



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO

JHONATHAN DIEGO NASCIMENTO DE JESUS

**Estrutura em comunidades de insetos aquáticos: uma  
abordagem experimental em córregos no município de  
Niquelândia, Goiás, Brasil**

GOIÂNIA  
2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese

#### 2. Nome completo do autor

Jhonathan Diego Nascimento de Jesus

#### 3. Título do trabalho

Estrutura em comunidades de insetos aquáticos: uma abordagem experimental em córregos no município de Niquelândia, Goiás, Brasil

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **JHONATHAN DIEGO NASCIMENTO DE JESUS**, Usuário Externo, em 18/08/2021, às 15:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Goncalves Oliveira**, Professor do Magistério Superior, em 24/08/2021, às 11:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 2287294 e o código CRC FED784DC.

JHONATHAN DIEGO NASCIMENTO DE JESUS

**Estrutura em comunidades de insetos aquáticos: uma abordagem experimental em córregos no município de Niquelândia, Goiás, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução em 2009, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Evolução.

Área de concentração: Ecologia e Evolução

Orientador: Prof. Dr. Leandro Gonçalves Oliveira

GOIÂNIA  
2009

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Jesus, Jhonathan Diego Nascimento de  
Estrutura em comunidades de insetos aquáticos: uma abordagem experimental em córregos no município de Niquelândia, Goiás, Brasil [manuscrito] / Jhonathan Diego Nascimento de Jesus. - 2009. 40 f.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Gonçalves Oliveira.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Goiânia, 2009.  
Bibliografia.

Inclui mapas, fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Estrutura de comunidade. 2. experimento. 3. Niquelândia. 4. sucessão ecológica. I. Oliveira, Leandro Gonçalves, orient. II. Título.

CDU 574



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº 47 da sessão de Defesa de Dissertação de **Jhonathan Diego Nascimento de Jesus**, que confere o título de **Mestre em Ecologia e Evolução**, na área de concentração em **Ecologia e Evolução**.

Aos **vinte e três dias do mês de setembro do ano de dois mil e nove (23/09/2009)**, a partir das **oito horas (8h)**, no **Miniauditório do ICB IV**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“Estrutura em comunidades de insetos aquáticos: uma abordagem experimental em córregos no município de Niquelândia, Goiás, Brasil”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, **Professor Doutor Leandro Gonçalves Oliveira (ICB/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Professor Doutor Marcos Callisto de Faria Pereira (ICB/UFMG)**, membro titular externo; e **Professor Doutor Divino Brandão (ICB/UFG)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Leandro Gonçalves Oliveira**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **vinte e três dias do mês de setembro do ano de dois mil e nove (23/09/2009)**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Goncalves Oliveira, Professor do Magistério Superior**, em 28/07/2021, às 13:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Callisto de Faria Pereira, Usuário Externo**, em 28/07/2021, às 18:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Divino Brandão, Usuário Externo**, em 29/07/2021, às 10:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2065735** e o código CRC **BA070316**.

Referência: Processo nº 23070.000045/2021-99

SEI nº 2065735

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos aqueles que de alguma forma me auxiliaram na execução desse trabalho, a vocês o meu muito obrigado, caso tenha esquecido de alguém minhas sinceras desculpas, pois como diz um grande amigo nossa mente na tentativa de lembrar e guardar tantas informações acaba se esquecendo de algumas.

A Mãe, você sem sombras de dúvidas é a pessoa mais importante em minha vida

Meu padrinho que sempre esteve ao meu lado me incentivando (*in memorium*).

A minha esposa pelos momentos de atenção, carinho e, acime de tudo, paciência.

Ao professor Dr. Leandro Gonçalves Oliveira por me orientar e acreditar em mim mesmo depois de alguns erros da minha parte, pela sua paciência em inúmeras situações ocorridas (esquecer PC ligado, lupa acesa, etc.) e pela amizade criada durante esse período.

Ao professor e amigo Msc. Bruno Spacek Godoy (Chewbaka) pela ideia inicial do trabalho, pelas discussões, pelas coletas em campo (até mesmo aquelas em que não pude ir), por ter me ajudado inúmeras vezes na parte estatística do trabalho, enfim pela sua Co orientação que de fato contribuiu significativamente para a execução desse trabalho

Aos meus amigos que me proporcionaram muitos momentos relaxantes.

Aos amigos do LAMARH (Luisinho, Lukete, Luciano cupim, Kléber Fi, Brunão e Felipão) como vocês me ajudaram, sempre serei muito grato a todos vocês.

A Usina Anglo American/ CODEMIN pela parte logística...

A Universidade Federal de Goiás e o programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução

Aos professores do programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução, principalmente o Prof. Dr. Luís Maurício Bini pelas broncas que auxiliaram no meu processo de amadurecimento científico.

Aos meus colegas da turma de mestrado/doutorado de 2007, pelos inúmeros momentos de discussão, amizade.

Ao colega Tadeu, por me auxiliar na escolha do tema para o trabalho e sua paciência em me ajudar em um momento delicado durante essa caminhada.

A Mary Joyce por ter sido uma grande amiga, principalmente nos momentos difíceis, muito obrigada Mary.

A Juliana Simião pela amizade, companheirismo e por me auxiliar em uma das coletas.

Ao meu melhor amigo Adonai, por tudo que fizemos até hoje, pelas noites em claro e por aguentar toda minha choradeira nos momentos difíceis. Você sim merece ser chamado de amigo, senão um irmão.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e não foram citados

## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO	14
MATERIAIS E MÉTODOS	19
ÁREA DE ESTUDO	19
CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS	20
DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	23
ANÁLISE DE DADOS	24
RESULTADOS	26
DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1:** Pontos amostrais com suas respectivas coordenadas geográficas – Niquelândia, Goiás, Brasil.

**Tabela 2:** Famílias e gêneros encontrados para algumas ordens de insetos aquáticos nos cinco riachos amostrados na área de influência da Usina Anglo America/ CODEMIN, Niquelândia/Goiás, durante o período de abril a junho de 2008.

**Tabela 3:** Valores dos coeficientes da ANCOVA realizada entre as variáveis: tempo de colonização, experimento, primeiro eixo do NMDS e a covariável local.

**Tabela 4:** Valores dos coeficientes da ANCOVA realizada entre as variáveis: tempo de colonização, experimento, segundo eixo do NMDS e a covariável local.

**Tabela 5:** Valores dos coeficientes da ANCOVA realizada entre as variáveis: tempo de colonização, abundância total dos organismos e o segundo eixo do NMDS.

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1:** Mapa geográfico com a localização coordenada dos córregos usados como área amostral em Niquelândia, Goiás, Brasil.

**Figura 2:** Fotos dos cinco córregos amostrados na área de influência da mineradora Anglo America/ CODEMIN, no período de estiagem e chuvoso, Niquelândia, Goiás, Brasil.

**Figura 3:** Pacotes colocados nos córregos no município de Niquelândia, Goiás.

**Figura 4:** Delineamento experimental representando as amostras inseridas e o seu tempo de retirada. O tratamento está representado pelos sacos maiores e os sacos menores representam o controle.

**Figura 5:** Regressão Polinomial Quadrática entre a distância das espécies em relação ao Lago de Serra da Mesa e o primeiro eixo do NMDS.

**Figura 6:** ANCOVA realizada entre o segundo eixo do NMDS conjuntamente entre a variável tempo e o experimento, mais a covariável local.

