

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA)  
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**O que nos dizem as libélulas, em Áreas de Preservação Permanente de  
córregos, sobre o Código Florestal Brasileiro?**

Tathiane Araujo Santos Braz

Orientador: Prof. Dr. Fabio de Oliveira Roque

Dourados – MS

2011

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA)  
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**O que nos dizem as libélulas, em Áreas de Preservação Permanente de córregos, sobre o Código Florestal Brasileiro?**

Tathiane Araujo Santos Braz

Orientador: Prof. Dr. Fabio de Oliveira Roque

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, da Universidade Federal da Grande Dourados como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

Dourados – MS

2011

## Ficha catalográfica



*"O homem que tem o tempo, o discernimento e a sagacidade para reunir e compreender os principais fatos e o homem que deve agir a respeito deles precisam estar próximos um do outro e sentir-se que estão engajados em um empreendimento comum".*

**Woodrow Wilson (1856-1924)**

## AGRADECIMENTOS

Sobretudo a Deus.

À minha família, Diones, Abner e Quézia pelo apoio incondicional, pelo carinho e incentivo, principalmente pela paciência nos momentos de ausência, sem vocês eu não teria conseguido, pois vocês foram minha força para superar os desafios. À Quézia (ainda em gestação) peça colaboração nas coletas.

À minha mãe Iolanda que sempre incentivou e me ensinou o amor à ciência com suas palavras e principalmente pelo exemplo, sempre trazendo uma palavra de conforto de encorajamento, meu pai Cicero pela ajuda, mão estendida em todos os momentos.

Ao meu orientador prof. Dr. Fábio de Oliveira Roque, pela orientação técnica e científica, conhecimento compartilhado e pela compreensão em muitas fases deste trabalho.

Aos colegas de coletas e laboratório, Gabriela Schulz, Greici Stefan, Emílio Colzani, Marciel Elio Rodrigues, Suzana Cunha Escarpinati e a todos os colegas do Mestrado pela amizade colaboração e apoio, aos professores do Mestrado que de diversas formas contribuíram para minha formação. Ao professor Alan Sciamarelli pelo incentivo e apoio nesse início de caminhada ao conhecimento sobre modelagem de distribuição de espécies.

Aos professores e amigos Dr. Jelly Makoto Nakagaki e Dra. Mônica Mungai Chacur, por me apresentar ao fascinante mundo da Entomologia e incentivar ao aperfeiçoamento científico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo em incentivo e apoio à realização deste trabalho.

Ao Programa de pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados.

Ao Instituto Chico Mendes de Bonito-MS, ONG Brasil Bonito e aos proprietários, administradores e funcionários das Fazendas Pitangueiras e Califórnia, pelo apoio, estadia e permissão para coletas.

A todos que de forma direta ou indireta participaram deste trabalho, torceram e intercederam por mim.

## **PREFÁCIO**

Esta dissertação é apresentada em forma de artigo, seguindo as normas da revista *Journal of Insect Conservation* (<http://www.springer.com>). Após a defesa e devidas correções será traduzido para a língua inglesa e submetido à revista junto aos demais autores.

Este não é o único produto desta pesquisa de mestrado, outro artigo também será produzido com estes dados aplicando modelagem de distribuição de espécies.

## SUMÁRIO

Lista de figuras e tabela.....	ix
Resumo.....	10
Abstract.....	11
<b>Introdução</b> .....	12
<b>Material e Métodos</b> .....	14
1. Área de Estudo .....	14
2. Caracterização ambiental.....	15
2. Coleta e identificação.....	17
3. Análise dos dados .....	18
<b>Resultados</b> .....	18
<b>Discussão</b> .....	21
<b>Agradecimentos</b> .....	24
<b>Referências bibliográficas</b> .....	24
<b>Material complementar</b> .....	31

## LISTA DE FIGURAS E TABELA

**Figura 1** (A) Localização do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil, (B) sítios amostrais no Planalto da Bodoquena, (C) sítios amostrais em Dourados.....14

**Figura 2** Sítios coletados no Planalto da Bodoquena-MS, (A) S34, com largura de mata ripícola superior a 30 metros; (B) S39 com largura de mata entre 15 e 30 metros; (C) S40 com largura de mata entre 15 e 30 metros e (D) S37, com mata ripícola menor que 15 metros.....16

**Figura 3** Análise de Variância ( $F= 0,09944$ ,  $df= 21,07$  e  $p= 0,9058$ ) Classes de mata ripícola: x (menor que 15 metros), y (entre 15 e 30m) e z (maior que 30m).....19

**Figura 4** Representação gráfica da ordenação resultante da análise NMDS de 45 pontos amostrais. A letra X representa a largura da mata ripícola < 15m, Y representa 15 - 30 m e Z >30m. Stress 0,2929,  $R^2$  Eixo1: 0,3894 e Eixo2 0,2222.....20

**Tabela 1** Espécies coletadas no Planalto da Bodoquena e região sul do Mato Grosso do sul e classificação da largura da mata ripícola dos sítios amostrais : X(<30m), Y (15-30m) e Z (>30metros).....18

### Material Complementar

**Tabela 1** Características de habitat utilizadas na avaliação dos sítios de amostragem para cálculos do *Habitat Integrity Index* – HII (Nessimian et al 2008).....30

**Tabela 2** Nome dos córregos dos sítios amostrados, coordenada geográfica e resultado do *Habitat Integrity Index* – HII para os sítios amostrados.....31

**Tabela 3** Táxons presentes nos sítios amostrais S1 a S45 e largura da mata ripícola X (< 15m), Y (15-30m) e Z (> 30m).....33

## **O que nos dizem as libélulas, em Áreas de Preservação Permanente de córregos, sobre o Código Florestal Brasileiro?**

Tathiane Araujo Santos Braz<sup>1</sup>, Marciel Elio Rodrigues<sup>2</sup>, Fabio de Oliveira Roque<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Programa de Pós Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais ([www.ufgd.edu.br](http://www.ufgd.edu.br)), Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, 79.804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: [tathianebras@hotmail.com](mailto:tathianebras@hotmail.com) (67) 9933-1385

<sup>3</sup> Universidade Federal do Mato Grosso do Sul ([www-nt.ufms.br](http://www-nt.ufms.br)), Campus Cidade Universitária, 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil

### **Resumo**

As zonas ripícolas possuem uma elevada diversidade Beta e têm sido sugeridas como áreas prioritárias para conservação. No Brasil, as matas ripícolas são protegidas sob forma de Áreas de Preservação Permanente, entretanto recentemente foram propostas mudanças do Código Florestal Brasileiro prevendo redução da largura de mata mínima exigida. Esta proposta gerou uma demanda de informações sobre a resposta da biodiversidade frente à largura da mata que margeia corpos d'água. Neste artigo, nós perguntamos se a comunidade de Odonata discrimina a largura da mata, conforme o Código Florestal vigente. Nós usamos dados de composição de Odonata de 45 sítios amostrais de uma paisagem bastante fragmentada no Centro-Oeste Brasileiro para testar a hipótese de que a composição da comunidade de Odonata difere principalmente nos extremos de integridade ambiental nas classes de mata ripícola avaliadas. Para testar se há diferença nos valores de riqueza de espécies entre as três classes de largura de mata ripícola foi empregada a Análise de Variância (ANOVA). A Análise de Similaridade (ANOSIM) foi realizada para determinar as diferenças estatísticas entre composição de espécies e diferentes classes de mata ripícola. E para avaliar os padrões de ordenação da mata ripícola e espécies de Odonata, aplicamos Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS), utilizando o índice de Jaccard. Embora outros trabalhos tenham sugerido composição de Odonata como indicador de integridade ambiental, em nosso estudo não detectamos relação entre composição de espécies e largura da mata ripícola avaliada. Dentre potenciais fatores que podem estar relacionados a este resultado

destacamos: i) predomínio de espécies generalistas, ii) influência de processos históricos e biogeográficos e iii) configuração da paisagem. Além disso, o uso de espécies raras (aqui exemplificadas pelos *singletons* nos extremos de faixa de mata ripícola) parecem ser potenciais indicadores de condições ambientais, informando distintos processos relacionados a estas áreas.

**Palavras-chave:** Zygoptera, floresta ripária, legislação, conservação

## **Abstract**

The riparian areas have high beta-diversity and are being suggested as priority areas for conservation. In Brazil, the riparian forests are protected under the form of Permanent Preservation Areas, however changes have been recently proposed to the Brazilian Forest Code providing for the reduction of required minimum width of riparian vegetation. This proposal generated a demand for information on the response of biodiversity compared to the width of the forest that borders water bodies. In this article, we asked if the community of Odonata disclosed the width of the forest, according to the current Forest Code. We used composition data of Odonata from 45 sampling sites in a highly fragmented landscape in the Brazilian Midwest to test the hypothesis that composition of the community of Odonata differs mainly in the extremes of environmental integrity in riparian forest classes evaluated. In order to test if there are differences in the values of the species richness among the three classes of width of riparian forests we applied the analysis of variance (ANOVA). Analysis of Similarity (ANOSIM) was used to determine the statistical differences between species composition and riparian forest classes. And to evaluate the ordenation patterns of the forest and riparian species of Odonata, was applied non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) using the Jaccard index. In our study it was detected no relationship between species composition and richness, and width of riparian forests. Among potential factors that may be related to this result include: i) predominance of generalist species, ii) the influence of historical processes and biogeography and iii) the landscape setting. In addition, the use of rare species (exemplified here by singletons in the extremes of the range of riparian forest) seems to be indicators of potential environmental conditions, reporting different processes related to these areas.

