resposta desta comunidade frente as alterações ambientais presentes na região, tais como erosão, assoreamento, ausência de formações ripárias, fluxo de veículos e animais. As coletas foram realizadas com rede de Surber ( $0,08m^2$ ) e três esforços a jusante e a montante a partir da ponte de acesso de cada estação (E1, E2, E3, E4), com coordenadas demarcadas em UTM. Foram mensurados o pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura da água, profundidade e transparência na Análise dos Componentes Principais (ACP) e as famílias de insetos na Análise de Correspondência Canônica (ACC). As variáveis físicas e químicas mostraram situações distintas nas posições jusante e montante das estações em diferentes campanhas de coleta. Os índices de diversidade Shannon, teste -  $t$ , Simpson, Equitabilidade e Dominância foram eficientes e apresentaram a estação E1 (com elevada alteração intermediária) como a menos conservada, que confirmam com a riqueza de famílias de insetos encontradas.

**Palavras-Chave:** Índice de Diversidade. Insetos Aquáticos. Alterações Antrópicas. Cerrado.

**ABSTRACT:** The benthic entomofaunal indicators of water quality in section headwater streams of the APA Guariroba, Campo Grande, Mato grosso do Sul, Brazil. Headwater streams (Saltinho tributary, Saltinho, Guariroba, and Açude) at Guariroba Environment Protection Area (APA), far away from 35 km of Campo Grande city were studied on its benthic aquatic insect structure and composition on sites upstream e downstream of CG-040 road, with the objective to have answers of its community structure due to established erosive process and green-belt absence. It was done bento collect with a Surber mesh ( $0,08m^2$ ), on four collect sites, (E1, E2, E3, E4) downstream and upstream, and three collect sites upstream of road, on each place, resered by UTM coordinates. It was mensured pH, dissolved oxygen, electric conductivity, water temperature, depth and transparency, for the index similarity to both areas. The control area showed that the physical and chemical characters act on different ways over upper and downstream of the collect site. The Shannon, Simpson, test -  $t$ , Equitability and Dominance Index showed that E1 was the station more impacted.

**Key-words:** Diversity Index. Aquatic Insects. Human Alteration, Streams, Cerrado.

## Introdução

Uma das maneiras de avaliar a qualidade das águas é através do uso de indicadores biológicos Silveira *et al.*, (2004). Estes autores afirmam ainda que seu uso é sustentado também pela legislação dos Recursos Hídricos (Lei 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos). Esta tem como um de seus preceitos “considerar que a saúde e o bem-estar humanos, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas” (Brasil, 1997).

Com os problemas decorrentes das práticas agropastoris inadequadas, em 21 de setembro de 1995, pelo decreto número 7.183, assinado pelo Prefeito do Município de Campo Grande, foi criada a Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba (APA do Guariroba), com área aproximada de 389,27 km<sup>2</sup>, situada entre os paralelos 20° 29' 30" (N), 20° 46' 5" (S) e entre os meridianos 54° 19' 39" (L) e 54° 28' 30" (O), e que visa assegurar o uso adequado dos recursos naturais, bem como implementar ações para a recomposição das áreas degradadas (Campo Grande, 1995).

No corpo do decreto que institui a APA Guariroba consta no Art. 1, a finalidade de: promover o constante monitoramento da qualidade ambiental do manancial e a implementação de projetos específicos que possam contribuir com a sua conservação.

A Microbacia do Córrego Guariroba é a principal fonte de abastecimento de água da população urbana do município de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul. Está localizada na parte oriental do município, responsável pelo fornecimento para 480.000 habitantes, ou seja, aproximadamente 60% da população do município, com uma produção de 2.896.946 m<sup>3</sup>/min de água. Pertence a Bacia Sedimentar do Paraná inserida na Sub-bacia do Rio Pardo; mesmo sendo rico em recursos hídricos o Estado de Mato Grosso do Sul já enfrenta inúmeros problemas referentes à qualidade e quantidade de suas águas, especificamente, nas propriedades rurais contribuintes da Bacia do Córrego Guariroba. A maior parte delas, destinadas à criação de bovinos de corte, cria e cria, de forma extensiva e contribuem para um acentuado assoreamento do córrego Guariroba e afluentes, que atingiu também o reservatório, devido à retirada da vegetação natural para implantação de pastagem de *Brachiaria* spp e a falta de práticas de conservação do solo e preservação das formações ripárias e encostas (Dias, 2004).

Neste sentido os insetos bentônicos apresentam-se extremamente úteis para monitorar a qualidade da água, devido formar uma taxocenose com grande diversidade de táxons e serem

encontrados em quase todos os tipos de habitats de águas continentais, sob diferentes condições ambientais (Merritt e Cummins, 1996; Melo, 2003; Silveira, 2004), além de serem de fácil amostragem (Rosenberg e Resh, 1993; Eaton, 2003). Os Impactos das atividades agropecuárias refletem na qualidade da água consumida pela população local, na biota aquática, tais como os insetos e indiretamente da biota terrestre dependente dos córregos e de suas biocenoses (Allam e Johnson, 1997 *apud* Melo, 2003).

Pelos córregos possuírem uma entomofauna aquática diversificada, este trabalho tem por objetivo avaliar a comunidade de insetos bentônicos de quatro córregos da região Oeste da APA do Guariroba com presença das alterações intermediárias: erosão, ausência de formação ripária, acesso de pessoas e animais; usando-os como indicadores e monitores biológicos para determinar sua qualidade ambiental por meio do teste das seguintes hipóteses: a) ambiente com alta influência antrópica intermediária apresenta menor valor dos índices bióticos e de riqueza para a entomofauna bentônica; b) a entomofauna bentônica responde as alterações presentes; c) é possível determinar a ação dos agentes estressores intermediários na APA Guariroba.

## **Material e métodos**

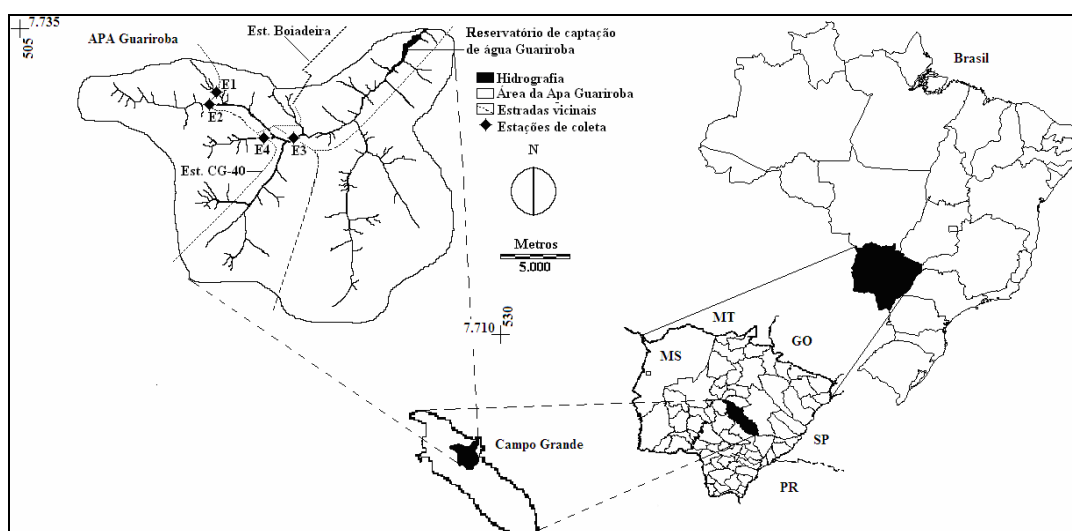
A área estudada corresponde à parte Oeste do manancial de captação Guariroba, com acesso pela BR-262, Campo Grande/Três Lagoas, na estrada vicinal CG-040 (Figura 1). Está situada a 35 km do centro da cidade de Campo Grande-MS.

