



Pós-Graduação  
**ZOOLOGIA**  
MPEG/UFPA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA**

**EFEITO DO USO DO HÁBITAT SOBRE A COMUNIDADE DE  
GERROMORPHA (HETEROPTERA) EM UMA ÁREA DE TRANSIÇÃO  
AMAZÔNIA-CERRADO, MATO GROSSO, BRASIL**

**ELAINE CRISTINA DE MIRANDA WANZELER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Curso de Mestrado, da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

Orientador: Dr José Antônio Marin Fernandes

**BELÉM-PA  
2008**

**ELAINE CRISTINA DE MIRANDA WANZELER**

**EFEITO DO USO DO HÁBITAT SOBRE A COMUNIDADE DE  
GERROMORPHA (HETEROPTERA) EM UMA ÁREA DE TRANSIÇÃO  
AMAZÔNIA-CERRADO, MATO GROSSO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Curso de Mestrado, da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

Orientador: Dr José Antônio Marin Fernandes

**BELÉM-PA  
2008**

**ELAINE CRISTINA DE MIRANDA WANZELER**

**EFEITO DO USO DO HÁBITAT SOBRE A COMUNIDADE DE  
GERROMORPHA (HETEROPTERA) EM UMA ÁREA DE TRANSIÇÃO  
AMAZÔNIA-CERRADO, MATO GROSSO, BRASIL**

---

**Dr. José Antônio Marin Fernandes**

Orientador  
Coordenação de Zoologia, Universidade Federal do Pará

---

**Dr. Adalberto José dos Santos**

Titular  
Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Minas Gerais

---

**Dr. Jorge Luiz Nessimian**

Titular  
Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

**Dr<sup>a</sup> Neusa Hamada**

Titular  
Departamento de Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

---

**Dr. Selvino Neckel de Oliveira**

Titular  
Coordenação de Zoologia, Universidade Federal do Pará

Tempo perdido é aquele em que  
não temos uma vida humana por completo,  
tempo enriquecido pela experiência,  
pelos esforços criativos,  
pelo prazer e pelo sofrimento.  
Bonhoeffer, D. – Teólogo alemão.

Ao José Augusto Pereira Barreiros (Guto)  
*in memoriam*, pelo incentivo, exemplo e amizade.

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus pelo companheirismo e amor sempre demonstrados e pelas bênçãos derramadas. Nada seria possível sem a Tua ajuda!

À minha família pelo incentivo e apoio incondicional. Vocês são o meu porto-seguro e a minha vida!

Ao Dr. José Antônio Marin Fernandes pela orientação e oportunidades profissionais concedidas.

Ao Dr. Selvino Neckel pela valiosa contribuição a este trabalho, sobretudo na utilização do Systat.

Aos amigos de perto e de longe, novos e antigos, por se fazerem presentes em minha vida e torcerem carinhosamente pelo meu progresso. Vocês acreditaram em mim até mesmo quando eu não acreditava mais.

Ao Paulo Guilherme (P.G.), Jerriane Gomes (Raul) e José Roberto (Zé) por compartilharem seus saberes e amizade indispensáveis.

Ao João Fabrício pela ajuda com o programa ArcView.

A toda equipe de campo da Fazenda Tanguro pela hospitalidade, prestabilidade e amizades construídas.

À Vânia Neu por todo o socorro prestado e por permitir a utilização dos dados sobre a descrição física dos riachos.

Aos amigos do Laboratório de Entomologia pela ajuda na triagem do material coletado e pelos bons momentos propiciados fora e durante o trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, convênio Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, pelo apoio estrutural dado durante o curso de mestrado.

A CAPES pela bolsa concedida.

Ao projeto Manejo e Recuperação de Recursos Naturais em Paisagens Antropizadas na Amazônia Oriental MCT/ CNPq/ PPG7 pelo financiamento das coletas e apoio logístico em campo.

**SUMÁRIO**

LISTA DE FIGURAS .....	v
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1       INTRODUÇÃO .....	1
1.1     Objetivo Geral .....	10
1.2     Objetivos Específicos .....	10
2       MATERIAL E MÉTODOS .....	11
2.1     Área de Estudo .....	11
2.1.1   Descrição dos Riachos .....	14
2.2     Desenho Amostral .....	18
2.3     Análise dos Dados .....	22
3       RESULTADOS .....	24
3.1     Fauna de Gerromorpha .....	24
3.2     Efeito do hábitat sobre a abundância e riqueza de Gerromorpha .	28
4.      DISCUSSÃO .....	34
4.1     Fauna de Gerromorpha .....	34
4.2     Efeito do hábitat sobre a abundância e riqueza de Gerromorpha.	37
5.      CONCLUSÃO .....	41
6.      REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Distribuição das famílias de Gerromorpha de acordo com a preferência de hábitat: a-b, seções úmidas do hábitat terrestre; c-d, seção marginal do hábitat aquático; e-h, cobertura de plantas na superfície d'água; i-k, águas abertas (retirado de Andersen, 1982). .....7
- Figura 2. Mapa da fazenda Tanguro, estado do Mato Grosso, destacando a localização das seis Áreas de Proteção Permanente (APP) deste estudo. No alto, mapa do estado do Mato Grosso destacando o município de Querência. Fonte: IPAM e <http://pt.wikipedia.org/wiki/Quer%C3%Aancia>. .....12
- Figura 3. Fotos das APP localizadas em: área de pastagem (A-B); área de plantio de soja (C-D); e área de mata contínua (E-F). .....14 e 15
- Figura 4. APP 1 em estado avançado de degradação, com perda da cobertura florestal original. ....15
- Figura 5. Disposição esquemática dos pontos de coleta nos riachos. Cada círculo representa um ponto de coleta. ....18
- Figura 6. Coleta de heterópteros aquáticos com puçá na APP 2A. Foto: Portela, O. ....20
- Figura 7. Coleta de heterópteros aquáticos com peneira na APP 2A. ....21
- Figura 8. Curvas de acumulação de espécies para as áreas de mata contínua, pastagem e plantio de soja em função do número de amostras coletadas. ....27
- Figura 9. Abundância de (A) Gerromorpha; (B) *Brachymetra lata*; (C) *Brachymetra sp1*; (D) *Cylindrostethus palmaris* em escala logarítmica, nos diferentes hábitats. ....31

Figura 10. Abundância de (A) *Neogerris lubricus*; (B) *Rhagovelia paulana*; (C) *Rhagovelia whitei*; (D) *Tachygerris celocis* em escala logarítmica, nos diferentes habitats. ....32

Figura 11. Ordenação dos tipos de habitats baseada na (A) composição das espécies e (B) abundância relativa de Gerromorpha. M = mata contínua; p = pastagem; s = plantio de soja. ....33

## RESUMO

Os Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos consistem em três infra-ordens monofiléticas, os Gerromorpha, Nepomorpha e Leptopodomorpha. No Brasil, existe um número bastante reduzido de literatura sobre este grupo, onde o estado de Minas Gerais concentra o maior número de estudos. Este trabalho objetivou determinar o efeito da intensidade de uso da terra sobre a comunidade de heterópteros aquáticos, infra-ordem Gerromorpha. A área de estudo está localizada na Fazenda Tanguro, estado do Mato Grosso, em uma faixa de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado. Foram realizadas quatro expedições nos meses de maio e julho, nos anos de 2006 e 2007. As coletas foram realizadas ao longo de seis riachos de primeira ordem localizados em três áreas diferentes: campo de soja, pastagem e mata contínua. Foram encontrados 5 famílias, 19 gêneros, 36 espécies e 13 morfoespécies de Gerromorpha. As curvas médias de acumulação de espécies para cada uma das três áreas de estudo não atingiram a assíntota ao final da adição de amostras, mas demonstraram uma clara tendência a estabilização, sugerindo que um aumento do esforço amostral aproximaria o número de espécies observadas da realidade do local de estudo. Embora a cobertura vegetal tenha sido significativamente diferente entre as três áreas estudadas (ANOVA,  $F_{2,45} = 23,72$ ;  $P < 0,001$ ), o tipo de hábitat não influenciou no número de espécies de Gerromorpha (ANOVA  $F_{3,44} = 0,77$ ;  $P = 0,52$ ). Sete espécies apresentaram diferenças significativas entre os hábitats. Os dois eixos do MDS baseados na composição das espécies não separaram as espécies quanto ao tipo de hábitat. Para a matriz de abundância, o eixo 1 (MANOVA;  $F_{2,45} = 16,27$ ;  $P < 0,001$ ) e o eixo 2 (MANOVA;  $F_{2,45} = 6,31$ ;  $P = 0,004$ ) diferenciaram as

espécies que ocorreram na área de mata contínua. Um total de 57,14% das espécies coletadas é compartilhado pelas três áreas de estudo. A sensível redução no número de indivíduos registrados da área mais conservada (mata contínua) para as áreas degradadas (plantio de soja e pastagem, respectivamente) possivelmente está relacionada à perda de cobertura vegetal observada nas áreas degradadas. As espécies *Brachymetra lata*, *Brachymetra sp 1*, *Cylindrostethus palmaris*, *Tachygerris celocis*, *Rhagovelia paulana*, e *Rhagovelia whitei* podem ser consideradas espécies indicadoras de áreas florestadas; e *Neogerris lubricus* pode ser indicadora de ambientes sem cobertura vegetal.

Palavras-chave: heterópteros aquáticos; Gerromorpha; espécies indicadoras; Amazônia; Cerrado

**ABSTRACT**

The aquatic and semiaquatic bugs (Heteroptera) belong to three different monophyletic infra-orders: Gerromorpha, Nepomorpha and Leptopodomorpha. In Brazil only a few studies on these groups have been carried out, mostly in the state of Minas Gerais. This study aimed to determine land use intensity effect over the aquatic Heteroptera-Gerromorpha community. The study was carried out at Tanguro farm, state of Mato Grosso, in a area of transition between cerrado and tropical rain forest. Samples were collected on May and July in 2006 and 2007 in six streams within three different environments: soybean plantation, pasture and forest. Five families, 19 genera, 36 species and 13 morphospecies of Gerromorpha were collected. Species accumulation curves for each environment did not reach an asymptote, though they showed a clear tendency to stabilization. Therefore, increasing the number of samples probably will set the real species number close to the observed for the whole study area. Although vegetation coverage was significantly different among the three environments (ANOVA,  $F_{2,45} = 23,72$ ;  $P < 0,001$ ), the habitat type did not influence the number of Gerromorpha species (ANOVA  $F_{3,44} = 0,77$ ;  $P = 0,52$ ). In addition, the two axis of a MDS analysis based on species composition did not discriminate the habitats. On the other hand, the abundance of seven species was significantly different among habitats. Analysis of the abundance matrix shown (axis 1- MANOVA;  $F_{2,45} = 16,27$ ;  $P < 0,001$  and axis 2- MANOVA;  $F_{2,45} = 6,31$ ;  $P = 0,004$ ) segregated forest species. The three habitats shared 57,14% of the species collected. The considerable decrease in number of specimens from the forest to the pasture may be related to the lost of vegetation coverage in disturbed areas. The species *Brachymetra*

*lata*, *Brachymetra* sp. 1, *Cylindrostethus palmaris*, *Tachygerris celocis*, *Rhagovelia paulana*, *Rhagovelia whitei* and *Neogerris lubricus* could be considered indicator species based on significant differences in abundance between disturbed and undisturbed areas.

Key words: Aquatic true bugs, Gerrmorpha, indicator species, Amazonian, Cerrado.

## 1. INTRODUÇÃO

O planeta Terra tem sido palco provavelmente da maior crise ambiental da nossa história. Aproximadamente 1.500.000 espécies são conhecidas pela ciência, mas a alta taxa de extinção que atinge a diversidade biológica compromete a descoberta de inúmeras espécies, particularmente nas áreas de elevado endemismo e diversidade, como nos trópicos (Ricklefs, 2003; Zurbrügg & Frank, 2006; Poole & Downing, 2004; Derraik et al, 2002).

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas tais como mineração, construção de barragens e represas, modificações no curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundação, entre outros. Como consequência destas atividades, tem-se observado uma expressiva queda da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas (Goulart & Callisto, 2003; Allan & Flecker, 1993).

Os habitats de água doce apresentam três características que tornam a pressão antrópica sobre eles ainda mais preocupante. Os ambientes dulcícolas existem em menor quantidade no planeta se comparados com outros ambientes (5 -10 milhões de km<sup>2</sup>, i.e., menor que a área da Europa). Todos os habitats dulcícolas são ilhas em um mar de terra seca e água salgada; o que limita a oportunidade de dispersão de seus habitantes. Até dentro de redes de drenagem contíguas as espécies estão freqüentemente

isoladas. Por estar cercadas por um ambiente terrestre, as bacias de drenagem são fortemente influenciadas pelas atividades humanas ali desenvolvidas, refletindo os usos e ocupação do solo nas áreas vizinhas (Strayer, 2006).

