

Handerson Batista de Castro

ELEMENTOS DA PAISAGEM E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ESTUDO DE
ZYGOPTERA APLICADO AO BIOMONITORAMENTO DE RIACHOS NEOTROPICAIS

Dissertação apresentada a Universidade do Estado de
Mato Grosso, como parte dos requisitos do Programa
de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, para a
obtenção do título de Mestre.

Nova Xavantina
Mato Grosso, Brasil
Abril, 2014

HANDERSON BATISA DE CASTRO

ELEMENTOS DA PAISAGEM E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ESTUDO DE ZYGOPERA
APLICADO AO BIOMONITORAMENTO EM RIACHOS NEOTROPICAIS

Dissertação apresentada a Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Paulo Cesar Venere

Nova Xavantina
Mato Grosso, Brasil
Abril, 2014

HANDERSON BATISTA CASTRO**ELEMENTOS DA PAISAGEM E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ESTUDO DE ZYGOPTERA
APLICADO AO BIOMONITORAMENTO EM RIACHOS NEOTROPICAIS**

Essa Dissertação foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Nova Xavantina, 25 de abril de 2014.

Banca examinadora

Prof. Dr. Paulo Cesar Venere
Universidade Federal de Mato Grosso
Orientador

Prof. Dr. Cassiano Sousa Rosa
Universidade Federal do Mato Grosso
(membro interno)

Prof. Dr. Wesley Oliveira de Sousa
Universidade Federal do Mato Grosso
(membro externo)

Profa. Dra. Helena Soares Ramos Cabette
Universidade do Estado de Mato Grosso
(suplente)

Nova Xavantina, MT
Abril , 2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C355e Castro, Handerson Batista de.

Elementos da paisagem e sua importância para o estudo de Zygotera aplicado ao biomonitoramento em riachos neotropicais / Handerson Batista de Castro. Nova Xavantina, 2014.

vii, 60 f.; il. (algumas color.).

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Mato Grosso. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, 2014.

Orientador: Paulo Cesar Venere

À Luiza Gonçalves Batista (*in memoriam*)

Agradecimentos

Aos meus pais, Lourivaldo Amâncio de Castro, Joana Darc Batista e minha irmã, Dayanne Batista de Castro pelo apoio incondicional ao longo da minha trajetória acadêmica.

À minha esposa Raiara Pinheiro Ferreira e ao meu filho Guilherme Augusto Ferreira de Castro, pelo incentivo e inspiração para dissertar.

À Família da minha esposa, Joaquim M. S. B. Ferreira (*in memorian*), Lilian Pinheiro Ferreira e Victor Pinheiro Ferreira pelo incentivo.

Aos professores Paulo Cesar Venere, Helena S. R. Cabette e Joana Darc Batista pelas boas conversas o debate amplo sobre conservação de espécies, e por não medirem esforços para que eu conseguisse realizar este trabalho.

À toda equipe do Laboratório GEPEMA (Grupo de Estudo de Peixes do Médio Araguaia): Paulo, Carla, Keila, Adriana, Ana, Renata, Tatiane, Samara, Priscila, Marta, Lucas, Elizama, Pablo, João Carlos, Helton, Gustavo, Lázaro, pela troca de informações, a boa convivência.

À toda equipe do LENX, Helena, Leandro Juen, Joana, Lourivaldo, Núbia, Leandro Brasil, Mariana, Paula, Bethânia, Taynã, Graciela e Douglas pelo respeito que sempre demonstraram por mim.

Aos meus amigos: Henrique A. Mews e Luiz Henrique A. Camilo.

Aos companheiros de mestrado: James, Leandro, Marco Bruno, Núbia, Marcia, Adevanio, Josias, Tatiane, Sergio, Jaqueline, Monica e Bianca.

Aos professores, Eddie, Cesar, Karina, Maricília, Paulo Venere, Paulo Brando, Leandro, Joana, Pedro Caparroz, Pedro Eisenlohr, Carla e Vagner.

Aos membros da banca: Paulo, Dilermando, Wesley e Helena (qualificação) e Paulo, Cassiano, Wesley e Helena (defesa) pelas contribuições que deram a este trabalho.

Aos pesquisadores que me ajudaram nas etapas de campo, organização e identificação da coleção: Paulo, Lourivaldo, Joana, Priscila, Gustavo, Lucas, Elizama, Bethania, Sr. João e Elismar.

Aos proprietários que permitiram minha entrada em suas fazendas.

Às instituições que contribuíram financeiramente para a realização deste trabalho: CAPES (bolsa de mestrado), CNPq (verba custeio de projeto SISBIOTA), FAPEMAT (verbas coleta de campo PROAP), PROCAD (verba compra de material de consumo).

A você que contribuiu para esse trabalho e que porventura por esquecimento meu não foi listado nestes agradecimentos.

A todos os brasileiros que contribuem, pagam seus impostos, na esperança que o estado devolva em forma de melhorias na qualidade da ciência.

Sumário

Resumo.....	IX
Abstract	X
Introdução Geral.....	2
Apresentação e formato.....	5
Serras podem isolar assembleias de Zygoptera?	6
Introdução.....	98
Material e Métodos.....	11
Área de estudo	11
Índice de integridade ambiental	14
Análises estatísticas.....	15
Resultados	17
Discussão.....	20
Conclusões	22
Anexo	23
As matrizes de pastagem podem afetar composição das espécies de Zygoptera?	26
Introdução.....	29
Material e Métodos.....	31
Área de estudo	31
Coleta e identificação	32
Análise estatísticas	33
Resultados	36
Efeito da pastagem sobre a integridade dos ambientes	36
Mudanças da composição de espécies mediadas pela perda de integridade	37
Discussão.....	40
Efeito da pastagem sobre a integridade dos ambientes	40
Mudanças da composição de espécies mediadas pela perda de integridade	41
Conclusões	44
Conclusão geral	45
Apêndice.....	46
Referências Bibliográficas	54

Resumo

Elementos da paisagem e sua importância para o estudo de Zygoptera aplicado ao biomonitoramento e conservação de riachos neotropicais

Ao sobrevoar uma área de cerrado é possível ter a dimensão de elementos que compõem a paisagem e o efeito da ação humana sobre a natureza, como bacias hidrográficas, serras e pastos para a criação de gado. Entretanto, não é possível diagnosticar como esses elementos, influenciam a distribuição dos seres vivos. Nesse contexto, organismos que apresentam ciclos de vida transitórios entre ambiente aquático e terrestre, e que sejam sensíveis às alterações no ambiente, como por exemplo, as libélulas, podem servir de ferramenta para esta relação de influência. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi o de analisar a correlação entre os elementos da paisagem em diferentes escalas com a composição de Zygoptera. Duas hipóteses foram testadas: 1) A Serra Azul é um elemento da paisagem que interfere na composição das assembleias de Zygoptera 2) matrizes de pastagem causam efeito sobre as variáveis ambientais em escala local, limitando a distribuição de algumas espécies de Zygoptera. As coletas foram realizadas entre 10:00 e 14:00 horas, nos meses de seca, em agosto e setembro de 2013. Os sítios amostrais localizam-se no município de Barra do Garças. Os resultados mostraram que: 1) a Serra Azul representa um elemento da paisagem que está isolando parcialmente as assembleias de Zygoptera, pois apesar da composição de espécies diferir entre a face norte e a face sul, algumas espécies como *Argia tinctipennis*, *Argia reclusa* e *Hetaerina rosea* apresentarem ampla distribuição em toda a serra; 2) As matrizes de pastagem, alteram a composição de espécies de Zygoptera, com a formação de dois grupos de espécies que respondem de forma distinta às alterações ambientais, sendo um considerado como tolerante e o outro sensível à presença das pastagens. Em suma é possível concluir que zigópteros são sensíveis tanto com relação ao isolamento gerado pelas serras quanto por ambientes impactados por pastagem.

Palavras-chave: Zygoptera, Pastagem, Mata ciliar, Serra.

Abstract

Elements of the landscape and its importance for the study of Zygoptera applied to biomonitoring and conservation of neotropical streams

Flying over an area of cerrado is possible to have the size of the elements of the landscape and the effect of human action on nature, but surely it is not possible to diagnose how these landscape elements, such as watersheds, mountains and pastures for livestock, influence the distribution of organisms. In this context, organisms with cycles transitional between aquatic and terrestrial environment and life, and are sensitive to environmental changes, such as dragonflies, can serve as a tool to this influence relationship. Therefore, the aim of this study was to analyze the correlation between the elements of the landscape at different scales with the composition of Zygoptera. Two hypotheses were tested: 1) The Blue Sierra is a landscape element that interferes with the composition of the assemblies of Zygoptera 2) matrices of pastures cause effect on the environmental variables at the local scale, limiting distribution of some species of Zygoptera. Sampling was carried out between 10:00 and 14:00, during the dry season in August and September 2013. The sampling sites are located in the Serra do Taquaral and Serra Azul, Barra do Garças, Brasil. The results showed that: 1) the Sierra Azul is an element of the landscape that is isolating assemblages Zygoptera. The species composition is different from the north side of the south side, but the fact that some species such as *Argia tinctipennis*, *Argia reclusa* e *Hetaerina rosea* present wide distribution throughout the mountain, suggests that isolation is partial and exerts influence only some species 2) the use of land for pasture beyond the riparian vegetation changes the composition of species of Zygoptera. The Zygoptera respond to environmental changes, but with two distinct groups, the tolerant and sensitive; however, they cannot be used for biomonitoring unless they are identified at species level because of the perceived antagonism species of the same genus. In sum we conclude that zigópteros are sensitive both with respect to the isolation created by the mountains and by environments impacted by grazing. This discovery should help in reclamation and environmental monitoring programs.

Key words: Zygoptera, Pasture, Riparian, Sierra.

Introdução Geral

A ecologia de paisagem é uma ciência que integra ecologia e geografia, investigando a relação entre os elementos da paisagem com a conservação de espécies. Fundamenta-se nos conceitos de biogeografia de ilhas e de metapopulação, e nas múltiplas escalas ambientais fornecidas pelos Sistemas de Informação Geográficos (Forman, 1995, Turner, Gardner, & O'Neill, 2001, Sanderson, Harris, & Bogaert, 2000).

A consolidação da ecologia de paisagem ocorreu em vários setores como agroecologia (Ryszkowski, 2002), gestão ambiental (Wilson & King, 1995) e manejo de bacias (Allan & Flecker, 1989, Sponseller, Benfield, & Valett, 2001). No âmbito do manejo de bacias, alguns pesquisadores indicam a formação de zonas e isolamentos biogeográficos como sistemas de organização de comunidades (Statzner & Higler, 1986), enquanto outros sugerem que as mudanças nas comunidades ocorrem ao longo de gradientes longitudinais, sendo os corpos d'água processadores de partículas orgânicas com uma relação causal entre a natureza das partículas e a fauna aquática (Vannote et al., 1980).

As redes de drenagem em estado natural são caracterizadas por um conjunto diversificado de elementos da paisagem, incluindo águas superficiais (corpos d'água lênticos e lóticos), aquíferos aluviais, sistemas ripários e características geomorfológicas. Entre os elementos da paisagem, as serras são um dos mais importantes, pois são formadoras de micro bacias e geradoras de gradientes de solo e vegetação que influenciam tanto a fauna terrestre quanto a aquática (Ward, Tockner, Arscott, Claret, 2002)

As serras podem isolar as comunidades de insetos, primeiramente, porque direcionam os riachos muitas vezes em direções opostas e, finalmente, porque suas partes mais altas podem exercer um papel de barreira para a dispersão das espécies (Novelo-Gutiérrez & Gómez-Anaya, 2008), até porque a dispersão dos organismos depende do nível de conectividade entre os locais e da estratégia de vida (como, por exemplo, a habilidade de produzir diferentes estágios durante o desenvolvimento, capazes de se dispersar por água ou por terra) (Bond & Chase, 2002; Chase, 2005).

Karr, Fausch, Angermeier, Yant, e Schlosser (1986) propuseram a teoria da Integridade Biótica. Essa teoria prediz elementos fundamentais que garantem a estabilidade dos ecossistemas lóticos tais como: interações bióticas, qualidade do hábitat, qualidade da água, regime de fluxo e

fonte de energia. As alterações de processos físicos ou biológicos associados a qualquer um desses fatores têm um grande impacto no sistema e, conseqüentemente, na integridade biológica.

Modificações nos elementos citados acima são geradas pela remoção do cerrado e formação de pastagens. Incluem a remoção da vegetação ripária que altera o movimento do solo para o riacho, aumentando a erosão e promovendo a sedimentação no canal; além disso, altera a vazão, e aumenta a incidência de luz sobre a superfície da água, resultando em aumento de temperatura afetando a integridade dos riachos (Nessimian et al., 2008-2013; Carvalho, De Marco & Ferreira, 2009; Monteiro-Júnior et al., 2013), que podem ser atribuídas à pastagem.