A microbacia do córrego Guariroba apresenta altitude variando de 480 m em sua foz e 620 m na nascente do Córrego Saltinho, afluente do Córrego Guariroba. Com médias anuais de 20°C de temperatura e 1.500 mm de precipitação, variando de 750 a 2.000 mm (Planurb, 1998; Sano e Almeida, 1998). Apresenta clima com presença de invernos secos e verões chuvosos (outubro a março), classificado como AW de Köppen (tropical chuvoso). O solo NEOSSOLO QUARTZARÊNICO é predominante, com textura arenosa e menos de 17% de argila, excessivamente drenado, profundo, com pouca capacidade de retenção de água e muito pobre em elementos nutritivos, não sendo recomendados para a produção agrícola. Este solo ocorre em relevo plano e suavemente ondulado com cobertura vegetal de Cerrado (Adámoli *et al.*, 1986).

Os remanescentes da vegetação natural são distribuídos em quatro formas fitofisionômicas de Cerrado: campo limpo, campo sujo, cerrado *Stricto sensu* e cerradão, sendo diferenciadas entre si em relação à composição botânica e a estrutura da vegetação. A maior parte da cobertura atual é constituída, em sua maioria, por pastagens (Mato Grosso do Sul, 1982; Sano e Almeida, 1998). Segundo *Oliveira et al.* (2006) a formação ripária dos córregos

da APA do Guariroba possui uma estrutura vegetacional dominada por um grupo de espécies pioneiras, normalmente de áreas de Cerrados e que apesar de estar localizada às margens de um rio, a maioria das espécies encontradas não podem ser considerada características de formações ripárias; com predomínio das famílias Anacardiaceae, Lauraceae e Sapindaceae.

Para melhor entendimento da realidade encontrada nos córregos da APA Guariroba foi elaborada a construção de um quadro com as principais alterações ambientais intermediárias que influenciam nas categorias: a) área da APA; b) córregos e margens; c) entomofauna bentônica.



**Figura 1:** Localização da microbacia de captação de água da Área de Proteção Ambiental (APA) do Guariroba e dos trechos das Estações de Coleta nos córregos: E1 (córrego Afluente do Saltinho); E2 (córrego Saltinho); E3 (córrego Guariroba) e E4 (córrego Açude). Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul. Adaptado de Dias (2004) e Yamaciro (2007).

A E2 foi definida como Área Controle por ser a única com presença de formação ripária em todo o trecho estudado e por não apresentar erosão em suas margens.

**Quadro 1.** Caracterização das estações de coleta (trechos de estudo dos córregos) na Microbacia do córrego Guariroba em abril de 2007.

Córrego - Estação de coleta - Ordem - Coord. UTM	Posição	Sub-amostra a partir da estrada	Características físicas do sedimento, dos trechos do córrego e formação vegetal
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Afluente do Saltinho</li> <li>● E1</li> <li>● 1ª Ordem</li> <li>● 771616E e 7725042N</li> </ul>	Jusante	1° (45m)	Remanso com sedimento arenoso seguido de corredeira com sedimento rochoso e margens com pasto degradado.
		2° (30m)	Remanso com sedimento arenoso/pedregoso seguido de corredeira e margens com pasto degradado.
		3° (15m)	Remanso com sedimento arenoso seguido de corredeira com sedimento rochoso/arenoso e margens com pasto degradado.
	Montante	4° (15m)	Remanso com sedimento arenoso e manchas de argila nas beiras, com pasto ralo e voçorocas nas margens.
		5° (30m)	Cachoeira seguida de remanso com sedimento arenoso e manchas de argila preta, área de nascente brejosa com pastagem rala e erosão.
		6° (45m)	Cachoeira seguida de remanso com sedimento arenoso e algas em área de nascente brejosa com pasto ralo e erosão.



Continuação...

<b>Córrego - Estação de coleta - Ordem - Coord. UTM</b>	<b>Posição</b>	<b>Sub-amostra a partir da estrada</b>	<b>Características físicas do sedimento, dos trechos do córrego e formação vegetal.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Saltinho – Área Controle</li> <li>● E2</li> <li>● 2ª Ordem</li> <li>● 771325E e 724703N</li> </ul>	Jusante	1º (45m)	Corredeira com predomínio de sedimento arenoso, presença de sedimento rochoso e formação ripária densa.
		2º (30m)	Remanso após cachoeira com predomínio de sedimento arenoso, presença de formação ripária densa apresentando trilhas de gado.
		3º (15m)	Remanso de cachoeira com predomínio de sedimento arenoso, presença de seixos e formação ripária apresentando trilhas de gado.
	Montante	4º (15m)	Remanso com predomínio de sedimento arenoso e presença de substrato rochoso, com formação ripária nas margens.
		5º (30m)	Corredeira com predomínio de sedimento arenoso e com formação ripária nas margens.
		6º (45m)	Remanso após cachoeira com sedimento predominante rochoso, em igual proporção mistura de sedimento arenoso com folhiço e formação ripária nas margens.
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Guariroba</li> <li>● E3</li> <li>● 3ª Ordem</li> <li>● 777309E e 7722140N</li> </ul>	Jusante	1º (45m)	Corredeira com predomínio de substrato rochoso e formação ripária nas margens.
		2º (30m)	Remanso com predomínio de areia, presença de argila nas margens e formação ripária nas margens.
		3º (15m)	Remanso com predomínio de seixos, presença de areia e argila, ausência de formação ripária nas margens.
	Montante	4º (15m)	Remanso com predomínio de sedimento arenoso, presença de argila e formação ripária nas margens.
		5º (30m)	Corredeira com predomínio de substrato rochoso, presença de seixos e formação ripária nas margens.
		6º (45m)	Corredeira com predomínio de substrato rochoso, presença de seixos e formação ripária nas margens.
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Açude</li> <li>● E4</li> <li>● 2ª ordem</li> <li>● 775023E e 7722146N</li> </ul>	Jusante	1º (45m)	Corredeira com predomínio de substrato argiloso e formação ripária nas margens.
		2º (30m)	Corredeira com predomínio de substrato argiloso e formação ripária nas margens.
		3º (15m)	Remanso com sedimento arenoso seguido de corredeira com sedimento rochoso/arenoso, sem formação ripária nas margens.
	Montante	4º (15m)	Remanso com sedimento arenoso, manchas de argila às margens, região de brejo, sem formação ripária nas margens.
		5º (30m)	Remanso com sedimento arenoso, manchas de argila às margens, região de brejo, sem formação ripária nas margens.
		6º (45m)	Remanso com sedimento argiloso, presença de areia, região de brejo, sem formação ripária nas margens.