**Keywords:** Zygotera, riparian forest, legislation, conservation

## **Introdução**

A perda de habitat tem sido apontada como a principal causa do declínio da biodiversidade (CDB). A atual crise da biodiversidade é um evento de proporções globais e históricas (Wilson, 1988; Baillie et al 2004), assunto dominante e crescente entre publicações científicas e populares (Myers e Knoll, 2001; Pimm e Brooks, 2000). Os impactos de origem antrópica têm colaborado para aumentar as taxas de extinção para níveis entre 100 e 1000 vezes maiores que as taxas naturais (Baillie et al 2004). Barnosky et al (2011) enfatizam que as taxas de extinção atual são maiores do que as que causaram a quinta extinção em massa, sugerindo que uma sexta extinção em massa pode estar a caminho. Nas regiões tropicais, entre 0,1% e 0,3% das espécies e 0,8% das populações se extinguem a cada ano (Balmford et al 1998). No Brasil, esta perda é evidente e preocupante, pois é um país megadiverso (Mittermeier e Mittermeier, 1997), onde estima-se que contenha aproximadamente 13% da biodiversidade global (Lewinsohn e Prado, 2005).

Zonas ripícolas têm sido sugeridas como prioritárias para conservação no mundo, uma vez que abrigam elevada diversidade Beta (Sabo et al 2006). As matas ripícolas são conhecidas por filtrarem contaminantes agrícolas, reduzirem erosão superficial, atenuarem cheias e vazantes, reduzirem assoreamento, condicionarem a qualidade da água, além de proverem demais serviços ambientais e fornecerem abrigo para biodiversidade, funcionam como corredores ecológicos promovendo a conectividade da paisagem e amenização dos efeitos de fragmentação e aumento da diversidade genética (Silva et al 2011; Metzger et al 2010; Pardini et al 2005; Almeida et al 2008).

Os benefícios dos corredores ripários podem estar relacionados à largura, extensão, continuidade e qualidade dos corredores, à topografia e largura das áreas de influência ripária, entre outros fatores (Laurance et al 1999; Metzger et al 1997) . Mas, um dos fatores que tem sido discutido é a largura desses corredores, pois afeta a qualidade do habitat e regula a área impactada pelo efeito de borda (Metzger et al 1997). A largura mínima da mata ripícola necessária para a manutenção da fauna varia de acordo com a biologia de cada espécie e a sua sensibilidade a distúrbios ambientais. Dentre ações conservacionistas apontadas para ambientes tropicais, Clausnitzer et al (2009) propõe para Odonata faixa de vegetação natural

de pelo menos 20 metros de cada lado dos córregos. Para Kasyak (2001), 50 metros em cada margem seriam adequados para garantir a proteção de organismos e processos ecológicos nessas áreas. Trabalhos que consideraram a funcionalidade biológica dos corredores em função da largura indicam valores mínimos superiores a 100m (Silva et al 2011).

No Brasil, matas ripícolas, mesmo amparadas pelo Código Florestal desde 1965 (Lei nº 4.771/65), sob forma de Áreas de Preservação Permanente (APPs), sofreram fortes reduções e transformações nos últimos anos. Recentemente, houve iniciativa de revisão do Código Florestal Brasileiro (CFB), sendo que as mudanças propostas podem colocar em risco a conservação da biodiversidade em geral (Metzger et al 2010; Michalski et al 2010). A discussão sobre a conservação ganhou impulso devido proposta de redução de 30 metros (Lei n.º 4.771 de 1965, artigo 2º) para 15 metros das Áreas de Preservação Permanente (APP) que margeiam cursos d'água com largura inferior a 05 metros (Projeto de Lei nº 1.876/99, artigo 4º).

Esta pressão resultou numa demanda por informações científicas para amparar as tomadas de decisão e mobilização social. Pesquisadores especialistas em diferentes campos da Ecologia e da Biodiversidade apontaram conseqüências problemáticas das modificações propostas na nova versão do CFB, que poderão impactar enormemente a vegetação nativa brasileira e os ecossistemas de que esta faz parte (Metzger 2010).

As propostas de alteração do código deverão afetar negativamente a biodiversidade. Poderá acarretar o declínio da diversidade de anfíbios, implicando em prejuízos na agricultura e poluição ambiental, como por exemplo, a eutrofização de corpos d'água, o desequilíbrio de redes tróficas e afetar ainda a indústria farmacêutica (Toledo et al 2010), afetar as populações de abelhas e principalmente a polinização (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010), representar um impacto negativo para muitas espécies de aves (Develey e Pongiluppi, 2010), refletir em profundas mudanças nas assembléias de borboletas (Freitas 2010), trazer efeitos irreversíveis para a diversidade de mamíferos (Galetti et al 2010), aumentar a vulnerabilidade de répteis (Marques et al 2010). Embora informações sobre vários grupos estejam sendo levada em consideração, isto não garante que a largura da mata ripícola seja semelhante para os grupos de diferentes formas de vida (Sabo et al 2006) . Isto é preocupante, pois alguns grupos fortemente ligados a dinâmica das matas ripícolas e sensíveis a degradação ambiental, como os invertebrados aquáticos (Rosenberg e Resh, 1993), não tem sido considerados nas discussões (Clausnitzer et al 2009). Portanto, são urgentes políticas conservacionistas que representem múltiplos táxons, incluindo macroinvertebrados.

Neste artigo, nós investigamos como libélulas respondem a largura da mata ripícola. Particularmente, nós perguntamos se a comunidade de Odonata discrimina a largura da mata, conforme o Código Florestal vigente. Consideramos essencial responder esta pergunta num contexto normativo visando estratégias de conservação, uma vez que a legislação é um dos instrumentos mais poderosos em negociações e tomada de decisão. Nós usamos dados de composição de Odonata de 45 sítios amostrais de uma paisagem bastante fragmentada no Centro-Oeste Brasileiro para testar a hipótese que a composição da comunidade de Odonata difere principalmente nos extremos das classes de mata ripícola avaliadas.

Odonata é considerado um bom grupo indicador para avaliar a conectividade entre habitat e estrutura de paisagem (Corbet, 1999; Kalkman et al 2008) e vem se destacando nos últimos anos como indicador para avaliar a integridade de ecossistemas aquáticos (Osborn e Samways, 1996; Samways e Steytler, 1996; Moulton 1998; Von Ellenrieder 2000; Osborn 2005). Trata-se de um grupo diversificado, abundante e ubíquo, associado a diferentes condições ambientais (Brown 1991), grupo potencial para indicar a alteração ambiental, uma vez que possui forma de vida aquática e terrestre (Silva et al 2010). A cobertura vegetal é uma importante variável ambiental para a maioria dos Odonata (Stewart 1993). Muitas espécies de Odonata são utilizadas, como bioindicadores de habitats ripícolas por responder previsivelmente à alteração na vegetação (por exemplo, Samways e Taylor, 2004; Foote e Hornung, 2005). A seleção do habitat pelo adulto é fortemente dependente da estrutura da vegetação, incluindo graus de sombreamento (Clausnitzer et al 2009). Este trabalho focou na subordem Zygoptera, pois estão fortemente associados e dependentes de córregos florestais (Clausnitzer, 1998; Ferreira-Peruquetti e De Marco, 2002).