A bacia amazônica é o maior compartimento de água doce do planeta, representando 15% do total disponível desse recurso (ANA, 2002). Porém, a despeito da Amazônia ainda abrigar uma riqueza natural de relevância inquestionável, as taxas anuais de desmatamento são extremamente elevadas, destacando o Brasil como o país que perde mais rapidamente sua cobertura florestal (Trancoso et al, 2007).

Os estados campeões de desmatamento são o Mato Grosso e o Pará, que compõem o “arco do desmatamento”, uma faixa concentrada principalmente ao sul da região (transição entre o cerrado e a floresta). A agricultura, a pecuária extensiva e o cultivo de grãos (em especial, a soja) são as principais atividades responsáveis pelo desmatamento na Amazônia (Alencar et al, 2004; Nepstad et al, 2006).

O Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, estima que o desmatamento na Amazônia possa ter atingido 7.000 km<sup>2</sup> entre agosto e dezembro de 2007; em que os estados do Mato Grosso (53,7%), Pará (17,8%) e Rondônia (16%) respondem pela maior parte dos desmatamentos (INPE, 2008). Em novembro de 2007, o desmatamento detectado pelo Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) atingiu 571 km<sup>2</sup> no Mato Grosso (86% ocorreu em propriedades rurais), sendo 49% maior se comparado ao mês anterior

(outubro de 2007) e 34% maior quando comparado a novembro de 2006 (Souza Jr et al, 2007).

O estado do Mato Grosso abriga muitas regiões de cabeceiras de drenagem de extrema importância hidrológica. Todo o norte e parte do sul do estado são drenados pelas bacias dos rios Araguaia, Xingu, Tapajós e Madeira, sendo o restante drenado pela bacia do rio Paraguai. Entretanto, uma das regiões mais preocupantes quanto à perda de florestas nos últimos anos corresponde às cabeceiras dos rios Tapajós e Xingu, ao norte deste estado (Trancoso et al, 2007). As cabeceiras do rio Xingu, no estado do Mato Grosso, somam 17,7 milhões de hectares, dos quais 2,38 milhões de hectares foram desmatados até 1994; e até 2005 foram 5,57 milhões de hectares, isto é, a área desmatada dobrou em pouco mais de 10 anos e já atingiu um terço da região das cabeceiras (Junqueira et al, 2006). Apesar de parte desta bacia estar sob proteção, quase todas as nascentes que formam a Bacia do Xingu encontram-se fora de áreas de proteção, e situadas numa região com intensa atividade agropecuária e, portanto, estão sujeitas ao impacto antrópico (Neu, comunicação pessoal).

Em face à crescente ameaça à biodiversidade, a implementação de protocolos estruturados de amostragem configura-se como uma necessidade para acessar a riqueza ou diversidade ecológica de uma determinada área (Coddington et al, 1991). A análise da diversidade biológica poderá contribuir tanto para o aumento do conhecimento acerca da teoria ecológica, quanto oferecerá parâmetros para a tomada de decisões e recomendações a favor da conservação de espécies ou áreas ameaçadas

(Moreno, 2001; Norris, 1999). Nessa perspectiva, a realização de inventários configura-se numa importante ferramenta para a conservação e uso racional da diversidade biológica (Santos, 2003).

Inventariar a diversidade implica em descrever qualitativamente as espécies, quantificando e caracterizando a diversidade e os padrões de abundância dos táxons presentes. Entretanto, nenhuma dessas etapas é realmente fácil de ser atingida para a maioria dos invertebrados tropicais, sobretudo na Amazônia. Isso ocorre, em parte, devido à falta de protocolos de coleta, disponibilidade de taxonomistas qualificados para reconhecer e denominar os táxons e até à falta de métodos analíticos adequados para descrever as comunidades (Martins & Lise, 1997).

Apesar da alta diversidade e da grande importância como indicador do estado de conservação da área de drenagem, o conhecimento da biota aquática em riachos é ainda muito escasso no Brasil (Melo, 2003; Hamada et al, 2002; Baptista et al, 2001). Poucos estudos têm dedicado atenção aos grandes grupos de artrópodes, especialmente aos insetos (existem apenas 1297 espécies de insetos de água doce registradas no Brasil, segundo Rocha, 2002). A consequência disso é observada na carência de dados taxonômicos, biogeográficos e ecológicos, o que evidencia a necessidade de formação de especialistas.

Os invertebrados caracterizam-se por serem comuns, numerosos, bastante diversos (ocupando vários microhábitats), facilmente amostráveis e funcionalmente importantes, respondendo mais rapidamente a mudanças ambientais do que plantas vasculares e vertebrados (Lewinsohn et al, 2005;

Oliver & Beattie, 1996; Kremen et al, 1993). Almeida et al (1998), também apontam os grupos megadiversos como indicadores para estudos faunísticos, destacando os insetos como o que melhor viabiliza a realização de coletas extensas sem causar impactos relevantes em populações locais.

Os insetos são de grande importância na transformação da matéria e no fluxo de energia do ecossistema (Trivinho-Strixino & Strixino, 1993). A macrofauna quinal (superfície), pelagial (coluna d'água) e bental, na maioria dos ecossistemas aquáticos é dominada numericamente e em termos de biomassa pela classe Insecta (Ward, 1992).

Os insetos aquáticos formam um grupo diversificado de organismos que ocupam ambientes lênticos (água parada) e lóticos (água corrente). A composição e distribuição dessa fauna de água doce podem ser influenciadas por vários fatores abióticos, como a velocidade da corrente, tipo de substrato, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, cobertura vegetal, bem como por interações biológicas (Silveira et al, 2006; Hieber et al, 2005; Ribeiro & Uieda, 2005; Carvalho & Uieda, 2004; Ramirez & Hernández-Cruz, 2004; De Marco & Latini, 1998). No que tange ao estudo de insetos aquáticos, destaca-se o pouco interesse dos pesquisadores em trabalhar com este grupo, sobretudo na Amazônia brasileira, onde poucos artigos têm sido publicados nesse sentido (Bobot & Hamada, 2002).

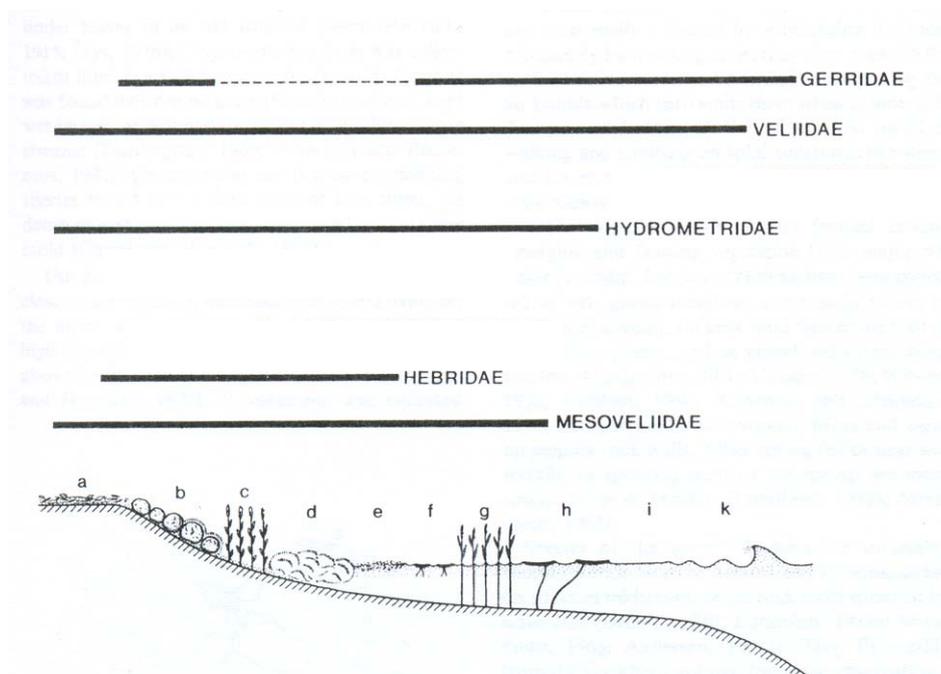
Na classe Insecta, Heteroptera é o maior e mais diverso grupo entre os insetos com metamorfose incompleta. Constitui-se em uma subordem ampla e mundialmente distribuída, sendo caracterizada por um aparelho bucal sugador que surge na região anterior da cabeça e se estende ventral e

posteriormente, e pelo primeiro par de asas modificado em hemiélitros. Apresentam um ciclo de vida direto compreendendo ovos, ninfas (geralmente cinco ínstaes) e adultos sexualmente maduros (Schuh & Slater, 1995; McCafferty, 1983; Borror & DeLong, 1969). Os heterópteros são parte importante na fauna dos ecossistemas uma vez que servem de alimento para outros grupos como peixes, anfíbios, répteis, aves, mamíferos e outros artrópodes. Além disso, também atuam no controle biológico de larvas e pupas de mosquitos vetores de doenças (Nieser & Melo, 1997).

Os Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos consistem em três infra-ordens monofiléticas, os Gerromorpha, Nepomorpha e Leptopodomorpha, representados em 23 famílias, 343 gêneros e 4810 espécies. Estas infra-ordens estão separadas em duas categorias: as “espécies verdadeiramente aquáticas”, que compreendem os que têm todo ou parte do seu ciclo de vida em habitats aquáticos, quer seja dentro ou sobre a água (Gerromorpha e Nepomorpha); e as “espécies dependentes de água” que apresentam uma dependência específica de habitats aquáticos (Leptopodomorpha) (Polhemus & Polhemus, 2008). Para a região Neotropical são conhecidas 1289 espécies de heterópteros aquáticos e dependentes de água, distribuídas em 105 gêneros e 20 famílias (Polhemus & Polhemus, 2008). Na América do Sul tropical tem-se o registro de 800-900 espécies aquáticas, compreendendo 81 gêneros em 16 famílias (Rocha, 2002; Froehlich, 1999).

A infra-ordem Gerromorpha é o grupo de insetos com o maior sucesso para a vida na superfície da água (Andersen, 1982). O seu tamanho

varia de 1,2 – 36 mm (Nieser & Melo, 1997). Abrange 7 famílias, 239 gêneros e 2021 espécies distribuídas por todos os continentes, exceto o Antártico. Para a região Neotropical, existe o registro de 515 espécies (Polhemus & Polhemus, 2008). Todas as espécies vivem em ambientes úmidos, em água doce, poças, lagos, filme d'água, riachos, estuários e oceanos (Figura 1). Com poucas exceções, os ovos só se desenvolvem em uma atmosfera saturada de água (Andersen, 1982).



**Figura 1.** Distribuição das famílias de Gerromorpha de acordo com a preferência de hábitat: a-b, seções úmidas do hábitat terrestre; c-d, seção marginal do hábitat aquático; e-h, cobertura de plantas na superfície d'água; i-k, águas abertas (retirado de Andersen, 1982).

Os Gerromorpha são dominantes na comunidade animal associada à interface ar-água. São animais carnívoros ou carniceiros de superfície alimentando-se de outros artrópodes, em sua maioria, insetos. A coexistência é possível entre espécies de tamanhos diferentes, bem como entre estádios de desenvolvimento diferentes (Andersen, 1982).

No que concerne aos heterópteros aquáticos encontrados no Brasil, há uma literatura bastante reduzida, onde os registros acerca das espécies estão dispersos em diversos trabalhos que, em geral, tratam essencialmente da sistemática do grupo ocorrendo uma grande carência sobre a ecologia desses insetos (Nieser & Melo, 1997).

O estado de Minas Gerais concentra o maior número de trabalhos acerca desse grupo. Nieser & Melo (1999a), Nieser et al (1997) e Nieser et al (1999) trataram da descrição de novas espécies pertencentes às famílias Gerridae, Notonectidae e Naucoridae, respectivamente. Nieser & Melo (1999b) referiram-se a problemas de sinonímias para o gênero *Limnocoris*. Pereira & Melo (1998) avaliaram a influência de diferentes tipos de presas na criação e preferência alimentar de duas espécies de *Belostoma*. Nieser & Melo (1997), apresentaram um guia para a identificação de espécies das infra-ordens de Heteroptera aquáticos (Nepomorpha e Gerromorpha). Vianna & Melo (2003) e Melo & Nieser (2004) realizaram levantamentos faunísticos em diferentes localidades de Minas Gerais, entretanto, sem utilizar uma metodologia de coleta estruturada.