As campanhas de coleta de dados bióticos e abióticos foram realizadas durante o início do período de estiagem nas datas 19-4-2007, 28-7-2007 e período chuvoso, nas datas 7-9-2007 e 15-11-2007.

Para coleta da entomofauna bentônica foi usada a metodologia sugerida por Silveira *et al.* (2004). Os organismos foram coletados utilizando rede de Surber com malha de 300  $\mu\text{m}$  e área de 20x40cm (0,08  $\text{m}^2$ ), com três esforços amostrais à jusante (0,24  $\text{m}^2$ ) e três à montante (0,24 $\text{m}^2$ ), com distância de 15 m entre os esforços para cada estação de estudo. Um esforço amostral constituiu uma coleta de sedimento delimitado da área da rede. As estações de coleta foram marcadas através das coordenadas da projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), M.C. 57° Wga, F. 21, obtidas utilizando um receptor GPS Garmin 12 XL e foi

considerada a ponte de acesso de cada córrego.

O material coletado foi etiquetado, colocado em sacos plásticos e encaminhado ao Laboratório de Pesquisa em Entomologia/UNIDERP. No laboratório as amostras foram lavadas em mesma malha e então realizada a separação dos organismos do sedimento em bandejas transluminadas, com os espécimes encontrados posteriormente fixados em álcool 70%, acondicionados em frascos de vidro e identificados até a categoria de família com o uso de literatura específica (Pérez, 1988; Merritt e Cummins, 1996; Bouchard, 2004; Costa *et al.*, 2006).

Foram realizadas em cada ponto, medidas de variáveis físicas e químicas da água - oxigênio dissolvido, temperatura da água, condutividade elétrica e pH, por meio de medidores digitais portáteis; já a transparência e a profundidade da água com a utilização de disco de Secchi.

Para análise dos dados, foram obtidas as matrizes de abundância das famílias de insetos e consiste na soma das datas no período de estiagem (19-4-2007 e 28-7-2007) e período chuvoso (7-9-2007 e 15-11-2007) que permitiu obter uma matriz para cada período.

Posteriormente, foi considerada a abundância absoluta das famílias de insetos para aplicação dos índices de diversidade de Shannon-Wiener considerando  $\log_2$  (Odum, 1988), Simpson e Equitabilidade de Shannon e Dominância pelo uso do software PAST, entre as posições jusante/montante das estações de coleta E1, E2, E3, E4 (Hammer *et al.*, 2001). Foi aplicado Análise dos Componentes Principais (ACP) por uma matriz das variáveis físicas e químicas obtidas das médias dos três esforços a jusante e três a montante para cada estação. Foi realizada Análise de Correspondência Canônica (ACC) baseada em uma matriz de abundância das famílias de insetos e as diferentes posições jusantes e montantes de cada estação para o período de estiagem e chuvoso (Hill, 1974; Ter Braak, 1986; Ter Braak, 1988 *apud* Valentin, 2000; Hammer *et al.*, 2001).

Índice de Simpson ( $\lambda$ ): é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie. Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade dos indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade. É calculado como:  $\lambda = \sum_1^S p_i^2$ , onde  $p_i$  proporção de cada espécie, para  $i$  variando de 1 a  $S$  (Riqueza), e  $p_i$ : frequência da espécie  $i$  (Krebs, 1989; Hammer *et al.*, 2001).

Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ): mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com  $S$  espécies e  $N$  indivíduos.

Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice. É calculado por meio da fórmula  $H' = -\sum(p_i \cdot \ln p_i)$  onde  $p_i$ : frequência de cada espécie, para  $i$  variando de 1 a  $S$  (Riqueza) (Odum, 1988; Krebs, 1989; Hammer *et al.*, 2001). Já a diferença entre a diversidade jusante/montante das estações foi testada pelo teste -  $t$  (Zar, 1999).

Equitabilidade de Shannon ( $J$ ): a medida de Equitabilidade ou Equidade compara a diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) com a distribuição das espécies observadas que maximiza a diversidade. Para usá-la deve considerar se todas as amostras são provenientes do mesmo ambiente e se a amostragem foi suficiente para conter amostras de todas as espécies. Este índice é obtido pelas equações:  $J = \frac{H'}{H_{max}}$ , onde  $H'$  é o índice de Shannon-Wiener e  $H_{max}$  é dado pela seguinte expressão  $H_{max} = \log s$ , onde  $s$  é o número de espécies amostradas (Krebs, 1989; Hammer *et al.*, 2001).

Riqueza de famílias: neste trabalho é referido como o número de famílias de insetos aquáticos encontradas entre as estações de coletas ou períodos de estudo considerados estiagem e chuvoso.

Densidade absoluta: número de indivíduos em uma determinada área ( $m^2$ ) obtido das matrizes de abundância do período de estiagem e chuvoso, ou seja,  $0,48m^2$  para jusante e mesma área para montante de cada estação.

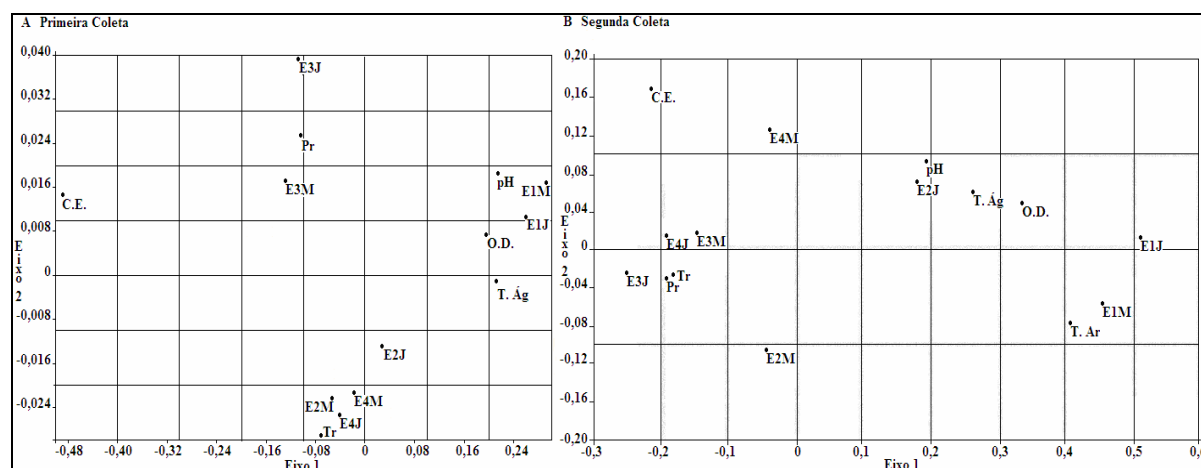
O Método de Ordenação Análise dos Componentes Principais (ACP) descrito por Valentin (2000) afirma que com base em uma matriz de coeficientes de correlação linear (ou variâncias-covariâncias) entre  $m$  (variáveis: variáveis físicas e químicas da água) e  $n$  (objetos: estações de coleta ou posição jusante/montante) deve ser interpretado pela busca da similaridade entre objetos determinados pelas variáveis.