**Resumo:** Um amplo espectro de fatores abióticos e bióticos influencia a estrutura das comunidades de insetos aquáticos. Esse estudo foi realizado em cinco riachos intermitentes no município de Niquelândia, no Estado de Goiás, na área de influência da mineradora Anglo/CODEMIN, próximo ao lago de Serra da Mesa. O material utilizado para confecção do substrato artificial foi um quilograma de britas (gnaiesses) envoltos por redes de nylon com malha de 0,5mm, devido à semelhança desse material aos substratos naturais dos córregos amostrados, formados em sua grande maioria por pedras. Cinco amostras foram colocadas em cada córrego dispostas com a distância média de um metro entre elas. As amostras foram colocadas nos pontos amostrais após o primeiro evento de chuva na região, uma vez que todos os riachos utilizados no experimento se encontravam secos. A cada sete dias uma amostra era retirada e substituída por outra que permanecia nos córregos por apenas sete dias. As demais permaneceram, quatorze, vinte um, vinte e oito e trinta e cinco dias. O resultado da regressão polinomial quadrática mostrou uma estruturação relacionada aos locais amostrados e o Lago de Serra da Mesa, apenas a segunda ANCOVA demonstrou resultados significativos, sugerindo uma estruturação das comunidades analisadas por dominância, embora essa estruturação tenha sido baixa. Dessa forma, foi possível observar que as comunidades abordadas foram mais estruturadas por fatores abióticos em contraposição às hipóteses iniciais, que prediziam uma estruturação baseada nos padrões de dominância e efeito fundador, assim concluiu-se, que em estágio inicial de sucessão os fatores que podem estruturar melhor as comunidades são os fatores abióticos.

**Palavras-chave:** Estrutura de comunidade, experimento, Niquelândia, sucessão ecológica.

**Abstract:** A broad spectrum of abiotic and biotic factors influence the structure community of aquatic insects. This study was conducted in five intermittent streams in the city of Niquelândia in the State of Goiás, on area of influence of mining company Anglo/CODEMIN, near Serra da Mesa Lake. The material used to construct the artificial substrate was one kilogram of crushed rock (gneiss) surrounded by rings of nylon mesh 0.5 mm, due to the similarity of this material to the natural substrates in sampled streams, formed mostly by stones. Five samples were placed in each stream arranged with the average distance 1 meter between them. The samples were placed in sampling points after the first rain event in the region, since all the streams used in the experiment were dry. Every seven days a sample was withdrawn and replaced by another that remained in streams only seven days. The others remained fourteen, twenty-one, twenty eight and thirty-five days. The result of quadratic polynomial regression showed a structuring related to the sites sampled and Lake Serra da Mesa, only the second ANCOVA results showed, suggesting a significant community structure analyzed by dominance, although that this arrangement has been low. Thus was observed that the community addressed were more structured by abiotic factors versus the initial hypothesis that predicted a structure based on patterns of dominance and founder effect, concludes that in early stages of colonization succession the factors that can improve the structure of communities are the abiotic ones.

**Key words:** Community structure, experiments, Niquelândia, ecological succession.

## INTRODUÇÃO

A entomofauna bentônica constitui um dos principais grupos de organismos presentes em ecossistemas aquáticos, tanto lóticos quanto lênticos (Hynes, 1970; Merritt & Cummins, 1996). De acordo com Rosenberg e Resh (1993), os insetos aquáticos possuem características peculiares que os tornam amplamente utilizados em protocolos de avaliação ambiental, dentre essas características as principais são: ciclo de vida relativamente rápido, sensibilidade às alterações ambientais, fácil amostragem e identificação (Carvalho & Uieda, 2004). Os trabalhos realizados com insetos aquáticos no Cerrado se intensificaram a partir dos anos de 1990, enfatizando a abundância e distribuição dos bentos, e como reflexo, na região centro oeste esses estudos estão relacionados às variáveis físico-químicas da água (Silva *et al.*, 2002), pluviosidade (Bispo *et al.*, 2001) ao grau de conservação do ambiente (Bispo *et al.*, 2006).

A região Neotropical apresenta uma ampla diversidade, em especial na região do Cerrado, que apresenta uma extensão aproximada de dois milhões de Km<sup>2</sup> na parte Centro-Oeste do Brasil, sendo a segunda maior área do país, ocupando 24% do território nacional (Ratter *et al.*, 1997; Ribeiro & Walter, 1998). A alta biodiversidade e as preocupações com a degradação ambiental, que têm levado à perda de diversidade biológica, motivam os estudos na região do Cerrado (Myers, 2000).

O entendimento de como estas comunidades são estruturadas e a compreensão dos fatores que determinam a composição e abundância em ambientes lóticos são importantes, pois fornecem informações básicas para estudos de biomonitoramento em áreas naturais e degradadas por atividades antrópicas. (Richards *et al.*, 1993; Bispo *et al.*, 2006; Baptista *et al.*, 2007). Dessa forma uma abordagem histórica mais embasada reconhece o resultado da composição das comunidades como uma miscelânea de eventos, combinando fatores vicariantes (associação com dependência), dispersão

(colonização/sucessão); aspectos evolutivos(especiação), ecológicos (competição intra e interespecífica, predação). Assim uma comunidade é formada pelo mosaico entre influências históricas e ecológicas (Morin, 1999).

Um amplo espectro de fatores abióticos pode influenciar a estrutura da comunidade de insetos aquáticos, muitas vezes relacionado ao micro-habitat em que os indivíduos vivem. Dentre eles podemos destacar: a disponibilidade e qualidade de recursos (Vinson & Hawkins, 1998); o tipo e a heterogeneidade do substrato (Bechara *et al.*, 1993; Silveira, 2003; Silveira, 2005; Silva, 2005), a sedimentação decorrente de erosão (Silva, 2005), os tipos de habitats presentes nos riachos como corredeiras e remansos (Vinson & Hawkins, 1998), as variáveis físicas e químicas da água (Oliveira *et al.*, 1997; Oliveira & Froehlich, 1996). Por outro lado, os fatores bióticos que podem determinar a estrutura e a composição das comunidades biológicas, temporal e espacialmente, são a história de vida das espécies, interações ecológicas como competição e predação (Thorp & Bergey, 1981; Allan, 1982; Dudgeon, 1993; Bechara *et al.* 1993), e o conjunto de espécies regionais (Ricklefs, 2008).

A sucessão ecológica pode ser considerada um processo interativo no qual ocorre uma série de mudanças temporais na estrutura da comunidade (Clements, 1936). Durante esse processo mudanças na composição de espécies são constantes devido à alteração ambiental provocada por algumas espécies, permitindo ao longo do tempo a colonização por outras espécies, que acabam por restringir a existência das demais que ocorriam no local (Tilman, 1994). Em contraposição, os processos propostos por Hubell (2001) em sua teoria neutra, determinam que os processos de ocupação sejam totalmente obtidos de forma aleatória. Assim, essas mudanças na estrutura da comunidade podem ser compreendidas através de dois padrões distintos que controlam a comunidade biológica.

Dessa forma, dois padrões de estruturação de comunidades são aceitos, dominância e fundação, determinando a estrutura, a riqueza e a composição das espécies, ambos envolvendo os processos de competição durante a sucessão ecológica. Um desses padrões prediz que as espécies evitam a competição por recursos através de uma grande especialização dentro da comunidade, entretanto levando a exigências distintas das espécies quando ao ambiente. Por isso o tempo é um fator preponderante, pois nesse cenário é cabível a ocorrência de bons e maus, onde os primeiros podem excluir os segundos (Yodzis, 1986). Nesse cenário, apenas espécies que são boas colonizadoras adaptadas ao meio físico e a coexistir com espécies já presentes no local podem persistir em tais comunidades, sendo o processo de sucessão previsível, e a comunidade é estruturada por dominância (Yodzis, *op cit.*).