Diante das mudanças provocadas pelo uso da terra nos últimos anos, vários pesquisadores têm buscado a determinação de espécies indicadoras, de forma a consolidar programas de biomonitoramento (Johnson, 1993; Buss et al., 2002, Ward et al., 2002; Ferreira-Peruquetti & De Marco, 2002, Monteiro Júnior et al., 2013).

Os Odonata, representados por organismos predadores em todos seus estágios de vida, podem viver no meio aquático longos períodos na forma larval, o que os tornam dependentes da qualidade da água (Corbet, 1980). No Brasil, a ordem Odonata é representada por duas subordens, Zygoptera e Anisoptera. Os Zygoptera possuem corpo delgado, coloração vistosa e a maioria das espécies desse grupo pousam com asas fechadas e paralelas ao corpo.

Uma das maiores dificuldades em trabalhos de biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos é a taxonomia desses grupos. Mais da metade das larvas de Odonata, por exemplo, não foram descritas (Lencioni, 2006), e mesmo em grupos taxonomicamente mais bem resolvidos, como Ephemeroptera e Trichoptera, muitos trabalhos foram publicados com parte da identificação apenas a nível de família e gênero (Ayres-Peres, Sokolowicz, & Santos, 2006; Brasil, Shimano, Batista, & Cabette, 2013; Galdean, Callisto, & Barbosa, 2001; Nogueira, Cabette, & Juen, 2011; Shimano, Salles, Faria, Cabette, & Nogueira, 2012). Além do problema taxonômico, há ainda o problema de amostragem, uma vez que alguns anisópteros, por exemplo, dificilmente são capturados, por serem crepusculares (Carvalho, Pinto, & Ferreira, 2009) ou por sua agilidade em escapar do coletor (Borrer, De Long, & Ripplehorn, 1981). Além de tudo, respostas de biomonitoramento têm anseios de respostas específicas e organismos com ampla capacidade de voo podem enviesar as respostas.

Os Zygoptera, têm hábito diurno, asas menos desenvolvidas e menor agilidade de voo, o que facilita sua captura. Vivem associados às matas ciliares e, além disso, a sua taxonomia está

razoavelmente bem resolvida (Garrison, Ellenrieder & Louton (2010), Lencioni (2005, 2006) e Machado, (2004)), permitindo dar respostas em nível específico. Portanto, a escolha de adultos de Zygoptera é salutar para estudos de biomonitoramento e testes de teorias ecológicas, apesar de poucos estudos avaliarem esta subordem separadamente (Hardersen, 2000).

Diante disso, o presente trabalho buscou avaliar duas questões i) a função das serras como elemento modelador de micro bacias e isolador da biota e ii) o efeito do impacto ambiental gerado pela substituição de matas naturais por pastagens, utilizando os adultos de Zygoptera como base para o estudo.

Apresentação e formato

A dissertação foi dividida em dois capítulos que, juntos, buscam analisar fatores ambientais em escala de paisagem, especialmente a função ambiental da Serra Azul e das áreas florestadas das Serras Azul e do Taquaral em relação a um entorno modificado por áreas de pastagens.

Assim, o primeiro capítulo testa o efeito da serra sobre a composição de Zygoptera, incluindo ainda testes de efeito da distância e da integridade sobre os sítios amostrais.

O segundo capítulo analisa os efeitos mais recentes do uso e ocupação do solo nas microbacias das Serras Azul e Taquaral, especialmente do mosaico mata ciliar e pastagem.

Em ambos os textos, as citações de autores e as referências bibliográficas foram formatadas de acordo com as normas da International Journal of Odonatology, disponível no link:

<http://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?journalCode=tijo20&page=instructions#.UvrPcc7vhNk>



Capítulo 1

Serras podem isolar assembleias de Zygoptera?

Formatado nas normas da International Journal of Odonatology

Resumo

Serras podem isolar assembleias de Zygoptera?

Odonata são invertebrados cuja distribuição está intimamente relacionada com as características ambientais locais. São popularmente conhecidas por libélulas, sendo um grupo bastante antigo, cuja distribuição inclui habitats de montanhas alpinas, pântanos, áreas úmidas tropicais e cachoeiras. Por essas características, se constitui em um grupo interessante para estudos que buscam interpretar os fatores associados à distribuição pelos diferentes microhabitats neotropicais. Nesse contexto as serras surgem como elementos da paisagem que têm a capacidade de direcionar o fluxo de riachos e conseqüentemente moldar a distribuição dos organismos aquáticos. Para organismos dependentes do ambiente aquático como são os Odonata, as serras podem representar uma barreira a sua dispersão. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi investigar a influencia da Serra Azul (MT) sobre a composição de Zygoptera, insetos típicos de mata de galeria e de baixa capacidade de dispersão, comparando amostras de sítios localizados ao norte e ao sul das partes mais elevadas da serra. Foram amostrados 11 córregos que drenam a face norte e nove na face sul do da Serra Azul. Coletou-se zigópteros na fase adulta com rede entomológica, em transectos de 100 m, ao longo das margens dos córregos, entre 10:00 e 14:00 horas, nos meses de agosto e setembro de 2013, com os exemplares sendo armazenados em álcool absoluto P.A. Foram coletados 598 espécimes, pertencentes a 12 gêneros e 26 espécies. Dessas, 10 espécies ocorreram apenas na face norte e nove na face sul. Foi encontrada diferença na composição das assembleias entre face norte e sul do Parque Estadual da Serra Azul (ANOSIM: $R= 0,254$, $p < 0,001$). Os resultados obtidos permitem concluir que a Serra Azul atua como um elemento isolador que cria condições favoráveis para o estabelecimento de assembleias distintas de Zygoptera entre as duas vertentes estudadas.

Palavras chave: isolamento, composição de espécies, distância, dispersão.

Abstract

Sierras can isolate assemblages of Zygoptera?

Odonata are invertebrates whose distribution is closely related to local environmental characteristics. Dragonflies are popularly known as being a very ancient group, whose distribution includes habitats of alpine mountains, swamps, waterfalls and tropical wetlands. For these characteristics, constitutes an interesting model for studies that seek to interpret the associated distribution in the different microhabitats neotropical factors. In this context the mountains appear as landscape elements that have the ability to direct the flow of streams and consequently shape the distribution of aquatic organisms. For organisms dependent on the aquatic environment as are the Odonata, the mountains can be a barrier to their dispersal. Therefore, the aim of this study was to investigate the influence of the Serra Azul (MT) on the composition of Zygoptera, typical gallery forest insects and low dispersal ability, comparing samples from sites located north and south of the highest parts saw. Eleven streams that drain the north face nine on the south face of the Serra Azul were sampled. Was collected zygópteros adults with entomological net in transects 100 m, along the banks of streams, between 10:00 and 14:00 in the months of August and September 2013, with copies being stored in alcohol absolute PA. 598 specimens belonging to 12 genera and 26 species were collected. Of these, 10 species occurred only in the north -nine face the south face. Difference was found in the composition of the meetings between north and south side of the Serra Azul State Park (ANOSIM: $R = 0.254$, $p < 0.001$). The results indicate that the Serra Azul acts as an insulator element that creates favorable conditions for the establishment of separate assemblies Zygoptera between the two aspects studied.

keywords: isolation, species composition, distance, dispersion.

Introdução

Os insetos da ordem Odonata são representados na região Neotropical por duas subordens, Anisoptera e Zygoptera com cerca de 1.640 espécies descritas (Kalkman et al., 2007). Os Anisoptera, em sua maioria, são insetos maiores e passam grande parte do tempo voando e, por isso, são classificados como voadores endotérmicos, já que dependem pouco da exposição direta ao sol, uma vez que conseguem produzir calor endógeno (May, 1976). Por sua vez os Zygoptera são, em geral, menores e são conhecidos como pousadores e territorialistas. Além disso, necessitam de incidência da luz do sol para iniciar suas atividades. Por isso, são também classificados como conformadores termais ou heliotérmicos. Geralmente apresentam tamanhos corporais pequenos, ficam mais restritos às matas de galeria, em locais bem sombreados, já aqueles heliotérmicos, de tamanho corporal médio, são encontrados pousados onde possam obter irradiação solar (May, 1976).

Os zygópteros possuem corpo delgado, coloração vistosa, e a maioria das espécies desse grupo pousam com asas fechadas e paralelas ao corpo (Gibbons, Reed, & Chew, 2002); apresentam fase larval aquática e fase adulta terrestre.

Os machos são territorialistas e frequentemente entram em disputa por manchas de sol e/ou bons poleiros (Switzer, 1997). Por outro lado, as fêmeas passam grande parte do tempo alimentando-se na mata, tendendo, por esse comportamento, a se dispersarem mais que os machos (Conrad et al., 2002). Suas fases larvais podem chegar a dois anos e, justamente pelo fato de permanecerem tanto tempo nessa fase de seu ciclo de vida, e também pelo fato de muitos deles serem sensíveis às oscilações na qualidade da água, são bons indicadores biológicos (Bonada, Prat, Resh, & Statzner, 2006; Corbet, 1980; Wallace & Webster, 1996).

Apesar da territorialidade, a alta capacidade reprodutiva e densidade de algumas espécies, aliada a natureza agressiva de disputa podem estimular a dispersão, pois, indivíduos derrotados tendem a migrar até um ponto em que encontrem os recursos que procuram (Corbet, 1980).

Nesse contexto, as serras são importantes elementos da paisagem que podem, em associação com os demais elementos da paisagem tais como matrizes de uso com agropecuária e grandes rios, moldar a dispersão das comunidades, uma vez que direcionam os riachos de

nascentes próximas em direções opostas, e suas partes mais altas podem exercer um papel de barreira para estas espécies que buscam por novos recursos (Novelo-Gutiérrez & Gómez-Anaya, 2008). Além disso, são importantes formadores de microbacias, geradores de gradientes de solo e vegetação, influenciando tanto a fauna terrestre quanto a aquática (Ward, Tockner, Arscott, e Claret, 2002).

Em situações em que não existam barreiras para a dispersão, a tendência é que as espécies ampliem sua distribuição espacial e se instalem em ambientes que ofereçam os recursos mínimos necessários para sua sobrevivência (Hayes & Sewlal, 2004). Por outro lado, quando barreiras geográficas, como serras e cadeias de montanhas estão presentes no espaço, gradientes de altitude e precipitação podem moldar a composição de espécies (Gómez-Anaya et. al., 2011). Em casos extremos de restrição ao movimento natural das populações, ou seja, quando as populações não conseguem transpor barreiras físicas, o isolamento gerado pode dar origem a um processo de vicariância (Kodandaramaiah, 2010), mas quando o fluxo existe, a qualidade do nicho e a competição determinam o sucesso reprodutivo, a abundância e as assembleias locais (Samways, 1989).

A hipótese de isolamento de assembleias de Zygoptera foi analisada em platôs suíços. Os pesquisadores encontraram diferenças genéticas significativas entre assembleias de córregos à sudeste e nordeste desses platôs (Van-Strien, Keller, & Holderegger, 2012). De modo similar, Thompson & Watts (2006), também demonstraram que o cume das serras pode representar um fator limitante ao fluxo gênico. Em um estudo realizado na Serra do Coalcomán – México, Gomez-Anaya et al. (2011) verificaram que diferentes graus de declividade entre uma face e outra da serra podem influenciar na riqueza de espécies, pois, a face da serra que estiver mais próximo do litoral sofre efeito de fenômenos de sotavento e barlavento, podendo apresentar maiores precipitações do que aqueles mais distantes.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi comparar a composição de espécies de Zygoptera entre córregos que nascem na face sul e norte da Serra Azul. Nossa hipótese é que os córregos da face norte apresentam uma composição de espécies distinta daquela da face sul, baseado na premissa de que a Serra é um elemento da paisagem que molda a distribuição, influenciando na dispersão e isolando as assembleias de Zygoptera, que habitam as faces norte e sul da serra Azul.

Material e Métodos

Área de estudo

Para a realização do presente trabalho foram amostrados 20 sítios de coleta, todos em nascentes do Parque Estadual da Serra Azul (PESA), no município de Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil (Tabela 1, Figura 2). Desse total, 11 sítios estão localizados em córregos que drenam na face norte e nove na face sul da Serra.

A feição geomorfológica mais conspícua da Serra Azul é aquela do Planalto dos Guimarães que se constitui em um conjunto de relevos de aspectos tabulares, com altitudes médias entre 600 a 700 metros, refletindo sua estrutura horizontal e/ou sub-horizontal (dos grupos geológicos Ivaí e Paraná), tendo, localmente, cobertura detrítico-laterítica do Terciário-Quaternário (FEMA, 2000).

Os pontos de coleta nos córregos estão, em sua maioria, inseridos em áreas de menor altitude, 350-450 metros, em relação ao pico das formas tabulares. O principal critério adotado para escolha dos pontos foi o de coletar em todas as nascentes (ou bastante próximo delas) que se localizam a norte e sul do espinhaço (pontos mais altos da serra).