A Análise de Ordenação Canônica consiste em um conjunto de técnicas visando à composição em espécies de amostras com as variáveis ambientais. É uma combinação da ordenação Análise de Componentes Principais e Análise Fatorial (ACP e AFC) e de regressão múltipla, onde a interpretação é realizada com ajuda de dados externos, calculando-se o coeficiente de correlação entre variáveis ambientais e eixos fatoriais. Esses eixos são determinados por uma combinação linear das variáveis ambientais (Ter Braak, 1995; Ter Braak, 1988 *apud* Valentin, 2000). Na Análise Canônica de Correspondência (ACC) os eixos fatoriais (*scores*) são calculados pelo método iterativo da média recíproca (*Reciprocal*

*Averaging*, Hill, 1973 *apud* Valentin, 2000, equivalente à AFC). A cada passo da iteração, os *scores* são ajustados com base em uma regressão múltipla com as variáveis ambientais, do tipo Gaussiano (ao contrário da ACP, que considera linear essa relação), sendo as coordenadas das espécies nos eixos fatoriais ajustadas pela equação da lei normal (Valentin, 2000). O resultado de uma ordenação é um diagrama bidimensional (com dois eixos), no qual as unidades amostrais são representadas por pontos. O objetivo da ordenação é arranjar os pontos de maneira que os mais próximos correspondam a unidades amostrais semelhantes na composição de espécies (Ter Braak, 1986; Ter Braak e Prentice, 1988).

## Resultados e Discussão

Pela Análise de Agrupamento dos Componentes Principais (ACP), na primeira coleta o pH, oxigênio dissolvido e a temperatura da água foram as variáveis determinantes na caracterização das posições na Estação 1, Jusante e Montante (E1J e E1M) e Estação 2 posição Montante (E2M). As Estações E2 e E4 apresentaram caracterização determinadas principalmente pelos valores da transparência. A profundidade determinou semelhança entre as características de E3J e E3M (Figura 2A). Na segunda coleta o pH, oxigênio dissolvido e a temperatura da água foram as variáveis determinantes na similaridade da posição E2J; a temperatura do ar foi determinante para caracterizar a E1J e E1M; já a transparência e profundidade determinaram semelhança entre as posições E3J, E3M e E4J (Figura 2B).

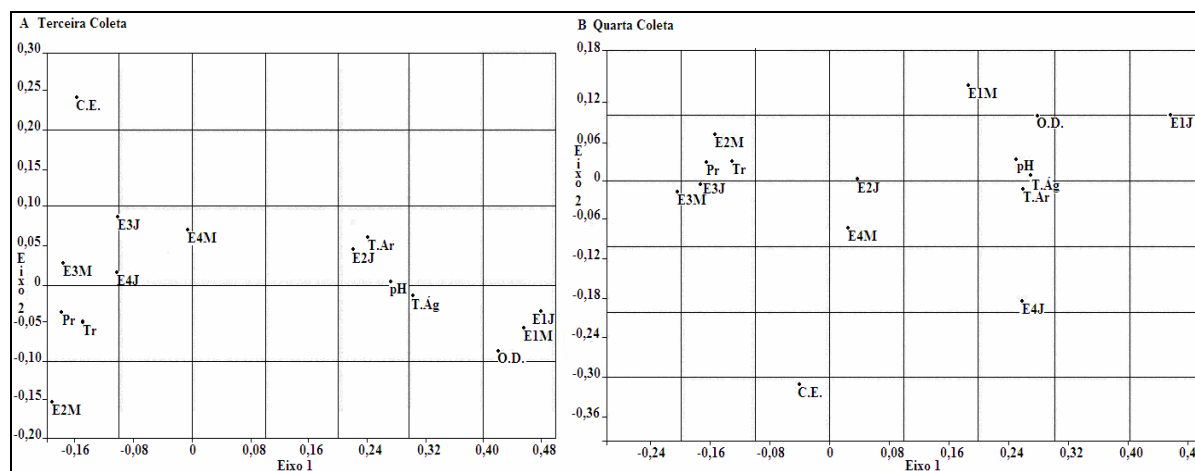


**Figura 2.** A: Primeira coleta de dados em 19-4-2007. B: Segunda coleta de dados em 28-7-2007. Análise dos Componentes Principais (ACP) pelas variáveis físicas e químicas da água nas posições jusante (J) e montante (M) das Estações de Coleta: E1; E2; E3; E4; potencial Hidrogeniônico (pH); oxigênio dissolvido (O.D.); condutividade elétrica (C.E.); transparência (TR); profundidade (PR.); temperatura da água (T. Água); temperatura do ar (T. Ar), Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

Na terceira coleta a variável temperatura do ar e temperatura da água caracterizaram a posição E2J; o oxigênio dissolvido foi o determinante para caracterizar as posições E1J e E1M; a transparência e profundidade caracterizaram relação entre as posições E3J, E3M, E4J,

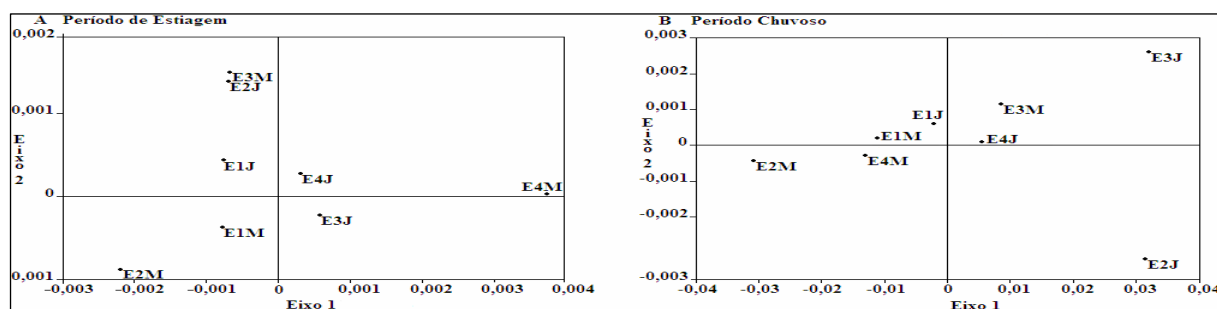
E4M e E2M (Figura 3A). As posições E1J, E1M e E4J da quarta coleta estiveram relacionadas às variáveis pH, oxigênio dissolvido, temperatura da água e temperatura do ar. Já a profundidade e transparência caracterizaram as posições E3J, E3M e E2M (Figura 3B).

A Análise dos Componentes Principais (ACP) mostrou que as variáveis físicas e químicas da água atuam de maneiras distintas na influência da caracterização entre as posições jusantes e montantes das estações de estudo nas diferentes campanhas de coleta de dados.