Por outro lado, as comunidades estruturadas por fundação apresentam espécies com nichos fundamentais similares e habilidades competitivas semelhantes podem coexistir através de mudanças na recolonização em locais “vagos” por juvenis e flutuações nas abundâncias relativas de várias espécies (Sale, 1978). O efeito fundador pode ser considerado com uma forma de controle temporal dentro da comunidade no qual as espécies possuem uma capacidade de colonização não densidade-dependente, equivalentes durante o processo de colonização, obedecendo assim a um tipo de “loteria competitiva”, onde espécies estabelecidas no início da sucessão têm maior capacidade de persistir no local (Sale, 1978; Chesson & Warner, 1981). Os indivíduos presentes na comunidade estruturada por efeito fundador costumam persistir por longo tempo no sítio colonizado onde normalmente tendem a diminuir à medida que aumentam seu tamanho corporal médio, seguindo assim a regra de auto-atenuação (Begon, 2006).

Grande parte dos trabalhos relacionados aos padrões que estruturam a diversidade dentro das comunidades biológicas respaldam-se em explicações teóricas, baseadas

principalmente em modelos matemáticos e estatísticos (El-Hani, 2006; Muko & Iwasa, 2000, 2003; Dewi & Chesson, 2003). Entretanto uma análise mais criteriosa faz-se necessária em ambientes naturais, seja ela através de experimentos ou observação, uma vez que esses trabalhos fornecem informações mais condizentes com a realidade do ambiente natural (Peterson & Hasting, 2001) e um controle maior sobre as variáveis regulando assim suas respostas (Cooper & Bermuta, 1993). Na região do planalto central podemos destacar os estudos com insetos aquáticos relacionados a distúrbio com adição de sedimento (Silva, 2005) e sobre o efeito da predação por peixes em comunidade Trichoptera (Holanda, 2007).

Segundo Lamberti & Resh (1985), experimentos envolvendo substratos artificiais podem fornecer informações importantes relacionadas à colonização e sucessão ecológica, facilitando assim a padronização da área de amostragem e do tempo decorrido, fornecendo uma resposta confiável. Substratos artificiais permitem em curto espaço de tempo analisar os diferentes fatores que interferem na estrutura e na dinâmica da comunidade. Carvalho & Uieda (2004) afirmaram que experimentos envolvendo colonização de macroinvertebrados bentônicos nos permitem elucidar alguns padrões ecológicos, principalmente aqueles relacionados à estruturação das comunidades. Dessa forma várias combinações de sobreposições de nichos, habilidades competitivas e resultados competitivos podem teoricamente ocorrer, mas sua importância relativa em sistemas naturais é pouco compreendida e estudada (Munday, 2001).

Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar os mecanismos de colonização da comunidade de insetos aquáticos, bem como os padrões de competição durante a sucessão ecológica, com a utilização de substrato artificial em sistemas aquáticos intermitentes. Diante disso foram propostas as seguintes hipóteses: i) Comunidades cujas taxa dominantes são Diptera, Trichoptera e Ephemeroptera, são estruturadas por fundação,

devido à sua baixa capacidade de dispersão, pois esses animais via de regra encontram-se aderidos ao substrato ou se movem pouco, uma vez que algumas espécies constroem “casas”; ii) Comunidades cujas taxa dominantes são Odonata, Plecoptera, Megaloptera e Heteroptera, são estruturadas por dominância, em função da sua maior mobilidade através da matriz aquática e seu hábito predatório; iii) Comunidades estruturadas por fundação possuem indivíduos obedecendo a regra de auto atenuação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado em riachos intermitentes no município de Niquelândia (Figura 1), no Estado de Goiás, na área de influência da Mineradora Anglo/CODEMIN, próximo ao lago de Serra da Mesa. A região possui clima tropical semi-úmido, caracterizado por um período de chuva, de outubro a abril, e outro de seca, de maio até setembro (Souza, 2003), com pluviosidade média anual de 1400 mm (SOUZA, *op. cit.*). Cinco córregos foram utilizados como área amostral para a realização do experimento (Tabela 1).



**Figura 1** – Mapa geográfico com a localização coordenada dos córregos usados como área amostral em Niquelândia, Goiás, Brasil.

**Tabela 1:** Pontos amostrais com suas respectivas coordenadas geográficas – Niquelândia, Goiás, Brasil.

<b>Córrego</b>	<b>S</b>	<b>W</b>
<b>Córrego Pires</b>	14°12'30,51"	48°22'36,47"
<b>Córrego da Cancela</b>	14°11'02,49"	48°21'04,32"
<b>Córrego da Bica</b>	14°12'09,15"	48°22'37,41"
<b>Córrego Retiro</b>	14°08'11,55"	48°21'17,24"
<b>Córrego com ladrão da Lagoa</b>	14°08'12,07"	48°21'18,06"

### **CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS**

Ambos os pontos amostrados apresentaram características semelhantes, sendo formados por substrato de pedra e cascalhos. Sua largura e profundidade eram análogas, além de todos estarem secos durante o início do experimento (**Figura 2**).





**Figura 2** – Fotos de alguns dos córregos amostrados na área de influência da mineradora Anglo American/ CODEMIN, Niquelândia, Goiás, Brasil.

## DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

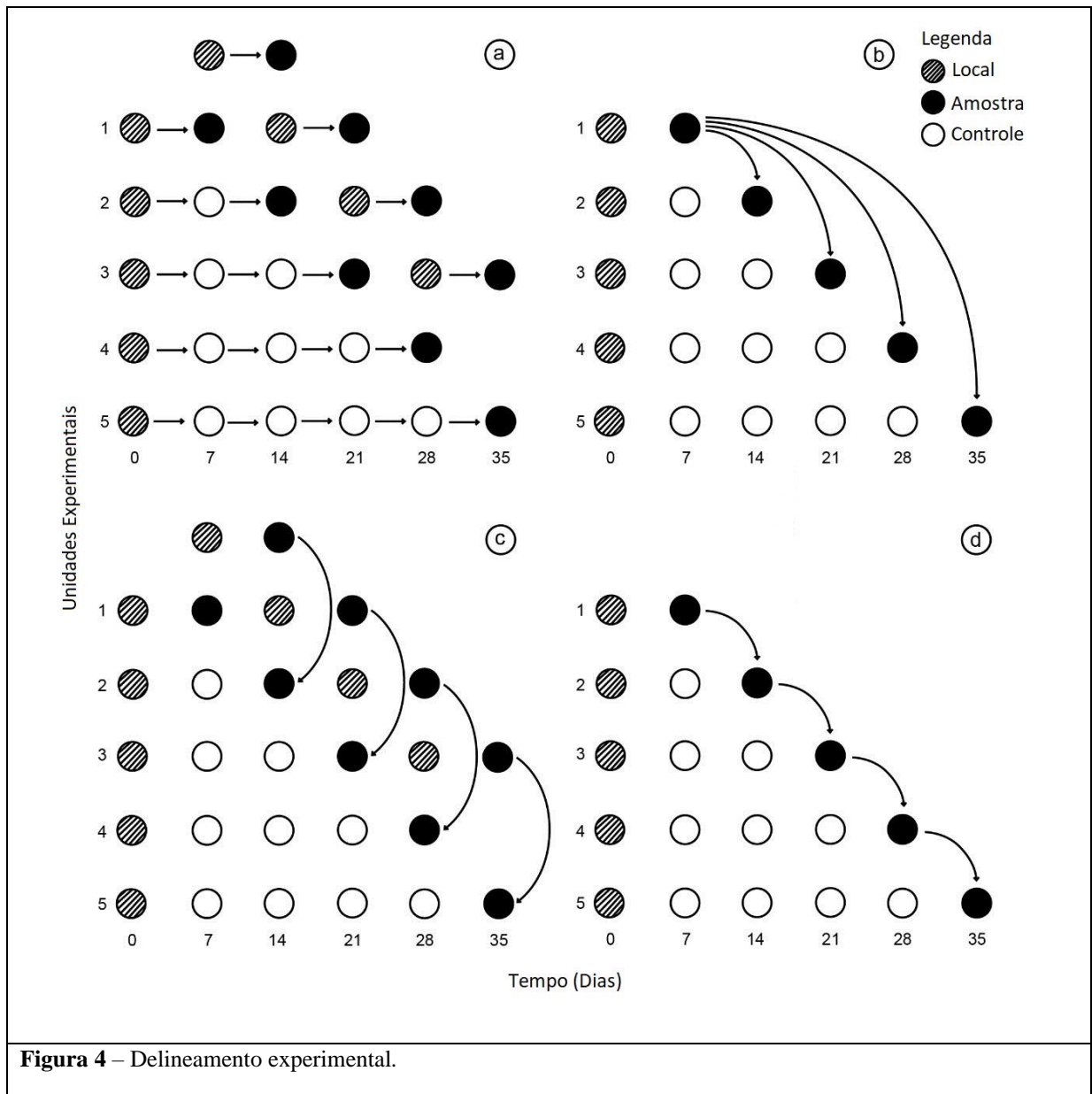
O experimento foi realizado nos meses de abril a junho do ano de 2008 durante o período de chuva na região. O material utilizado para confecção do substrato artificial foi um quilograma de britas (gnaisse) envoltos por redes de nylon com malha de 0,5mm, devido à semelhança desse material aos substratos naturais dos córregos amostrados, formados em sua grande maioria por pedras. Cinco amostras foram colocadas em cada córrego dispostas com a distância média de um metro entre elas (**Figura 3**). As amostras foram colocadas nos pontos amostrais após o primeiro evento de chuva na região, uma vez que todos os riachos utilizados no experimento encontravam-se secos. A cada sete dias uma amostra era retirada e substituída por outra que permanecia nos córregos por apenas sete dias. As demais permaneceram quatorze, vinte um, vinte oito e trinta e cinco dias (**Figura 4**).



**Figura 3** – Pacotes colocados nos córregos no município de Niquelândia, Goiás.

## **COLETA E IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA**

Após retirar da água, as amostras eram acondicionadas em frascos contendo álcool 70%. No Laboratório de Análise e Monitoramento Ambiental de Recursos Hídricos (LAMARH) as amostras foram lavadas e em seguida o material foi peneirado, utilizando peneiras com malha de 0,1mm. Depois de todo processamento o material resultante foi triado e identificado com auxílio de um microscópio eletrônico Olympus C-011 até os níveis taxonômicos de família e gênero utilizando as chaves taxonômicas de Domínguez & Fernández (2001) para a ordem Ephemeroptera; Wiggins (1977) e Oliveira (2006) para Trichoptera e Merritt & Cummins (1979) para os demais táxons.



**Figura 4** – Delineamento experimental.

## ANÁLISE DE DADOS

Os dados brutos de abundância foram ordenados através do Escalonamento Métrico não Dimensional (MNDS), reduzindo-os em sua dimensionalidade. Apenas os dois primeiros eixos com baixa distorção, ou com estresse menor de 0,2 foram usados na análise (Manly, 1994). Foi utilizada uma regressão polinomial quadrática com o objetivo de avaliar a relação entre a distância real dos pontos amostrais em relação ao Lago de Serra da Mesa e o primeiro eixo do NMDS. Três análises de covariância (ANCOVA) foram realizadas no presente estudo. A primeira foi entre o primeiro eixo do MNDS e a

variável tempo de colonização verificando assim quais os possíveis padrões responsáveis pela estruturação da comunidade. Já a segunda ANCOVA foi produzida com os dados do primeiro eixo do MNDS e os dados de abundância total, possibilitando a visualização da regra de auto atenuação. A ordenação direta entre a abundância das espécies foi realizada com intuito de avaliar a especificidade entre as espécies e o local amostrado. Uma ANCOVA também foi feita com. Para realizar tal análise foi usado o Software estatístico R (R Core Team, 2006).

Essa técnica tem como objetivo ordenar os dados graficamente permitindo uma verificação rápida dos dados através de gráficos. No presente trabalho essa técnica ordenou os dados de abundância total em relação aos dois eixos produzidos pelo MNDS. Para realizar tal análise foi utilizado o software Comunidata. Nesse trabalho foi utilizada uma regressão polinomial quadrática, sendo a equação usada para gerar o modelo uma equação do 2<sup>o</sup> grau. A regressão foi usada com intuito de avaliar a relação entre a distância real dos pontos amostrais em relação ao Lago de Serra da Mesa e o 1<sup>o</sup> eixo do MNDS. Para realizar tal análise foi usado o Software estatístico R (R Core Team, 2006).

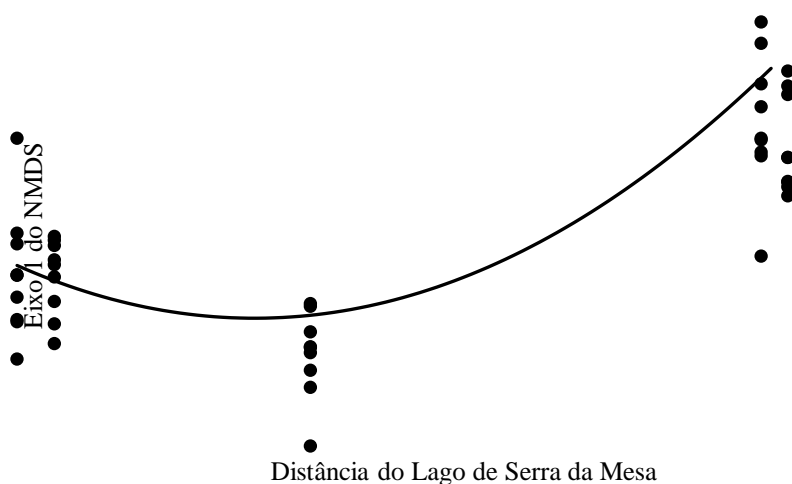
## RESULTADOS

Foram encontrados 16.935 espécimes pertencentes a oito ordens, 24 famílias e 23 gêneros (**Tabela 2**), as larvas pertencentes às ordens: Ephemeroptera, Coleoptera e Díptera só foram identificadas até o grau taxonômico de família. As demais ordens foram identificadas até gênero.

**Tabela 2:** Famílias e gêneros de insetos aquáticos nos cinco riachos amostrados na área de influência da Usina Anglo America/Codemin, Niquelândia /Goiás, durante o período de abril a junho de 2008.