O Rio Grande do Sul é outro estado onde foram desenvolvidos trabalhos sobre heterópteros aquáticos. Lanzer (1975a; 1975b; 1976) e Lanzer-de-Souza (1980; 1988; 1992; 1996) desenvolveu estudos com os gêneros *Belostoma*, *Lethocerus*, *Horvathinia*, *Gelastocoris* e *Nerthra*. Souza (1985) registrou a ocorrência de *Curicta* e *Ranatra*. Bueno et al (2003), trabalhando com invertebrados bentônicos, citaram a família Naucoridae. Neri et al (2005) realizaram um inventário faunístico na área da Usina Hidrelétrica de Dona

Francisca, onde analisaram a composição de heterópteros aquáticos em ambientes lênticos e lóticos, registrando um total de 19 espécies representadas em 16 gêneros e 9 famílias.

Para a região amazônica, encontrou-se apenas um trabalho (Pereira, 2004) com metodologia de coleta padronizada e dados ecológicos para heterópteros aquáticos desenvolvido na Amazônia Central. Entretanto, nesse estudo não são informados o esforço amostral, dados de abundância observada e desenho amostral. Existem trabalhos revisionais clássicos onde são mencionados apenas os locais de ocorrência de algumas espécies, não existindo informações sobre os métodos de coleta empregados (Truxal, 1953; Todd, 1955; Lauck, 1962, 1963; Keffer, 1996). Um levantamento da família Gerridae foi realizado na Bacia Hidrográfica do rio Trombetas, no estado do Pará, apresentando mapas da distribuição geográfica de Gerrinae e chave para a identificação de seis espécies (Sampaio e Py-Daniel, 1993).

Tendo em vista que as comunidades biológicas refletem a integridade ecológica total dos ecossistemas (integridade física, química e biológica) e reconhecendo que a união de pesquisas taxonômicas com aquelas de abordagem ecológica é muito importante para o conhecimento da estrutura e função da comunidade de insetos nos ecossistemas aquáticos (Peiró & Alves, 2006; Benetti & Hamada, 2003), estudos desta fauna, sobretudo em áreas fortemente impactadas por atividades humanas, poderão gerar dados necessários para a gestão e restauração de ecossistemas naturais.

Dessa forma, este trabalho pretende avaliar a composição da fauna de Gerromorpha em áreas naturais e com diferentes níveis de

degradação a fim de fornecer dados que contribuirão com o estabelecimento de políticas de recuperação e monitoramento destas áreas.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Determinar o efeito da intensidade de uso da terra sobre a comunidade de heterópteros aquáticos, da infra-ordem Gerromorpha, em uma área de transição Amazônia-Cerrado, estado do Mato Grosso, em áreas sob três tipos de influência: plantio de soja, pastagem e mata contínua.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

i) Determinar a composição e riqueza de heterópteros aquáticos em riachos de três áreas distintas: plantio de soja, pastagem e mata contínua.

ii) Testar o efeito das três áreas de estudo sobre a abundância e riqueza de heterópteros (Gerromorpha).

iii) Testar o efeito dos locais de coleta (seis riachos) sobre a abundância e riqueza de heterópteros (Gerromorpha).

iv) Testar a diferença entre as três áreas de estudo quanto à cobertura vegetal.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo está localizada na Fazenda Tanguro (12° 54' S e 52° 22' W), aproximadamente a 35 km ao sul do município de Querência (12° 35' 49" S e 52° 11' 59" W), nordeste do estado do Mato Grosso (Figura 2). A propriedade engloba 81.448 hectares dos quais 23.706 hectares são utilizados para a produção de soja, 8.344 hectares correspondem a áreas de pasto, 3.132 hectares de Área de Preservação Permanente (APP) e 46.266 hectares de Reserva Legal.

Os rios Tanguro e Darro são os principais rios da região, respectivamente, a oeste e leste, sendo que o primeiro é o limite oeste da fazenda. Ambos estão incluídos na bacia do alto Xingu, onde o rio Darro, ao contrário do Tanguro, desemboca primeiro no rio Suiá-miçu antes de desaguar no rio Xingu (ANA, 2002).

O clima da região se enquadra no tipo climático Aw (classificação de KÖPPEN), caracterizando-se como um clima chuvoso tropical, onde o mês mais frio tem temperatura média superior a 18°C, o índice pluviométrico anual é elevado com estação seca no inverno (ocorrem chuvas de verão). O período chuvoso, geralmente, inicia-se em novembro e vai até abril; enquanto o período seco ocorre entre os meses de maio a outubro. A precipitação anual, entre o período de 2004 a 2007, foi de aproximadamente 1900 mm e a umidade relativa de 66% (INPE-CPTEC, disponível na internet em <http://www.cptec.inpe.br>).



**Figura 2.** Imagem de satélite da fazenda Tanguro, estado do Mato Grosso, destacando a localização das seis Áreas de Proteção Permanente (APP) deste estudo. No alto, à direita, mapa do estado do Mato Grosso destacando em vermelho o município de Querência. Fonte: IPAM e <http://pt.wikipedia.org/wiki/Quer%C3%Aancia>.

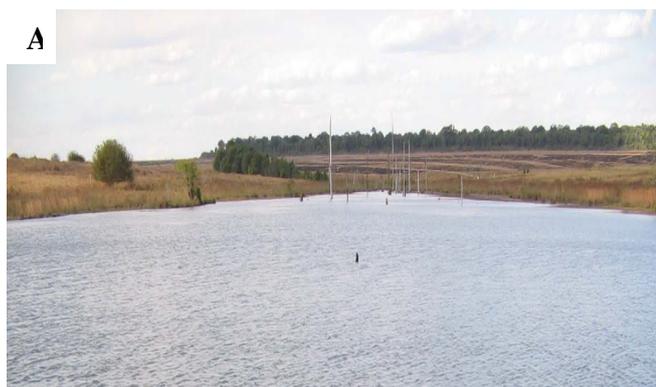
A fazenda Tanguro está inserida no bioma amazônico em uma zona de contato entre floresta ombrófila e floresta estacional com intensa atividade agrícola (produção de soja), ou seja, possui uma cobertura vegetal antrópica (IBGE, 2004).

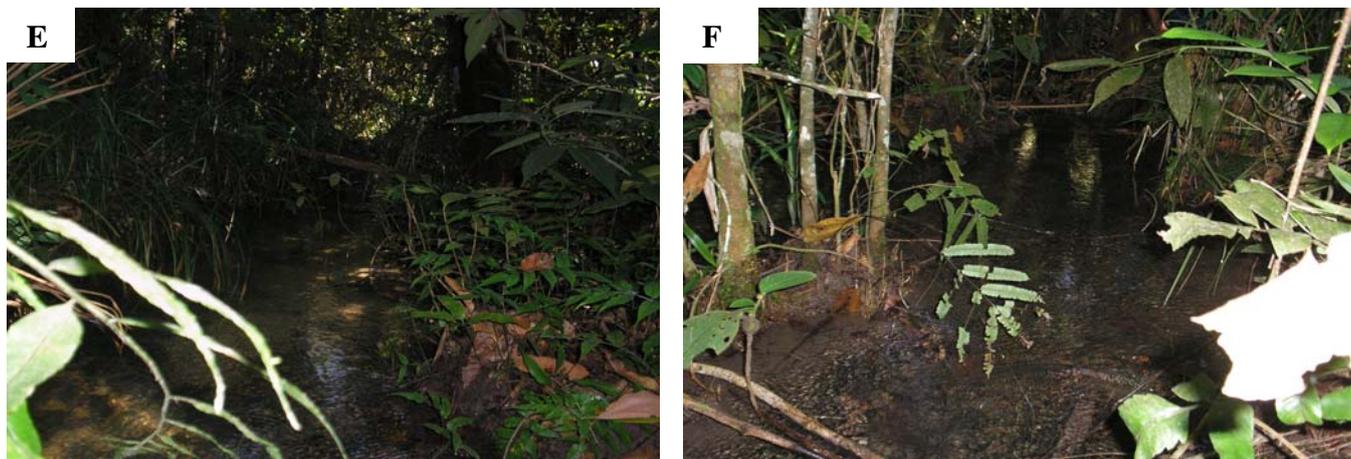
A estrutura de vegetação desta região abriga espécies características da transição entre floresta amazônica e cerrado, com densidades médias nos estratos superior (diâmetro na altura do peito – DAP  $\geq$  10 cm) e inferior ( $5 \text{ cm} \leq \text{DAP} \leq 9,9 \text{ cm}$ ), respectivamente, de 546 ind./ha e 654 ind./ha, onde as árvores emergentes apresentaram mais de 20 m de altura e DAP entre 40 e 140 cm. Nove espécies representam 50% do Índice de Importância, com a prevalência de Lauraceae. O solo é do tipo Oxisolo (Haplustox) com um lençol freático de 12-15 m de profundidade (Balch et al, 2008; IVANAUSKAS et al, 2004).

As Microbacias Darro e Tanguro, que abrangem os riachos estudados neste trabalho, apresentam característica ácida, o que é comum nos rios da bacia amazônica. Com relação aos teores de oxigênio, as concentrações registradas foram abaixo de 2.0 mg/l. A temperatura observada nos açudes e locais onde o rio não está cercado de mata ciliar é mais elevada ( $30,5^{\circ}\text{C} - 33^{\circ}\text{C}$ ) do que aqueles que dispõem de mata ciliar ( $27,3^{\circ}\text{C}$ ), o que se deve à grande lâmina de água exposta diretamente ao sol (Neu, dados não publicados).

### 2.1.1 DESCRIÇÃO DOS RIACHOS

Neste estudo, as coletas foram realizadas ao longo de seis riachos de primeira ordem, dois localizados em pastagem (APP 1 e APP Lago do Jacaré), dois em áreas de plantio de soja (APP 5 e 6), e dois localizados em mata contínua (APP 2 e 2A) (Figura 3). A maioria das APP encontra-se em estado avançado de degradação, com significativa perda da cobertura vegetal (Figura 4).





**Figura 3.** Fotos das APP localizadas em: área de pastagem (A-B); área de plantio de soja (C-D); e área de mata contínua (E-F).



**Figura 4.** APP 1 em estado avançado de degradação, com perda da cobertura florestal original.

As APP 1 e Lago do Jacaré (LJ) localizam-se em uma área sob influência direta da pastagem (Figura 3 A-B). A APP1 está em estado avançado de degradação, possuindo cobertura vegetal apenas ao longo de, aproximadamente, 150 m próximos à nascente (localização do 1º ponto de coleta). Grande parte deste riacho foi represada para uso do gado. O substrato é, em sua maioria, lodoso, mas nos trechos de água mais corrente o substrato é arenoso. Próximo à margem havia predominância de gramíneas (capim do pasto), mas as macrófitas também estavam presentes. Em alguns trechos, o riacho é margeado por uma vegetação arbustiva que lhe proporciona um pouco de sombra. A APPLJ é um pequeno fragmento de floresta que também teve parte de seu trecho represada. Apresenta cobertura vegetal apenas em parte de seu trecho (localização dos pontos de coleta 5-8). A água é estagnada, turva, apresentando um substrato lodoso. A profundidade média nos pontos de coleta foi de  $43,05 \pm 24,14$  cm e a cobertura vegetal média foi de 20%.

As APP 5 e 6 compreendem fragmentos florestais de galeria localizados em uma área sob influência direta do plantio de soja (Figura 3 C-D). Estas áreas sofreram forte perda da cobertura vegetal para a conversão em pastagem mas, atualmente, são utilizadas para o plantio da soja. Os riachos são estreitos, atingindo 1,5 m nos trechos mais largos. Alguns trechos ao longo dos riachos foram represados formando lagos e estão totalmente desprovidos de cobertura vegetal; em outros a vegetação é predominantemente arbustiva. Nestes locais observou-se a presença de macrófitas, o substrato é essencialmente lodoso, e a coleta foi realizada apenas nas margens até a

profundidade de 50 cm. A profundidade média foi de  $42,10 \pm 26,42$  cm e a cobertura vegetal média nos pontos de coleta foi de 42%.

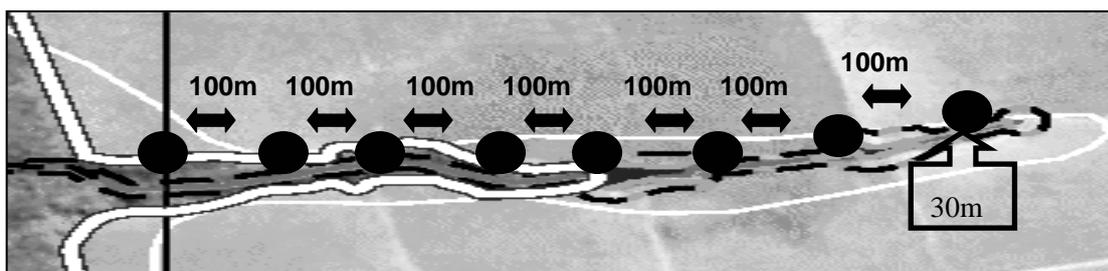
As APP 2 e 2A estão localizadas em uma área de mata contínua (Figura 3 E-F) que não sofre ou sofreu qualquer intervenção das atividades econômicas desenvolvidas na Fazenda Tanguro. É uma área bem preservada, abrigando árvores de grande porte (20 a 30 metros de altura). Os riachos são estreitos, com largura máxima de 2m nos trechos mais largos. Os pontos de coleta à jusante apresentam substrato arenoso, água corrente e transparente. Nos trechos onde a água é mais parada, o substrato apresenta-se arenoso e lodoso e podem ser observadas macrófitas. Nos pontos à montante, o substrato é lodoso, a água apresenta-se estagnada e turva. A profundidade média foi de  $44,25 \pm 20,09$  cm e a cobertura vegetal média nos pontos de coleta corresponde a 87,42%.