O clima em Barra de Garças é do tipo Aw, na classificação de Köppen-Geiger (Peel et al., 2007). Durante o estudo, registramos uma temperatura mínima de 29,1°C e máxima de 35,1°C. Quanto à temperatura da água, a mínima foi de 22,6°C e a máxima de 28,1°C. A média de altitude dos pontos da face norte é de 397 metros e da face sul, 434 metros. As medidas de temperatura do ar, da água e as coordenadas geográficas foram tomadas sempre antes do início das coletas. Os adultos de Zygoptera (Odonata) foram coletados com uma rede entomológica (40 cm de diâmetro, 65 cm de profundidade e cabo de alumínio com 75 cm de comprimento), em transectos de 100 m dos córregos, baseados na metodologia de varredura em áreas fixas (Figura 3) (Juen & De Marco, 2011). As amostragens foram realizadas em 20 locais, em dias ensolarados, entre 10:00 e 14:00 horas, nos meses de seca, agosto e setembro de 2013. Todas as coletas foram feitas dentro dessa faixa de horário, para permitir que a maioria dos grupos de Odonata estivesse ativa no momento da coleta (May, 1976, 1991).

Tabela 1. Localização geográfica dos sítios de coleta, com posicionamento dos córregos em relação ao platô da Serra Azul e valores do Índice de Integridade de Hábitat [IIH] dos locais, PESA, Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil, 2014.

Córrego	Sigla	Face da Serra	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (a.n.m.)	IIH
1. Areia	CRAR	Norte	15°45'03,90"	52°15'59,64"	404	0,65
2. Avoadeira	CRAVO	Sul	15°50'11,38"	52°14'15,66"	642	0,86
3. Avoadeira 2	CRAVO2	Sul	15°52'28,50"	52°15'13,60"	467	0,79
4. Fundo II	CRFUII	Sul	15°51'20,59"	52°12'30,98"	431	0,88
5. Fogaça 1	CRFG1	Norte	15°46'15,22"	52° 09'27,36"	394	0,70
6. Fogaça 2	CRFG2	Norte	15°46'09,77"	52° 09'31,03"	394	0,50
7. Fundo 1	CRFU1	Norte	15°50'13,13"	52°17'38,45"	400	0,77
8. Fundo 2	CRFU2	Norte	15°47'32,90"	52°17'00,39"	396	0,74
9. Fundo 3	CRFU3	Norte	15°46'39,19"	52°16'33,78"	409	0,90
10. Fundo 4	CRFU4	Norte	15°47'57,05"	52°17'04,17"	383	0,62
11. Fundo 5	CRFU5	Norte	15°50'33,60"	52°18'25,20"	363	0,75
12. Ínsula 1	CRIN1	Norte	15°45'55,00"	52°12'57,40"	407	0,77
13. Ínsula 2	CRIN2	Norte	15°46'16,20"	52°12'13,53"	397	0,70
14. Ínsula 3	CRIN3	Norte	15°46'49,90"	52°12'05,06"	421	0,93
15. Ouro Fino	CROF	Sul	15°48'32,74"	52° 09'58,66"	460	0,81
16. Pitomba 1	CRPI1A	Sul	15°50'45,21"	52° 08'16,86"	361	0,81
17. Pitomba 2	CRPI1B	Sul	15°49'50,60"	52°10'48,30"	431	0,90
18. Pitomba 3	CRPI1C	Sul	15°50'09,30"	52°10'35,90"	361	0,69
19. Pitomba 4	CRPI4	Sul	15°51'09,63"	52° 8'11,51"	361	0,80
20. Peixinho	CRPX	Sul	15°51'58,00"	52°17'54,40"	392	0,85

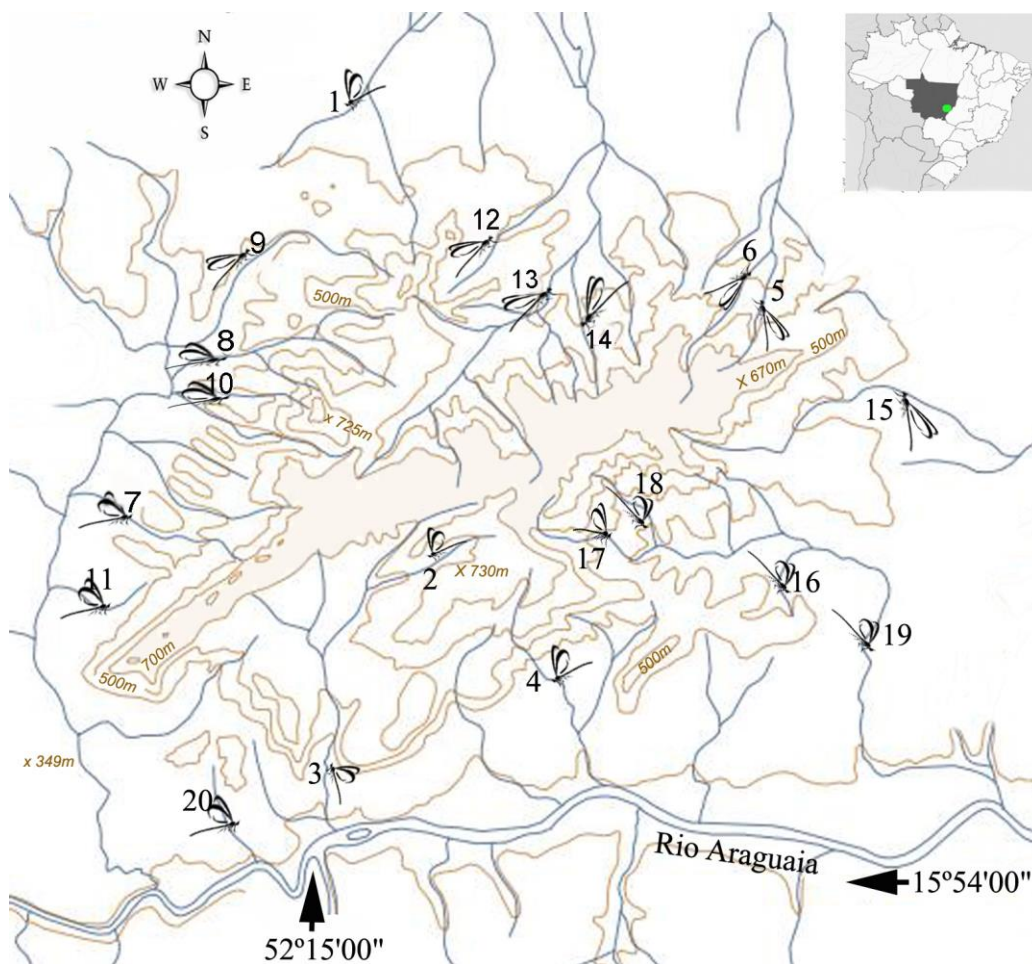


Figura 2. Área de estudo com os 20 sítios de coleta, PESA, Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil, 2014.

Os exemplares foram armazenados em álcool absoluto P.A. A identificação das espécies foi realizada com base nos livros de Lencioni (2005, 2006) e Garrison, Ellenrieder, & Louton, (2010) e comparação com material da coleção de referência do Laboratório de Entomologia da UNEMAT - Nova Xavantina e confirmada por especialista. O material testemunho encontra-se depositado na coleção Zoobotânica “James Alexandre Ratter”, da Universidade do Estado de Mato Grosso.

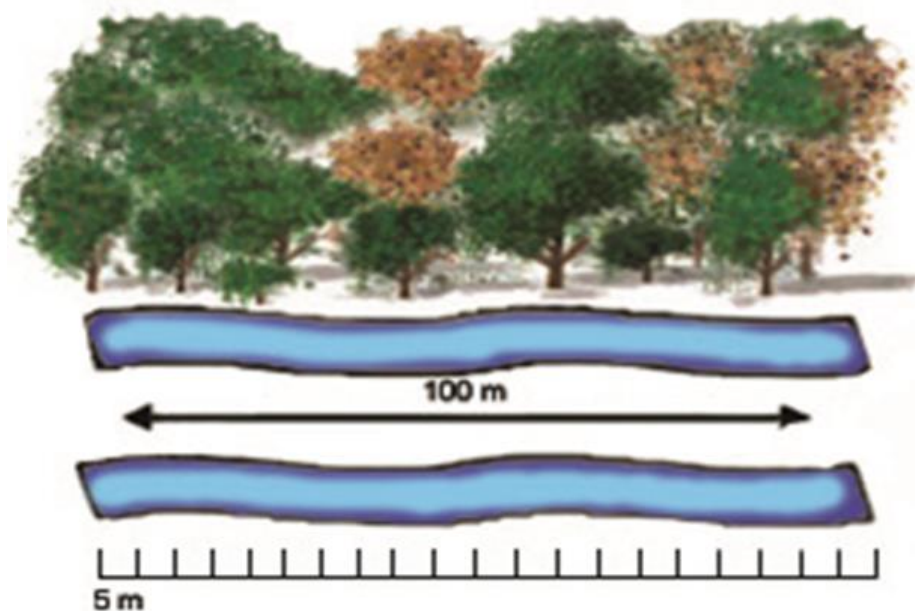


Figura 3. Espaço amostral em transecções de 100 m de margem dos córregos, com 20 segmentos de 5 m para coleta dos Odonata.

Índice de integridade ambiental

As análises da integridade são alternativas de baixo custo para avaliação do estado de conservação dos locais de coleta que, nesse trabalho, foram obtidas com o Índice de Integridade de Hábitat (Nessimian et al., 2008), um protocolo com 12 questões que avaliam, através de observações diretas, os graus de conservação dos córregos (Anexo).

Cada item do protocolo é composto de quatro a seis alternativas ordenadas em relação aos aspectos percebidos de integridade do hábitat. Para que cada pergunta (P_i) tivesse peso igual na análise, já que o número de alternativas variava entre quatro e seis, os valores observados (a_o) foram padronizados dividindo-se o valor atribuído pelo número máximo de alternativas possíveis para a pergunta (a_m - equação 1). O índice final é a somatória dos P_i em razão do número de questões (n - equação 2). Essas transformações produzem um índice que varia de 0 a 1 e que é diretamente relacionado às condições de integridade do hábitat, com locais mais íntegros próximos de um (Batista, 2006).

Fórmula para cálculo do IIH:

$$p_i = \frac{a_o}{a_m}$$

Equação 1

$$IIH = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Equação 2

Análises estatísticas

Para testar a diferença dos grupos norte e sul, foi realizada uma análise de similaridade com 999 permutações (ANOSIM; McCune & Grace, 2002). A ANOSIM é um tipo particular de análise multivariada para comparação de médias, mas que não requer que os dados tenham distribuição normal e homogeneidade de variância, e testa grupos definidos numa matriz. A estatística do teste R varia de -1 a 1, quanto mais positivo for o valor, maior a diferença entre os grupos.

Para visualizar as relações de agrupamento dos córregos fez-se uso da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) com medidas de distância de *Bray-Curtis*. Esta é uma métrica utilizada para ordenar dados de abundância das espécies, desenvolvido no software PC Ord for Windows v. 5.15 (McCune & Mefford, 2006).

Para controlar o efeito do espaço e ambiente, foram feitos dois Testes de Mantel, um para avaliar se existe efeito do espaço sobre o IIH e outro para avaliar se a distância geográfica afeta a composição dos córregos. Esta análise se deu confrontando a matriz com valores de IIH *versus* matriz de distância física (coordenadas geográficas, utilizando a distância euclidiana como métrica de dissimilaridade), e a matriz de composição de espécies *versus* matriz de distância física (utilizando *Bray-Curtis* como métrica), buscando avaliar se a proximidade e integridade de hábitat dos córregos afetam a composição de espécies de Zygoptera. Esta análise foi realizada no programa R, com o pacote Vegan (R Development Core Team, 2009).

O Teste de Mantel consiste em comparar duas matrizes derivadas das matrizes de dados multidimensionais e independentes (Legendre & Legendre, 1998). A estatística de Mantel varia de -1 a +1 (Quinn & Keough, 2002). A hipótese nula do Mantel é que não há relação linear entre as variáveis a serem testadas. Para testar essa hipótese, é aplicada a randomização de Monte Carlo para produzir uma distribuição nula no teste: a matriz independente é mantida enquanto que a matriz dependente possui suas linhas e colunas correspondentes randomizadas (Smouse, Long & Sokal, 1986) e, através do coeficiente de correlação de Pearson, é verificada a relação entre os elementos correspondentes. A probabilidade da hipótese nula é estimada contando o número de randomização no qual o resultado é menor ou igual ao resultado obtido na matriz original e então dividido pelo número de randomização (Quinn & Keough, 2002).