**Figura 3.** A: Terceira coleta de dados em 7-9-2007. B: Quarta coleta de dados em 15-11-2007. Análise dos Componentes Principais (ACP) pelas variáveis físicas e químicas da água nas posições jusante (J) e montante (M) de cada Estação de Coleta: E1; E2; E3; E4; potencial Hidrogeniônico (pH); oxigênio dissolvido (O.D.); condutividade elétrica (C.E.); transparência (TR); profundidade (PR.); temperatura da água (T. Ág.); temperatura do ar (T. Ar) da Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

O diagrama da Análise de Correspondência Canônica (ACC) mostrou que o período de estiagem apresentou as posições E4J e E4M como as mais conservadas considerando uma matriz de abundância das famílias de insetos bentônicos encontradas (Figura 4A). No período chuvoso as posições E3J, E3M e E4J foram as mais conservadas. Estas estações apresentam, no trecho de estudo, formação ripária, baixa influência de erosão, maior disponibilidade de microhabitats e menor trânsito de pessoas e animais.

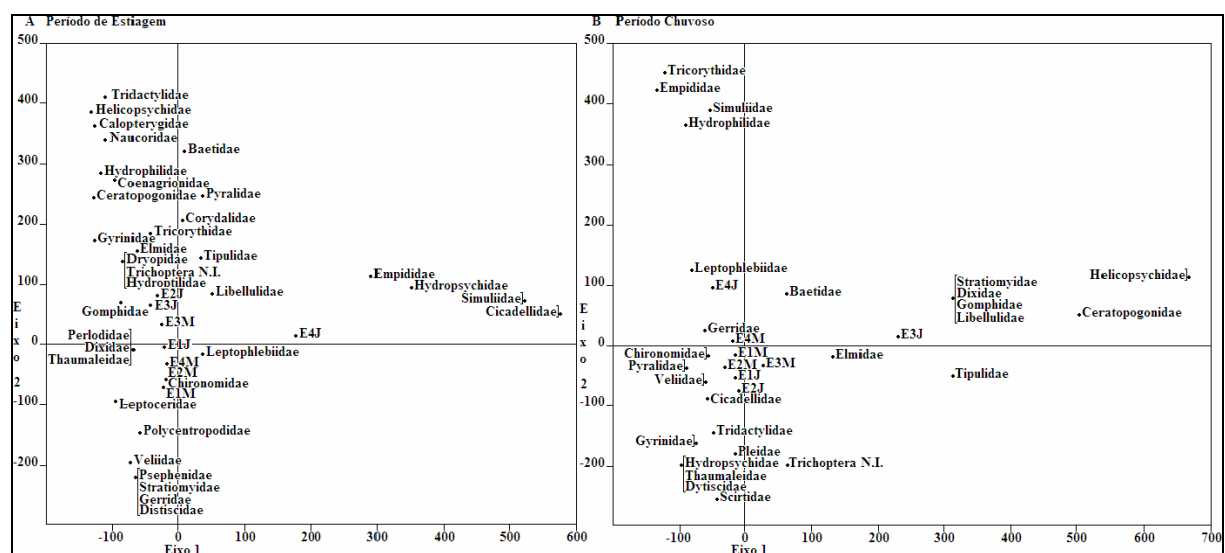


**Figura 4.** A: Período de Estiagem (campanha de coletas nos dias 19-4-2007 e 28-7-2007). B: Período Chuvoso (campanha de coletas nos dias 7-9-2007 e 15-11-2007). Análise de Correspondência Canônica (ACC) pelas famílias de insetos das posições jusante (J) e montante (M) de cada Estação de Coleta: E1; E2; E3; E4 da Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

A área controle (estação E2), apesar de possuir formação ripária no trecho estudado,

não se apresentou como mais conservada. Os indícios mostram que o maior fluxo de gado bovino em dessedentação, pisoteio de banhistas e de religiosos em rituais de oferenda podem estar influenciando na integralidade das famílias de insetos bentônicos neste trecho estudado. Vale ressaltar que o fluxo de pessoas a este trecho se deve a sua beleza cênica com atrativos como cachoeiras, corredeiras e formação ripária melhor conservada. Os dados apontaram a estação E1 como a menos conservada neste estudo, possivelmente, devido ao grande fluxo de banhistas, gado bovino e eqüino, motociclistas, ausência de formação ripária, além de elevado número de voçorocas nas margens, o que leva a homogeneização do leito do córrego e auxiliam na redução dos microhabitats. Estes fatores podem contribuir para a baixa riqueza de famílias de insetos e baixa densidade de organismos coletados.

A Análise de Correspondência Canônica (ACC) mostrou na matriz de abundância das famílias que as diferentes estações de coleta possuem uma relação de semelhança. O primeiro eixo separou as diferentes posições a jusante e montante das estações de coleta. O segundo eixo separou as famílias encontradas (Figura 5A e Figura B), com exceção da posição E4J para o período de estiagem e E3J para o período chuvoso. Vale ressaltar que a Área Controle (E2) nas análises de correspondência canônica não apresentou melhores condições em relação às demais estações, apesar de ter uma formação ripária conservada no trecho de estudo; o fluxo de banhistas, religiosos, motociclistas e gado é alto, o que não ocorre na estação E4 e E3, apesar da posição E3J ser utilizada por banhistas. A Estação E1 apresentou as piores condições no período de estiagem e chuvoso.



**Figura 5.** A: Período de Estiagem (coletas dias 19-4-2007 e 28-7-2007). B: Período Chuvoso (coletas dias 7-9-2007 e 15-11-2007). Análise de Correspondência Canônica (ACC) baseada na matriz de abundância das famílias de insetos nas posições jusante (J) e montante (M) das Estações de Coleta: E1; E2; E3; E4 da Microbacia do córrego Guariroba, Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

Na Tabela 1, no período de estiagem é observado um maior número de famílias e

indivíduos em comparação ao período chuvoso, quando considerado a soma das posições jusante e montante de cada estação coletada. No período de estiagem a posição que apresentou maior número de famílias foi E3J e E2J (20 e 16) e o menor número, E1M e E2M (5 e 9). Já durante o período chuvoso a posição E4M e E2M apresentaram maior número de famílias (17 e 14), com menor número nas posições E1J, E2M e E3M (com 6 famílias cada). Com relação às Estações de Coleta a E3 apresentou maior número de famílias (23) e menor número na E1 (15) durante o período de estiagem; já no período chuvoso a E4 obteve maior número de famílias (18), E2 (15) e menor em E3 e E1, com 12 famílias cada.

A maior dominância foi obtida na E2M no período de estiagem e chuvoso (0,92262 e 0,84218) e menor valor na E3J (0,29561 e 0,31796), também, para ambos os períodos. O maior predomínio de insetos na E2M ocorreu pelo elevado número de indivíduos da família Chironomidae presentes nos remansos de areia e folhiços, apresentando menor diversidade entre as posições estudadas.