Para medida da cobertura vegetal, foram tiradas fotografias do dossel, representativas de cada ponto de coleta, com o auxílio de uma câmera digital Olympus D-435, com resolução de 5.1 megapixel. As fotografias foram analisadas através do programa ArcView 3.3 (ESRI, 1997), fazendo-se a contagem dos pixels preenchidos com vegetação para estabelecer a porcentagem média de cobertura vegetal de cada riacho. A profundidade de cada riacho foi medida com uma régua de 1,5 m obtendo-se três medidas em cada ponto de coleta.

## 2.2 DESENHO AMOSTRAL

Foram realizadas quatro expedições para a Fazenda Tanguro, nos meses de maio e julho (estação seca), nos anos de 2006 e 2007. Em cada uma destas, três áreas foram visitadas: mata contínua, plantio de soja e pastagem. Dois riachos de primeira ordem foram amostrados em cada uma das três áreas de estudo. O número de riachos foi estabelecido a fim de padronizar a quantidade disponível para coleta em cada área.

Em cada riacho foram escolhidos oito pontos de coleta, incluindo ambientes lênticos e lóticos (Figura 5). Cada ponto de coleta correspondeu a 30 m ao longo das margens e estava a, pelo menos, 100 m do próximo ponto de coleta. A unidade amostral correspondeu, portanto, a uma hora de coleta contínua na margem do riacho, ao longo de 30 m, pelo mesmo coletor. Desta forma, foram obtidas 192 amostras, 48 em cada uma de quatro expedições.



**Figura 5.** Disposição esquemática dos pontos de coleta nos riachos. Cada círculo representa um ponto de coleta.

Foram empregados puçá (Figura 6) e peneira (Figura 7), ambos com malha de 1 mm, como aparatos de coleta, sendo estes métodos ativos e complementares amplamente utilizados para captura de insetos aquáticos. As coletas foram feitas no sentido contrário à correnteza para evitar distúrbios nos pontos não amostrados.

As coletas foram feitas em dias sem chuva, das 8h às 18h, por um coletor e um assistente treinado responsável pela triagem do material. A cada varredura feita com o puçá na água, o coletor despejava o material em uma bandeja branca para que o assistente retirasse os espécimes e depositasse no pote coletor contendo álcool. As capturas em cada rio se deram da margem para dentro da água até a profundidade máxima de cerca de 60 centímetros (limite de eficiência do puçá). Nas partes mais rasas, onde o puçá não é eficiente, foi utilizada a peneira que, por ser menor e maleável, pode ser usada com maior precisão na captura dos exemplares que se deslocam para margem, tentando fugir da captura. Os exemplares coletados foram retirados com o auxílio de pincel ou pinça de ponta fina e colocados em frascos contendo álcool etílico 80%.

Em laboratório, o material coletado foi triado sob um estereomicroscópio Carl Zeiss Stemi, contado e identificado ao nível de espécie ou morfoespécie através de literatura especializada seguindo Hungerford & Matsuda (1960), Nieser (1975), e Nieser & Melo (1997). Após a identificação, o material foi preservado em tubos de vidro com fundo chato (7x1 cm de diâmetro) contendo álcool 70%, onde os indivíduos foram separados por ponto de coleta, ao nível de família.

Os táxons indicados como morfotipos serão enviados para especialistas para identificação dos mesmos. O material coletado será depositado na coleção entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi e no Laboratório de Invertebrados da Universidade Federal do Pará, preservando as informações sobre esforço amostral e possibilitando a utilização do material em estudos posteriores.



**Figura 6.** Coleta de heterópteros aquáticos com puçá na APP 2A. Foto: Portela, O.



**Figura 7.** Coleta de heterópteros aquáticos com peneira na APP 2A.

### 2.3. ANÁLISE DOS DADOS

A avaliação do esforço de coleta despendido foi demonstrada através da curva de acumulação de espécies.

Para testar o efeito das três áreas de estudo (plantio de soja, pastagem e mata contínua) sobre a riqueza e abundância das espécies foi feita uma análise de variância fatorial (ANOVA) do tipo "Nested". Nesta análise foram testados dois fatores: o efeito do hábitat que corresponde às três áreas de estudo, e o efeito do local dentro do hábitat que significa cada um dos seis riachos onde se deram as coletas. A abundância de algumas espécies das duas famílias mais representativas nas amostras, e que apresentaram maior abundância em uma área específica entre as três estudadas, também foram submetidas a esta ANOVA. Os dados de abundância total foram transformados para logaritmo na base 10 (Log10) devido à grande variação observada entre eles, fato este que poderia mascarar os resultados da ANOVA. Os dados de abundância das espécies foram transformados para  $\text{Log}_{10} + 1$  devido o grande número de zeros na matriz (Zar, 1999). Todos os resultados que apresentaram diferenças significativas foram testados *a posteriori* com o teste de Tukey a fim de determinar em quais áreas estavam as diferenças encontradas.

Foi realizada uma ordenação (Escaloneamento Multidimensional - MDS) dos hábitats estudados baseada em matrizes de abundância relativa e presença/ausência de espécies. A distância euclidiana foi utilizada para os dados de abundância relativa e o Índice de similaridade de Jaccard para dados de presença/ausência. Uma MANOVA foi utilizada para testar as associações entre os eixos derivados da Ordenação (DIM1 e DIM2 – variáveis dependentes)

e o hábitat (mata contínua, plantio de soja e pastagem – variáveis independentes).

Para testar a diferença entre as três áreas de estudo quanto à cobertura vegetal foi realizada uma ANOVA, utilizando-se *a posteriori* o teste de Tukey.

Todas as análises foram feitas no programa SYSTAT 10.0 (Wilkinson, 1986).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 FAUNA DE GERROMORPHA

O esforço amostral despendido resultou na coleta de 33.319 indivíduos, sendo 27.471 adultos (82,4%), distribuídos em cinco famílias (Tabela 1). Os espécimes adultos foram identificados em 36 espécies e 13 morfoespécies (Tabela 2). A família mais abundante foi Gerridae com 25.192 indivíduos (75,61%) enquanto Veliidae foi a família mais rica, com 24 espécies. *Brachymetra lata* (34,91%), *Brachymetra* sp.1 (15,43%) e *Neogerris lotus* (13,64%) foram as espécies mais abundantes. A área de mata contínua apresentou a maior abundância, com 14620 indivíduos correspondendo a mais de 53% do total de espécimes coletados, enquanto que a menor abundância foi registrada para a área de pastagem, com 3741 indivíduos. A família Gerridae apresentou três espécies exclusivas para os riachos sob influência do pasto. Por sua vez, Veliidae e Hydrometridae apresentaram espécies exclusivas dos riachos sob influência da soja (Tabela 3).

Das 49 espécies observadas, 30,61% correspondem às espécies raras e 8,16% foram representados por apenas um indivíduo. Em relação ao número de espécies observadas, a área de plantio de soja apresentou a maior riqueza (46 espécies) e a área de mata contínua, a menor (33 espécies).

**Tabela 1.** Abundância e riqueza das famílias de Gerromorpha da Fazenda Tanguro, Querência, Mato Grosso. O valor percentual refere-se ao número total de indivíduos de cada família.

<b>Família</b>	<b>Ninfas</b>	<b>Adultos</b>	<b>Total</b>	<b>% Total</b>	<b>Riqueza</b>
Gerridae	3898	21294	25192	75.61	17
Hebridae	95	350	445	1.34	2
Veliidae	1729	5613	7342	22.04	24
Mesoveliidae	110	150	260	0.78	3
Hydrometridae	14	64	78	0.23	3
<b>TOTAL</b>	<b>5.846</b>	<b>27.473</b>	<b>33.319</b>	<b>100</b>	<b>49</b>

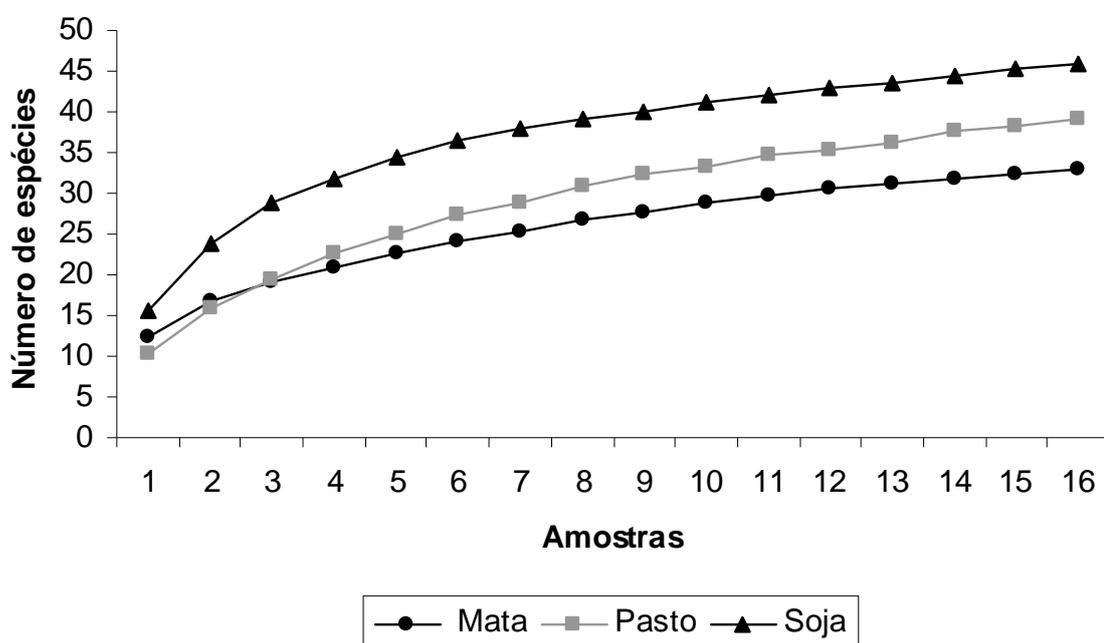
**Tabela 2.** Lista de espécies e morfoespécies de Gerromorpha coletadas em riachos em três ambientes distintos: mata contínua, plantio de soja e pastagem; na Fazenda Tanguro, Mato Grosso. (\*) destaca espécies e morfoespécies de Gerromorpha não encontradas em pelo menos um tipo de hábitat estudado.

<b>Táxons</b>	<b>Mata</b>	<b>Soja</b>	<b>Pasto</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Gerridae</b>				
<i>Brachymetra lata</i> Shaw, 1933	7395	2015	181	9591
<i>Brachymetra</i> sp.1	2386	1824	28	4238
<i>Cylindrostethus palmaris</i> Drake & Harris, 1934	238	150	19	407
<i>Limnogonus aduncus</i> Drake & Harris, 1933	2	32	28	62
<i>Limnogonus profugus</i> Drake & Harris, 1930	1	517	543	1061
<i>Limnogonus guerini</i>	1	189	73	263
<i>Limnogonus recurvus</i> Drake & Harris, 1930	1	322	36	359
<i>Neogerris celeris</i>	3	152	38	193
<i>Neogerris lotus</i> (White, 1879)	290	2444	1012	3746
* <i>Neogerris lubricus</i> (White, 1879)	0	191	426	617
<i>Neogerris kontos</i>	1	25	26	52
<i>Rheumatobates bonariensis</i> (Berg, 1898)	2	1	4	7
* <i>Rheumatobates crassifemur</i>	0	0	10	10
* <i>Rheumatobates ochroischion</i>	0	0	44	44
* <i>Rheumatobates turnales</i>	0	0	71	71
<i>Tachygerris adamsoni</i> (Drake, 1942)	64	46	39	149
<i>Tachygerris celocis</i> (Drake & Harris, 1934)	358	47	19	424
<b>Hebridae</b>				
<i>Hebrus</i> sp.1	2	1	1	4
* <i>Merragata hebroides</i> White, 1877	0	8	338	346
<b>Veliidae</b>				
* <i>Microvelia brasiliensis</i> McKinstry, 1937	0	1	0	1

Tabela 2. Continuação.