Resultados

Foram coletados 462 espécimes, pertencentes a 12 gêneros e 26 espécies (Tabela 2). Dessas, 10 espécies ocorreram exclusivamente na face norte e nove na face sul da Serra, correspondendo a 73% do número de espécies com ocorrência restrita; as mais abundantes foram encontradas em ambas as faces (Figura 4). Analisando-se a distribuição por gêneros os *taxa* *Argia smithiana*, *Argia* sp.1, *Argia* sp.3 e *Hetaerina* sp.1 ocorreram somente na face sul, enquanto *Argia* sp 5, *Argia* sp. 6, *Argia* sp. 7 e *Hetaerina curvicauda* ocorreram apenas no norte e *Hetaerina rosea* ocorreu em ambas as faces.

Entre as mais abundantes, *Argia tinctipennis* e *Argia reclusa* (Σ 40%), ocorreram em 95% dos sítios amostrados e tem distribuição divergente nas abundâncias. Assim, *Argia tinctipennis* predomina ao sul (n=100) e teve menor abundância no norte (n=37), o contrário aconteceu com *Argia reclusa* (n =35 e n=85, respectivamente) (Figura 4).

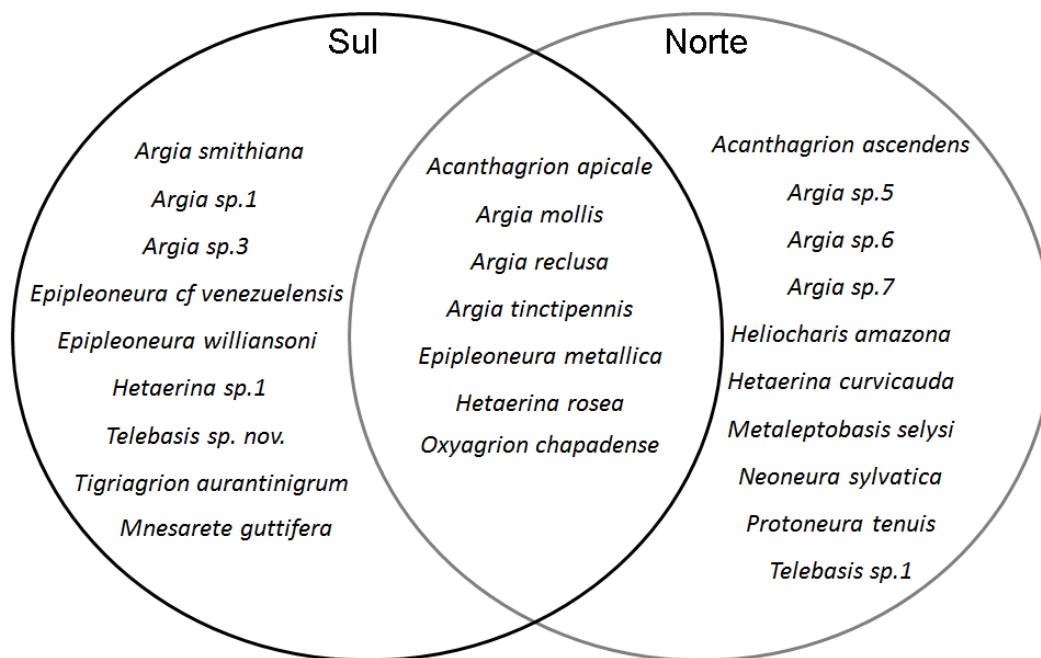


Figura 4. Diagrama de Venn mostrando os conjuntos de espécies e morfoespécies registradas nos sítios de coleta da face norte e sul do PESA, Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil.

Tabela 2. Abundância de espécies de Zygoptera, amostradas em nove sítios da face sul e 11 sítios da face norte do PESA, Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil, 2013.

	Sul	Norte	Total
Coenagrionidae			
<i>Acanthagrion</i>			
<i>Acanthagrion apicale</i> (Selys, 1876)	3	52	55
<i>Acanthagrion ascendens</i> (Calvert, 1909)	0	14	14
<i>Argia</i>			
<i>Argia mollis</i> (Hagen in Selys, 1865)	9	5	14
<i>Argia reclusa</i> (Selys, 1865)	35	85	123
<i>Argia smithiana</i> (Calvert, 1909)	3	0	3
<i>Argia</i> sp1	1	0	1
<i>Argia</i> sp3	4	0	4
<i>Argia</i> sp5	0	1	1
<i>Argia</i> sp6	0	5	5
<i>Argia</i> sp7	0	2	2
<i>Argia tinctipennis</i> (Selys, 1865)	100	37	136
<i>Metaleptobasis</i>			
<i>Metaleptobasis selysi</i>	0	1	1
<i>Oxyagrion</i>			
<i>Oxyagrion chapadense</i> (Costa, 1978)	5	7	12
<i>Telebasis</i>			
<i>Telebasis</i> sp. nov.	1	0	1
<i>Telebasis</i> sp1	0	1	1
<i>Tigriagrion</i>			
<i>Tigriagrion aurantinigrum</i> Calvert, 1909	2	0	2
Calopterigidae			
<i>Hetaerina</i>			
<i>Hetaerina curvicauda</i> Garrison, 1990	0	9	9
<i>Hetaerina rosea</i> Selys 1853	15	32	47
<i>Hetaerina</i> sp1	4	0	4
<i>Mnesarete</i>			
<i>Mnesarete guttifera</i> (Selys, 1873)	10	0	10
Protoneuridae			
<i>Epipleoneura</i>			
<i>Epipleoneura cf venezuelensis</i> Rácenis, 1955	1	0	1
<i>Epipleoneura metallica</i> Rácenis, 1955	3	5	8
<i>Epipleoneura williansoni</i> Rácenis, 1955	1	0	1
<i>Neoneura</i>			
<i>Neoneura sylvatica</i> (Hagen in Selys, 1886)	0	1	1
<i>Protoneura</i>			
<i>Protoneura tenuis</i> Selys, 1860	0	5	5
Dicteriadidae			
<i>Heliocharis amazona</i> Selys, 1853	0	1	1
Total de indivíduos	197	263	462

Entre os dois testes de mantel realizados, o primeiro não foi significativo, mostrando que a distância não causa efeito sobre o IIH ($R = 0,13$, $p = 0,054$), e o segundo mostrou que a distância afeta a composição de espécies ($R = 0,27$, $p = 0,001$).

A análise de coordenadas principais (PCoA) mostrou diferenças significativas na composição de espécies (Figura 5), com a separação parcial entre córregos da face norte e sul da Serra (ANOSIM: $R = 0,254$, $p < 0,001$).

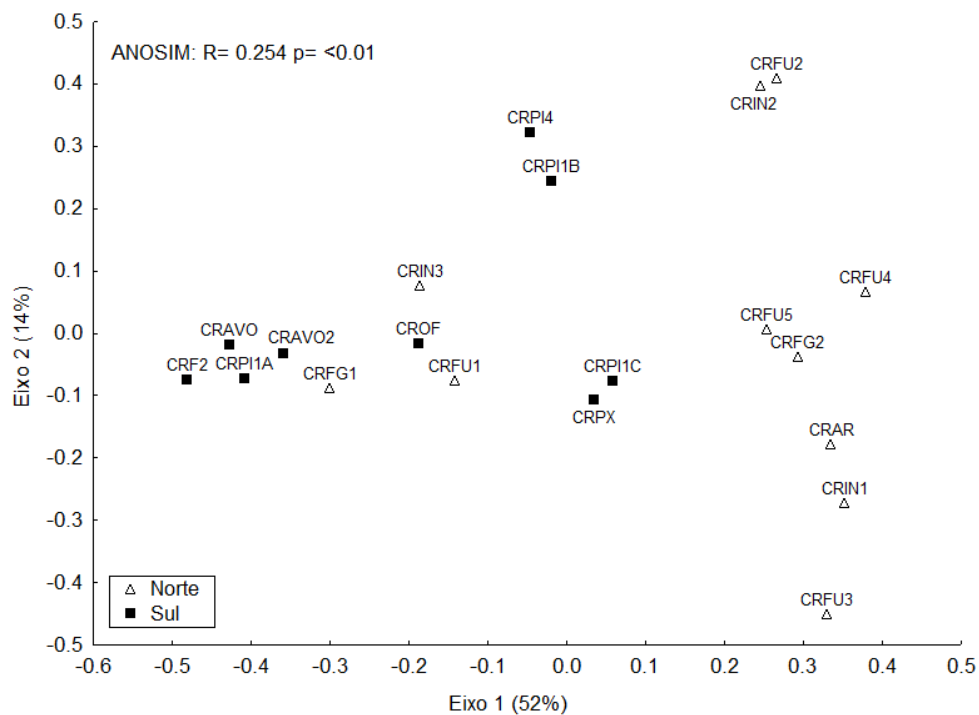


Figura 5. Ordenação das assembleias de Zygoptera (Odonata) da face sul e norte da Serra Azul, PESA, Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil, 2013.

Discussão

A hipótese de que os córregos que nascem na face norte da Serra Azul apresentariam uma composição de espécies diferente da dos córregos da face sul, baseados na premissa de que a Serra interfere na dispersão de Zygoptera, foi corroborada. Os resultados sugerem que as serras, como elementos de paisagem, afetam as assembleias.

Embora não seja possível explicar ao certo os fatores que possibilitam que algumas espécies de Zygoptera ocorram em ambas as faces da serra, é mister valorizar o resultado de que aproximadamente 75% das espécies ocorrem apenas em uma ou outra face da serra e que este resultado serve de alerta para o planejamento de gestão deste grupo.

Sabe-se que o isolamento, seja ele gerado por barreiras naturais ou de origem antrópica, aumentam as chances de perda de variabilidade genética e, conseqüentemente, a chance de extinção (Watts et al., 2007; Watts, Saccheri, Kemp, & Thompson, 2006), mas, por outro lado, podem contribuir para o surgimento de novos arranjos específicos (Mayr, 1942).

Os Zygoptera são aplicados em defender territórios nas matas de galeria, apresentam baixa habilidade de dispersão e, portanto, pouca capacidade de transpor barreiras (Juen e De Marco 2011). Naturalmente a dispersão varia com o comportamento de cada espécie, de modo que alguns grupos tendem a se distribuir em um raio menor, enquanto outros naturalmente migram mais (Ronquist, 1997). Fato que poderia explicar a relação significativa entre a distância entre os sítios amostrais e a similaridade de fauna.

Entende-se, portanto, que a queda da similaridade biológica é correlacionada com duas características do ambiente: distância e natureza do modelo espacial. O modelo espacial inclui tamanho de habitat e isolamento, que afeta com menor intensidade espécies com alta vagilidade (Nekola et al. 1999).

Ademais, os Zygoptera possuem fase adulta alada (Corbet, 1980) e podem mesmo que em amplitude restrita, se dispersarem. Entretanto, outros organismos que migram apenas dentro do ambiente aquático, como peixes e crustáceos (Begossi, 1998), podem estar compondo assembleias ainda mais dissimilares entre a face sul e norte da Serra Azul.

Os inventários da biodiversidade aquática devem atentar para uma amostragem que vislumbre os elementos da paisagem (serras) e a conformação das microbacias. Os dados aqui

apresentados representam uma importante informação para a ecologia da conservação de Zygoptera, já que, entender como as espécies se distribuem oferece suporte para planejar estratégias regionais de manejo, visando futuras ações de conservação (Death & Collier, 2009; Death & Zimmermann, 2005; Hawking, 2003).

Entretanto, o fato de algumas espécies ocorrerem em ambas as faces, levanta novas perguntas, como por exemplo: é possível que as populações de Zygoptera existentes de uma face e outra da serra tenham sua ocorrência mais primitiva do que a própria formação das serras? Trabalhos futuros que avaliem geneticamente o parentesco de populações da face norte e sul poderão esclarecer esta questão.

Conclusões

Baseado em nossos resultados a Serra Azul representa um elemento da paisagem que, está isolando as assembléias de Zygoptera que habitam a face norte daquelas que habitam a face sul.

A composição de espécies da face norte é diferente da face sul, mas, considerando que as espécies *Argia tinctipennis*, *Argia reclusa* e *Hetaerina rosea* apresentaram ampla distribuição em toda a serra, sugere-se que o isolamento é parcial e exerce influência apenas sobre algumas espécies.

É premissa básica em planos de manejo e conservação, estimar a conectividade entre manchas florestadas. Entretanto, os resultados deste trabalho mostram que a estimativa deve ir além, prevendo a conservação das bordas das serras e corredores naturais que permitam então a livre migração das espécies.