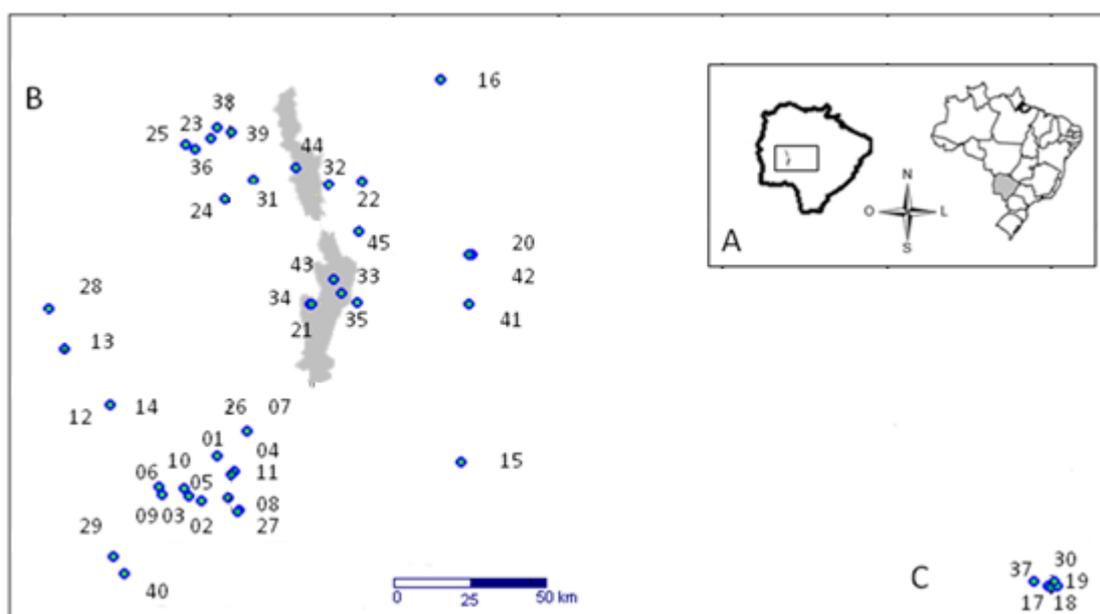
## **Material e Métodos**

### **1. Área de Estudo**

Foram amostradas áreas do Planalto da Bodoquena. Esta região abrange os municípios de Bonito, Bodoquena, Jardim e Porto Murtinho. A Serra da Bodoquena é constituída por um Planalto escarpado a Oeste, no sentido da Planície do Pantanal, sustentado por rochas calcárias do grupo Corumbá (Boggiani et al 2000). As altitudes variam entre 450 e 800 metros (Uetanabaro et al 2007). A hidrografia da região é caracterizada por rios calcários, de turbidez nula e pH elevado (Boggiani et al 2000). O clima classificado segundo Köppen, como temperado úmido, com verões quentes, e duas estações bem definidas localmente influenciado

pelo relevo que ameniza as temperaturas. A temperatura média anual oscila entre 20 e 22 °C e a precipitação média anual variam de 1300 e 1700 mm. As maiores precipitações pluviométricas ocorrem entre os meses de outubro e abril, com períodos de seca entre maio e setembro (PCBAP, 1997). O Planalto da Bodoquena situa-se numa zona de enorme complexidade vegetal e biogeográfica (Veloso et al 1992), com predomínio de Floresta Estacional Decidual e Semidecidual.

Nesta mesma fitofisionomia de Floresta Estacional Decidual e Semidecidual Submontana, foram amostradas áreas na porção sul do estado. Esta região está inserida em uma área de relevos planos, e clima mesotérmico úmido segundo classificação de Köppen (Daniel et al 2005).



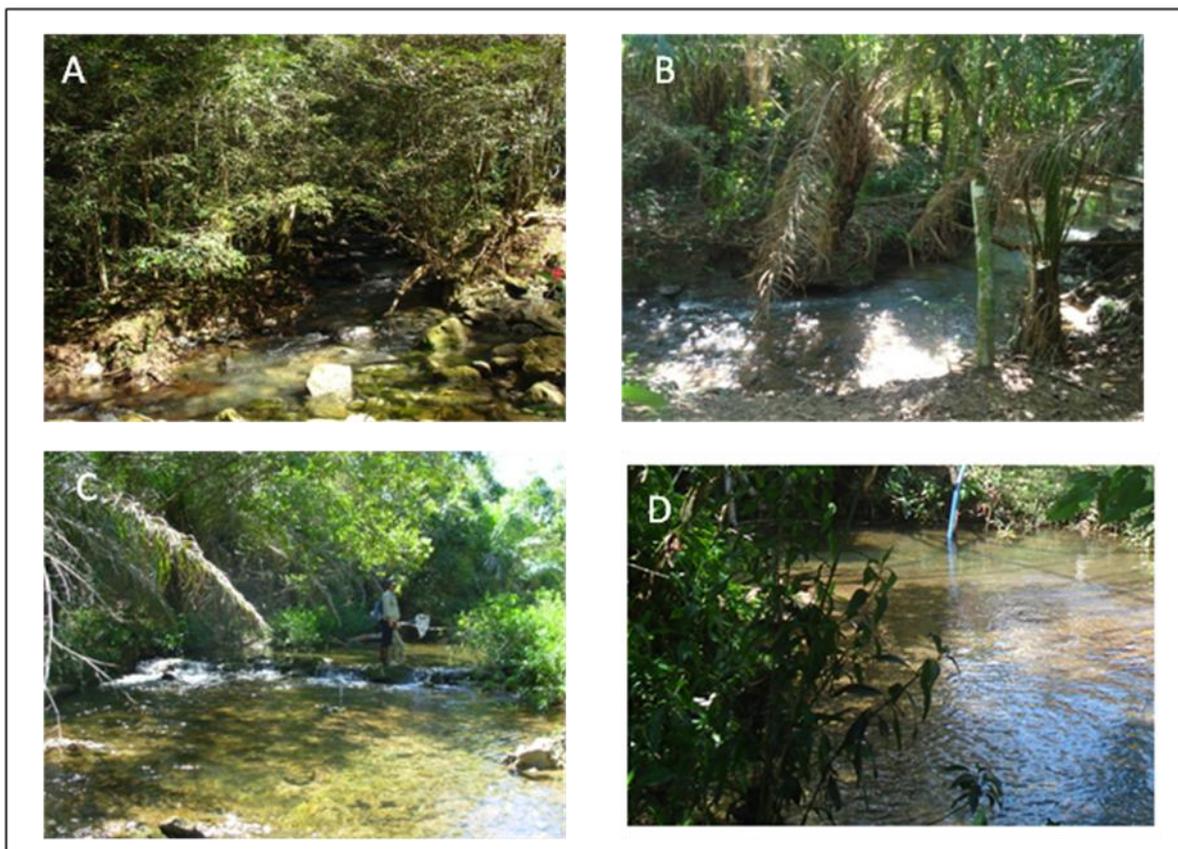
**Figura 1** (A) Localização do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil, (B) sítios amostrais no Planalto da Bodoquena, (C) sítios amostrais em Dourados

## 2. Caracterização ambiental

As coletas foram realizadas em 45 sítios amostrais (Figura 01). Cada sítio amostral corresponde a um ponto coletado na mata ripícola de um córrego de baixa ordem, ou seja, de primeira a terceira ordem, em diferentes graus de integridade ambiental (Figura 2). A integridade ambiental de cada sítio amostral foi estimada utilizando o *Habitat Integrity Index* (*HII*) de Nessimian et al (2008) ver Material Complementar (Tabela 1). Este índice é baseado na medida de vários parâmetros avaliados como o uso do solo, largura, comprimento e

integridade da mata ripícola, mecanismos de retenção e composição do leito do córrego, estrutura das margens do córrego, velocidade média da correnteza e presença de macrófitas, presença de detritos e possíveis fontes poluidoras. Os sítios amostrados apresentam diferentes condições ambientais, variando de áreas mais perturbadas que obtiveram menor pontuação do *HII* como o sítio S27 que somou 22 pontos e S10 e S12 que somaram 26 pontos, a áreas mais íntegras que obtiveram maior pontuação ex. S34 que obteve 45 de pontuação e S3 com 42 pontos (Tabela 2, material complementar). Os locais mais degradados não apresentam fontes pontuais de poluentes antropogênicos (ex. poluentes domésticos ou industriais), sendo caracterizados principalmente por entorno dominado por pastagens. Como a relação entre os valores de *HII* e largura da mata foi elevada (Correlação linear,  $r^2 = 0,97$ ;  $p < 0,005$ ), nós tratamos largura da mata como um indicador substituto de grau de integridade, visando a interface entre a conservação e o aspecto normativo.

Tendo como base o Código Florestal Brasileiro vigente que prevê a proteção de mata ripícola sob forma de APP de 30 metros de largura e Projeto de Lei 1.876/99 que propões a redução para 15 metros de largura de córregos inferiores a 5 metros de largura, foram classificadas três classes de largura de mata ripícola, X: menor que 15 metros (<15m), Y: entre 15 e 30 metros (15-30 m) e Z maior que 30 metros de largura (>30m) (ver material complementar Tabela 2). Nos casos em que as margens possuíam larguras diferentes em relação à margem direita e esquerda do córrego, realizamos uma média das mesmas para inseri-la na classificação da largura da mata ripícola.



**Figura 2** Sítios coletados no Planalto da Bodoquena-MS, (A) S34, com largura de mata ripícola superior a 30 metros; (B) S39, com largura de mata entre 15 e 30 metros; (C) S40, com largura de mata entre 15 e 30 metros; e (D) S37, com mata ripícola menor que 15 metros.

### 3. Coleta e Identificação

Os imagos foram coletados nos meses quentes de 2009, 2010 e 2011. A coleta foi padronizada, seguindo o método de varredura, com esforço amostral de 1 hora efetuado por um observador/coletor, percorrendo uma área de 100 metros de mata ripícola longitudinalmente (De Marco, 1998; Silva e Resende, 2010). Os espécimes foram capturados com uma rede entomológica nos horários mais quentes (entre 10 e 15 horas), pois se encontram mais ativos nesses horários (Samways e Steytler, 1996). Sacrificados e acondicionados em envelopes entomológicos, com etiquetagem de praxe para transporte e posterior análise em laboratório, fixados em acetona 100%, entre 12 e 24 horas para manutenção da coloração (Lencioni 2005). A identificação dos imagos segue o trabalho de

Heckman (2008), Lencioni, (2005 e 2006), e Carvalho e Calil (2000), além de consulta a especialistas (ver agradecimentos).