<i>Microvelia hinei</i> Drake, 1920	38	13	17	68
<i>Microvelia inannana</i>	17	92	80	189
<i>Microvelia pulchella</i> Westwood, 1834	90	29	171	290
* <i>Paravelia</i> sp.1	2	1	1	4
* <i>Paravelia</i> sp.2	0	2	4	6
* <i>Paravelia</i> sp.3	17	13	0	30
* <i>Paravelia</i> sp.4	0	1	0	1
* <i>Paravelia</i> sp.5	5	1	0	6
* <i>Paravelia</i> sp.6	0	1	0	1
* <i>Platyvelia</i> sp.1	0	1	7	8
<i>Rhagovelia costalimai</i>	16	78	19	113
* <i>Rhagovelia hambletoni</i> Drake, 1958	0	4	0	4
* <i>Rhagovelia janeira</i> Drake, 1953	0	3	2	5
<i>Rhagovelia ochroischion</i> Nieser & Polhemus, 1998	2	4	1	7
<i>Rhagovelia paulana</i> Drake, 1953	2746	318	105	3169
<i>Rhagovelia rivulosa</i> Polhemus & Polhemus, 1985	5	12	3	20
* <i>Rhagovelia thaumana</i>	0	4	27	31
<i>Rhagovelia tenuipes</i> Champion, 1898	1	160	231	392
* <i>Rhagovelia whitei</i> (Breddin, 1898)	656	9	0	665
* <i>Rhagovelia zela</i>	35	5	0	40
<i>Steinovelina virgata</i> (White, 1879)	1	11	8	20
<i>Stridulivelia</i> sp.1	1	29	41	71
<i>Stridulivelia</i> sp.2	163	284	25	472
<b>Mesoveliidae</b>				
<i>Mesovelia amoena</i> Uhler, 1894	39	16	48	103
* <i>Mesovelia mulsanti</i> White, 1879	0	30	6	36
* <i>Mesoveloidea</i> sp.1	4	7	0	11
<b>Hydrometridae</b>				
<i>Hydrometra argentina</i> Berg, 1879	38	13	7	58
* <i>Hydrometra</i> sp.1	0	3	2	5
* <i>Veliometra</i> sp.1	0	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>14620</b>	<b>9110</b>	<b>3741</b>	<b>27471</b>

As curvas médias de acumulação de espécies para cada uma das três áreas de estudo (Figura 8) não atingiram a assíntota ao final da adição de amostras, mas demonstraram uma clara tendência à estabilização, sugerindo que um aumento do esforço amostral aproximaria o número de espécies observadas da realidade do local de estudo.



**Figura 8.** Curvas de acumulação de espécies para as áreas de mata contínua, pastagem e plantio de soja em função do número de amostras coletadas.

### 3.2 EFEITO DO HÁBITAT SOBRE A ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE GERROMORPHA

As três áreas de estudo apresentaram diferenças significativas com base na cobertura vegetal observada (ANOVA,  $F_{2,45} = 23,72$ ;  $P < 0,001$ ). A área de mata contínua diferiu da área de plantio de soja e pastagem (Tukey,  $P < 0,001$ ), e o plantio de soja também se apresentou diferente da área de pastagem (Tukey,  $P = 0,04$ ).

O tipo de habitat não influenciou no número de espécies de Gerromorpha (ANOVA  $F_{3,44} = 0,77$ ;  $P = 0,52$ ). O número médio de espécies variou de  $10 \pm 3$  na pastagem a  $15 \pm 4$  na soja. Em contrapartida, a abundância total das espécies foi significativamente diferente (Tabela 4) entre as áreas de mata contínua e pastagem (Tukey,  $P < 0,001$ ) e entre as áreas de pastagem e soja (Tukey,  $P = 0,002$ ), onde a área de mata registrou quatro vezes mais indivíduos que a pastagem, e a área de soja 2,4 vezes mais que a pastagem (Figura 9A).

Nove espécies também foram testadas através de ANOVA, com base na abundância, das quais sete apresentaram diferenças significativas entre os habitats conforme a Tabela 4. *Brachymetra lata* mostrou diferença entre as áreas de mata contínua e pastagem (Tukey,  $P < 0,001$ ) e entre mata contínua e plantio de soja (Tukey,  $P = 0,002$ ), tendo a área de mata uma abundância aproximadamente 41 vezes maior que a pastagem e 3,7 vezes maior que a soja (Figura 9B). *Brachymetra* sp.1 apresentou diferença entre as áreas de mata contínua e pastagem, e entre as áreas de pastagem e soja (Tukey,  $P < 0,001$ ); em que a abundância observada na mata foi 85 vezes maior que aquela na pastagem, e a abundância na soja foi 65 vezes maior que

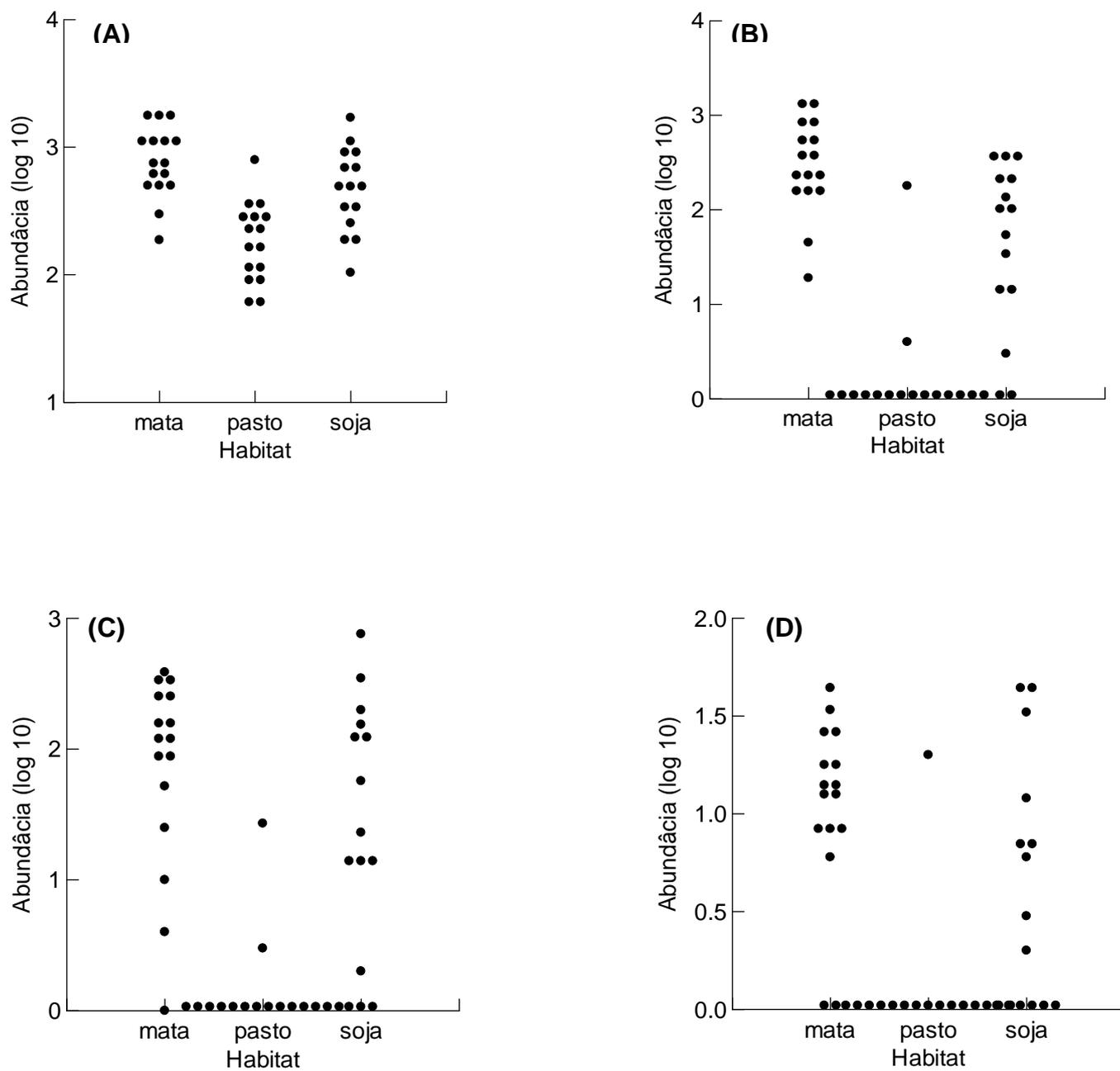
na pastagem (Figura 9C). *Cylindrostethus palmaris* mostrou diferença entre as áreas de mata e pastagem (Tukey,  $P < 0,001$ ), mata e soja (Tukey,  $P = 0,03$ ) e pastagem e soja (Tukey,  $P = 0,02$ ). Para esta espécie a abundância registrada na mata foi 12 vezes superior àquela na pastagem e 1,6 vezes superior à da soja, enquanto que a abundância observada na área de soja foi aproximadamente 8 vezes maior que a da pastagem (Figura 9D).

*Neogerris lubricus* diferiu significativamente entre as áreas de pastagem e mata (Tukey,  $P < 0,001$ ) e pastagem e soja (Tukey,  $P = 0,002$ ), em que nenhum espécime foi coletado na mata e a abundância na pastagem foi 2,2 vezes maior que aquela na soja (Figura 10A). *Rhagovelia paulana* diferiu entre as áreas de mata contínua e plantio de soja e mata e pastagem (Tukey,  $P < 0,001$ ), em que a mata apresentou 9 vezes mais indivíduos do que a soja e 26 vezes do que a pastagem (Figura 10B). *Tachygerris celocis* mostrou diferença entre as áreas de mata contínua e pastagem e entre mata contínua e soja (Tukey,  $P < 0,001$ ), tendo a mata uma abundância 18 vezes maior que a pastagem e 7 vezes maior que a soja (Figura 10D). *Rhagovelia whitei* diferiu significativamente entre as áreas de mata contínua e pastagem (Tukey,  $P < 0,001$ ), onde apenas na área de mata foram registrados indivíduos dessa espécie, e entre as áreas de mata e soja (Tukey,  $P < 0,001$ ), onde a abundância da mata foi 72 vezes maior que a da soja (Figura 10C).

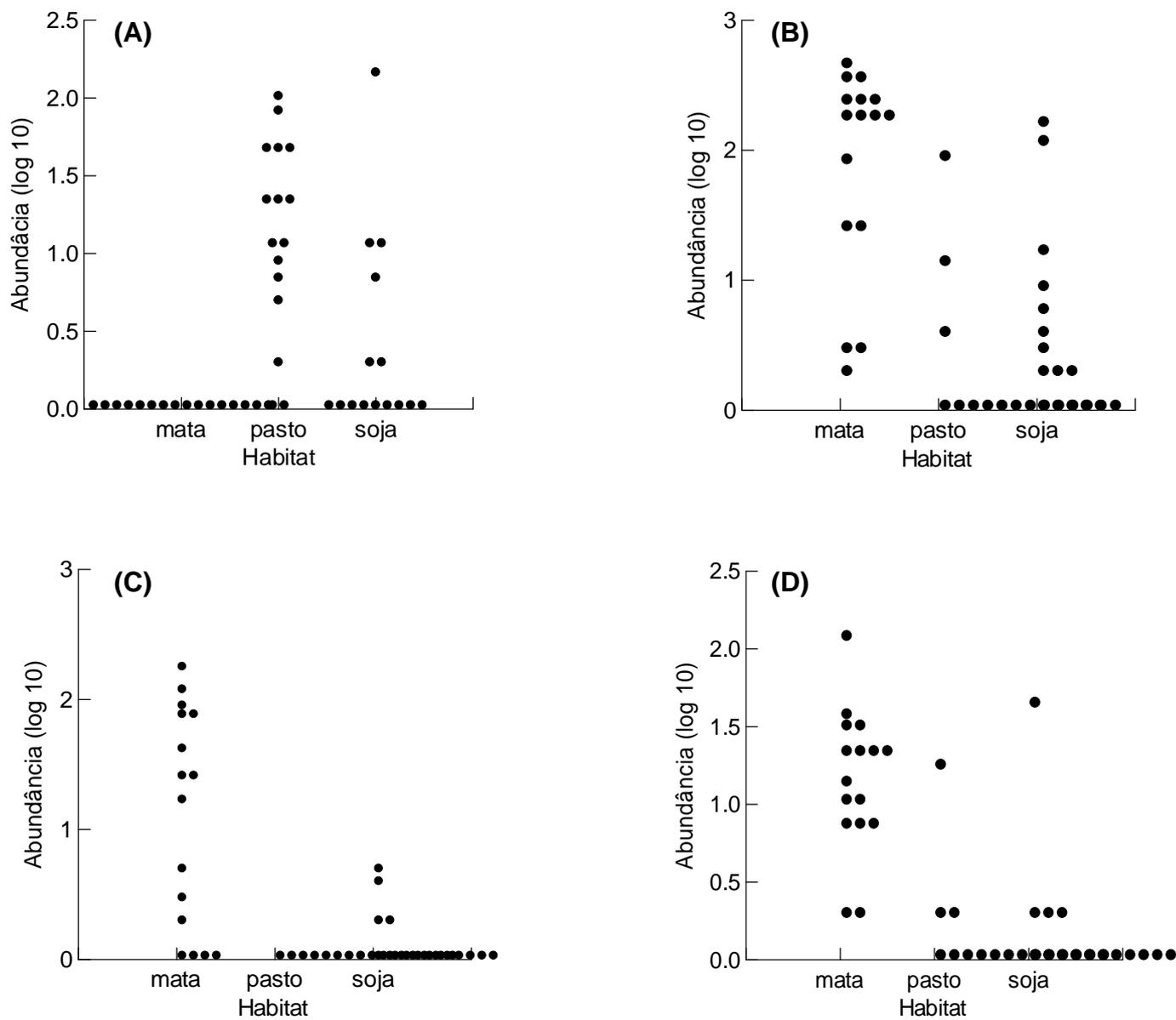
Apenas *Rhagovelia whitei* apresentou diferenças significativas entre os locais de coleta (riachos) na área de mata, onde a APP2A registrou 88,9% do total de espécimes coletados e a APP2 somente 11,1%.