Anexo

Anexo 1. Índice de Integridade de Hábitat (Nessimian et al., 2013)

Local: _____ Data: __/__/__

Coordenadas: _____

1) Padrão de Uso da Terra além da zona de vegetação ribeirinha

- 1 Cultivos Agrícolas de ciclo curto
- 2 Pasto
- 3 Cultivos Agrícolas de ciclo longo
- 4 Capoeira
- 5 Floresta Contínua

2) Largura da Mata Ciliar

- 1 Vegetação arbustiva ciliar ausente
- 2 Mata ciliar ausente com alguma vegetação arbustiva
- 3 Mata ciliar bem definida de 1 a 5m de largura
- 4 Mata ciliar bem definida entre 5 e 30m de largura
- 5 Mata ciliar bem definida com mais de 30m
- 6 Continuidade da mata ciliar com a floresta adjacente

3) Estado de preservação da Mata Ciliar

- 1 Cicatrizes profundas com barrancos ao longo do seu comprimento
- 2 Quebra freqüente com algumas cicatrizes e barrancos
- 3 Quebra ocorrendo em intervalos maiores que 50m
- 4 Mata Ciliar intacta sem quebras de continuidade

4) Estado da Mata ciliar dentro de uma faixa de 10m

- 1 Vegetação constituída de grama e poucos arbustos
- 2 Mescla de grama com algumas árvores pioneiras e arbustos
- 3 Espécies pioneiras mescladas com árvores maduras
- 4 Mais de 90% da densidade é constituída de árvores não pioneiras ou nativas

5) Dispositivos de retenção

- 1 Canal livre com poucos dispositivos de retenção
- 2 Dispositivo de retenção solto movendo-se com o fluxo
- 3 Rochas e/ou troncos presentes, mas preenchidas com sedimento
- 4 Canal com rochas e/ou troncos firmemente colocados no local

6) Sedimentos no canal

- 1 Canal dividido em tranças ou rio canalizado
- 2 Barreira de sedimento e pedras, areia e silte comuns
- 3 Algumas barreiras de cascalho e pedra bruta e pouco silte
- 4 Pouco ou nenhum alargamento resultante de acúmulo de sedimento

7) Estrutura do barranco do rio

- 1 Barranco instável com solo e areia soltos, facilmente perturbável
- 2 Barranco com solo livre e uma camada esparsa de grama e arbustos
- 3 Barranco firme, coberto por grama e arbustos.
- 4 Barranco estável de rochas e/ou solo firme, coberto de grama, arbustos e raízes
- 5 Ausência de barrancos

8) Escavação sob o barranco

- 1 Escavações severas ao longo do canal, com queda de barrancos
- 2 Escavações freqüentes
- 3 Escavações apenas nas curvas e constrições
- 4 Pouca ou nenhuma evidência, ou restrita a áreas de suporte de raízes

9) Leito do rio

- 1 Fundo uniforme de silte e areia livres, substrato de pedra ausente
- 2 Fundo de silte, cascalho e areia em locais estáveis
- 3 Fundo de pedra facilmente móvel, com pouco silte
- 4 Fundo de pedras de vários tamanhos, agrupadas, com interstício óbvio

10) Áreas de corredeiras e poções ou meandros

- 1 Meandros e áreas de corredeiras/poções ausentes ou rio canalizado
- 2 Longos poções separando curtas áreas de corredeiras, meandros ausentes
- 3 Espaçamento irregular
- 4 Distintas, ocorrendo em intervalos de 5 a 7 vezes a largura do rio

11) Vegetação Aquática

- 1 Algas emaranhadas no fundo, plantas vasculares dominam o canal
- 2 Emaranhados de algas, algumas plantas vasculares e poucos musgos
- 3 Algas dominantes nos poções, plantas vasculares semiaquáticas ou aquáticas ao longo da margem
- 4 Quando presente consiste de musgos e manchas de algas

12) Detritos

- 1 Sedimento fino anaeróbio, nenhum detrito bruto
- 2 Nenhuma folha ou madeira, matéria orgânica bruta e fina com sedimento
- 3 Pouca folha e madeira, detritos orgânicos finos, floculentos, sem sedimento
- 4 Principalmente folhas e material lenhoso com sedimento
- 5 Principalmente folhas e material lenhoso sem sedimento



Capítulo 2

As matrizes de pastagem podem afetar a composição das espécies de Zygoptera?

Formatado nas normas da International Journal of Odonatology

Resumo

As matrizes de pastagem podem afetar a composição das espécies de Zygoptera?

A subordem Zygoptera é composta por libélulas de corpo delgado, de fase larval aquática e fase adulta terrestre. Enquanto os adultos vivem associados às matas ciliares onde se alimentam e defendem territórios, os jovens levam uma vida totalmente dependente da água. Esses invertebrados representam um grupo bastante antigo, cuja distribuição inclui habitats de montanhas, pântanos, rios, córregos e cachoeiras. Por essas características, se constituem num grupo interessante para estudos que buscam interpretar os fatores associados à sua distribuição, uma vez que vários trabalhos apontam esses organismos como importantes indicadores biológicos da integridade ambiental. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi de avaliar o efeito da pastagem, além da vegetação ribeirinha, sobre a composição de Zygoptera. Nossa hipótese é que matrizes de pastagem causam efeito sobre as variáveis ambientais em escala local, limitando a distribuição de algumas espécies de Zygoptera. Para testar esta hipótese coletou-se amostras em oito sítios em áreas de pastagem e 10 sítios conservados (grupo controle), todos localizados em córregos da Serra do Taquaral e Serra Azul, no município de Barra do Garças, MT. Os Zygoptera foram coletados, com puçá entomológico, em esforço de 1 h/coletor, em transecções de córregos com nascentes associadas a estas serras. A hipótese foi corroborada, uma vez que as pastagens além da vegetação ribeirinha influenciaram na composição de espécies (ANOSIM, $p < 0,01$). Matrizes de pastagem alteram as características como entrada de luz e substratos dos córregos, e altera a composição de espécies de Zygoptera. Esse resultado confirma os preceitos da teoria da integridade biótica e permitem concluir que o uso da terra por pastagem além da vegetação ribeirinha altera a composição de espécies de Zygoptera.

Palavras chave: Conservação; Floresta; Integridade biótica; Mata ciliar.

Abstract

Matrices of pastures beyond the gallery forests can affect species composition Zygoptera?

The Zygoptera suborder comprises dragonflies slender body, aquatic larval stage and terrestrial adult stage. While adults living associated with riparian forests where they feed and defend territories, when young, lead a life totally dependent on water. These invertebrates are a very ancient group, whose distribution includes habitats of mountains, swamps, rivers, streams and waterfalls. For these characteristics, constitute an interesting studies that seek to interpret the factors associated with their distribution, since several studies indicate these organisms as important biological indicators of environmental integrity group. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of pasture beyond riparian vegetation on the composition of Zygoptera. Our hypothesis is that arrays of pastures cause effect on the environmental variables at the local scale, limiting distribution of some species of Zygoptera. To test this hypothesis, samples were collected at eight sites in pasture areas and 10 conserved sites (control group) , all located in the Serra do Taquaral streams and Serra Azul, in Barra Herons , MT. The Zygoptera were collected with entomological puçá in effort 1 h / collector in transects streams with headwaters associated with these saws. The hypothesis was confirmed, since the pastures beyond the riparian vegetation influenced the species composition (ANOSIM , $p < 0.01$). Matrices of pastures change the characteristics of light as input substrates and streams, which modifies the food chain of aquatic insect larval stage and alter the composition of species of Zygoptera. This result confirms the precepts of the theory of biotic integrity and allows us to conclude that the use of land for grazing beyond the riparian vegetation alters the composition of species of Zygoptera.

Keywords: Conservation; forest; Biotic integrity; Riparian vegetation.

Introdução

A ordem Odonata é amplamente distribuída no mundo. Atualmente, estima-se um número próximo a 7.000 espécies, estando descritas cerca de 5.680, das quais 2.739 pertencem a subordem Zygoptera, distribuídas em 19 famílias. A Região Neotropical é a de maior potencial para descoberta de novas espécies, e possui descritas 1.636 (Kalkman et al., 2007).

Os Zygoptera são classificados como pousadores e territorialistas, sendo, em geral pequenos e iniciam suas atividades após o ambiente ficar termicamente confortável (Batista, 2006). Em função de seu tamanho corporal podem ser divididos em conformadores termais, que possuem tamanhos corporais pequenos e a temperatura corpórea varia conforme o ambiente, ou como heliotérmicos, que são possuidores de corpos relativamente maiores e que têm suas atividades determinadas pela exposição direta à irradiação solar sobre o local onde estão empoleirados (Corbet, 1999; May, 1976).

Os Zygoptera possuem corpo delgado, coloração vistosa e a maioria das espécies desse grupo pousam com asas fechadas e paralelas ao corpo; apresentam fase larval aquática e fase adulta terrestre. A sua maior dependência das matas de galeria os tornam mais sensíveis ao desmatamento (Carvalho & Pinto, 2013).

Neste ponto merece destaque o fato de que os riachos do cerrado, onde o presente estudo se desenvolveu, são ambientes lóticos, caracterizados por apresentarem matas semidecíduas formando galerias bastantes características e ricas em espécies de Odonata, muitas das quais a serem descritas, ou mesmo descobertas.

Karr, Fausch, Angermeier, Yant, e Schlosser (1986) apontam alguns fatores importantes para a manutenção adequada desses ecossistemas lóticos, tais como as interações bióticas, a qualidade do hábitat e da água, regime de fluxo e fonte de energia e, principalmente a cobertura vegetal de suas margens (vegetação ripária). Assim, alterações de processos físicos ou biológicos associados a qualquer um desses elementos têm um grande impacto no sistema e, conseqüentemente, na integridade da comunidade como um todo.

Vários fatores têm sido apontados como responsáveis pela alteração dessa integridade. A remoção da vegetação ripária pode ser citada como especialmente importante, pois altera o movimento de solo para o riacho, aumenta a erosão, diminui a vazão e promove a sedimentação no canal, aumento da incidência de luz sobre a superfície da água, resultando em aumento de

temperatura. A remoção da vegetação ripária é gerada, principalmente, pelo uso da terra com atividades agropastoris no entorno dos cursos d' água (Nessimian et al., 2008, 2013; Carvalho, De Marco & Ferreira, 2009; Monteiro-Júnior et al., 2013).

Diante das mudanças provocadas pelo uso da terra, pesquisadores têm buscado determinar espécies indicadoras de perda de integridade, de forma a consolidar programas de biomonitoramento (Johnson, 1993; Buss et al., 2002; Ward et al., 2002; Ferreira-Peruquetti & De Marco, 2002; Souza, Cabette, & Juen, 2011; Monteiro Júnior et al., 2013).

Nesse sentido, os macroinvertebrados bentônicos são considerados bons indicadores de alteração ambiental (Johnson et al., 1993), dentre eles temos os representantes da ordem Odonata, que são predadores em todos seus estágios de vida, podem viver no meio aquático por longos períodos da forma larval, o que os tornam dependentes da qualidade da água (Corbet, 1980).

Frente ao exposto, o objetivo central do presente trabalho foi o de avaliar o efeito da pastagem sobre a composição de Zygoptera. Nossa hipótese é que matrizes de pastagem causam efeito sobre as variáveis ambientais medidas através do índice de integridade, tais como entrada de luz e substratos o que modifica a composição de espécies de Zygoptera.

Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Barra do Garças (MT), entre as latitudes 15°51'43 e 15°52'24" sul e as longitudes 52°15'24" e 52°14'35" oeste, com altitude variando entre 300 a 450 metros, composta por 18 sítios amostrais em córregos de 1 - 2ª ordem (Strahler, 1957), sendo cinco na Serra do Taquaral e 13 na Serra Azul.

O clima na área é do tipo Aw, na classificação de Köppen-Geiger (Peel et. al, 2007). O município, em sua extensão rural, possui áreas de maior declividade e conservadas, como as Serras Azul e do Taquaral, ricas em cachoeiras e fontes de águas termais propícias para o uso turístico e, áreas planas, com criação de gado e produção extensiva de grãos.

A Serra Azul, limitada pela zona urbana de Barra do Garças, em grande parte está protegida pela U.C. Parque Estadual da Serra Azul (PESA, Lei estadual – MT 6.439 de 31/05/1994) com 11.000 hectares de extensão. Estendendo além da área protegida, a Serra do Taquaral está em áreas particulares e não há muitos estudos ou descrições de suas características ambientais (exceção se faz à classificação de drenagens e geomorfológicas gerais da formação, em Rossete, A. N. 2005, dados não publicados).

A Serra Azul possui várias redes de drenagens com destaque para os Córregos Fundo, Peixinho, Avoadeira, Águas Quentes, Fundo II, Pitomba e Ouro Fino, pertencentes à Bacia do Araguaia, e os Córregos Fogaça, Ínsula e Areia como as drenagens mais importantes da Bacia do Rio das Mortes.