O material coletado será depositado na Coleção Entomológica do Museu da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

O trabalho focou na subordem Zygoptera, pois o grupo é considerado na literatura como prioritário para estratégias de conservação ou como *surrogates* para escolha de áreas prioritárias para conservação (Juen 2011), e principalmente porque muitas espécies estão restritas a matas ripárias e apresentam relativamente baixa capacidade de dispersão (Kinving et al 2000).

#### 4. Análise dos dados

Análise de Variância (ANOVA) foi empregada para testar se há diferença nos valores de riqueza de espécies entre as três classes de largura de mata ripícola.

Para avaliar a diferença da composição de espécies nas classes de mata ripícola foi realizada a Análise de Similaridade (ANOSIM), usando o Índice de Jaccard (Clarke e Warwick, 1994).

Os sítios amostrais foram ordenados com base na composição de espécies por escalonamento multidimensional não-métrico NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling), usando índice de Jaccard. O ordenamento foi aplicado para reduzir a dimensionalidade e permitir a visualização dos principais padrões de estruturação da comunidade. O NMDS é considerado bastante robusto nas situações em que os dados não são lineares, e frequentemente resume mais informações em menos eixos (Silva e Silvestre, 2004). O valor da distorção do ajuste entre a distância original dos objetos e a configuração obtida é o estresse, de modo que quanto mais próximo de zero, melhor a resolução entre as dimensões da ordenação (Legendre et al 1998; Hammer et al 2008).

### **Resultados**

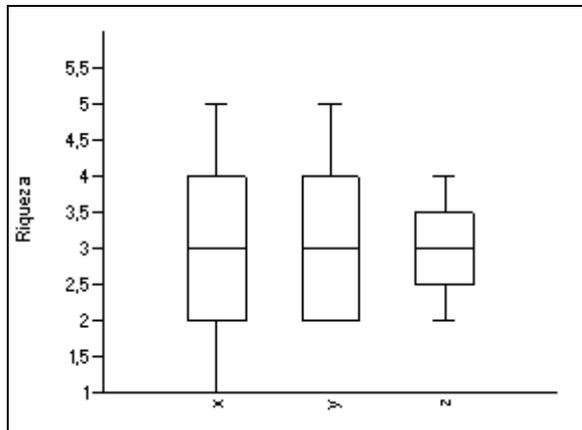
Foram identificadas 25 espécies de Zygoptera, distribuídas em 13 gêneros e 4 famílias (Tabela 03- Material Complementar). A família mais diversa foi Coenagrionidae (16 espécies), seguida de Protoneuridae (7 espécies) e Lestidae e Calopterygidae (01 espécie cada).

Alguns táxons foram coletados apenas em determinadas classes de mata ripícola, como *Epipleoneura venezuelensis* (Rácenis, 1955), *Metaleptobasis selysi* (Santos, 1956), *Lestes bipupillatus* (Calvert, 1909) e *Mnesarete pudica pudica* (Hagen in Selys, 1853) que foram coletados apenas em áreas mais íntegras e *Argia modesta* (Selys, 1865), *Oxyagrion terminale* (Selys, 1876) e *Neoneura fulvicollis* (Selys, 1886) exclusivos em áreas menos íntegras (Tabela 1). A ANOVA não mostrou variação significativa entre as classes de mata ripícola, Figura 3 ( $F= 0,09944$ ,  $df= 21,07$  e  $p= 0,9058$ ). Não encontramos diferença significativa entre composição de espécies e diferentes classes de largura de mata ripícola realizada através da ANOSIM ( $R= -0,03497$  e  $P= 0,74380$ ). Os resultados obtidos através da análise de NMDS (Figura 04) demonstram que em termos de similaridade de composição, Odonata não discrimina as classes de largura de mata ripícola avaliada (Stress 0,2929;  $R^2$  Eixo1: 0 3894 e Eixo2: 0,2222). Embora os resultados entre a composição de Odonata e largura de mata ripícola não sejam significativos percebemos uma leve separação das classes de largura de mata ripícola menor que 15m e entre 15 e 30m, x e y respectivamente, à direita do gráfico.

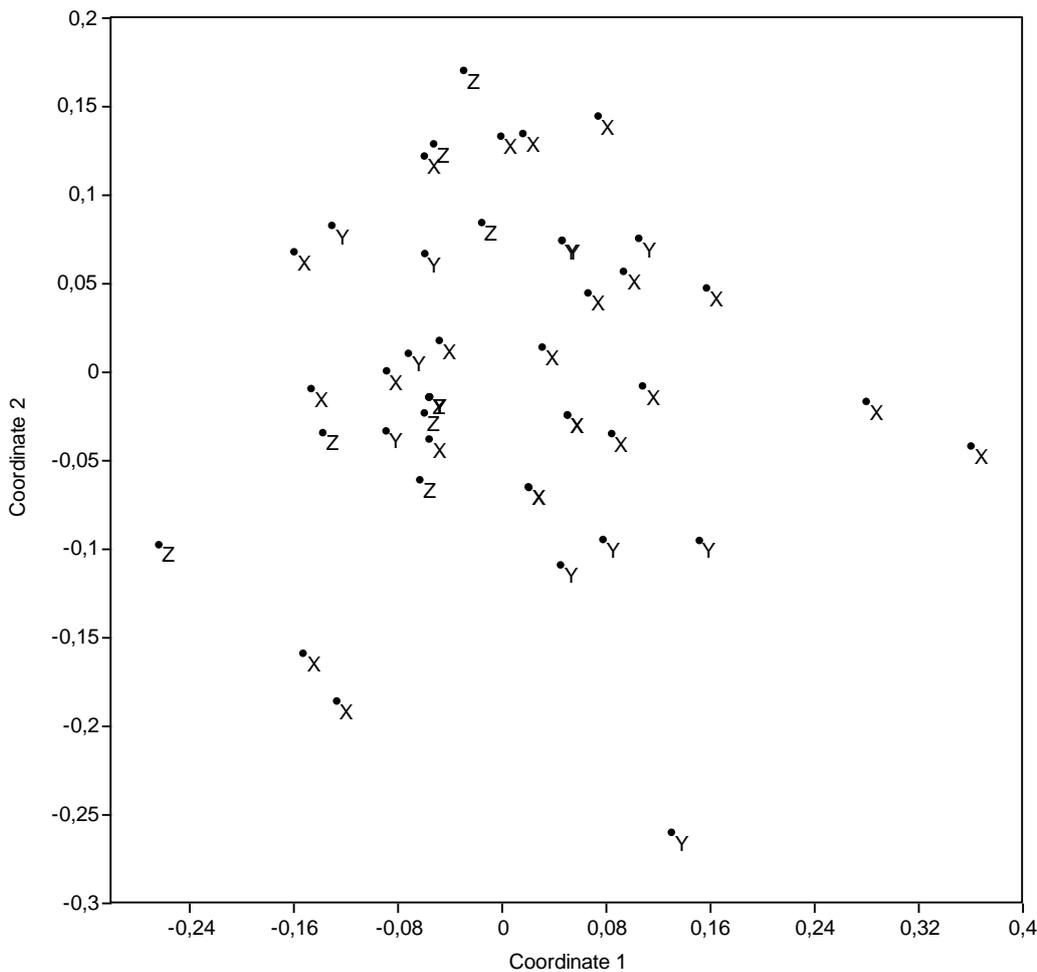
**Tabela 1** Espécies coletadas no Planalto da Bodoquena e região sul do Mato Grosso do sul e classificação da largura da mata ripícola dos sítios amostrais : X (<15m), Y (15-30m) e Z (>30metros)

Família/Espécie	X	Y	Z
Calopterygidae			
<i>Hetaerina rosea</i> (Selys, 1853)	1	1	1
<i>Mnesarete pudica pudica</i> (Hagen in Selys, 1853)			1
Coenagrionidae			
<i>Acanthagrion ascendens</i> (Calvert, 1909)	1	1	1
<i>Acanthagrion cuyabae</i> (Calvert, 1909)	1	1	1
<i>Acanthagrion gracile</i> (Rambur, 1842)	1		1
<i>Argia indocilis</i> (Navás, 1934)	1	1	1
<i>Argia modesta</i> (Selys, 1865)	1		
<i>Argia mollis</i> (Hagen in Selys, 1865)		1	
<i>Argia reclusa</i> (Selys, 1865)	1	1	1
<i>Argia sordida</i> (Hagen in Selys, 1865)	1	1	1
<i>Argia subapicalis</i> (Calvert, 1909)	1	1	1
<i>Argia tamoyo</i> (Calvert, 1909)		1	
<i>Homeoura nepos</i> (Selys, 1876)	1	1	
<i>Metaleptobasis selysi</i> (Santos, 1956)			1
<i>Oxyagrion sulmatogrossense</i> (Costa, Souza & Santos 2000)	1	1	1
<i>Oxyagrion terminale</i> (Selys, 1876)	1		