**Tabela 3.** Resultados da Análise de Variância para um total de 48 pontos amostrados. (\*) indica os resultados significativos com  $p < 0,05$ . Hab. = hábitat; Loc. = local.

	FATOR	F	P
Abundância Total	Hab.	2,42 = 18,42	<0,001*
	Loc.(Hab.)	3,42 = 2,76	0,054
<i>Brachymetra lata</i>	Hab.	2,42 = 41,22	<0,001*
	Loc.(Hab.)	3,42 = 0,40	0,751
<i>Brachymetra</i> sp.1	Hab.	2,42 = 21,17	<0,001*
	Loc.(Hab.)	3,42 = 0,39	0,763
<i>Cylindrostethus palmaris</i>	Hab.	2,42 = 15,32	<0,001*
	Loc.(Hab.)	3,42 = 1,22	0,314
<i>Neogerris lubricus</i>	Hab.	2,42 = 18,11	<0,001*
	Loc.(Hab.)	3,42 = 0,60	0,616
<i>Rheumatobates crassifemur</i>	Hab.	2,42 = 1,68	-
	Loc.(Hab.)	3,42 = 0,68	-
<i>Rheumatobates ochroischion</i>	Hab.	2,42 = 1	-
	Loc.(Hab.)	3,42 = 1	-
<i>Rhagovelia paulana</i>	Hab.	2,42 = 24,88	<0,001*
	Loc.(Hab.)	3,42 = 1,33	0,276
<i>Rhagovelia whitei</i>	Hab.	2,42 = 31,80	<0,001*
	Loc.(Hab.)	3,42 = 8,02	<0,001*
<i>Tachygerris celocis</i>	Hab.	2,42 = 32,73	<0,001*
	Loc.(Hab.)	3,42 = 0,43	0,73

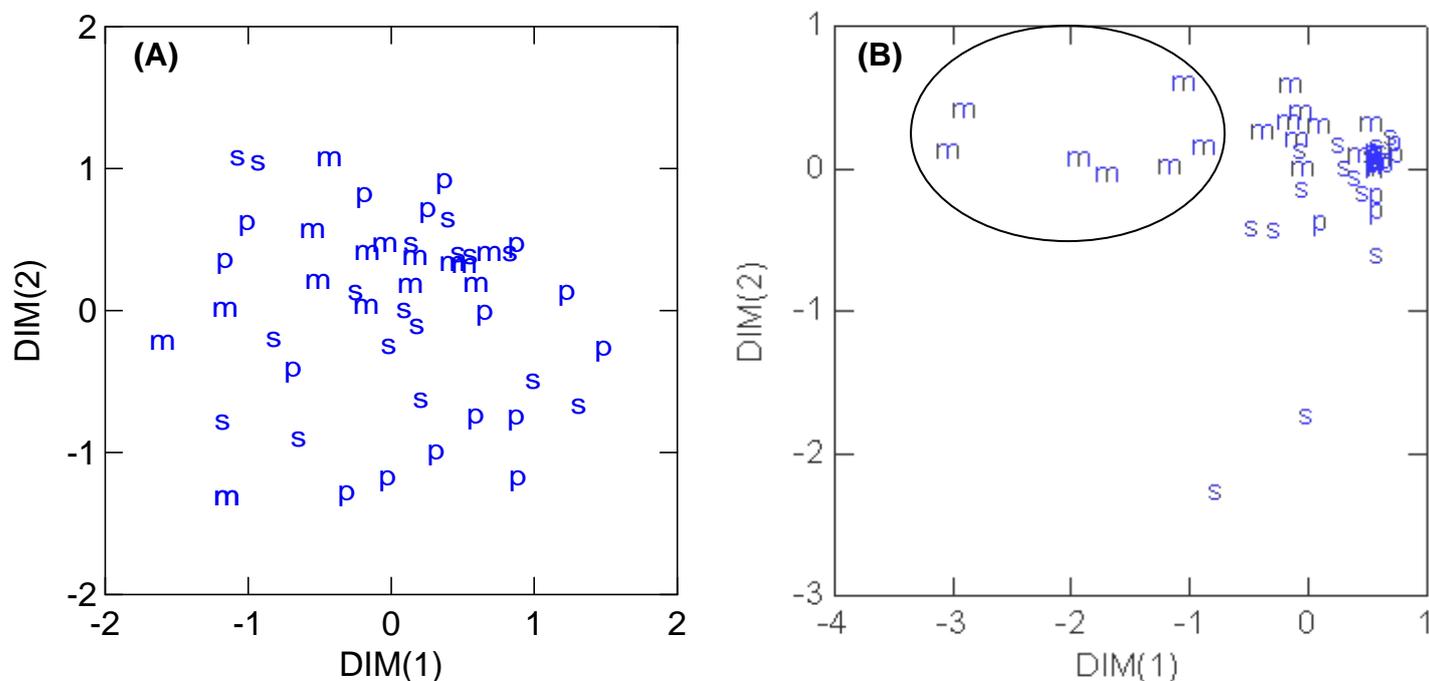


**Figura 9.** Abundância de (A) Gerromorpha; (B) *Brachymetra lata*; (C) *Brachymetra* sp.1; (D) *Cylindrostethus palmaris* em escala logarítmica, nos diferentes habitats.



**Figura 10.** Abundância de (A) *Neogerris lubricus*; (B) *Rhagovelia paulana*; (C) *Rhagovelia whitei*; (D) *Tachygerris celocis* em escala logarítmica, nos diferentes hábitats.

Em relação à área de ocorrência, os dois eixos do MDS baseados na composição das espécies não separaram as amostras quanto ao tipo de habitat (Figura 11A). Para a matriz de abundância, o eixo 1 (MANOVA;  $F_{2,45} = 16,27$ ;  $P < 0,001$ ) e o eixo 2 (MANOVA;  $F_{2,45} = 6,31$ ;  $P = 0,004$ ) diferenciaram as espécies que ocorreram na área de mata contínua (Figura 11B). Foi observado que 57,14% das espécies coletadas são compartilhadas pelas três áreas de estudo. As espécies *Brachymetra lata*, *Brachymetra* sp.1, *Neogerris lotus* e *Rhagovelia paulana* foram as espécies mais representativas nas três áreas estudadas. Um total de 16,33% das espécies ocorreu somente em áreas abertas e degradadas (pastagem e plantio de soja), enquanto que 10,20% das espécies estiveram presentes apenas em locais florestados (mata contínua e locais florestados da área de plantio de soja).



**Figura 11.** Ordenação dos tipos de habitats baseada na (A) composição das espécies e (B) abundância relativa de Gerromorpha. M = mata contínua; p = pastagem; s = plantio de soja.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 FAUNA DE GERROMORPHA

Entre as 49 espécies de Gerromorpha registradas na Fazenda Tanguro, 20 espécies também foram encontradas em lagos e igarapés no estado do Amazonas, por Pereira (2004), equivalendo a 40,82% de semelhança na composição, em que as espécies *Brachymetra lata*, *Neogerris lotus*, *Neogerris lubricus*, *Rhagovelia paulana* e *Rhagovelia whitei* destacaram-se por suas abundâncias registradas no presente trabalho. Sampaio e Py-Daniel (1993) reportam 6 espécies de Gerrinae coletadas no Rio Trombetas, estado do Pará, sendo *Brachymetra lata*, *Cylindrostethus palmaris*, *Limnogonus recurvus*, *Neogerris celeris* e *N. lotus* compartilhadas com o presente trabalho. Dois estudos com macroinvertebrados realizados em igarapés de Manaus (Pes, 2002; e Cleto Filho & Walker, 2001) citam as famílias Gerridae, Hydrometridae e Mesoveliidae.

Para o bioma cerrado, no estado de Minas Gerais, Vianna & Melo (2003) encontraram as famílias Gerridae, Veliidae e Mesoveliidae distribuídas em 14 espécies, com quatro destas também registradas na Fazenda Tanguro: *Limnogonus profugus*, *Rhagovelia whitei*, *Microvelia hinei*, e *Mesovelia amoena*, sendo que apenas *L. profugus* foi claramente mais abundante em áreas abertas do que na mata. Os gêneros *Paravelia* e *Platyvelia* também são citados por estes autores, mas a falta de identificações em ambos os trabalhos impedem uma discussão mais ampla. Melo & Nieser (2004) mencionam a ocorrência de cinco famílias e 24 espécies de Gerromorpha, tendo oito espécies em comum com a composição de espécies da Fazenda Tanguro

(*Mesovelia amoena*, *M. mulsanti*, *Hydrometra argentina*, *Microvelia pulchella*, *Rhagovelia tenuipes*, *Cylindrostethus palmaris*, *Limnogonus aduncus*, e *Neogerris lubricus*). Pelli et al (2006) registraram para a Serra da Canastra-MG 27 espécies representadas pelas famílias Hebridae, Hydrometridae, Veliidae e Gerridae. Deste total, nove espécies são compartilhadas com a fauna da Fazenda Tanguro sendo elas: *Hydrometra argentina*, *Microvelia braziliensis*, *M. hinei*, *M. pulchella*, *Rhagovelia hambletoni*, *R. paulana*, *R. tenuipes*, *R. whitei* e *Tachygerris celocis*. Destas, apenas *R. paulana* apresentou uma abundância alta neste estudo, mas comparações não podem ser feitas com o trabalho de Pelli e colaboradores, pois neste não foram incluídos dados de abundância das espécies coletadas.

Os trabalhos de Pereira (2004), Melo & Nieser (2004) e Vianna & Melo (2003) apresentaram Veliidae como a família mais rica dentre os Gerromorpha, corroborando os resultados encontrados na Fazenda Tanguro. Esta tendência pode ser explicada pelo fato de Veliidae representar mais de 56% do total de espécies de Gerromorpha assinaladas para a região Neotropical, segundo Polhemus & Polhemus (2008).

Hebridae teve maior abundância na área de pastagem, o que provavelmente está relacionado à presença freqüente de gramíneas e macrófitas ao longo dos riachos desta área, uma vez que, segundo Nieser & Melo (1997), os representantes desta família vivem associados a plantas de áreas pantanosas. Os gêneros *Paravelia*, *Platyvelia*, *Steinovelina*, *Mesoveloidea* e *Veliometra* apresentam comportamento críptico, fato este que pode justificar a pouca representatividade destes gêneros no presente estudo. De fato, os

dois últimos gêneros não foram citados em nenhum dos trabalhos aqui mencionados.

O maior valor de abundância (Tabela 2) observado na mata contínua pode estar relacionado ao fato deste ambiente ser o mais conservado e livre de alterações entre as três áreas de estudo. Por sua vez, o fato de a área de pastagem ser o ambiente mais perturbado pode explicar a menor abundância ali registrada.

As espécies *Brachymetra lata* e *Brachymetra* sp.1 foram as mais representativas respondendo por mais de 50% da abundância relativa total amostrada. Este fato pode ser explicado devido aspectos comportamentais em que tais espécies vivem agregadas, facilitando assim a captura de um maior número de indivíduos (Andersen, 1982).

Apesar da clara tendência à estabilização, as curvas de acumulação de espécies não atingiram a assíntota, comportamento tido como esperado para comunidades ricas, como é o caso dos macroinvertebrados, que apresentam um constante aparecimento de espécies raras (Melo, 2003). Outro fator que pode gerar este comportamento na curva é a relação entre táxons crípticos (neste caso, Hebridae e Hydrometridae) e o método de coleta empregado neste estudo. O método de rede usado captura principalmente espécies de áreas abertas (Gerridae) e ocasionalmente espécies crípticas. Isto explica o baixo número de espécies de Hydrometridae e Hebridae coletados que, na análise da curva de acumulação de espécies, podem ter se comportado como espécies raras.