Entre os tributários da Serra do Taquaral que drenam para o Rio das Mortes, podem se destacar os Córregos Grande e Taquaral, ambos com pouco efeito da ocupação humana em suas cabeceiras e para o Araguaia os Córregos Bateia e dos Índios. Estas Serras constituem importantes refúgios para espécies animais e vegetais, e têm beleza cênica e potencial turístico que merecem atenção.

A feição geomorfológica mais conspícua das Serras é o Planalto dos Guimarães, que constitui um conjunto de relevos de aspecto geralmente tabulares, com altitudes médias entre 600 a 700 metros, refletindo sua estrutura horizontal e/ou sub-horizontal. Estes relevos são constituídos predominantemente por sedimentos ordovício-siluriana do grupo Ivaí, e por sedimentos devonianos do grupo Paraná e, localmente, de feições suaves (Figura 1). Apresentam cobertura detrítico-laterítica do Terciário-Quaternário (FEMA, 2000)). Os sítios de coleta nos

córregos estão, em sua maioria, inseridos em áreas de menor altitude, 350-450 metros em relação ao nível do mar.

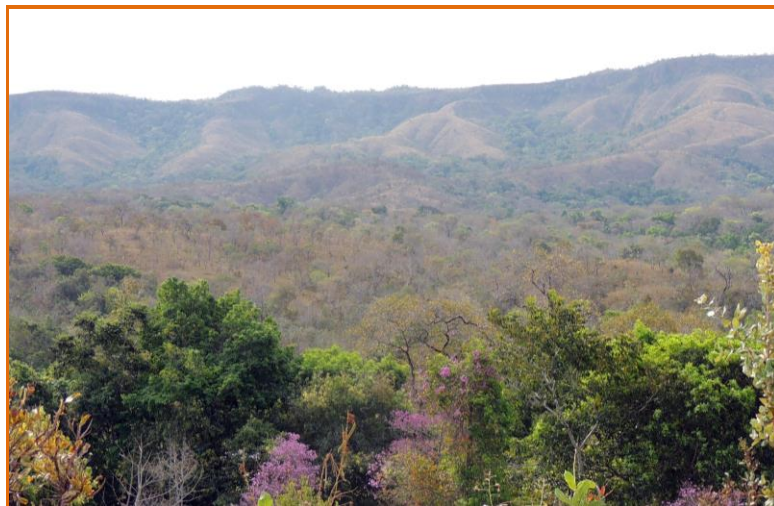


Figura 1. Registro da paisagem, Serra Azul, Mato Grosso Brasil, 2013.

Para o teste de hipótese, foram utilizados 18 sítios de coleta situados nas proximidades das cabeceiras dos córregos (imagens e descrição sucinta no Apêndice 1), sendo 10 conservados e oito que apresentam pastagens além das matas ripárias.

A classificação dos riachos em relação ao uso ou não da terra por pastagens foi obtida a partir das respostas do item 1 do Índice de Integridade de Hábitat (Nessimian et al., 2013), que avaliou uso da terra além da vegetação marginal e com um mapa com projeções de matrizes de uso da terra (Figura 2) com pastagem ou áreas florestadas (SEPLAN, 2010).

É importante ressaltar que todos os sítios amostrais apresentavam ao menos uma faixa de 10 metros de mata ripária, o que os diferenciou foi a paisagem além dessa faixa.

Coleta e identificação

As medidas de temperatura do ar, da água e as coordenadas geográficas foram tomadas sempre antes de se iniciar as coletas. As aberturas de dossel foram tomadas de fotos, analisando-se as proporções de pixels brancos em relação a pixels escuros, com o auxílio do Software Envi 4.5, produzindo-se os valores relativos de abertura do dossel entre os sítios de coleta (Apêndice 2).

Os objetos do trabalho foram adultos da subordem Zygoptera (Odonata), coletados com rede entomológica (40 cm de diâmetro, 65 cm de profundidade e cabo de alumínio com 75 cm de comprimento), em transectos de 100 m dos córregos, baseados na metodologia de varredura em áreas fixas (Juen & De Marco, 2011). As amostragens foram realizadas em dias ensolarados, entre 10 e 15 horas, nos meses de agosto e setembro de 2013. Todas as coletas foram feitas dentro dessa faixa de horário, para permitir que a maioria dos espécimes estivessem ativos no momento das coletas (May, 1976, 1991).

Os exemplares foram conservados álcool absoluto P.A. e armazenados em tubos plásticos de 5 ml sob refrigeração. As identificações das espécies foram realizadas com base na coleção de referência do Laboratório de Entomologia da UNEMAT, campus de Nova Xavantina, em Lencioni (2005, 2006), Garrison, Ellenrieder, & Louton (2010), e confirmadas por especialista. O material testemunho encontra-se depositado na Coleção Zoobotânica “James Alexandre Ratter” da Universidade do Estado de Mato Grosso (CZNX).

Análise estatísticas

Para testar a existência ou não de diferenças entre os grupos de Zygoptera daqueles sítios amostrais com uso por pastagens *versus* florestados, foi utilizada uma Análise de Similaridade (ANOSIM) com 999 permutações e distância de *Bray-Curtis*. O teste ranqueou as similaridades entre espécies (abundância) entre os dois elementos da paisagem (McCune & Grace, 2002), sendo mais dissimilar aqueles resultados próximos a 1.

Além disso, para visualizar quais ambientes eram mais similares em composição de espécies, utilizou-se da Análise de Coordenadas Principais (PCoA). A PCoA é um método utilizado para ordenar dados usando qualquer medida de distância, e no presente trabalho utilizou-se a distância de *Bray-Curtis*, uma medida comumente utilizada para ordenação de dados de abundância. Para tanto, os dados foram rodados no software PC Ord for Windows v. 5.15 (McCune & Mefford, 2006).

Para entender quais espécies são mais importantes nos resultados da PCoA e investigar sua associação com fatores ambientais não auto correlacionados utilizou-se uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) (McCune & Mefford, 2006), esta análise foi desenvolvida com o pacote Vegan no software R (R Development Core Team, 2009).

Para avaliar a relação entre duas espécies de *Argia* com o aumento da luminosidade realizou-se uma regressão logística.

Para diminuir a possibilidade de erro do tipo I (aceitar a hipótese quando ela não é verdadeira), fez-se Teste de Mantel de modo a investigar se a distância entre os sítios de coleta refletia na similaridade de fauna. Esse teste consiste em comparar duas matrizes de parecência derivadas das matrizes de dados multidimensionais e independentes (Legendre & Legendre, 1998). A estatística de Mantel varia de -1 a +1 (-1 mais similar, +1 mais dissimilar), caso as matrizes sejam previamente padronizadas (Quinn & Keough, 2002).

A hipótese nula do Mantel é que não há relação linear entre as variáveis a serem testadas. Para testar tal hipótese, se aplica a randomização de Monte Carlo para produzir uma distribuição nula no teste: a matriz independente é mantida enquanto que a matriz dependente possui suas linhas e colunas correspondentes randomizadas (Smouse, Long & Sokal, 1986). Através do coeficiente de correlação de Pearson, é verificada a relação entre os elementos correspondentes. Utiliza-se apenas a metade superior ou inferior das matrizes uma vez que elas são simétricas. A probabilidade da hipótese nula é estimada pelo número de randomização no qual o resultado é menor ou igual ao resultado obtido na matriz original, e então dividido pelo número de randomização (Quinn & Keough, 2002).

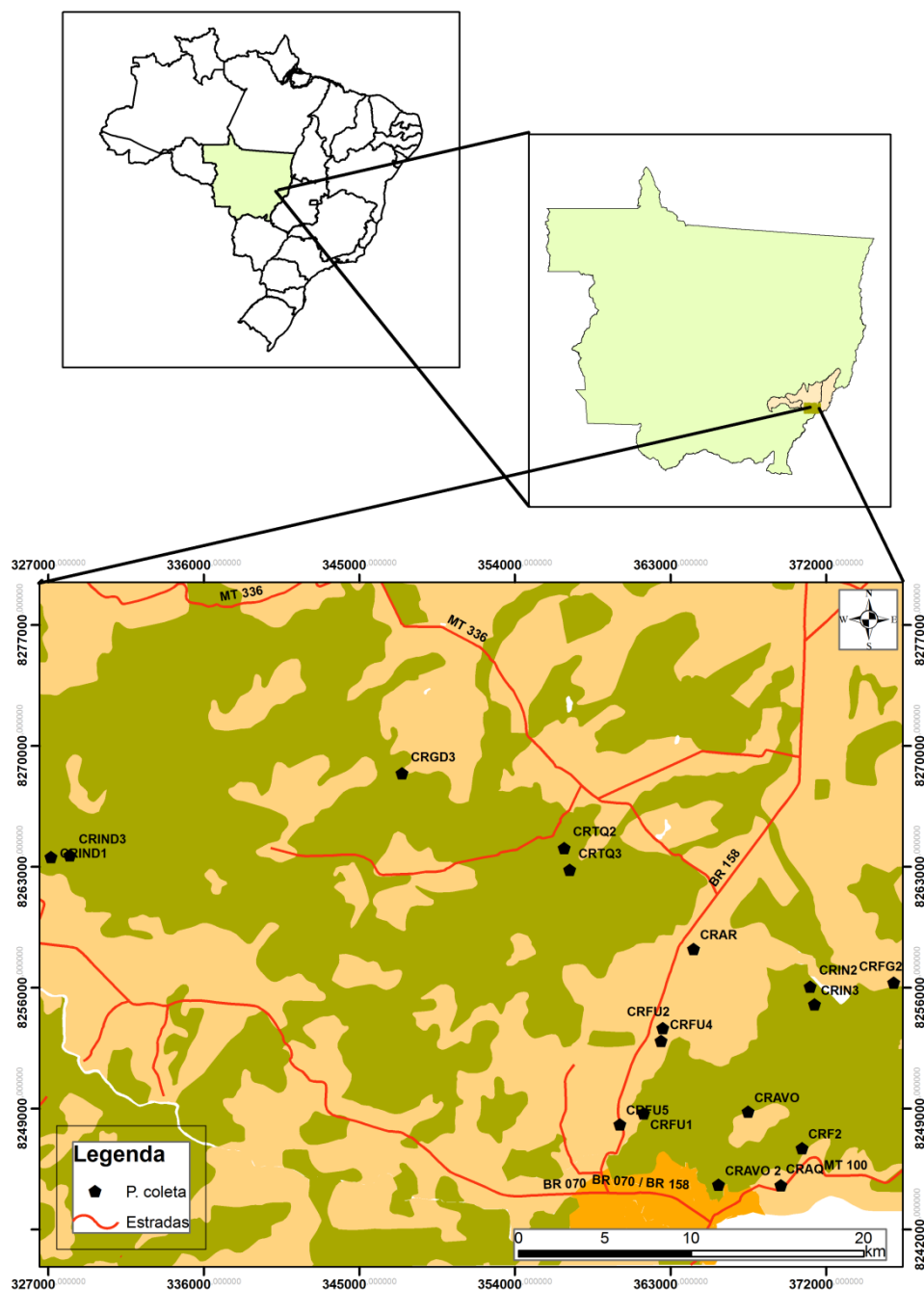


Figura 2. Mapa de sítios de coleta em relação ao uso por pastagem e não uso em 18 pontos amostrais em córregos da Serra Azul e Serra do Taquaral, Barra do Garças, Brasil. As manchas em tom escuro representam matrizes conservadas (florestadas), enquanto as manchas claras são as áreas onde há uso por pecuária (pastagens). O tom intermediário representa a cidade de Barra do Garças, MT (imagem de SEPLAN, 2010, modificada por L.A. Castro, 2014). CRAR – Córrego Areia. CRAVO – C. Avoadeira (montante). CRAVO2 – C. Avoadeira (jusante). CRFII – C. Fundo II. CRFU – C Fundo. CROF – C. Ouro Fino. CRFG – C. Fogaça. CRIN1 – C. Ínsula. CRPI - C. Pitomba. CRPX - C. Peixinho. CRIND – C. dos Índios. CRTQ – C. Taquaral. CRGD – Córrego Grande.

Resultados

Efeito da pastagem sobre a integridade dos ambientes

Entre os sítios com uso por pastagens além da vegetação marginal, o IHH variou de 0,47 a 0,77, e naqueles com entornos conservados entre 0,81 a 0,98 (florestados), não havendo sobreposição entre o maior valor do primeiro conjunto com o menor do segundo. Com relação à abertura de dossel, a média de abertura dos ambientes foi de 108,9 e 71,5, respectivamente (Apêndice 2).