<i>Tigriagrion aurantinigrum</i> (Calvert, 1909)	1		1
Lestidae			
<i>Lestes bipupillatus</i> (Calvert, 1909)			1
Protoneuridae			
<i>Epipleoneura metallica</i> (Rácenis, 1955)		1	
<i>Epipleoneura venezuelensis</i> (Rácenis, 1955)			1
<i>Neoneura fulvicollis</i> (Selys, 1886)	1		
<i>Neoneura rufithorax</i> (Selys, 1886)		1	
<i>Neoneura sylvatica</i> (Hagen in Selys, 1886)	1	1	1
<i>Peristicta aeneoviridis</i> (Calvert, 1909)	1		1
<i>Peristicta muzoni</i> (Pessacq & Costa, 2007)		1	



**Figura 3** Análise de Variância ( $F= 0,09944$ ,  $df= 21,07$  e  $p= 0,9058$ )  
 Classes de mata ripícola: X (menor que 15 metros), Y (entre 15 e 30m)  
 e Z (maior que 30m)



**Figura 4** Representação gráfica da ordenação resultante da análise NMDS de 45 sítios amostrais. A letra X representa a largura da mata ripícola < 15m, Y representa 15 a 30 m e Z >30m. Stress 0,2929;  $R^2$  Eixo1: 0,3894 e Eixo2: 0,2222

## Discussão

Muitos trabalhos têm demonstrado relações positivas entre diversidade de animais e largura da mata ripícola (ex. Naiman et al 1993; Sabo et al 2006). Em relação à Odonata, o grupo tem sido sugerido como um potencial grupo indicador de integridade de mata em diferentes locais do mundo, por exemplo, na África do Sul (Samways e Steytler, 1996), Austrália (Hawking et al 2002) e Inglaterra (Strange et al 2007).

Em nosso estudo, não detectamos forte relação entre as classes de largura da mata ripícola e composição de espécies de Zygoptera. Diversos fatores podem estar associados à

distribuição e composição de Odonata como resposta comportamental, estrutura espacial da região, grau de sombreamento, conectividade dos corpos d'água, capacidade de vôo, tipo de vôo e escalas espaciais e temporais de movimento, fatores históricos e ecológicos e variáveis físicas do habitat aquático (Jonsen e Taylor 2000; Puth e Wilson 2001; Dijkstra e Clausnitzer, 2006; Wiens 2002, Kalkman et al 2008 ).

A baixa relação do gradiente ambiental com a composição de espécies pode ser explicada parcialmente pelo fato do gradiente ambiental estudado poder não representar extremos de gradiente ambiental para Odonata. Embora em nosso estudo os córregos tenham diferentes larguras de vegetação, os impactos podem não ser fortes suficientes para imprimir em resposta previsível na composição de espécies ou pode ser que outras variáveis sejam mais importantes para a integridade local, por exemplo, conectividade funcional da paisagem (Jonsen e Taylor, 2000; Puth e Wilson, 2001; Goodwin, 2003; Nekola e White, 1999; Heino et al 2008).

Outros estudos (De Marco, 1998; Juen e De Marco, 2011) também têm demonstrado baixa resposta de Odonata frente a gradientes ambientais em áreas tropicais, por exemplo, em fragmentos na Amazônia. Juen e De Marco (2011), apontam que a integridade ambiental não afetou a riqueza local atribuindo estes resultados parcialmente ao fato da área estudada ser relativamente bem preservada e provavelmente possuir baixa variação ambiental e baixa variação nas distâncias entre os córregos. Enquanto outros têm detectado clara resposta de composição como Ferreira-Peruquetti e De Marco (2002) comparando áreas de Mata Atlântica com e sem mata ripícola e Ferreira-Peruquetti e Fonseca-Gessner (2003), compararam áreas de monocultura e Unidade de Conservação em áreas de Cerrado. Esta diferença provavelmente está relacionada a diferenças no pool regional de espécies e nas características dos ambientes avaliados em termos de intensidade, magnitude e frequência dos impactos.

Outra potencial explicação está relacionada ao componente biogeográfico. A região estudada está situada em um trecho de transição entre áreas de Cerrado, Caatinga e Chaco Paraguai (Morrone 2004). Esta sub-região relaciona-se fortemente com duas outras sub-regiões Amazônicas (Pantanal e Floresta Amazônica) e Paranaenses (Mata Atlântica), sendo o Chaquenho um “corredor de savana” que separa esses dois bosques, uma vez contínuos. Culminando em uma biota dominada por muitos elementos de ampla distribuição, como estas espécies encontradas neste trabalho, *Hetaerina rosea* (Selys, 1853), *Argia indocilis* (Navás, 1934), *Oxyagrion sulmatogrossense* (Costa, Souza e Santos, 2000), *Peristicta aeneoviridis*

(Calvert, 1909) e *Acanthagrion gracile* (Rambur, 1842) também registrados amplamente outros trabalhos (Souza 2003; Dalzochio 2011; Lencione 2005 e 2006; Garrison et al 2010).

Fatores históricos de ocupação e configuração da paisagem também podem explicar falta de resposta previsível da comunidade atual a gradientes ambientais. Pardini et al (2010) corroboram a hipótese de que a fragmentação possui um limiar que causa prejuízos irreversíveis à biodiversidade. Em outras palavras, pode ser que a região já sofreu tanto com fragmentação, conversão de habitats, e outros processos em escala de paisagem, que a atual configuração (mesmo com manchas superiores a 30 m) já não abriga mais espécies especializadas, porque não estão presentes no conjunto regional. Assim, os resultados encontrados em nosso estudo devem ser influenciados pela paisagem altamente fragmentada e não devem ser generalizados para outras paisagens. Nosso estudo indica que a composição de Odonata em córregos numa paisagem historicamente fragmentada (tanto por processos biogeográficos quanto contemporâneos) não responde previsivelmente ao gradiente de largura da mata. Entretanto, isto não significa que alguns elementos desta fauna não respondam previsivelmente a alteração da paisagem ripícola.

Comunidades de insetos em florestas tropicais geralmente abrigam um elevado número de espécies raras e diversas hipóteses têm sido levantadas para explicar este padrão, por exemplo, artefato amostral, efeito de massa, taxa de especiação (Lewinsohn e Roslin 2008). Espécies de distribuição restrita dificilmente são consideradas em planos de conservação (Nóbrega e De Marco 2011), e são exatamente os mais propensos à extinção e merecedores de medidas especiais de conservação (Schemeske et al 1994; Grenyer et al 2006).

Em nosso estudo, as espécies raras aqui exemplificadas pelos *singletons* (espécies registradas uma única vez) presentes nos extremos de largura de mata são potenciais candidatos a indicadores de diferentes processos atuantes em áreas mais íntegras e menos íntegras. No caso das áreas menos íntegras, como as classificadas com largura de mata ripícola menor que 15 metros, a ocorrência dos *singletons* *O. terminale* e *N. fulvicollis*, pode ser explicada por efeito-de-massa (Leibold e Moque 2004), pois estas espécies são comuns em áreas lânticas (Ferreira-Peruquetti et al 2003; Garrison et al 2010) e, provavelmente, ocorrem em córregos com habitats marginais, onde suas populações são geralmente baixas. Já as ocorrências dos *singletons* *E. venezuelensis*, *L. bipupillatus*, *M. pudica pudica* e *M. selysi*, em áreas mais íntegras pode ser atribuída a populações pequenas, restritas a córregos de baixa ordem bem conservados, além de dificuldade de detecção devido comportamento do grupo

de baixa capacidade de dispersão (Ferreira-Peruquetti e De Marco, 2002; Ferreira-Peruquetti e Fonseca-Gessner, 2003; Lencione 2005; Garrison et al 2010).

Em síntese, um dos desdobramentos mais importantes do nosso estudo é que a composição geral de Odonata como métrica de biomonitoramento ou critério para discussão de normativas de conservação (largura da mata ao redor de córregos) deve ser contingenciada pela região biogeográfica e paisagem regional, por exemplo, muitos estudos em áreas florestadas úmidas demonstram que a composição de Odonata responde bem a impactos de desmatamento e urbanização (Ferreira-Peruquetti e Fonseca-Gessner, 2003; Silva et al 2007), já em áreas naturalmente mais abertas podem possuir fauna menos sensível ao desmatamento e conversões de usos do solo, resultando em baixa previsibilidade a este tipo de impacto quando consideramos apenas a composição geral (Ferreira-Peruquetti e De Marco, 2002). Além disso, o uso de espécies raras (aqui exemplificadas pelos *singletons* nos extremos de largura de mata ripícola) parecem ser potenciais indicadores de condições ambientais, informando distintos processos relacionados a estas áreas. Portanto, sugerimos que maiores esforços sejam feitos para entender processos subjacentes a padrões de distribuição de espécies raras de Odonata em paisagens fragmentadas para subsidiar propostas normativas em nível de paisagem.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa de pesquisa de mestrado. À Prof<sup>a</sup> Dr. Janira Martins Costa, Ms. César Carriço, Dr. Danielle Anjos-Santos e Dr. Tatiana Chrysostomo Santos e Marciel Élio Rodrigues pela identificação do material.