#### 4.2 EFEITO DO HÁBITAT SOBRE A ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE GERROMORPHA

Apesar das alterações sofridas nos ambientes terrestres e aquáticos (especialmente na área de pastagem), não se observou diferença significativa na composição da fauna de Gerromorpha entre as três áreas de estudo como mostrou a ordenação realizada.

A área de plantio de soja apresentou a maior riqueza de espécies e o maior número de espécies raras (19 espécies), sendo que cinco espécies foram registradas exclusivamente neste hábitat. Pode-se inferir que a heterogeneidade de habitats disponíveis na área de soja, reunindo características de ambientes preservados e alterados ao longo do mesmo riacho, explica estes resultados. Segundo alguns autores (Vannote et al, 1980; Couceiro et al, 2007), habitats mais heterogêneos e complexos estão relacionados com maiores valores de diversidade. Esta heterogeneidade ambiental com componentes de floresta e de áreas abertas fica evidenciada pela ausência de espécies exclusivas da área de mata contínua, ao passo que as áreas degradadas apresentaram táxons exclusivos, com espécies dos gêneros *Rheumatobates*, *Platyvelia*, *Mesovelia* e *Hydrometra*.

Santos-Costa et al (2007), trabalhando na Fazenda Tanguro, também reportaram maior riqueza observada de anuros na área de plantio de soja, e Lima (2008) trabalhando com pequenos mamíferos não voadores nas mesmas áreas onde os Gerromorpha foram coletados, encontrou maior número de espécies na área de soja, corroborando assim os resultados deste estudo.

Os diferentes níveis de cobertura vegetal observados entre as três áreas de estudo, variando de mais de 85% de cobertura na mata contínua até 20% na pastagem, é um fator significativamente distinto entre essas áreas. Desta feita, é possível inferir que a presença de cobertura vegetal formando dosséis fechados como da mata contínua ou parcialmente fechados como na área de soja influencia a abundância da infra-ordem Gerromorpha. Na Amazônia, Pereira (2004) demonstrou que *Cylindrostethus*, *Brachymetra*, *Tachygerris* (Gerridae) e *Rhagovelia* (Veliidae) estão correlacionados com vegetação de floresta, enquanto que *Mesovelia* (Mesoveliidae), *Limnogonus* (Gerridae), *Microvelia*, *Steinovelina* e *Platyvelia* (Veliidae) mostraram-se associados a locais abertos. Todavia, os dados obtidos na Fazenda Tanguro são divergentes de Pereira (2004) quanto aos gêneros *Hydrometra* e *Rheumatobates*, pois mostram que o primeiro foi mais abundante na área com maior porcentagem de cobertura vegetal, e o último na área com menor cobertura vegetal. Tal disparidade talvez esteja relacionada com a biologia das espécies envolvidas nos dois estudos.

A espécie mais representativa neste estudo e que teve maior abundância na área de mata contínua, *Brachymetra lata*, e outras espécies do gênero *Brachymetra*, são reportadas por Nieser & Melo (1997) como características da fauna de riachos sombreados da América Tropical. Cleto Filho & Walker (2001), trabalhando com vários grupos de invertebrados aquáticos, encontraram relação positiva entre ambientes florestados e não impactados e a abundância de Veliidae, que no presente estudo também foi mais abundante na área de mata.

Sonoda (2005) discute a importância da preservação da mata ripária para a comunidade de insetos aquáticos, tendo encontrado maiores valores de riqueza de espécies em áreas preservadas e maiores abundâncias de indivíduos em locais onde o corredor de mata ripária é mais bem preservado. Outros autores também relacionam a estrutura da comunidade de macro-invertebrados aquáticos com a presença de cobertura vegetal (Couceiro et al, 2007; Oliveira et al, 2005; Spies, 2005; Amorim et al, 2004; Kikuchi & Uieda, 1998).

Segundo Goulart & Callisto (2003) os heterópteros são considerados organismos tolerantes às perturbações ambientais, uma vez que a plasticidade ambiental deste grupo é alta, tratando-se de espécies oportunistas. Estas características poderiam justificar a pequena diferença na composição de espécies de Gerromorpha registrada entre as áreas estudadas. Todavia, a análise de variância para a infra-ordem Gerromorpha apontou diferenças significativas entre as abundâncias registradas nos três habitats estudados, indicando claramente que as populações sofreram redução em seu tamanho, fato este possivelmente relacionado à perda de cobertura vegetal nas áreas degradadas (plantio de soja e pastagem).

Ao compararmos as abundâncias das espécies por área de estudo, observou-se claramente a sensível redução nas abundâncias da área de mata contínua para as áreas degradadas, dados estes que foram significativos estatisticamente para sete espécies e para a infra-ordem como um todo (ver Tabela 3). Há uma diferença de 5510 indivíduos entre a mata contínua e a soja, e essa diferença aumenta para 10879 indivíduos entre a

mata e a pastagem. Esses números não podem estar relacionados com a sazonalidade uma vez que todas as coletas foram realizadas nos mesmos meses da estação seca, e também não podem significar erro de amostragem porque as coletas foram padronizadas conforme descrito no desenho amostral.

Nesse contexto, as espécies *Brachymetra lata*, *Brachymetra* sp.1, *Cylindrostethus palmaris*, *Tachygerris celocis*, *Rhagovelia paulana*, e *Rhagovelia whitei*, que apresentaram abundância significativamente maior na área de mata podem ser consideradas espécies indicadoras desse ambiente.

Por outro lado, *Neogerris lubricus* apresentou abundância significativamente maior na pastagem, o ambiente com maior perda da cobertura vegetal e degradação do ambiente, podendo, ser considerada espécie indicadora de ambientes abertos (sem cobertura vegetal). Melo & Nieser (2004) também reportaram a espécie *Neogerris lubricus* ocorrendo em áreas abertas no cerrado brasileiro.

## 5. CONCLUSÃO

Foram encontrados 5 famílias, 19 gêneros, 36 espécies e 13 morfoespécies de Gerromorpha.

As curvas médias de acumulação de espécies para cada uma das três áreas de estudo não atingiram a assíntota ao final da adição de amostras, sugerindo que um aumento do esforço amostral aproximaria o número de espécies observadas da realidade do local de estudo.

Os diferentes níveis de cobertura vegetal observados entre as três áreas de estudo é um fator significativamente distinto entre essas áreas.

A sensível redução no número de indivíduos registrados da área mais conservada (mata contínua) para as áreas degradadas (plantio de soja e pastagem, respectivamente) possivelmente está relacionada à perda de cobertura vegetal observada nas áreas degradadas.

A área de mata contínua diferiu significativamente das demais áreas pela maior abundância ali registrada, provavelmente por este ser o habitat mais conservado entre aqueles estudados.

Os dados de abundância mostraram que as espécies *Brachymetra lata*, *Brachymetra* sp.1, *Cylindrostethus palmaris*, *Tachygerris celocis*, *Rhagovelia paulana*, e *Rhagovelia whitei* podem ser consideradas espécies indicadoras de áreas florestadas.

A espécie *Neogerris lubricus* pode ser considerada indicadora de ambientes sem cobertura vegetal.

A composição e a riqueza de espécies não diferiram significativamente entre as áreas estudadas.

A área de plantio de soja apresentou a maior riqueza de espécies o que pode estar relacionado à heterogeneidade deste habitat que reúne características de ambientes conservados e degradados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; McGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M. D. C. V. & SOARES FILHO, B. **Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica**. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Belém, Brasil. 2004. 85p. Disponível em: [www.ipam.org.br](http://www.ipam.org.br)
- ALLAN, J. D. & FLECKER, A. S. Biodiversity conservation in running waters: identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. **BioScience**, **43 (1)**: 32-43. 1993.
- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S. & MARINONI, L. Coleta. In: ALMEIDA, L. M., RIBEIRO-COSTA, C. S. & MARINONI, L. **Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos**. 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos, 1998. Cap.2, p. 5-35.
- AMORIM, R. M.; HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L. & NESSIMIAN, J. L. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. **Lundiana** **5 (2)**:119-127, 2004.
- ANA - Agência Nacional das Águas. **Bacia Amazônica**. 2002. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>
- ANDERSEN, N. M. **The semiaquatic bugs (Hemiptera, Gerromorpha): phylogeny, adaptations, biogeography and classification**. Entomonograph. Vol.3. Scandinavian Science Press LTD: Klampenborg, Denmark. 1982. 455p.
- BALCH, J.; NEPSTAD, D. C.; BRANDO, P. M.; CURRAN, L. M.; PORTELA, O.; CARVALHO JR, O. DE. & LEFEBVRE, P. Negative fire feedback in a transitional Forest of southeastern Amazonia. **Global Change Biology**, **14**: 1–12. 2008.
- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M. & NESSIMIAN, J. L. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé River Basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, **61(2)**: 249-258. 2001.

- BENETTI, C. J. & HAMADA, N. Fauna de coleópteros aquáticos (Insecta: Coleoptera) na Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazônica** **33 (4)**: 701-710. 2003.
- BOBOT, T. & HAMADA N. Plecoptera genera of two streams in Central Amazonia, Brazil. **Entomotropica**, **17(3)**: 299-301. 2002.
- BORROR, D. J. & DELONG, D. M. **Introdução ao estudo de insetos**. Ed. Edgard Blucher. São Paulo, 1969. 653p.
- BUENO, A. P.; BOND-BUCKUP, G. & FERREIRA, B. D. P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **20(1)**: 115-125. 2003.
- CARVALHO, E. M. de. & UIEDA, V. S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da Serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **21(2)**: 287-293, 2004.
- CLETO FILHO, S. E. N. & WALKER, I. Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/AM – Amazônia Central. **Acta Amazônica** **31 (1)**: 69-89.2001.
- CODDINGTON, J. A.; GRISWOLD, C. E.; DÁVILA, D. S.; PEÑARANDA, E. & LARCHER, S. F. Designing and Testing Sampling Protocols to estimate Biodiversity in Tropical Ecosystems. In: **The Unity of Evolutionary Biology: proceedings of the four international congress of systematics and evolutionary biology**,1, 1991, Portland, Dudley, 1048p. Anais do Congresso Internacional de Sistemática e Evolução Biológica. Portland, 1991. p. 44-60.
- COLWELL, R. K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0. **Sinauer Associates, Sunderland, Massachussetts**. 2006. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.
- COUCEIRO, S. R. M.; HAMADA, N.; LUZ, S. L. B.; FORSBERG, B. R. & PIMENTEL, T. P. Deforestation and sewage effects on aquatic

- macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. **Hydrobiologia** **575**:271–284. 2007.
- DE MARCO, P. JR. & LATINI, A. O. Estrutura de guildas e riqueza de espécies em uma comunidade de larvas de Anisóptera (Odonata). In: **Ecologia de insetos aquáticos**. Nessimian, J.I. & Carvalho, A. L. Series Oecologia Brasiliensis. PPGE-UFRJ: Rio de Janeiro. 1998. vol. V, p. 101-112.
- DERRAIK, J. G. B.; CLOSS, G. P.; DICKINSON, K. J. M.; SIRVID, P.; BARRATT, B. I. P. & PATRICK, B. H. Arthropod morphospecies versus taxonomic species: a case study with Aranae, Coleoptera, and Lepidoptera. **Conservation Biology** **16 (4)**: 1015-1023. 2002.
- ESRI, INC. **ArcView 3D Analyst ver. 3.3**. Redlands, ESRI, INC. 1997
- FROEHLICH, C. G. Outros Insetos. In: **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: invertebrados de água doce**. Joly, C. A. & Bicudo, C. E. de M. (Org.). São Paulo: FAPESP. 1999. Cap.24, p. 162-168.
- GODOY, B. S. & DE MARCO JUNIOR, P. Estrutura da comunidade de heterópteros aquáticos em riachos da Amazônia Central: fatores internos e externos determinando as frequências das guildas. Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu, 2005.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, **2(1)**: 1-9. 2003.
- HAMADA, N.; McCREADIE, J. W. & ADLER, P. H. Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil. **Freshwater Biology**, **47**: 31-40. 2002.
- HIEBER, M.; ROBINSON, C. T.; UEHLINGER, U. & WARD, J. V. A comparison of benthic macroinvertebrate assemblages among different types of alpine streams. **Freshwater Biology**, **50**: 2087-2100. 2005.
- HUNGERFORD, H. B. & MATSUDA, R. Keys to Subfamilies, Tribes, Genera and Subgenera of the Gerridae of the World. **The University of Kansas Science Bulletin**, **41 (1-2)**: 3-631. 1960.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas de Biomas e de Vegetação**. 2004. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>

- IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R. & RODRIGUES, R. R. Estrutura de um trecho de floresta Amazônica na bacia do alto rio Xingu. **Acta Amazônica**, **34(2)**: 281–305. 2004.
- JUNQUEIRA, R.G.P.; CAMPOS FILHO, E. M. & MONGELI, F. **Cuidando das águas e matas do Xingu**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2006. 44p.
- KEFFER, S. L. Systematics of the new world waterscorpion genus *Curicta* Stal (Heteroptera: Nepidae). **Journal New York Entomological Society**, **104 (3-4)**: 117-215. 1996.
- KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L.(eds). Series Oecologia Brasiliensis, Vol. V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro. 310p. 1998.
- KREBS, C. J. **Ecological Methodology**, 2. ed. Menlo Park, Addison-Welsey Educational Publishers Inc.,. 620p. 1999.
- KREMEN, C.; COLWELL, R. K.; ERWIN, T. L.; MURPHY, D. D.; NOSS, R. F. & SANJAYAN, M. A. Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. **Conservation Biology**, **7 (4)**: 796-808. 1993.
- KOVACH W.L. MVSP - **A Multivariate Statistical Package for Windows**, ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK, 1999. 133p.
- LANZER, M. E. B. Dados sobre a ocorrência de *Lethocerus annulipes* (Herrich-Schaffer, 1846) no Estado do Rio Grande do Sul. **Iheringia, Sér. Zool.** **48**: 87-90. 1975a.
- LANZER, M. E. B. Nota prévia sobre o comportamento de *Belostoma* Latreille, 1807 e *Lethocerus* Mayr, 1853 em aquário e no meio ambiente. **Iheringia, Sér. Zool.** **4**: 47-50. 1975b.
- LANZER, M. E. B. O gênero *Belostoma* Latreille, 1807 (Heteroptera – Belostomatidae): Novas ocorrências para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.** **49**: 3-6. 1976.