Ordem	Família	Gênero	Abundância Total
Diptera	Ceratopogonidae		7
	Chironomidae		2204
	Culicidae		1
	Empidae		25
	Simuliidae		1370
Coleoptera	Elmidae		65
	Girinidae		1
Ephemeroptera	Baetidae		988
	Euthyplociidae		1
	Caenidae		4
	Leptohyphidae		430
	Leptophebiidae		91
Heroptera	Notonectidae		1
	Naucoridae	<i>Ambrysus sp.</i>	6
		<i>Limnocoris</i>	1
	Pleidae	<i>Neoplea</i>	5
Odonata	Aeshenidae	<i>Coryphaeschna sp.</i>	4
	Coenagrionidae	<i>Argia sp.</i>	9
	Gomphidae	<i>Erpetogomphus sp.</i>	1
	Libellulidade	<i>Perithemis sp.</i>	10
		<i>Macromia sp.</i>	64
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus sp.</i>	4
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	8
		<i>Macrogynoplax</i>	1
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	2
		<i>Leptonema</i>	42
		<i>Macronema</i>	2
	Hydropsychidae	<i>Macrostemum</i>	1
		<i>Smicridea</i>	11662
	Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	9
	Odontoceridae	<i>Barypenthus</i>	3
	Leptoceridae	<i>Setodes</i>	3
		<i>Triaenodes</i>	1
	Odontoceridae	<i>Barypenthus</i>	1
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	14
		<i>Dolophilodes</i>	1
	Polycentropodidae	<i>Cyrnellus</i>	3
<i>Polycentropus</i>		2	
<b>Total</b>			<b>16935</b>

Através da Regressão Polinomial quadrática foi possível observar uma relação entre o primeiro eixo do MNDS e a distância das áreas amostrais e o Lago de Serra da Mesa ( $R^2= 0,72$ ;  $p<0,001$ ). Observou-se a formação de três grupos relacionados com a distância. Um grupo apresentando menores distâncias em relação ao lago, mas com valores baixos em relação ao eixo do NMDS. Um segundo grupo foi mais relacionado com o eixo e uma distância maior em relação ao Lago de Serra da Mesa. E um último grupo demonstrando uma relação positiva maior com o primeiro eixo do NMDS e a uma distância maior em relação ao lago (**Figura 5**).



**Figura 5:** Regressão Polinomial Quadrática entre a distância das espécies em relação ao Lago de Serra da Mesa e o primeiro eixo do MNDS.

O primeiro eixo do MNDS apresentou maior relação com os ambientes amostrados e o segundo eixo relacionando-se com o tempo decorrido do experimento (**Tabelas 3 e 4**). Uma ANCOVA foi feita entre o segundo eixo do MNDS e o tempo decorrido da colonização, possibilitou a visualização dos padrões que possivelmente estruturam a comunidade (**Figura 6**). Nesse caso, observamos que o tratamento pouco variou em relação ao controle, sugerindo comunidades estruturadas principalmente por padrões associados ao efeito de dominância.

**Tabela 3** – Valores dos coeficientes da ANCOVA realizada entre as variáveis: tempo de colonização, experimento, primeiro eixo do NMDS e a covariável local.

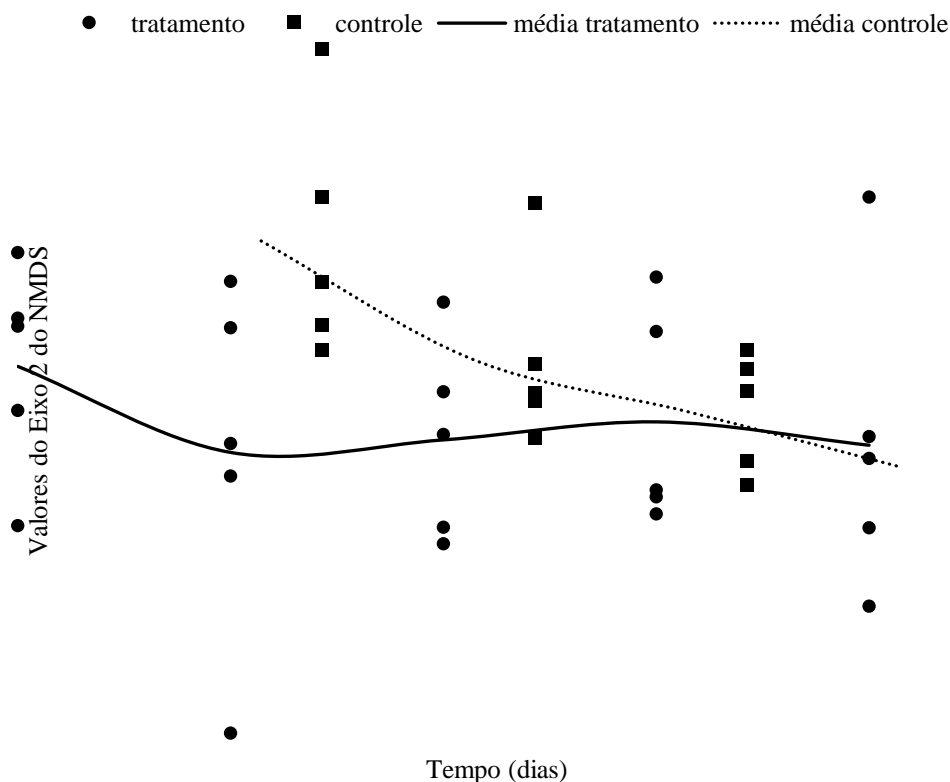
Coeficientes	Estimado	P
Intercepto	0,780	0,066
Dias	-0,003	0,822
Experimento	-0,124	0,783
Local	-0,241	<b>&lt;0,001</b>
Dias: Experimento	0,007	0,674

F=5,003 com 40 graus de liberdade, os resultados em negritos foram para as variáveis que apresentaram valores de p significativos.

**Tabela 4** – Valores dos coeficientes da ANCOVA realizada entre as variáveis: tempo de colonização, experimento, segundo eixo do NMDS e a covariável local.

Coeficientes	Estimado	P
Intercepto	0,997	0,009
Dias	-0,040	<b>0,003</b>
Experimento	-1,056	<b>0,010</b>
Local	0,037	0,442
Dias: Experimento	0,003	0,042

F=3,346 com 40 graus de liberdade, os resultados em negritos foram para as variáveis que apresentaram valores de p significativos.



**Figura 6:** ANCOVA realizada entre segundo eixo do MNDS conjuntamente entre a variável tempo e o experimento mais a covariável local.