### **Referências bibliográficas**

- Almeida VF, De Carvalho D (2008) Genetic structure of an insect-pollinated and bird-dispersed tropical tree in vegetation fragments and corridors: Implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 17: 2305-2321
- Baillie JEM, Hilton-Taylor C, Stuart SN (2004) A Global Species Assessment. IUCN, Gland

- Balmford A, Mace GM, Ginsberg JR (1998) The challenges to conservation in a changing world: putting processes on the map. In: G.M. Mace, A. Balmford & J.R. Ginsberg, (ed) Conservation in a Changing World. Cambridge University Press, Cambridge, pp 1-28
- Barnosky AD, Matzke N, Tomiya S, Wogan GOU, Swartz B, Quental TB, Marshall C, McGuire JL, Lindsey EL, Maguire KC, Mersey B, Ferrer EA (2011) Has the Earth's Sixth Mass Extinction Already Arrived? *Nature* 471: 51-57. doi: 10.1038/nature09678
- Boggiani PC, Coimbra AM, Gesicki ALD, Sial NA, Ferreira VP, Ribeiro FB, Flexor JM (2000) Tufas Calcárias da Serra da Bodoquena. In: Schobbenhau C, Campos D, Queiroz ET, Winge M, Berbert-Born M (orgs) Indicative List of Geological Sites Hgilges-Unesco. Brasília-DF, pp 249-259
- Brown KS (1991) Conservation of Neotropical environments: Insects as indicators. In: Collins NM, Thomas JA (ed) The conservation of insects and their habitats, pp. 349-404. Royal Entomological Society Symposium XV. Academic Press, London, England.
- Carvalho AL, Calil ER (2000) Chaves de identificação para famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. *Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo*, v. 41, n. 15, pp 223-241
- CDB (1992) Convention of Biological Diversity. <http://www.biodiv.org/convention/articles.asp>. Acessado em 28 de março de 2011
- Clarke KR, Warwick RM (1994) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, Bournemouth
- Clausnitzer V, Kalkman VJ, Ram M, Collen B, Baillie JEM, Bedjani M, Darwall WRT, Dijkstra KD, Dow R, Hawking J, Karube H, Malikova E, Paulson D, Schütte K, Suhling, F, Villanueva R, Von Ellenrieder N, Wilson K (2009) Odonata enter the biodiversity crisis debate: the first global assessment of an insect group. *Biological Conservation* 142(8): 1864-1869. doi:10.1016/j.biocon.2009.03.028
- Corbet PS (1999) *Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata*. Comstock Publishing Associates, Ithaca, NY
- Dalzochio MS, Costa JM, Uchôa MA (2011) Diversity of Odonata (Insecta) in lotic systems from Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Ver. Bras. Entomol.* 55: 88-94
- Daniel O, Arruda L (2005) Fitossociologia de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial às margens do Rio Dourados, MS. *Scientia Forestalis* n. 68, p.69-86

- De Marco PJr (1998) The Amazonian Campina dragonfly assemblage: patterns in microhabitat use and behavior in a foraging habitat. *Odonatologica*, 27: 239-248.
- Develey PF, Pongiluppi T (2010) Impactos potenciais na avifauna decorrentes das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotrop.* 10:4
- Dijkstra KDB, Clausnitzer V (2006) Thoughts from Africa: how can forest influence species composition, diversity and speciation in tropical Odonata? *Forest and Dragonflies. Fourth WDA International Symposium of Odonatology* (ed) A. Cordero-Rivera. Pensoft Publishers, Sofia, Moscou, pp 127-151
- Ferreira-Peruquetti P, De Marco JP (2002) Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira Zoologia* 19, p. 317–327
- Ferreira-Peruquetti P, Fonseca-Gessner AA (2003) Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e Monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 219-224
- Foote, AL, Hornung CLR (2005) Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. *Ecological Entomology*, 30: 273-283
- Freitas AVL (2010) Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre as borboletas. *Biota Neotrop.* 10:4
- Galetti M, Pardini R, Duarte JMB, Silva VMF, Rossi A, Peres CA (2010) Forest legislative changes and their impacts on mammal ecology and diversity in Brazil. *Biota Neotrop.* 10:4
- Garrison RW, Ellenrieder N von, Louton JA (2010) Damselfly genera of the New World. An illustrated and annotated key to the Zygoptera. The Johns Hopkins University Press, pp. 368
- Goodwin BJ (2003) Is landscape connectivity a dependent or independent variable? *Landsc Ecol* 18:687-699.doi: 10.1023/B:LAND.0000004184.03500.a8
- Grenyer R, Orme CDL, Jackson SF, Thomas GH, Davies RG, Davies TJ, Jones KE, Olson VA, Ridgely RS, Rasmussen PC, Ding TS, Bennett PM, Blackburn TM, GastonKJ, Gittleman JL, Owens IPF (2006) Global distribution and conservation of rare and threatened vertebrates. *Nature*, 444: 93–96
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2008) *Multivariate Statistics*. In: Hammer O, Harper D AT, Ryan PD. PAST: paleontological statistics

<http://www.nhm.uio.no/norlex/past/OrdinationPast.pdf>. Acessado em 26 de março de 2011

- Hawking JH, New TR (2002) Interpreting dragonfly diversity to aid in conservation assessment: lessons from the Odonata assemblage at Middle Creek, north-eastern Victoria, Australia. *Journal of Insect Conservation* 6: 171-178.doi: 10.1023/A:1023231325756
- Heckman CW (2008) *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata - Zygoptera. Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America*. Springer. pp 694
- Heino J, Mikrã H (2008) Control of stream insect assemblages: roles of spatial configuration and local environmental factors. *Ecol. Entomol.* 33: 614-622 doi: 10.1111/j.1365-2311.2008.01012.x
- Imperatriz-Fonseca VL, Nunes-Silva P (2010) Bees, ecosystem services and the Brazilian Forest Code. *Biota Neotrop.* 10:4
- Jonsen ID, Taylor PD (2000) Fine-scale movement behaviors of Calopterygid damselflies are influenced by landscape structure: an experimental manipulation. *Oikos*, 88: 1-9
- Juen L (2011) *Grandes rios e a distribuição de Odonata na Amazônia: similaridade de composição, limitação à dispersão e endemismo*. Tese, Universidade de Goiás
- Juen L, De Marco PJr (2011) Odonate biodiversity in terra-firme forest streamlets in Central Amazonia: on the relative effects of neutral and niche drivers at small geographical extents. *Insect Conservation and Diversity* doi: 10.1111/j.1752-4598.2010.00130.x
- Kalkman VJ, Clausnitzer V, Dijkstra KDB, Orr AG, Paulson DR, Van Tol L (2008) Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 351-363.doi: 10.1007/s10750-007-9029-x
- Kasyak PF (2001) *Maryland biological stream survey: sampling manual*. Maryland Department of Natural Resources, Monitoring and Non-tidal Assessment Division, Annapolis
- Kinving GR, Samways MJ (2000) Conserving dragonfly (Odonata) along streams running through commercial forestry. *Odonatologica* 87: 195-294
- Laurance, SG, Laurance WF (1999) Tropical wildlife corridors: Use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. *Biological Conservation*, 91: 231-239
- Leibold MA, Holyoak M, Moque N, et al (2004). The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters*, 7: 601-613.

- Lencioni FAA (2005) Damselflies of Brazil: An illustrated identification guide - 1 – Non-Coenagrionidae families. All Print Editora, São Paulo, 1ª edição. pp 324
- Lencioni FAA (2006) Damselflies of Brazil: An illustrated identification guide - 2 – Coenagrionidae families. All Print Editora, São Paulo, 1ª edição. pp 429
- Legendre P, Legendre L (1998) Numerical Ecology. Developments in environmental modeling. Elsevier, Amsterdam, v.20, 2ed.
- Lewinsohn TM, Prado PI (2005) How many species are there in Brazil? Conservation Biology, n. 19, pp 619-624
- Lewinsohn TM, Roslin T (2008) Four ways toward tropical herbivore megadiversity. Ecology Letters, 11: 398-416
- Marques OAV, Nogueira C, Martins M, Sawaya RJ (2010) Potential impacts of changes in the Brazilian Forest Code on reptiles. Biota Neotrop. 10:4
- Metzger JP, Bernacci LC, Goldenberg R (1997) Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments with different widths (SE Brazil). Plant Ecology, 133:135-152
- Metzger JP, Lewinsohn TM, Joly CA, Verdade LM, Martinelli LA, Rodrigues RR (2010) Brazilian law: full speed in reverse? Science 329:276-277
- Michalski F, Norris D, Peres CA (2010) No return from biodiversity loss. Science 329:1282.
- Mittermeier RA, Gil P, Mittermeier G (1997) Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. CEMEX, Mexico, pp 501
- Morrone JJ (2004) Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. Rev. Bras. Entomol. 48 (2): 149-162. doi.org/10.1590/S0085-56262004000200001
- Moulton TP (1998) Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos, p. 281-298. In: Nessimian JL, Carvalho AL (ed) Ecologia de Insetos Aquáticos. Rio de Janeiro, Séries Oecologia Brasiliensis, vol. V, PPGE-UFRJ, pp 310
- Myers N, Knoll AH (2001) The biotic crisis and the future of evolution. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 98, 5389–5392
- Naiman R J, Decamps H, Pollock M (1993) The Role of Riparian Corridors in Maintaining Regional Biodiversity. Ecological Applications 3:209–212. doi:10.2307/1941822
- Nekola JC, White PS (1999) The distance decay of similarity in biogeography and ecology. J. Biogeogr. 26: 867-878. doi: 10.1046/j.1365-2699.1999.00305.x
- Nessimian JL, Venticinque EM, Zuanon J, De Marco JPJ, Gordo M, Fidelis L, Batista JD, Juen L (2008) Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. Hydrobiol 614:117–131131. doi: 10.1007/s10750-008-9441-x