- LANZER-DE-SOUZA, M. E. Inventário da distribuição geográfica da família Belostomatidae Leach, 1815 (Hemiptera-Heteroptera) na Região Neotropical. **Iheringia, Sér. Zool.** **55**: 43-86. 1980.
- LANZER-DE-SOUZA, M. E. Hemípteros aquáticos (Hemiptera: Belostomatidae e Gelastocoridae) nos municípios de São Gerônimo, Butiá e General Câmara, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Sér. Misc.** **2**: 3-6. 1988.
- LANZER-DE-SOUZA, M. E. Nova espécie do gênero *Belostoma* Latreille, 1807 (Heteroptera, Belostomatidae). **Iheringia, Sér. Zool.** **72**: 147-150. 1992.
- LANZER-DE-SOUZA, M. E. A new Brazilian species of the genus *Belostoma* (Heteroptera, Belostomatidae). **Iheringia, Sér. Zool.** **81**: 3-6. 1996.
- LAUCK, D. R. A monograph of the genus *Belostoma* (Hemiptera), Parte I: Introduction and *B. dentatum* and *subspinosum* groups. **Bulletin of the Chicago Academy of Sciences.** **11 (3)**: 34-81. 1962.
- LAUCK, D. R. A monograph of the genus *Belostoma* (Hemiptera), Parte II: *B. aurivillianum*, *stollii*, *testaceopallidum*, *dilatatum*, and *discretum* groups. **Bulletin of the Chicago Academy of Sciences.** **11 (4)**: 82- 101. 1963.
- LEWINSOHN, T.M; FREITAS, A. V. L. & PRADO, A. P. I. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology**, **19 (3)**: 640-645. 2005.
- LIMA, R. C. S. DE. **Levantamento de pequenos mamíferos não voadores em uma área de transição Amazônia-Cerrado, Canarana, MT.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará. Belém, 2008. 38p.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and its measurement.** Princeton University Press, Princeton. 179 p. 1988.
- MARTINS, M. B. & LISE, A. As Aranhas. In: LISBOA, P. (org.). **Caxiuanã.** Museu Paraense Emílio Goeldi. p.381-388. 1997.
- McCAFFERTY, W. P. **Aquatic Entomology.** Ed. Jones and Bartlett. Boston, 1983. 480p.
- MELO, A. S. Diversidade de macroinvertebrados em riachos. In: **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.** Cullen Jr., L.; Rudran. R. & Valladares-Padua,C. (Eds.). Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 69-90.

- MELO, A. L. & NIESER, N. Faunistical notes on aquatic Heteroptera of Minas Gerais (Brazil): an annotated list of Gerromorpha and Nepomorpha collected near Januária, MG. **Lundiana** **5(1)**: 43- 49. 2004.
- MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Ed. Zaragoza. Espanha, 2001. 84p.
- NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M. & ALMEIDA, O. T. A Globalização das indústrias de soja e gado na Amazônia: oportunidades para conservação. *Conservation Biology*. 1 – 14p. 2006. Disponível em: [www.ipam.org.br](http://www.ipam.org.br).
- NERI, D. B.; KOTZIAN, C. B. & SIEGLOCH, A. E. Composição de Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS, Brasil: fase de pré-enchimento. **Iheringia, Sér. Zool.** **95 (4)**: 421-429. 2005.
- NIESER, N. **Studies on the fauna of Suriname and other Guyanas**. Thesis, University of Utrecht, 7. VII.nº59: 1-310. 1975.
- NIESER, N.; MELO, A. L.; PELLI, A. & BARBOSA, N. D. DE C. A new species of *Buena* (Heteroptera: Notonectidae) from Minas Gerais (Brazil). **Entomologische Berichten**, **57 (9)**: 129- 135. 1997.
- NIESER, N. & MELO, A. L. **Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais: guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha**. Ed. UFMG. Belo Horizonte, 1997. 180p.
- NIESER, N. & MELO, A. L. A new species of *Halobatopsis* (Heteroptera: Gerridae) from Minas Gerais (Brazil), with a key to the species. **Entomologische Berichten**, **59 (7)**: 97- 102. 1999a.
- NIESER, N. & MELO, A. L. *Limnocoris bergi* De Carlo, a new junior synonym of *L. brasiliensis* De Carlo (Heteroptera, Naucoridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, **16 (4)**: 1235-1236. 1999b.
- NIESER, N.; PELLI, A. & MELO, A. L. Two new Ambryinae (Heteroptera: Naucoridae) from Minas Gerais, Brazil. **Acta Societatis Zoologicae Bohemicae**, **63**: 157- 163. 1999.
- NORRIS, K. C. Quantifying change through time in spider assemblages: sampling methods, indices and sources of error. **Journal of Insect Conservation**, **3**: 309-325. 1999.

- OLIVEIRA, A.; MORGAN, F.; MORENO, P.; CALLISTO, M. Inventário da fauna de insetos aquáticos na Estação Ambiental de Peti (CEMIG). In: **Anais da ANEEL - Projeto Peti/UFMG**. Silveira, F. (Org.). ANEEL: V. 1: 25-30. 2005.
- OLIVER, I. & BEATTIE, A. Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. **Conservation Biology**, **10 (1)**: 99-109. 1996.
- PEIRÓ, D.F. & ALVES, R.G. Insetos aquáticos associados a macrófitas da região litoral da represa do Ribeirão das Anhumas (Município de Américo Brasiliense, São Paulo, Brasil). **Biota Neotropica**, **6(2)**: 1-9. 2006.  
Disponível em:  
<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn02906022006>.
- PELLI, A.; NIESER, N. & MELO, A. L. Nepomorpha e Gerromorpha (Insecta: Heteroptera) from the Serra da Canastra, southwestern Minas Gerais state, Brazil. **Lundiana** **7 (1)**: 1-11. 2006.
- PEREIRA, D. L. V. **Distribuição e chave taxonômica de gêneros de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) na Amazônia Central, Brasil**. INPA/UFAM. Manaus. 2004. 141p.
- PEREIRA, M. H. & MELO, A. L. Influência do tipo de presa no desenvolvimento e na preferência alimentar de *Belostoma anurum* Herrich-Schäffer, 1848 e *B. plebejum* (Stal, 1858) (Heteroptera, Belostomatidae). In: **Ecologia de insetos aquáticos**. Series Oecologia Brasiliensis. Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (eds). Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 1998. p. 41-49.
- PES, A. M. O. **Categorias funcionais de alimentação de macroinvertebrados em igarapés da Reserva do Km 41, Amazônia Central**. Curso de Campo Ecologia da Floresta Amazônica. Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais – PDBFF. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA. 2002. p.115-117.
- POLHEMUS, J. T. & POLHEMUS, D. A. Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. **Hydrobiologia**. **595**: 379-391. 2008.
- POOLE, K. E. & DOWNING, J. A. Relationship of declining mussel biodiversity to stream-reach and watershed characteristics in an agricultural landscape. **J. N. Am. Benthol. Soc.**, **23 (1)**: 114-125. 2004.

- RAMIREZ, A. & HERNÁNDEZ-CRUZ, L. R. Aquatic insects assemblages in Shrimp-dominated tropical streams, Puerto Rico. **Biotropica** **36** (2): 259-266. 2004.
- RIBEIRO, L. O. & UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **22** (3): 613-618. 2005.
- RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 2003. 503p.
- ROCHA, O. Perfil do Conhecimento de Biodiversidade em Águas Doces no Brasil. In: **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. Lewinsohn, T M & Prado, P. I. São Paulo: Contexto, 2002 p.165-169.
- SAMPAIO, R. T. de M. & PY-DANIEL, V. A Subfamília Gerrinae (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) na Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas, Pará, Brasil. **Acta Amazônica** **23** (1): 83-94. 1993.
- SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Cullen Jr., L.; Rudran. R. & Valladares-Padua, C. (Org.). Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 19-41.
- SANTOS-COSTA, M. C. DOS; CASTRO, L. P. A. DE.; ABE, P.; BITAR, Y.; PINHEIRO, L. DE P. C.; SILVA, F. M. DA; MASCHIO, G.; PRUDENTE, A. L. DA C. & HOOGMOED, M. Avaliação dos impactos antrópicos sobre a fauna de anuros em Áreas de Proteção Permanente na Fazenda Tanguro, Querência, Mato Grosso. **Resumos do III Congresso Brasileiro de Herpetologia, Belém/Pará. 2007.**
- SCHUH, R. T. & SLATER, J. A. **True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history**. Ed. Cornell University. United States of America, 1995. 336p.
- SILVEIRA, M. P.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a southeastern Brazilian river. **Braz. J. Biol.**, **66** (2B): 623-632. 2006.

- SONODA, K. C. **Relação entre uso da terra e composição de insetos aquáticos em quatro bacias hidrográficas do estado de São Paulo.** ESALQ /USP. Piracicaba, 2005. 124p.
- SOUZA, M. E. L. DE. Estranhos insetos habitantes do meio aquático. **Natureza em Revista 10:** 30-32. 1985.
- SOUZA JR, C.; VERÍSSIMO, A.; COSTA, A.; MICOL, L. & GUIMARÃES, S. **Transparência florestal: Estado de Mato Grosso, novembro e dezembro de 2007.** Imazon – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia & ICV – Instituto Centro de Vida. 2007. Disponível em: <http://www.amazonia.org.br>
- SPIES, M. R. **Estudo da comunidade de larvas de Trichoptera KIRBY, 1813 (Insecta) no curso médio do Rio Jacuí e alguns tributários, RS: Brasil.** Ribeirão Preto: 2005. 76p. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto.
- STRAYER, D. L. Challenges for freshwater invertebrate conservation. **J. N. Am. Benthol. Soc., 25(2):**271–287. 2006
- TODD, E. L. A taxonomic revision of the family Gelastocoridae (Hemiptera). **The University Science Bulletin, 37(11):** 277- 475. 1955.
- TRANCOSO, R.; CARNEIRO FILHO, A. & TOMASELLA, J. Amazônia, desflorestamento e água: a interação entre a floresta tropical e a maior bacia hidrográfica do planeta. **Ciência Hoje, 40 (239):** 30 – 37. 2007.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados á *Pontederia lanceolata* Nattal. **Rev. Bras. Biol. 53:** 103-111. 1993.
- TRUXAL, F. S. A revision of the genus *Buenoa* (Hemiptera: Notonectidae). **The University Science Bulletin, 35(11):** 1351- 1523. 1953.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, K. W.; CUMMINS, J. R. & CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:** 130-137. 1980.
- VIANNA, G. J. C. & MELO, A. L. Distribution patterns of aquatic and semi aquatic Heteroptera in Retiro das Pedras, Brumadinho, Minas Gerais, Brazil. **Lundiana, 4 (2):** 125- 128. 2003.

- WARD, J. V. **Aquatic Insect Ecology. Biology and hábitat.** New York: J. Wiley, Sons Inc. (Cadernos Paraenses, 8). 1992. 438p.
- WILKINSON, L. **SYSTAT: The System for Statistics.** Systat Inc., Evanston, Illinois. 1986.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis.** 4<sup>a</sup>ed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc. 1999. 663p +212App.
- ZURBRÜGG, C & FRANK, T. factors influencing bug diversity (Insecta: Heteroptera) in semi-natural hábitats. **Biodiversity and Conservation, 15:** 275-294. 2006.