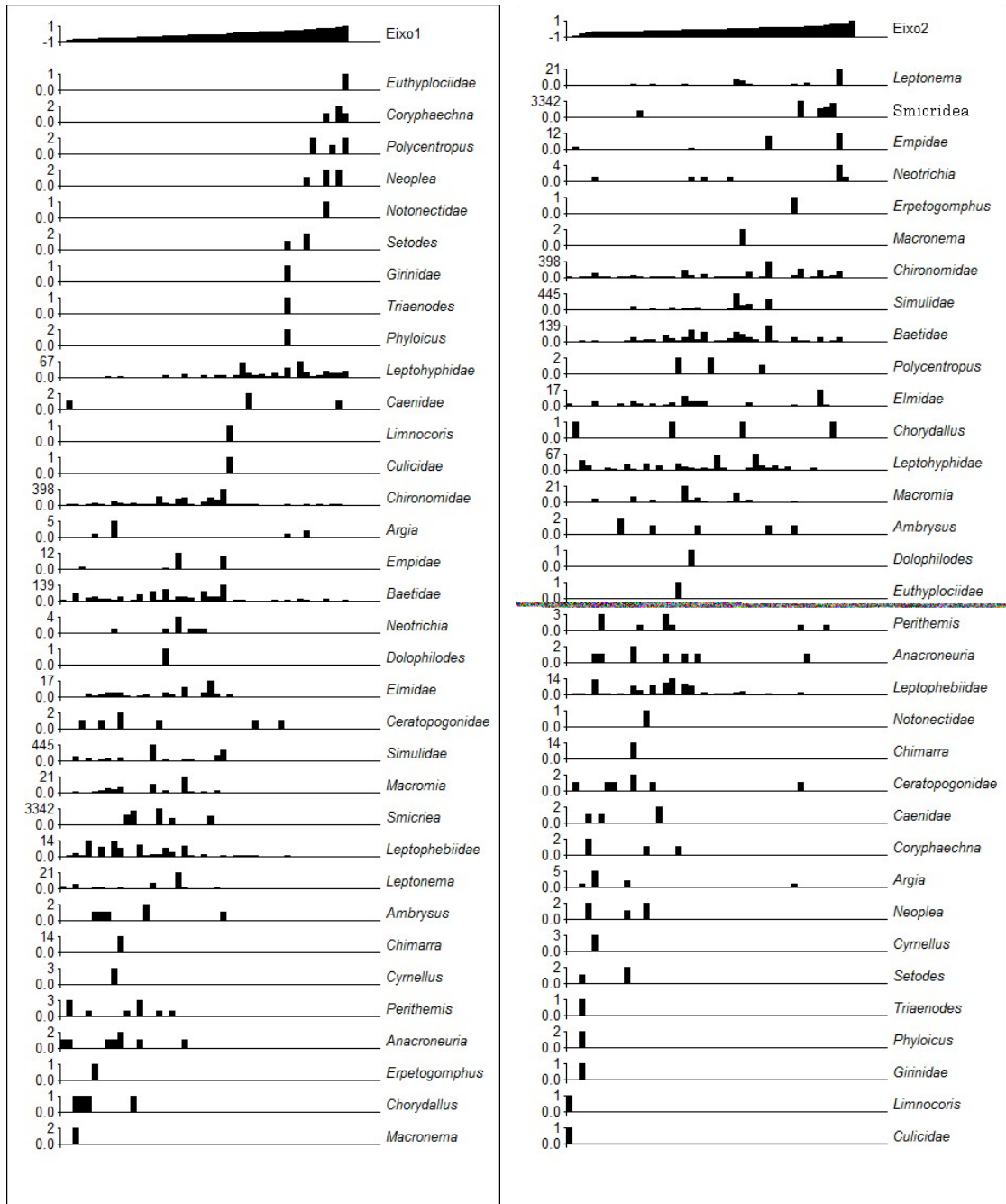
A segunda ANCOVA realizada entre os dados de abundância e o primeiro eixo do MNDS não apresentou um resultado significativo (**Tabela 5**), indicando que não houve uma relação entre a abundância geral e o tempo decorrido de colonização.

**Tabela 5** – Valores dos coeficientes da ANCOVA realizada entre as variáveis: tempo de colonização, abundância total dos organismos e o segundo eixo do NMDS.

<b>Coeficientes</b>	<b>Estimado</b>	<b>P</b>
Intercepto	477	0,235
Dias	-5,498	0,681
Experimento	98,667	0,690

F=0,209 com 40 graus de liberdade

Com base na ordenação direta entre os dados de abundância e o primeiro eixo do MNDS foi possível observar uma relação positiva entre a distribuição dos indivíduos dos gêneros *Coryphaechna*, *Polycentropus*, *Triaenodes*, *Phylloicus*, *Setodes*, *Neoplea*, as famílias Euthyplociidae, Girinidae e Netonectidae, que estão relacionados com o local amostrado. Por outro lado, o segundo eixo do NMDS apresentou uma relação entre os indivíduos dos gêneros *Smicridea*, *Leptonema*, *Erpetogomphus* e da família Empidae todos associados ao tempo de colonização (**Figura 6**).



**Figura 6** – Eixos 1 e 2 provenientes do NMDS, ambos com os dados de abundância e riqueza total. **A** – Eixo 1 associado ao local, **B** – Eixo 2 associado ao tempo de colonização.

## DISCUSSÃO

Foi possível observar que as comunidades amostradas estão mais estruturadas por sua distância em relação ao Lago de Serra da Mesa. Percebeu-se também que os táxons pertencentes aos grupos formados pela relação entre os pontos amostrais, com a distância em relação ao lago podem estar mais associadas à sua capacidade de dispersão e suas adaptações ao ambiente. Dessa forma, táxons mais distantes do lago, mas com grande relação com o local provavelmente apresentam adaptações para se estabelecerem em ambientes lóticos. Por outro lado, táxons que estão a uma distância média do lago e que apresentam pouca relação com a distância podem ser especializadas em ambientes lênticos, porém com um poder dispersivo maior. E os táxons próximos ao lago, provavelmente apresentam adaptações para ambientes lênticos, como é o caso dos Gêneros de Trichoptera *Triaenodes* e *Setodes*.

Segundo Merrit & Cummins (1996), espécies de Odonatas e Heteropteras têm uma alta taxa de dispersão e ovoposição, além de serem espécies típicas de ambientes lóticos, em conformidade com os gêneros *Coryphaechna* (Odonata), *Neoplea* e família Notonectidae (Heteroptera) presentes nas comunidades analisadas. Segundo Shmida e Wilson (1985), as espécies com poder dispersivo maior associadas aos ambientes lênticos, provavelmente estão relacionadas aos córregos amostrados devido efeito de massa.

Esses autores supracitados, afirmaram que muitas espécies, mesmo não tendo chance de se estabelecerem no ambiente, acabam colonizando áreas próximas devido à grande quantidade de propágulos liberados, caracterizando assim o efeito de massa. As espécies presentes nas comunidades mais próximas ao Lago de Serra da Mesa tendem a ser semelhantes devido provavelmente ao efeito de auto correlação espacial. De acordo

com Legendre *et. al.* (2002, 2004) as comunidades podem apresentar espécies semelhantes pelo simples fato de estarem espacialmente próximas umas às outras.

Os resultados apresentados demonstraram uma contraposição em relação as predições das hipóteses deste trabalho. Os padrões de estruturação das comunidades analisadas se mostraram fracos, predominando um efeito de dominância. Entretanto, a relação demonstrada pelos resultados foi baixa, o que sugere provavelmente a presença de outros fatores que podem estar estruturando a comunidade de modo mais eficaz, como tipo de substrato e o tempo de colonização.

De acordo com Rincón (1999), a natureza do substrato pode influenciar a composição da comunidade, logo o presente estudo pode ter sido influenciado pela composição do substrato, selecionando assim espécies que possivelmente apresentaram preferência pelo tipo de substrato utilizado nos córregos amostrados. Segundo Resh & Rosenberg (1984) e Allan (1995), o substrato juntamente com a velocidade da água são os dois fatores abióticos mais preponderantes na estruturação das comunidades aquáticas bentônicas.