- Nóbrega CC, De Marco PJr (2011) Unprotecting the rare species: a niche-based gap analysis for odonates in a core Cerrado area. *Diversity Distrib.* 17, 491–505. doi: 10.1111/j.1472-4642.2011.00749.x
- Osborn R (2005) Odonata as indicators of habitat quality at lakes in Louisiana, United States. *Odonatologica* 34: 259-270
- Osborn R, Samways MJ (1996) Determinant of adult dragonfly assemblage patterns at news ponds in South Africa. *Odonatologica* 25: 49-58
- Pardini, R. et al (2005) The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. *Biological Conservation*, 124: 253-266
- Pardini R, Bueno A, Gardner TA, Prado PI, Metzger JP (2010) Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes. *PLoS ONE* 5: e13666. doi:10.1371/journal.pone.0013666
- Pimm SL, Brooks TM, (2000) The sixth extinction: how large, where, and when? In: Raven, P.H., Williams, T. (Eds.), *Nature and Human Society: The Quest for a Sustainable World*. National Academy Press, Washington, DC, pp. 46–62
- Puth LM, Wilson KA (2001) Boundaries and corridors as a continuum of ecological flow control: lessons from rivers and streams. *Conservation Biology*, 15 (1):21-30
- Rosenberg HC, Resh VH (1993) *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York, Chapman e Hall
- Sabo J L, Sponseller R, Dixon M, Gade K, Harms T, Heffernan J, Jani A, Katz G, Soykan C, Watts J, Welter J (2006) Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology* 86:56–62. doi: 10.1890/04-0668
- Schemeske DW, Husband BC, Ruckelshaus MH, Goodwillie C, Parker IM, Bishop JG, (1994) Evaluation approaches to the conservation of rare endangered plants. *Ecology*, 75, 584–606
- Samways MJ, Steytler NS (1996) Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. *Biological Conservation* 78: 279-288 doi:10.1016/S0006-3207(96)00032-8
- Samways MJ, Taylor S (2004) Impacts of invasive alien plants on red-listed South African dragonflies (Odonata). *South African Journal of Science* 100: 78-80

- Silva D, De Marco P, Resende DC (2010) Adult odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case study, *Ecological Indicators*, n. 10, p. 744–752
- Silva JAA, Nobre AD, Manzatto CV, Joly CA, Rodrigues RR, Skorupa LA, Nobre CA, Ahrens S, May PH, Sá TODA, Cunha MC, Rech Filho EL (2011) *O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo*. ISBN 978-85-86957-16-1, São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC. pp 124
- Silva RR, Silvestre R (2004) Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. *Pap. Avulsos Zool. São Paulo* vol.44 doi.org/10.1590/S0031-10492004000100001
- Souza LOI (2003) A influência de fatores ambientais na distribuição da fauna de Odonata (Insecta) em riachos da serra da Bodoquena, MS. *Dissertação de Mestrado, Dourados, MS*
- Stewart DAB (1993) Dragonfly assemblage composition relative to local environmental conditions of the southern rivers of the Kruger National Park. MSc thesis, Department of Zoology and Entomology, University of Natal, Pietermaritzburg
- Strange AM, Griffiths GH, Hine S, Young K, Holloway GJ (2007) Habitat associations of the Small Red Damselfly (*Ceriagrion tenellum*) (De Villiers) in heathland in southern England (Zygoptera: Coenagrionidae). *Journal of Insect Conservation* 11: 241-249, doi: 10.1007/s10841-006-9041-x
- Toledo LF, Carvalho-e-Silva SP, Sánchez C, Almeida MA, Haddad CFB (2010) The review of the Brazilian Forest Act: harmful effects on amphibian conservation. *Biota Neotropica* 10:4
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA (1992) *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema internacional*. Rio de Janeiro, IBGE
- Von Ellenrieder N (2000) Species composition and temporal variation of odonate assemblages in the subtropical-pampasic ecotone. *Odonatologica* 29: 17-30. doi:10.1111/j.1095-8312.2007.00935.x
- Wiens JA (2002) Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology*, 47: 501–515. doi: 10.1046/j.1365-2427.2002.00887.x
- Wilson EO (1988) The current state of biological diversity. In: Wilson EO, Peter FM (ed) *Biodiversity*. National Academy Press, Washington pp. 3-185

## Material complementar

**Tabela 1** Características de habitat utilizadas na avaliação dos sítios de amostragem para cálculos do *Habitat Integrity Index* – HII (Nessimian et al 2008)

	<b>Característica</b>	<b>Condição</b>	<b>Valor</b>
F1	Padrão de utilização do solo além da zona ripícola	Floresta primária contínua /100 ha fragmento/ 10 ha	6
		Floresta secundária <i>Cecropia</i> / floresta secundária mista	5
		Floresta secundária <i>Vismia</i>	4
		Pasto	3
		Culturas perenes	2
		Culturas de ciclo curto/ solo exposto	1
F2	Largura da mata ciliar	Floresta contínua	6
		Floresta com largura entre 30 e 100m	5
		Floresta com largura entre 5 e 30 m	4
		Floresta com largura entre 1 e 5 m	3
		Zona ripícola ausente, mas algumas espécies arbustivas e árvores pioneiras	2
		Mata ciliar e vegetação arbustiva ausente	1
F3	Integridade da mata ciliar	Zona ripícola intacta, sem rompimento na vegetação	4
		Interrupções que ocorrem em intervalos de > 50m	3
		Pausas freqüentes com ravinas (barrancos) e cicatrizes a cada 50 m	2
		Profundamente marcada com barrancos ao longo da sua extensão	1
F4	Vegetação da zona ripícola de 10 m de canal	Mais de 90% de densidade de plantas não-pioneira árvores ou arbustos	4
		Espécies pioneiras mistas e árvores maduras	3
		Gramíneas mistas e árvores pioneiras esparsas e arbustos	2
		Gramíneas e poucas árvores arbustivas	1
F5	Mecanismo de retenção	Canal com pedras e / ou antigos registros firmemente fixados no local	4
		Rochas e / ou registros presente, mas filete com sedimento	3
		Retenção de sólidos livre, que se deslocam com as cheias	2
		Canal de silte areia solta, poucas obstruções no canal	1
F6	Canal /sedimentos	Pouco ou nenhum alargamento canal sedimentos resultantes da acumulação	4
		Algumas barreiras de cascalho grosseiros pedras e pouco silte	3
		Sedimentos barreiras de pedras, areia e silte comum	2
		Canal dividido em tranças ou riachos canal corrigido	1
F7	Estrutura de margem	Margens inconspícuas	5
		Margem estável, com rochas e solo firme, dominada por gramíneas, arbustos, árvores enraizadas	4
		Margem firme, mas levemente composto por gramíneas e arbustos	3
		Margens de areia solta detidos por uma escassa camada de	2

		gramíneas e arbustos	
		Margens instáveis, facilmente perturbado, com solo ou areia solta	1
F8	Margem sub recorte	Pouco, não evidente ou restrito a áreas com árvores raiz suporte	4
		Corte apenas nas curvas e nas constrições	3
		Cortes frequentes, subcotação das margens e das raízes	2
		Grave corte ao longo canal, os bancos em queda	1
F9	Riacho (leito)	Rocha de fundo de vários tamanhos embalados em conjunto, interstícios óbvio	4
		Rocha no fundo facilmente deslocado, com pouco sedimento	3
		Fundo de sedimento, cascalho e areia, estável em alguns lugares	2
		Uniformes fundo de areia e silte dissolutamente realizada em conjunto, ausente substrato pedregoso	1
F10	Correnteza e remanso, ou meandros	Distintas, que ocorrem em intervalos de 5-7 x a largura do riacho	4
		Irregularmente espaçadas	3
		Longos remansos separando curtas correntezas, meandros ausentes	2
		Meandros e correnteza / remanso ausente ou fluxo corrigido	1
F11	Vegetação aquática	Quando presentes, constituída por musgos e algas	4
		Algas dominantes nos remansos, plantas vasculares ao longo borda	3
		Algas presentes, algumas plantas vasculares, alguns musgos	2
		Algas rasteiras cobrem o fundo, plantas vasculares dominam o canal	1
F12	Detritos	Consistindo principalmente em folhas e madeira, sem sedimento	5
		Consistindo principalmente em folhas e madeira, com sedimento	4
		Poucas folhas e madeira, detritos orgânicos finos, com sedimentos	3
		Sem detritos de madeira, grossas e finas de matéria orgânica, com sedimentos	2
		Sedimentos anaeróbios, detritos não grosseiros	1