Os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e Simpson ( $\lambda$ ) do período de estiagem apontam as posições E3J e E2J ( $H' = 1,7697$  e  $1,4989$ ;  $\lambda = 0,70439$  e  $0,65079$ ) com maior diversidade e E2M e E1M ( $H' = 0,23361$  e  $0,48833$ ;  $\lambda = 0,077382$  e  $0,20602$ ) com os menores valores entre as estações estudadas. No período chuvoso as posições E3J e E4J ( $H' = 1,4583$  e  $1,2493$ ;  $\lambda = 0,68204$  e  $0,57469$ ) apresentaram maior diversidade e E2M e E1M ( $H' = 0,46093$  e  $0,52275$ ;  $\lambda = 0,15782$  e  $0,19118$ ), menores valores entre as estações estudadas. A equitabilidade ( $J$ ) foi maior na E3J e E2J ( $J = 0,59076$  e  $0,5406$ ) e menor na E2M e E4M ( $J = 0,10632$  e  $0,19592$ ) no período de estiagem. Já no período chuvoso foi maior na E3J e E3M ( $J = 0,60815$  e  $0,58862$ ) e menor na E2M e E1M ( $J = 0,17466$  e  $0,23791$ ).

**Tabela 1:** Riqueza; Densidade e Índices de Diversidade: Dominância, Shannon-Wiener ( $H'$ ), Simpson ( $\lambda$ ), e Equitabilidade de Shannon ( $J$ ) pelas famílias de insetos. Jusante (J) e montante (M) de cada Estação de Coleta: E1; E2; E3; E4 nos Períodos de Estiagem (E) (coletas dias 19-4-2007 e 28-7-2007) e Chuvoso (C) (coletas dias 7-9-2007 e 15-11-2007) da Microbacia do córrego Guariroba.

Posição	E1J		E1M		E2J		E2M		E3J		E3M		E4J		E4M	
	E.	C.	E.	C.	E.	C.	E.	C.	E.	C.	E.	C.	E.	C.	E.	C.
Riqueza (Nº fam.)	13	6	5	9	16	6	9	14	20	11	15	6	15	9	14	17
Densidade (0,48 m <sup>3</sup> )	265	46	72	118	229	38	731	603	263	140	128	56	277	284	296	331
Dominância	0,61	0,69	0,79	0,81	0,35	0,56	0,92	0,84	0,29	0,32	0,46	0,51	0,40	0,42	0,82	0,57
Ind. Shannon ( $H'$ )	0,85	0,73	0,49	0,52	1,50	0,93	0,23	0,46	1,77	1,46	1,36	1,05	1,25	1,25	0,51	1,06
Ind. Simpson ( $\lambda$ )	0,39	0,31	0,20	0,19	0,65	0,43	0,07	0,16	0,70	0,68	0,53	0,49	0,59	0,57	0,17	0,42
Equitabilidade ( $J$ )	0,33	0,41	0,30	0,24	0,54	0,52	0,10	0,17	0,59	0,61	0,50	0,59	0,46	0,57	0,19	0,37

Para o período de estiagem o teste -  $t$  apresentou, entre as famílias de insetos entre as posições jusante e montante, valores ( $p < 0,05$ ) para as seguintes Estações: E1J e E1M  $\neq 0,00010165$ ; E2J e E2M  $\neq 5,441.10^{-10}$ ; E3J e E3M  $\neq 0,033116$  e somente entre E4J e E4M =  $0,0051675$  ( $p > 0,05$ ). Foram obtidas as mesmas disposições do teste -  $t$  para o período

chuvoso, que apresentaram  $E1J$  e  $E1M \neq 0,0018675$ ;  $E2J$  e  $E2M \neq 1,1738.10^{-15}$ ;  $E3J$  e  $E3M \neq 0.049478$  e acima de 0,05 a  $E4J$  e  $E4M = 0,19232$ .

Os maiores valores encontrados para riqueza de famílias e índices de diversidade de Shannon, Simpson, Equitabilidade e Dominância remetem as estações com melhores condições ambientais aquelas com presença de formação ripária, menor assoreamento e maior número de microhabitats disponíveis encontrados nas posições  $E2J$ ,  $E3J$  e  $E4J$ . Estas alterações antrópicas possuem categoria intermediária que corroboram com observações feitas por Silva *et al.* (2008), afirmam que além da poluição orgânica, o desmatamento da formação ripária associado a processos erosivos e de assoreamento da calha principal do rio devem ser avaliados e suas conseqüências relacionadas com as mudanças na biota aquática e estrutura da comunidade.

Segundo Rabeni (2000) os índices de diversidade de Shannon-Wiener, Simpson, Equitabilidade e Dominância, entre outros, sugerem respostas convincentes no estudo de macroinvertebrados bentônicos. Outros autores contestam o uso destes por responderem bem a ambientes altamente poluídos, em especial por poluição orgânica e dependerem de um elevado número amostral (Magurran, 1991), onde apenas riqueza de espécie responderia ao impacto de forma mais evidente (Cao *et al.*, 1996); além disso, podem aumentar os valores em níveis intermediários de poluição e a possibilidade da dúvida sobre sua sensibilidade a níveis baixos e moderados de poluição e alteração ambiental (Barton, 1992), discutido por Silva *et al.* (2008).

Uma análise dos agentes estressores intermediários da APA Guariroba possibilita uma visão geral da atual situação dos impactos e de sua influência em suas distintas escalas de abrangência, ou seja, em qualquer alteração ambiental sofrida na área de uma bacia hidrográfica os impactos serão distribuído aos córregos e conseqüentemente às comunidades aquáticas, com a influência destes agentes na comunidade de macroinvertebrados bentônicos, estes dados corroboram com as observações feitas por Silva *et al.* (2008) (Quadro 2).

**Quadro 2.** Principais estressores antrópicos intermediários em diferentes escalas da APA Guariroba, na Microbacia do córrego Guariroba em abril de 2007.

Área da APA Guariroba	Córregos e margens	Entomofauna bentônica
Erosão formando voçorocas ocasionadas pelas trilhas de gado, falta de curvas de níveis nas propriedades, a manutenção das estradas vicinais auxilia na formação das voçorocas.	Assoreamento tornando homogêneos os leitos dos córregos.	Diminuição da lâmina d'água e alteração na integridade ecológicas das comunidades aquáticas com possíveis reduções no número de espécies e redução do volume de água para captação.
Trânsito de automóveis, pessoas e gado nas estradas vicinais e suas margens.	Início de erosão, entrada de resíduos fecais, orgânico, sólidos (plásticos, vidros e outros) oriundos de oferendas religiosas, banhistas e por motociclistas.	Influência nas condições naturais dos ecossistemas aquáticos com perturbações de suas taxocenoses.



Continuação.

<b>Área da APA Guariroba</b>	<b>Córregos e margens</b>	<b>Entomofauna bentônica</b>
Predomínio de pastagens (braquiárias) e retirada total ou parcial da formação ripária por desmatamento.	Redução da proteção natural dos córregos o que promove ocorrência de assoreamento e homogeneização dos leitos dos córregos.	Redução de microhabitats e de espécies sensíveis e predomínio de espécies oportunistas.
Queimadas freqüentes das pastagens e remanescentes naturais.	Supressão do processo de sucessão natural das espécies vegetais e animais.	Redução do número de habitats naturais aquáticos, diminuição de matéria orgânica alóctone, redução de espécies exigentes e predomínio de oportunistas.
Presença de atividades econômicas, pecuária, piscicultura, agricultura, reflorestamento comercial e extração de madeira.	Possível presença de substâncias agropecuárias e seu carreamento para os córregos e lençóis freáticos	Influência na potabilidade da água e alteração de suas características físicas e químicas da água e do sedimento de fundo dos rios o que influencia a integridade biológica.
Aspecto estético da paisagem com presença marcante de alteração ambiental.	Número reduzido de espécies nativas (vegetais e animais), predomínio de pastagem, presença de voçorocas e capoeira.	Perturbação visual do meio terrestre e no ambiente aquático comprovada pelo baixo número de insetos e famílias de insetos.