Carvalho & Uieda (2004) verificaram em seu trabalho que a partir do 13º dia de colonização, os principais grupos de macroinvertebrados bentônicos estavam presentes, demonstrando esse ser um período ótimo de estabilização na taxonômica. No presente trabalho não foi possível determinar um tempo em que ocorresse uma estabilidade na riqueza taxonômica ou abundância, talvez pelo fato das comunidades analisadas necessitarem de um tempo maior para alcançar uma curva mais estável. Mackay (1992), discute em seu trabalho as dificuldades em se estabelecer um tempo preciso para ocorrência da estabilização na riqueza taxonômica e na abundância.

A teoria proposta por Sale (1978), relacionando as comunidades controladas por efeito fundador são compostas basicamente por organismos sésseis. No entanto, as

comunidades amostradas possuem abundância de organismos com capacidade de deslocamento. Williams (1980), demonstrou que alguns táxons (e.g. Batidae, *Gammarus*) exibem fortes padrões de movimentação, sendo capazes de se movimentar ao longo do substrato. Segundo Macintosh *et. al.* (2002), a ordem Ephemeroptera possui uma grande mobilidade no ambiente aquático, e essa mobilidade está até mesmo associada ao período do dia observado. Esse comportamento de locomoção pode diferir conforme sua intensidade de acordo com a espécie ou em decorrência de fatores abióticos como fluxo da correnteza, temperatura da água e luminosidade.

Armitage *et. al.* (1995) relataram que os dípteros, basicamente da família Chironomidae, constituem o grupo de organismos com maior distribuição e abundância em habitats de águas continentais. Porém, o que se verificou foi uma maior contribuição por parte dos tricópteros, principalmente o gênero *Smicridea*. Provavelmente isso ocorra devido à natureza do substrato utilizado no experimento, uma vez que esse grupo de organismos tem uma preferência por substratos onde possam construir abrigos (Wiggins 1977, 2004).

A família Hydropsychidae também é considerada facilitadora no processo de colonização, preparando o ambiente para o estabelecimento de outras espécies no local, pois esses organismos ao construírem abrigos aumentam consideravelmente a complexidade do habitat, facilitando assim a colonização por outras espécies que necessitam de um ambiente mais complexo para se estabelecer (Cardinale *et. al.*, 2001).

Segundo Oliveira (1996), espécimes de tricópteros pertencentes aos gêneros *Leptonema* e *Smicridea* apresentam uma grande plasticidade alimentar, possibilitando essas espécies colonizar diferentes habitats, fazendo com que elas sejam consideradas generalistas ou espécies pioneiras durante a sucessão ecológica. O abrigo construído pelos

indivíduos pertencentes a esses dois gêneros tem a capacidade de reter partículas em suspensão em sua malha.

Essa capacidade em armazenar a matéria orgânica particulada pode propiciar a decomposição dessas partículas (fragmentos vegetais), por fungos e bactérias, transformando-as em matéria orgânica particulada fina ou ultrafina (MOPF ou MOUF). De acordo com Cummins *et. al.* (1989), a MOPF é fragmentada por outros organismos transformando-se em matéria orgânica partícula fina ultrafina (MOUF) e matéria orgânica dissolvida (MOD), sendo então facilmente transportada. No presente trabalho, os gêneros *Smicridea* e *Leptonema* foram os apresentaram maior abundância na ordem Trichoptera, demonstrando a capacidade desses organismos em colonizarem inicialmente novos ambientes.

A comunidade também é composta por organismos predadores, que propiciam uma maior movimentação por parte dessas espécies no substrato, sendo que com o passar do tempo leva a uma homogeneização das amostras, logo os organismos sésseis provavelmente não conseguem se estabelecer por muito tempo na comunidade. Dessa forma, podemos constatar uma estruturação por dominância nas comunidades estudadas.

Foi possível notar que as comunidades estão mais estruturadas pela dispersão do que pela sua capacidade em competir durante o processo sucessional caracterizando assim o *trade-off* entre dispersão e competição, proposto por Pianka (1970). Isso talvez ocorra durante as etapas iniciais da sucessão, quando os organismos ainda possuem uma grande quantidade de nichos a explorar.

Uma vez que o experimento foi realizado logo após a primeira chuva na região, entando os córregos cheios no nicho, os organismos ainda teriam uma quantidade maior de habitats a explorar sem uma pressão competitiva tão acentuada por recursos, como é a ocorrida em estágios avançados de sucessão ecológica, e conseqüentemente uma ausência

na sobreposição dos nichos. Nesse caso é válido lembrar que comunidades controladas por fundação possuem uma pressão competitiva forte, entretanto os distúrbios que ocorrem frequentemente são responsáveis por promoverem episódios de recolonização no ambiente, sendo esse mecanismo provavelmente aquele responsável em propiciar a coexistência entre espécies.

## **CONCLUSÃO**

As comunidades analisadas não foram efetivamente estruturadas pelos padrões de dominância e pelo efeito fundador, embora a dominância tenha tido um papel considerável. As comunidades de Diptera, Trichoptera e Ephemeroptera não se mostraram estruturadas pelo efeito fundador. As comunidades de Odonata, Plecoptera, Megaloptera e Heteroptera não foram estruturadas por efeito de dominância, embora constatado uma fraca relação desse efeito. Como as comunidades não foram estruturadas pelo efeito fundador não foi possível avaliar a presença da regra de auto atenuação.

Foi possível observar uma maior relação dos mecanismos de colonização aos fatores abióticos. Em decorrência, os córregos amostrados apresentaram comunidades em estágio inicial de sucessão ecológica, provavelmente em função dos fatores abióticos que exerceram uma influência maior na estruturação dessas comunidades. Entretanto, os padrões relacionados à competição ainda podem determinar futuramente com mais ênfase a dinâmica de tais ambientes amostrados. É válido lembrar que as comunidades de insetos bentônicos provavelmente sofrem influência do efeito de auto correlação espacial, pelo fato da sua proximidade com o Lago de Serra da Mesa.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Allan, J. D. 1982. The effects of reduction in trout density on the invertebrate community of mountain stream. **Ecology** **63**:1444-1455.

Armitage, P. D.; Cranston, P. S.; Pinder, L. C. V. 1995. **The Chironomidae: Biology and Ecology of non-biting midges**. Chapman & Hall, London. 538p.

Baptista, D. F.; Buss, D. F.; Egler, M.; Giovanelli, A.; Silveira, M. P.; Nessimian, J. L. 2007. A multimetric index base on benthic macroinvertebrates for avaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro state, Brazil, **Hydrobiologia**, **575**(1): 83-94

Bechara, J. A; Moreau, G.; Hare, L. 1993. The Impact of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) on an Experimental Stream Benthic Community: The Role of Spatial an Size Refugia. **The Journal of Animal Ecology**, **62**(3), 451-464.

Begon, M.; Harper, J. L.; Townsend, C. R. 1996. **Ecology**. 3<sup>a</sup> ed. Blackwell Science. 1068p.

Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858.

Bispo, P. C.; Oliveira, L. G.; Bini, L. M.; Sousa, K. G.; 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountais streams of Central Brazil: envirometal factors influencing the distribution abundance of immature. **Brazilian Journal of Biology**. 66 (2B): 611-612.

Cardinale, B. J.; Smith, C. M.; Palmer, M. A. 2001. The Influence of initial colonization by hydropsychid caddisfly larvae on the development of stream invertebrate assambleges. **Hydrobiologia**, 455:19-27.

Carvalho, E. M., and V. S. Uieda. 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **21**:287-293.