Como pode ser observado na Figura 3, entre os elementos de paisagem analisados na PCA, os quesitos relacionados com qualidade de hábitat tais como detritos não recobertos, ausência de vegetação aquática e dispositivos de retenção se associaram a áreas florestadas e apenas o aumento da abertura de dossel teve associação com áreas de pastagem além da vegetação marginal (Figura 3, Apêndice 3)

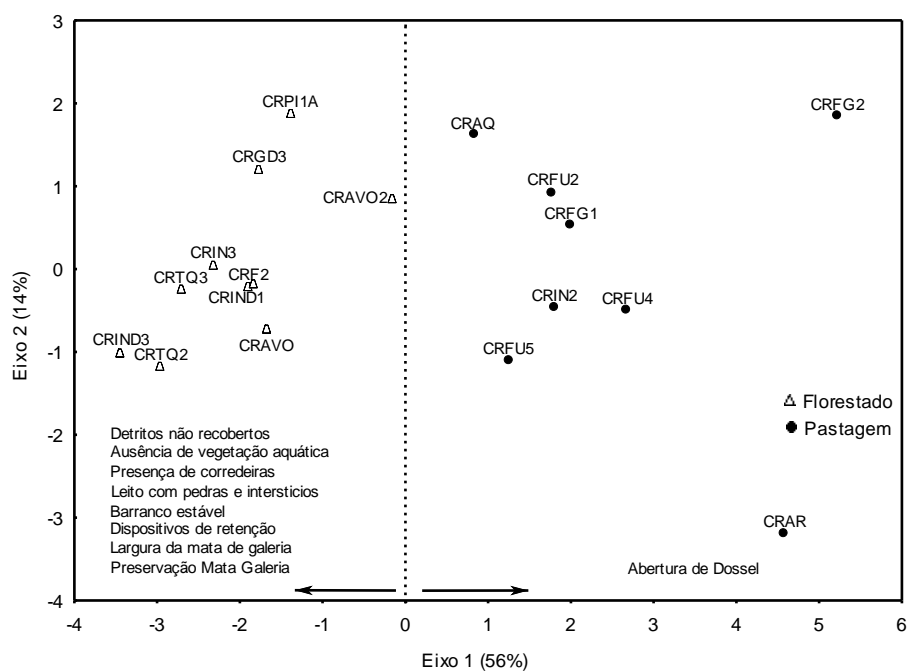


Figura 3. Análise de Componentes Principais (PCA) de 18 sítios de coleta. Círculos representam os córregos com influência do uso da terra por pastagens, triângulos representam córregos sem influência do uso da terra (floresta original), Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil, 2013.

Mudanças da composição de espécies mediadas pela perda de integridade

Foram amostrados 307 espécimes de Zygoptera nos córregos conservados e 208 naqueles influenciados pelo uso da terra por pastagens, totalizando 515 indivíduos, distribuídos em seis famílias e 12 gêneros (Apêndice 4). As famílias Coenagrionidae (n=385) e Calopterygidae (n=105), foram as mais abundantes, e entre as espécies foram *Argia tinctipennis* (32,4%), *Argia reclusa* (22,9%), *Hetaerina rosea* (11,0%), *Acanthagrion apicale* (6,4%) e *Mnesarete guttifera* (5,6%).

Os ambientes conservados apresentaram maior número de espécies em relação aos ambientes com uso por pastagem. Das 27 amostradas, 66,7%, ocorreram nos córregos de áreas florestadas.

Argia tinctipennis (n=167), *Argia reclusa* (n=28), *Mnesarete guttifera* (n=28) foram predominantes em áreas florestadas, enquanto que nas áreas de pastagens *Argia reclusa* (n=90), *Hetaerina rosea* (n=37), *Acanthagrion apicale* (n=28) é que foram as espécies mais abundantes, enquanto que *A. tinctipennis*, contribuiu com apenas 14 espécimes e *M. guttifera* não foi registrada em ambiente impactado pelas pastagens.

As espécies amostradas em sítios com pastagens além da vegetação marginal compuseram um grupo dissimilar em relação às espécies de Zygoptera dos sítios florestados (ANOSIM, R=0,921, p<0,01). Essa diferença entre grupos foi mais bem explicada pelo primeiro eixo da PCoA (52%) (Figura 4).

Dentre as 12 espécies de *Argia* capturadas, chamam atenção as espécies *A. tinctipennis* e *A. reclusa*, por terem sido as mais abundantes no geral, e pela associação negativa entre elas (Figura 5 e 6). *Argia tinctipennis* é a espécie dominante em ambientes conservados (florestados), enquanto que *A. reclusa* parece se beneficiar com áreas de pastagens próximas aos córregos e mostraram uma complementariedade na distribuição de abundância conforme a abertura de dossel, quando uma está elevada a outra está baixa, e vice -e-versa.

A segunda família com maior número de indivíduos foi Calopterygidae, sendo que em ambientes com uso por pastagem, as espécies mais abundantes foram *Hetaerina curvicauda* e *Hetaerina rosea* e em ambientes florestados *Mnesarete guttifera*, *Mnesarete fuscibasis*, *Hetaerina* sp.1, *Hetaerina* sp. 2 (Apêndice 4).

A análise de correspondência canônica teve em seu primeiro eixo 53% de explicação, seguido do 2º eixo com 28% (Figura 5). Os resultados sugerem um particionamento de nicho

entre espécies de *Hetaerina*. *H. curvicauda* foi comum em córregos com poucas corredeiras e maior abertura de dossel, enquanto que *Hetaerina rosea* está presente em córregos com margens pouco íntegras, maior quantidade de corredeiras e maior abertura de dossel e *Hetaerina* sp.1 foi mais encontrada em áreas com baixos valores de abertura de dossel e vegetação marginal íntegras.

Relações divergentes também puderam ser encontradas com as espécies de *Argia*. *A. mollis* esteve relacionada com ambientes com bom estado de conservação da mata ciliar, especialmente com a qualidade da faixa de 10 m. *A. tinctipennis* mostrou relação com matas de galeria mais largas, poucos detritos no leito e pequena abertura de dossel, mas ambas divergiram de *A. reclusa* mais relacionada à abertura de dossel e não aos parâmetros de integridade da mata e detritos.

Por outro lado, as duas espécies de *Acanthagrion* apresentaram padrões idênticos de preferência. *A. apicale* e *A. ascendens* preferiram ambientes com grande abertura de dossel e de baixa integridade assim como *Epipleoneura metallica*.

De uma forma mais ampla, observa-se que ocorreram seis espécies associadas a parâmetros de baixa integridade e o mesmo valor para ambientes de alta integridade.

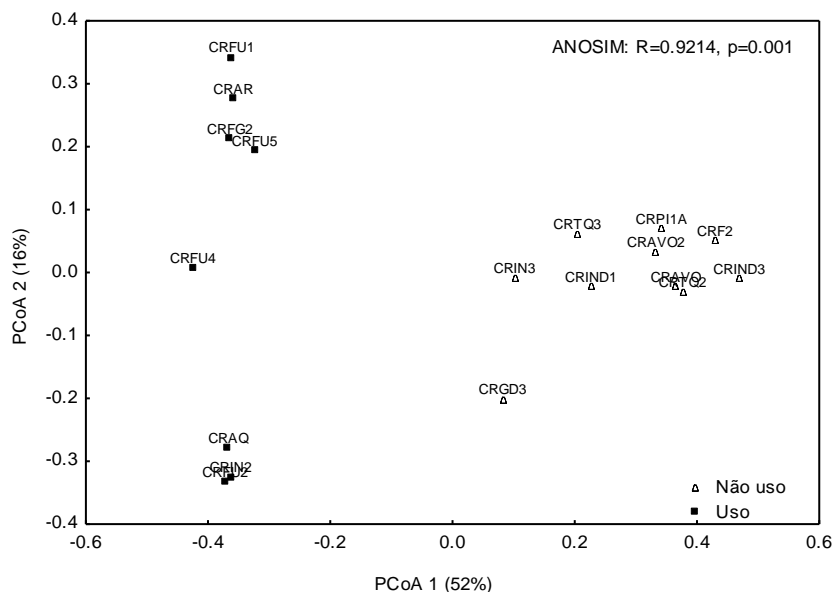


Figura 4. Análise de Coordenadas Principais (PCoA) de 18 sítios de coleta. Círculos representam os córregos com influência do uso da terra por pastagens, quadrados representam córregos sem influência do uso da terra (florestas originais), Barra do Garças, MT, Brasil, 2013.

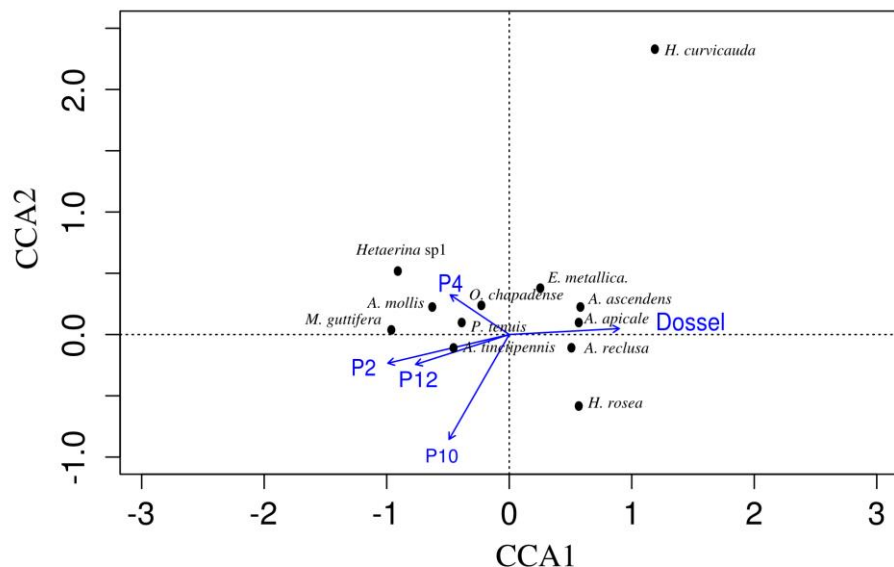


Figura 5. Associação das espécies com variáveis ambientais representadas pelas perguntas do IIIH não autocorrelacionadas e as métricas de abertura de dossel (CCA1 e CCA2 – eixos da Análise de Correspondência Canônica; nomes completos das espécies no Apêndice 3; P2, 4, 10 e 12 correspondem a questões do IIIH – Anexo I).

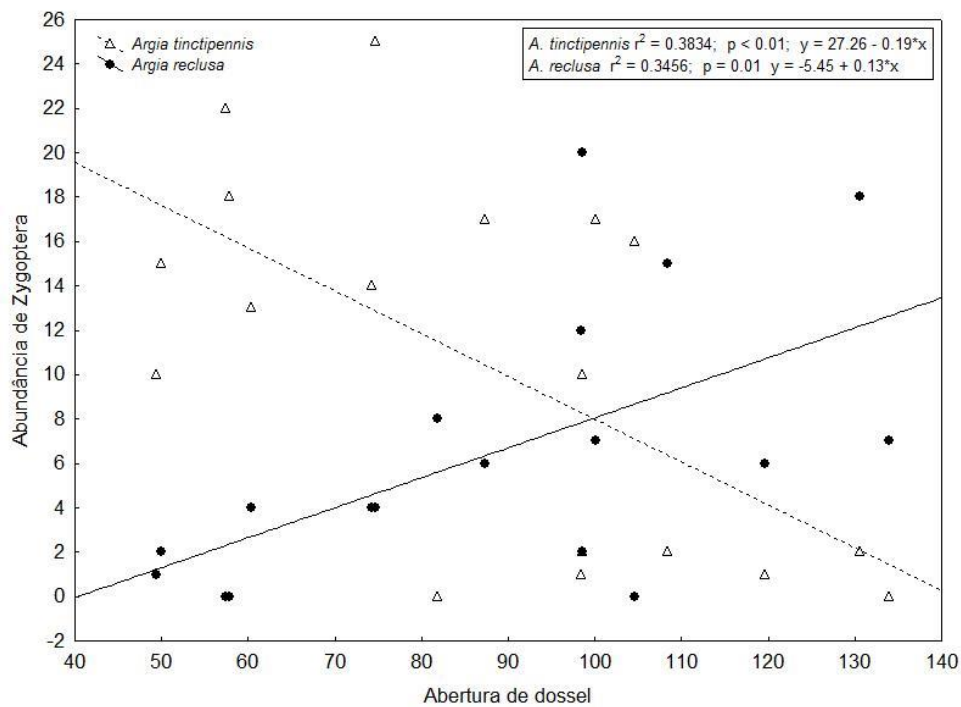


Figura 6. Relação entre a abundância de *A. tinctipennis* e *A. reclusa* e abertura de dossel.

Discussão

Efeito da pastagem sobre a integridade dos ambientes

A falta de planejamento de ocupação da região Centro-Oeste, com grandes desmatamentos, e modelo de produção bovina extensiva causa sérios impactos aos ambientes aquáticos (Castro et al., 2013). As gramíneas que alimentam a produção de gado possuem raízes superficiais, baixa capacidade de retenção de calor e pouca formação de serapilheira. Estas características tornam as matrizes de pastagem, grandes bolsões de calor, que são carregados com o vento até se chocarem com regiões mais úmidas como matas ripárias, provocando o chamado efeito de borda (Killeen & Solórzano, 2008).