As alterações ambientais intermediárias na microbacia do córrego Guariroba têm sua origem histórica ligada ao processo de ocupação do Cerrado incentivada pelo governo sem medidas de controle da conservação do solo, implantação de pastagens, somada ao desmatamento das formações ripárias e encostas (Dias, 2004).

## Conclusão

A entomofauna bentônica foi considerada um bom meio para determinar o grau das alterações ambientais relacionadas aos córregos da Microbacia do córrego Guariroba.

As alterações ambientais observadas na APA Guariroba são da categoria intermediária e influenciam de maneira negativa na entomofauna bentônica.

O uso da entomofauna bentônica apontou as áreas com presença de impactos antropogênicos como as menos conservadas e estas alterações influenciam em mudanças da estrutura desta taxocenose. Entre os impactos estão o assoreamento, a retirada da formação ripária, acesso de pessoas e bovinos.

A recuperação da formação ripária dos córregos da bacia do Guariroba e o controle de erosão é essencial para a integridade da entomofauna bentônica.

Os índices de diversidade Shannon-Wiener, Simpson, Dominância e Equitabilidade de Shannon mostraram as estações E3 e E4 como as mais conservadas. O mesmo resultado

foi observado para riqueza de famílias.

A área controle (estação E2), apesar de possuir formação ripária no trecho estudado, não se apresentou como mais conservada, com os indícios demonstrando que o fluxo de bovinos para dessedentação, acesso por banhistas e religiosos em ritual de oferendas, podem estar influenciando na integridade das famílias de insetos bentônicos no trecho de estudo desta estação.

Os dados apontaram a estação E1 como a menos conservada neste estudo, possivelmente, devido ao grande fluxo de banhistas, gado bovino e equino, motociclistas, ausência de formação ripária em suas margens, além de elevado número de voçorocas que auxiliam na redução de microhabitats devido à homogeneização do leito do córrego. Estes elementos contribuem para o baixo número de famílias de insetos e sua densidade.

Houve baixa variação entre as variáveis físicas e químicas da água e estas podem não responder como as variáveis mais adequadas aos impactos encontrados na APA Guariroba.

## Referências

- ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L.G.; MADEIRA-NETO, J. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W.D. (Ed.). *Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo*. Planaltina: Nobel, 1986. cap. 2, p. 33-74.
- BARTON, D.R. A comparison of sampling techniques and summary indices for assessment of water quality in the Yamaska River, Québec, based on benthic macroinvertebrates. *Environ. Monit. Asses.* v. 21, n. 3, p. 225-244, 1992.
- BOUCHARD, R.W., JR. *Guide to Aquatic Macroinvertebrates of the Upper Midwest*. St. Paul: University of Minnesota, 2004.
- BRASIL. *Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Diário Oficial da União, 1997.
- CAMPO GRANDE – Mato Grosso do Sul. *Decreto 7.183, de 21 de Setembro de 1995*. Institui a Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba. Campo Grande, Diogrande, 1995.
- CAO, Y.; BARK, A.W.; WILLIAMS, W.P. Measuring the responses of macroinvertebrate communities to water pollution: a comparison of multivariate approaches, biotic and diversity indices. *Hydrobiol.*, v. 341, n. 1, p. 1-19, 1996.
- COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. *Insetos imaturos: metamorfose e identificação*. Ribeirão Preto. Holos. 2006.

- DIAS, F.A. *Caracterização do sistema de abastecimento de água para a gestão de recursos hídricos do município de Campo Grande/MS*. 2004. Tese (Doutorado em Geografia Física) Universidade de São Paulo/FFLCH, São Paulo, 2004.
- EATON, D.P. Macroinvertebrados aquáticos como indicadores da qualidade de água. In.: CULLEN JR, L.; RUDRAN; R.; VALLADARES-PADUA; C. (Org.). *Métodos de estudo em biologia e manejo da fauna silvestre*. Curitiba: Editora da UFPR. 2003. cap. 2, p. 43-67.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. *PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*. 2001. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past/download.html>>. Acesso em: 16 mai. 2008.
- HILL, M.O. Correspondence analysis: a neglected method multivariate analysis. *Appl. Statist.* v. 23, n. 1, p. 340-354. 1974.
- KREBS, C.J. *Ecological Methodology*. New York: Harper & Row, Publishers, 1989.
- MAGURRAN, A.E. (Ed.). *Ecological diversity and its measurement*. London: Chapman & Hall, 1991.
- MATO GROSSO DO SUL. *Susceptibilidade à erosão da macrorregião da bacia do Paraná*. Campo Grande: Secretaria de Planejamento. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1982.
- MELO, A.S. Diversidade de macroinvertebrados em riachos. In: CULLEN JR, L.; RUDRAN; R.; VALLADARES-PADUA; C. (Org.). *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da fauna silvestre*. Curitiba: UFPR, 2003, cap. 3, p. 69-90.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3 ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- OLIVEIRA, A.K.M.; RESENDE, U.M.; DIAS, F.A. Estrutura arbórea de um trecho de mata ciliar no município de Campo Grande, MS. *Campo Grande. Ens. Ciênc.*, v. 10, n. 1, p. 133-141, 2006.
- PÉREZ, G.R. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogotá: Colciencias, 1988.
- PLANURB. *Perfil Socioeconômico de Campo Grande*. 11. ed. Campo Grande: Instituto Municipal de Planejamento Urbano e de Meio Ambiente – PLANURB. 1998.
- RABENI, C.F. Evaluating physical habitat integrity in relation to the biological potential of streams. *Hydrobiol.*, v. 422/423, n.1, p 245-256, 2000.

- ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall, 1993. cap. 1, p.1-9.
- SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 1998.
- SILVA, M.S.G.M.; BAPTISTA, D.F.; BUSS, D.F.; EGLER, M. Estudo de caso: a comunidade de macroinvertebrados aquáticos e sua utilização na avaliação da qualidade de água na bacia do rio Macaé, Estado do Rio de Janeiro. In: QUEIROZ, J.F.; SILVA, M.S.G.M.; TRIVINHO-STRIXINO, S (eds.). *Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de águas*. Jaguariúna. EMPRABA MEIO AMBIENTE. 2008. cap. 4, p. 68-91.
- SILVEIRA, M.P. *Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios*. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente, 2004.
- SILVEIRA, M.P.; QUEIROZ, J.F.; BOEIRA, R.C. *Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos*. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente. 2004.
- TER BRAAK, C.J.F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct analysis. *Ecol.*, v. 67, n. 1, p. 1167-1179, 1986.
- TER BRAAK, C.J.F. Ordination. In: JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, J.F.; VAN TONGEREN, O.F.R. (ed.). *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. cap. 5, p. 91-113.
- TER BRAAK, C.J.F.; PRENTICE, I.C. A theory of gradient analysis. *Adv. Ecol. Res.*, v. 18, n. 1, p. 272-330. 1988.
- VALENTIN, J.L. *Ecologia numérica - uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência. 2000.
- YAMACIRO, R.M.G. O emprego do Geoprocessamento na Análise Espacial da Bacia Hidrográfica do Córrego Guariroba, Campo Grande – MS. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO. 1., 2007. Taubaté. *Anais...* Taubaté: IPABHI, 2007. p. 115-121.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 4 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.