- Chesson, P. L., and R. R. Warner. 1981. Environmental variability promotes coexistence in lottery competitive systems. **The American Naturalist** **117**:923-943.
- Clements, F. E. 1936. Nature and structure of the climax. **Journal of Ecology** **24**:252-284.
- Cooper, S.D. & L.A. Barmuta, 1993. Field experiments in biomonitoring, 399–441. In: Rosenberg, D.M. & V.H. Resh (eds), **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Chapman and Hall, N.Y.
- Cummins, K. W.; Wilzbach, M. A. Gates, D. M.; Perry, J. B.: Talaiferro, W. B. 1989. Shredders and riparian vegetation. **Bioscience**, 39: 24-30.
- Dewi, S. & Chesson, P. 2003. The age-structured lottery model. **Theoretical Population Biology**, 64:331-343
- Dominguez, E. & Fernandez, H. R. 2001. **Guia para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos**. Tucumán: Editora Universidad Nacional de Tucumán.
- Dudgeon, D. 1993. The effects of spate-induced disturbance, predation and environmental complexity on macroinvertebrates in a tropical stream. **Freshwater Biology** **30**:189-197.
- El-Hani, C. N. 2006. Generalizações ecológicas. **Oecologia Brasiliensis**, 10: 17-68
- Holanda, L. F. R. 2007. **Predação, substrato e habitat: uma análise experimental de Seus efeitos na assembleia de insetos imaturos da ordem Trichoptera**. Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Biologia -UFG, para obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas, 40p.
- Hubbell, S. P. 2001. **The Unified Neutral Theory of Species Abundance and Diversity**, 1ª Edition. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Lamberti, G. A. and Resh, V. H. 1985. Comparability of introduced tiles and natural substrates for sampling lotic bacteria algae and macroinvertebrates. **Freshwater Biology**. 15: 21-30.

Legendre, P.; Dale, M. R. T.; Casgrain, P.; Guveritch J.Hohn, M.; Myers, D. 2002. The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. **Ecography**, 25: 601-615.

Legendre, P.; Dale, M. R. T.; Casgrain, P.; Guveritch J. 2004. Effects of spatial structures on the results of field experiments. **Ecology**, 85: 3202-3214.

Manly, B. F. 2008. **Métodos Estatísticos Multivariados**. 3ª ed. Artemed, Porto Alegre. 229p.

McIntosh, A. R., B. L. Peckarsky, and B. W. Taylor. 2002. The influence of predatory fish on mayfly drift: extrapolating from experiments to nature. **Freshwater Biology**. 47: 1497–1513.

Merritt R. W., and K. W. Cummins. 1979. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**., 3rd edition. Kendall/Hunt Publ. Co., New York.

Merritt, R. W. & Cummins, K.W. 1996. **Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3rd Edition. Kendall/Hunt Publ. Co., New York.

Morin, P. J. 1999. **Community Ecology**. 1st Edition. John Wiley Professio, New York,

Muko, S. & Iwasa, Y. 2000. Species Coexistence by Permanent Spatial Heterogeneity in a Lottery Mode. **Theoretical Population Biology**, 57: 273-284.

Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, G. A.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J.2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403:853-845.

Oliveira, G. L.; Bispo, P. C.; Sá, N. C. 1997. Ecologia de Comunidade de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do parque ecológico de Goiania, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 14 (4): 867-876

Oliveira, L. G. & Froehlich, C. G. 1996. Natural history of three Hydropsychidae (Trichoptera, Insecta) in a "Cerrado" stream from northeastern Sao Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 13: 755-762.

Oliveira, L. G. 1996. **Aspectos da biologia de comunidades de insetos aquáticos da ordem Trichoptera Kirby, 1813, em córregos de Cerrado do município de Pirenópolis, Estado de Goiás.** Tese de Doutorado. 121p.

Oliveira, L. G. 2006. Trichoptera. In: **Insetos Imatutos. Metamorfose e Identificação** Eds. Costa, C.; Ide, S.; Simonka, C. E. Holos Editora, Ribeirão Preto. 1:161-174.

Oliveira, L. G., and C. G. Froehlich. 1996. Natural history of three Hydropsychidae (Trichoptera, Insecta) in a "Cerrado" stream from northeastern Sao Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 13:755-762.

Petersen, J. E. & Hasting, A. 2001. Dimensional approaches to scaling experimental ecosystems: designing mousetraps to catch elephants. **American Naturalist** Mar.; 157(3): 324-33

Pianka, E.R. 1970. On r- and k-selection. **The American Naturalist**, 104: 592-597.

R Core Team. 2006. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Ratter, J. A.; Ribeiro, J. F.; Bridgewater, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, 80: 223-230.

Resh, V. H. & Roseberg, D. M. 1984. **The Ecology of Aquatic Insects.** 1<sup>a</sup> Edition, Praeger Publ., New York,

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. 1998. Fitofonias do bioma cerrado. In: Sano, S. M. and Almeida S. P. (Eds). **Cerrado: Ambiente e Flora.** EMBRAPA-CPAC. Planaltina, 89 166.

Richards, C.; Host. G. E.; arthur, J. W. 1993. Identification of predominant environmental factors structuring stream macroinvertebrate communities within a large agricultural catchment. **Freshwater Biol.**, 29: 285-294.

Ricklefs, R. E. 2008. Disintegration of the Ecological Community. **The American Naturalist**, 172:741-750.

- Rincón, P. A. 1999. Uso de micro-habitat em peixes de riachos: métodos e perspectivas In: Caramachi, E. P.; Mazzoni, R.; Peres-Neto, P. R.(Eds). Ecologia de Peixes de Riachos. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, **Oecologia Brasiliensis**, 4, 260p.
- Sale, P. F. 1978. Coexistence of coral reef fishes: a lottery for living space. **Environmental Biology of Fishes** 3:85-102.
- Shmida, A. & Wilson, M. V. 1985. Biological determinants of species diversity. **Journal of Biogeography**, 12:1-20. 35
- Silva, L. C. F. 2005. **Efeitos da adição de sedimento fino e da heterogeneidade do substrato em macroinvertebrados bentônicos**. Dissertação (mestrado). Programa de pós-graduação em Ecologia e Evolução. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 35p.
- Silva, L. C. F.; Silveira, A. V. T.; Silveira, F. L. S.; Piva, C. B.; Oliveira, L. G. 2002. Caracterização físico-química de córregos do cerrado do Parque Estadual Serra de Caldas, Caldas Novas (GO). **Estudos Vida e Saúde**. 29 (especial): 101 - 114.
- Silveira, F. L. S. 2003. **Caracterização limnológica e distribuição espacial de insetos aquáticos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, na bacia do Rio Meia Ponte, GO**. Dissertação de mestrado- Programa de Pós-graduação em Ecologia da UFG. 62p.
- Souza, D. R. 2003. **História da CODEMIN**. Goiânia. Ed. Terra. 300p.
- Thorp, J. H., and E. A. Bergey. 1981. Field experiments on responses of a freshwater benthic macroinvertebrate community to vertebrate predators. **Ecology** 62:365-375.
- Vinson, M. R., and C. P. Hawkins. 1998. Biodiversity of stream insects: Variation at local, basin, and regional scales. **Annual Review of Entomology** 43:293.
- Wiggins, G. B. 1977. **Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)**. 2nd Ed. University of Toronto Press, Toronto. 457p.
- Williams, D. D. 1980. Temporal patterns in recolonization of stream benthos. Arch. **Hydrobiol.** 90: 56-74.