**Tabela 2** Nome dos córregos dos sítios amostrados no Planalto da Bodoquena e região sul do estado de Mato Grosso do Sul, coordenada geográfica e resultado do *Habitat Integrity Index* – HII para os sítios amostrados

	Córregos	Longitude	Latitude	HII
S01	Córr. Ouro Verde	-57.004722	-20.927222	39
S02	Córr. Oco do Sapo	-57.029167	-20.702222	40

S03	Córr. Gruta do beija flor	-56.985833	-20.717778	42
S04	Córr. Nasc. Do Gruta	-57.126111	-20.753333	41
S05	Córr. Da Estrada	-57.028889	-21.730556	27
S06	Córr. Morro do Cateto	-57.074722	-21.872500	30
S07	Córr. Do Cachorro	-57.114167	-21.858611	28
S08	Córr. Divisa	-56.937222	-21.652778	35
S09	Córr. Feio	-56.967778	-21.907778	35
S10	Córr. Volta	-56.978056	-21.780556	26
S11	Córr. Sujo	-56.994167	-21.864722	31
S12	Córr. Espenilho	-57.205833	-21.828611	26
S13	Córr. Sucuri	-56.936111	-21.651667	34
S14	Córr. Margarida	-56.963056	-21.902778	35
S15	Córr. Coqueiro	-57.198056	-21.850833	36
S16	Córr. Pedra	-57.130556	-21.835556	36
S17	Córr. Lage	-56.986667	-21.791944	32
S18	Córr. Cristalino	-57.355678	-21.571251	37
S19	Córr. Murtinho	-57.493393	-21.39684	30
S20	Córr. Pão de Açucar	-57.54068	-21.27089	40
S21	Córr. APA	-57.31202	-22.10125	37
S22	Córr. Jango Fundo	-57.34693	-22.04923	34
S23	Córr. Mamonal	-57.35500	-21.57241	34
S24	Córr. Bonito	-56.285315	-21.75158	35
S25	Córr. Atolado	-56.35169	-20.55406	27
S26	Córr. Mata do Coqueiro	-54.545140	-22.122867	39
S27	Córr. Parque do Lago I	-54.501444	-22.140928	22
S28	Córr. Parque do Lago II	-54.495094	-22.14246	35
S29	Córr. Laranja doce	-54.482695	-22.122530	30
S30	Córr. Shopping	-54.474005	-22.141425	24
S31	Córr. Olho D'agua	-56.263134	-21.255880	40
S32	Córr. Pequeno	-56.251827	-21.102478	27
S33	Córr. Cabana	-56.262891	-21.101408	43
S34	Taquaral	-56.674444	-21.176944	45
S35	Afl. Do Salobra	-56.920833	-20.868056	38
S36	Afluente do Poção	-56.777222	-20.840833	41
S37	Morro Alto II	-56.748889	-21.254722	34
S38	Olaria	-56.596667	-21.026389	39
S39	Pitangueira	-56.687778	-20.880833	31
S40	Formosinho	-56.650278	-21.222778	29
S41	Mina	-56.744167	-21.257778	30
S42	Anhumas	-56.603056	-21.252222	31
S43	Roda d'água	-56.588253	-20.871094	30
S44	Córrego Gruta	-57.095000	-20.770556	41
S45	Atrás da casa	-57.048611	-20.738333	31

**Tabela 3** Táxons presentes nos sítios amostrais S1 a S45, Ordem Odonata, subordem Zygoptera. Largura da mata ripícola X(<15m), Y (15-30m) e Z(>30m)

Família	Espécie/Córrego	Y S01	Z S02	Z S03	Y S04	X S05	X S06	X S07	Y S08	Y S09	X S10	X S11	X S12	X S13	X S14	X S15
Calopterygidae	<i>Hetaerina rosea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Calopterygidae	<i>Mnesarete pudica pudica</i>															
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion ascendens</i>															
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion cuyabae</i>													1		
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion gracile</i>										1					
Coenagrionidae	<i>Argia indocilis</i>					1		1	1	1	1				1	
Coenagrionidae	<i>Argia modesta</i>															
Coenagrionidae	<i>Argia mollis</i>				1											
Coenagrionidae	<i>Argia reclusa</i>		1			1				1					1	
Coenagrionidae	<i>Argia sordida</i>	1					1									1
Coenagrionidae	<i>Argia subapicalis</i>			1	1	1										
Coenagrionidae	<i>Argia tamoyo</i>	1														
Coenagrionidae	<i>Homeoura nepos</i>										1	1				
Coenagrionidae	<i>Metaleptobasis selysi</i>															
Coenagrionidae	<i>Oxyagrion sulmatogrossense</i>			1			1		1	1						
Coenagrionidae	<i>Oxyagrion terminale</i>															
Coenagrionidae	<i>Tigriagrion aurantinigrum</i>															
Lestidae	<i>Lestes bipupillatus</i>															
Protoneuridae	<i>Epipleoneura metallica</i>															
Protoneuridae	<i>Epipleoneura venezuelensis</i>															
Protoneuridae	<i>Neoneura fulvicollis</i>															
Protoneuridae	<i>Neoneura rufithorax</i>								1							
Protoneuridae	<i>Neoneura sylvatica</i>														1	
Protoneuridae	<i>Peristicta aeneoviridis</i>															
Protoneuridae	<i>Peristicta muzoni</i>															

Família	Espécie/Córrego	X S16	X S17	X S18	X S19	Z S20	Z S21	Y S22	X S23	X S24	X S25	Z S26	X S27	X S28	Y S29	X S30
Calopterygidae	<i>Hetaerina rosea</i>	1	1		1		1	1	1	1	1	1		1	1	
Calopterygidae	<i>Mnesarete pudica pudica</i>											1				
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion ascendens</i>				1	1	1	1	1				1			1
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion cuyabae</i>			1		1		1								
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion gracile</i>															
Coenagrionidae	<i>Argia indocilis</i>			1							1	1				
Coenagrionidae	<i>Argia modesta</i>									1			1	1		
Coenagrionidae	<i>Argia mollis</i>															
Coenagrionidae	<i>Argia reclusa</i>		1							1					1	
Coenagrionidae	<i>Argia sordida</i>	1														
Coenagrionidae	<i>Argia subapicalis</i>										1					
Coenagrionidae	<i>Argia tamoyo</i>															
Coenagrionidae	<i>Homeoura nepos</i>			1				1								
Coenagrionidae	<i>Metaleptobasis selysi</i>															
Coenagrionidae	<i>Oxyagrion sulmatogrossense</i>							1		1			1	1	1	1
Coenagrionidae	<i>Oxyagrion terminale</i>		1							1				1		
Coenagrionidae	<i>Tigriagrion aurantinigrum</i>															1
Lestidae	<i>Lestes bipupillatus</i>					1										
Protoneuridae	<i>Epipleoneura metallica</i>														1	
Protoneuridae	<i>Epipleoneura venezuelensis</i>															
Protoneuridae	<i>Neoneura fulvicollis</i>															
Protoneuridae	<i>Neoneura rufithorax</i>															
Protoneuridae	<i>Neoneura sylvatica</i>															
Protoneuridae	<i>Peristicta aeneoviridis</i>									1					1	
Protoneuridae	<i>Peristicta muzoni</i>															

Família	Espécie/Córrego	Z	X	Z	Z	Y	Z	X	Z	Y	Y	Y	Y	X	Y	X
		S 31	S 32	S 33	S 34	S 35	S 36	S 37	S 38	S 39	S 40	S 41	S 42	S 43	S 44	S 45
Calopterygidae	<i>Hetaerina rosea</i>	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	
Calopterygidae	<i>Mnesarete pudica pudica</i>															
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion ascendens</i>		1													
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion cuyabae</i>															
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion gracile</i>						1		1							
Coenagrionidae	<i>Argia indocilis</i>															
Coenagrionidae	<i>Argia modesta</i>															
Coenagrionidae	<i>Argia mollis</i>															
Coenagrionidae	<i>Argia reclusa</i>	1	1	1												
Coenagrionidae	<i>Argia sordida</i>															
Coenagrionidae	<i>Argia subapicalis</i>															
Coenagrionidae	<i>Argia tamoyo</i>															
Coenagrionidae	<i>Homeoura nepos</i>															1
Coenagrionidae	<i>Metaleptobasis selysi</i>									1						
Coenagrionidae	<i>Oxyagrion sulmatogrossense</i>		1		1	1	1		1	1		1		1	1	
Coenagrionidae	<i>Oxyagrion terminale</i>															
Coenagrionidae	<i>Tigriagrion aurantinigrum</i>			1												
Lestidae	<i>Lestes bipupillatus</i>															
Protoneuridae	<i>Epipleoneura metallica</i>															
Protoneuridae	<i>Epipleoneura venezuelensis</i>						1									
Protoneuridae	<i>Neoneura fulvicollis</i>							1								
Protoneuridae	<i>Neoneura rufithorax</i>															
Protoneuridae	<i>Neoneura sylvatica</i>			1				1		1		1	1			
Protoneuridae	<i>Peristicta aeneoviridis</i>	1														
Protoneuridae	<i>Peristicta muzoni</i>					1										