## CONCLUSÃO GERAL

No primeiro artigo foram constatados que os córregos diferem entre si pelas variáveis físicas e químicas encontradas no período de estiagem. Foi verificado maior conservação na área controle (E2) por meio de um maior número (20) de famílias de insetos e 11 famílias para as estações E1, E3 e E4. A ausência de formação ripária e o avanço de processos erosivos formam voçorocas e tornam os substratos de fundo dos córregos homogêneos devido o assoreamento e, estes fatores, auxiliam para o baixo número de famílias de insetos encontradas. A predominância da família Chironomidae em todas as posições jusante e montante das estações estudadas pode ser um indicio de alteração ambiental.

No segundo artigo foi constatado que a entomofauna bentônica é uma boa ferramenta para determinar o grau das alterações antrópicas relacionadas aos córregos da Microbacia do córrego Guariroba. As alterações antrópicas observadas na APA Guariroba são da categoria intermediária e influenciam de maneira negativa na entomofauna bentônica. Ao considerar os períodos de estiagem e chuvoso foi constatado que o uso da entomofauna bentônica, apontou as áreas com impactos antropogênicos como as menos conservadas e estas alterações influenciam em mudanças da estrutura desta taxocenose. Entre os impactos estão: o assoreamento, a retirada da formação ripária, acesso de pessoas e bovinos.

A recuperação da formação ripária da bacia do Guariroba e o controle de voçorocas é essencial para a integridade dos córregos e de suas taxocenoses, isso fica evidente ao observar os índices de diversidade Shannon-Wiener, Simpson, Dominância e Equitabilidade que apontaram as estações E3 e E4 como as mais conservadas, estas estações apresentam formação ripária, menor influência da ação erosiva do trecho estudado e sua maior conservação foi confirmada, também, pela maior riqueza de famílias. A área controle (estação E2), apesar de possuir formação ripária no trecho de estudo, não apresentou como mais conservada, esta estação possui fluxo maior de gado bovino para dessedentação, maior acesso por banhistas e religiosos em ritual de oferendas, estas ações podem estar influenciando na integridade das famílias de insetos bentônicos. A influência negativa das alterações antrópicas fica evidente ao apontar a Estação E1 como a menos conservada, esta além de possuir todas as alterações da Estação 2, apresenta, também, fluxo de equinos, motociclistas, ausência total de formação ripária em suas margens que foi substituída por

pastagem e com elevado número de voçorocas que auxiliam na redução de microhabitats devido à homogeneização do leito do córrego. Os indícios mostram que estes fatores contribuem para o baixo número famílias de insetos e sua densidade presentes nesta estação.

Houve baixa variação entre as variáveis físicas e químicas da água e estas podem não apresentar como as variáveis mais adequadas para responder aos impactos encontrados na APA Guariroba.







**Variáveis físicas e químicas**  
**Período de estiagem**

**28/7/2007**

Estação	PO.	pH	O.D.	C.E.	T.Ág.	Tr.	P.R.	T.Ar
<b>E1J</b>	0	6,28	12,57	3,77	17,20	16,02	16,02	21,80
<b>E1M</b>	1	6,16	11,93	3,77	17,17	19,38	19,38	24,60
<b>E2J</b>	0	6,60	12,10	10,47	17,60	28,11	28,11	20,53
<b>E2M</b>	1	6,66	11,97	10,17	17,57	52,11	52,11	23,97
<b>E3J</b>	0	6,98	9,20	17,43	16,67	62,17	66,17	16,40
<b>E3M</b>	1	7,00	10,77	17,13	17,23	53,55	53,55	18,73
<b>E4J</b>	0	6,78	9,67	12,97	15,20	48,61	48,61	12,27
<b>E4M</b>	1	6,74	9,67	12,03	15,43	32,44	32,44	12,1

**19/4/2007**

Estação	PO.	pH	O.D.	C.E.	T.Ág.	Tr.	P.R.	T.Ar
E1J	0	6,75	6,36	0	24,73	26,94	26,94	
E1M	1	6,78	7,86	0	24,8	26,36	26,36	
E2J	0	6,71	8,26	0,01	24,43	44,65	44,65	
E2M	1	6,75	7,86	0,01	24,5	53,15	53,15	
E3J	0	6,78	7,26	0,013	24,56	54,23	63,33	
E3M	1	6,82	7,73	0,02	24,66	59,83	66,6	
E4J	0	6,42	6,4	0,01	25,33	50,52	50,52	
E4M	1	6,43	7,2	0,01	25,1	48,49	48,49	

**Variáveis físicas e químicas**  
**Período chuvoso**

<b>Coleta dia 7/9/2007</b>								
<b>Estação</b>	<b>PO.</b>	<b>pH</b>	<b>O.D.</b>	<b>C.E.</b>	<b>T.Ág.</b>	<b>Tr.</b>	<b>P.R.</b>	<b>T.Ar</b>
<b>E1J</b>	0	6,21	10,76	3,76	20,1	16,32	16,32	20,83
<b>E1M</b>	1	6,27	11,33	3,6	20,76	18,99	18,99	22,46
<b>E2J</b>	0	6,74	11,66	10,6	21,23	28,15	28,15	21,46
<b>E2M</b>	1	6,73	11	11,23	21,63	72,42	72,42	21,56
<b>E3J</b>	0	7,06	8,26	20,33	22,16	58,37	58,37	30,4
<b>E3M</b>	1	7,09	8,4	20,36	21,36	70,38	70,38	30,2
<b>E4J</b>	0	6,86	8,73	15,26	19,13	48,26	48,26	18,6
<b>E4M</b>	1	6,71	8,9	15,36	21,1	43,91	43,91	25,16

<b>Coleta dia 15/11/2007</b>								
<b>Estação</b>	<b>PO.</b>	<b>pH</b>	<b>O.D.</b>	<b>C.E.</b>	<b>T.Ág.</b>	<b>Tr.</b>	<b>P.R.</b>	<b>T.Ar</b>
<b>E1J</b>	0	6,75	9,47	4,07	22,53	19,33	19,33	22,47
<b>E1M</b>	1	6,35	8,97	3,83	22,73	33,22	33,22	22,63
<b>E2J</b>	0	6,80	8,87	10,93	22,43	43,33	43,33	22,23
<b>E2M</b>	1	6,71	8,57	10,83	22,47	65,89	65,89	22,43
<b>E3J</b>	0	7,05	9,47	16,50	22,63	72,33	72,33	24,00
<b>E3M</b>	1	7,07	8,03	17,77	23,90	78,00	78,00	24,63
<b>E4J</b>	0	6,94	7,83	15,43	25,47	29,16	29,16	26,50
<b>E4M</b>	1	6,91	8,93	15,80	24,93	49,61	49,61	27,20