Matas ripárias isoladas pelas pastagens apresentam menor quantidade de vegetação regenerante devido a entrada de gado, maior número de árvores caídas devido a lixiviação do solo, e aumento da proporção de plantas pioneiras em relação à vegetação clímax em consequência da abertura de clareiras na mata (Allan, Erickson, & Fay, 1997).

Tal efeito de borda ocasiona diminuição no nível do lençol freático e da cobertura vegetal sobre os riachos, ou seja, a abertura de dossel se torna maior em matas de galeria sobre impacto de matrizes de pastagem. Essa abertura ocasiona o desenvolvimento de algas e plantas aquáticas, alterando a disponibilidade de recursos alimentares para macroinvertebrados e peixes (Buss et al., 2002; Vandermeer & Perfecto, 2007; Ward et al., 2002), além de uma maior entrada de sedimentos para o leito dos córregos.

Essa maior entrada de sedimentos é determinada pela baixa capacidade de retenção do solo pelas gramíneas, que é potencializada por caminhos de gado, alterando a estrutura dos canais e reduzindo a qualidade dos substratos e a vazão (Nessimian et al., 2008).

Esses efeitos foram claramente perceptíveis no presente trabalho, havendo uma significativa separação entre sítios com matriz em áreas florestadas naturais e matrizes de pastagem, e o efeito mais perceptível é a abertura de dossel naqueles ambientes impactados pelas áreas de pastagem, mesmo em situações em que os riachos se apresentavam com mata ciliar preservada.

Mudanças da composição de espécies mediadas pela perda de integridade

Espécies que têm seu padrão de abundância e ocorrência afetados pelas alterações na integridade dos hábitat são, geralmente, referidas como bioindicadoras (Heino, Muotka, & Paavola, 2003). Nesse contexto, os Zygoptera são relacionados como um grupo pouco tolerante a alterações ambientais (Juen & De Marco, 2011; Monteiro-Júnior et al., 2013; Oliveira Junior, Cabette, Silva-Pinto, & Juen, 2013) em virtude de seu comportamento (pousadores) e sua dependência da integridade das matas de galeria (Batista, 2006). Outros trabalhos que envolvem larvas de Zygoptera têm mostrado de que há espécies indicadoras de áreas alteradas (Ferreira-Peruquetti & De Marco, P., 2002) considerando *H. rosea*, *Heteragrion aurantiacum* indicadores de córregos com mata de galeria impactada.

O presente trabalho mostrou que algumas espécies têm preferência por ambientes florestados, como é o caso de *A. tinctipennis*, *Mnesarete guttifera* e *A. mollis*; enquanto outras, aparentemente são beneficiadas com a alteração gerada pelo uso da terra além da vegetação marginal, caso de *A. apicale*, *A. ascendens*, *A. reclusa*, *H. curvicauda* e *H. rosea*.

Este resultado revela três questões importantes, (i) Zygoptera respondem às alterações ambientais provocadas pela presença de pastagens com dois grupos distintos, os tolerantes e os sensíveis; (ii) os Zygoptera não devem ser utilizados para biomonitoramento ambiental a não ser que sejam identificados em nível específico, dado o antagonismo perceptível em espécies de um mesmo gênero; (iii) o conhecimento da ecologia de zigópteros associados a áreas com alteração ambiental deve auxiliar nos estudos de impacto ambiental, sendo um elemento chave na conservação e monitoramento, podendo ser utilizados como bioindicadores com base na mudança da abundância local.

Os conceitos de termorregulação propostos por May (2009), mostram que os Odonata apresentam requerimentos diferentes em relação à temperatura e irradiação direta de luz para o seu controle de temperatura corporal e, conseqüentemente, para iniciar suas atividades de voo e forrageamento. A habilidade de termorregulação é determinada pelo clima, tamanho corporal e comportamento (Corbet, 1999)

Em campo observou-se que a família Calopterygidae e a maioria das espécies mais frequentes de Coenagrionidae como *A. tinctipennis*, *A. reclusa*, *A. apicale* e *A. ascendens*, apresentam comportamento de helioterminia, tendo sido coletadas em frestas de sol que penetram na mata de galeria. *O. chapadense* e *O. sulmatogrossense*, são exceções da família

Coenagrionidae, e foram inclusive coletadas com maior dificuldade, pois não permaneciam pousados por muito tempo (Castro, L. A., informação pessoal). Por outro lado, a família Protoneuridae mostra comportamento de conformação térmica, têm pequeno tamanho corporal, não são encontrados em campo quando a temperatura está abaixo de 19°C, e quando a temperatura do ar aumenta iniciam vôos sobre a lâmina d'água (Batista, 2006).

Os aspectos de termorregulação não tiveram relação com o uso por pastagem além da vegetação marginal, ou seja, espécies de um mesmo gênero e pertencentes ao grupo dos conformadores térmicos, ou heliotérmicos, apresentaram preferências distintas. Por exemplo, *A. tinctipennis* esteve mais frequentemente presente em áreas florestadas e *A. reclusa* em áreas com influência de pastagem.

Segundo o que está predito para os conceitos de termorregulação, as espécies que são conformadoras térmicas poderiam ser prejudicadas pelas altas temperaturas no ambiente (Corbet & May, 2008) e as espécies heliotérmicas seriam favorecidas, o que afetaria diretamente a composição de espécies.

A composição de espécies das áreas florestadas (sem influência de pastagens) foi claramente diferente da composição das áreas com matriz de pastagens. Vários estudos mostram que a intensidade do uso do solo nas proximidades de ambientes aquáticos pode alterar a estrutura do canal dos córregos, afetando a qualidade da água em termos químicos e físicos, influenciando a distribuição da biota aquática (Buss et al., 2002; Vandermeer & Perfecto, 2007; Ward et al., 2002). A presença restrita de algumas espécies em sítios florestados ou em sítios com pastagem pode estar relacionada ao comportamento do adulto, de defesa de território e escolha do sítio de oviposição.

De acordo com Córdoba-Aguilar (2008) a seleção de sítio de oviposição dita o tipo de ambiente e substrato que a larva irá viver e atua como filtro biológico sobre a composição das larvas de Odonata. Esta seleção dos sítios é influenciada por propriedades reflectivas da água, dimensões físicas do corpo d'água e presença de vegetação emergente.

Neste sentido, considerando-se que ambientes com uso por pastagem apresentam predominância de sedimentos soterrando os folhiços, e maior presença de vegetação aquática, acredita-se que as espécies citadas nos parágrafos anteriores possam apresentar comportamentos diferentes de defesa de território e, sobretudo, escolha do sítio de oviposição.

Fêmeas da maioria das espécies gastam maior parte do tempo longe dos corpos d'água para forragear e evitar a abordagem dos adultos, o que gera grande mortalidade. Assim, o determinante primário da fecundidade é o número de vezes que a fêmea consegue retornar ao ponto de oviposição (Cordoba-Aguilar, 2008).

A limitação de alimento para as fêmeas pode desempenhar um papel importante na limitação da abundância das populações. Após a emergência, Odonata adultos têm baixos estoques de energia e tendem a perder peso nos primeiros dias. A amplitude da vegetação ripária e conseqüentemente disponibilidade de presas, pode influenciar na vida de algumas espécies. Estas exigências ambientais das fêmeas vão de encontro aos problemas anteriormente relatados do uso do solo por pastagem além da vegetação marginal (Corbet, 1999).

Alguns trabalhos têm mostrado que *Argia tinctipennis* é associada a ambientes preservados. Batista (2006), testando a importância da largura dos riachos como preditor da distribuição longitudinal dos Odonata, mostrou que *A. tinctipennis* é correlacionada a córregos com alta integridade ambiental e de canais mais estreitos. Batista (2010), comparando ambientes alterados e conservados, encontrou *Mnesarete guttifera* apenas em ambientes conservados, e registrou aproximadamente o dobro de indivíduos de *Acanthagrion apicale* e *Acanthagrion ascendens* em ambientes alterados.

Conclusões

O uso da terra por pastagem além da vegetação ribeirinha altera a estrutura das matas de galeria e dos canais dos riachos, gerando como consequência a abertura do dossel e o soterramento de substratos. Essas alterações afetaram a composição de espécies de Zygoptera e evidenciaram que as matrizes de pastagem são elementos causadores de perda de integridade biótica da mata de galeria e diminuição do número de espécies.

Algumas espécies se mostraram mais sensíveis ocorrendo apenas em ambientes preservados e/ou com maior abertura de dossel, enquanto, outras mais tolerantes foram beneficiadas pelos ambientes mais abertos.

Conclusão geral

Este trabalho mostrou que o olhar para o ambiente deve partir de uma escala de paisagem, passando pelas menores escalas, fatores locais, para no final entender como as assembleias de Zygoptera se relacionam com o ambiente.

Sugerimos que trabalhos que comparam a fauna de ambientes aquáticos e matas de galeria, levem em conta a conformação do mosaico da paisagem e não só a visão local. Neste panorama, o pesquisador em um delineamento amostral para córregos de cabeceira, deverá considerar que serras podem potencialmente isolar a fauna e afetar os resultados de uma pesquisa e que não basta apenas a mata ciliar presente para afirmar que o sítio amostral é conservado, é preciso a análise prévia do entorno.

Este trabalho reforça ainda a importância de Odonata como grupo bioindicador. Exclui o conceito de que Zygoptera como um todo é indicador de riachos e matas conservadas em contraposição aos Anisoptera tidos como típicos de áreas impactadas e sobretudo contribui para a consolidação da Teoria da Integridade Biótica (Karr et al. 1986).

Apêndice

Apêndice 1. Caracterização dos sítios e georreferenciamento dos Córregos da Serra Azul e Taquaral, Barra do Garças, MT, 2013.



Córrego Areia - CRAR (15°45'03.90"S 52°15'59.64"O). Fundo de Areia com banco de folhiços de remanso e raízes de buriti, margem 20 metros de largura, impactado por pecuária, sinais de entrada de gado e corte de madeira.



Córrego Fogaça 2 - CRFG2. (15°46'09.77"S e 52° 09'31.03"O). O mais impactado dos sítios de coleta. Faixa de mata ciliar de variando entre 5-15 metros. Assoreamento evidente, baixa profundidade em função do aporte de solo. Árvores caídas.



Córrego Fundo 1 – CRFU1 (15°50'13.13"S 52°17'38.45"O). Fundo arenoso com alguns fragmentos de rocha e folhiços de corredeira.



Córrego Fundo 2 – CRFU2 (15°47'32.90"S 52°17'00.39"O) Área marginal em regeneração. Mata ciliar de aproximadamente 50 metros, evidências de alto carregamento de sedimentos para o ponto de coleta. Pioneiras presentes em grande número.



Córrego Fundo 4 – CRFU4 (15°47'57.05"S 52°17'04.17"O). Córrego com mata ciliar de 20 metros. Fundo com predominância de areia e folhas. Apresenta entrada para gado, córrego com muitas pioneiras.



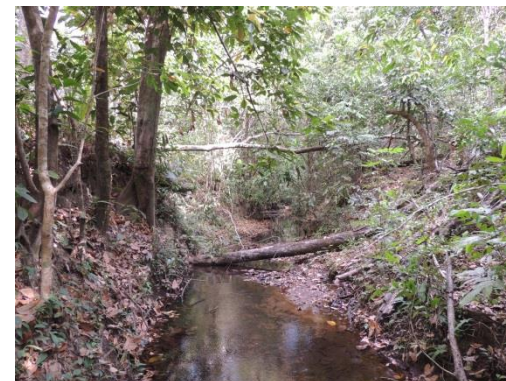
Córrego Fundo 5 – CRFU5 (15°50'33.60"S e 52°18'25.20"O). O córrego passa por entre duas elevações de terreno (furna), além destas elevações há pastagens, e sua margens apesar de apresentarem mata de galeria preservada possui sinais de erosão e evidencias de carregamento das áreas adjacentes à mata de galeria



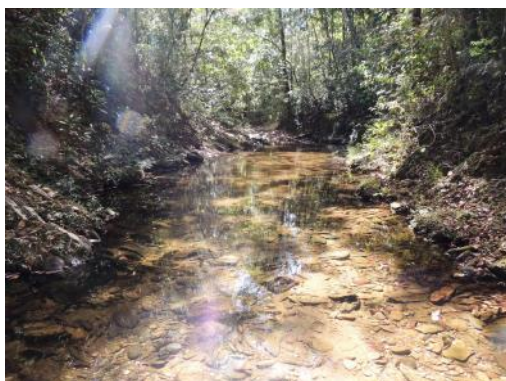
Córrego Grande 3 - CRGD3 (15°39'29.70"S e 52°25'24.40"O). Fragmentos de rocha polidos e arredondados, mata alta e grande entrada de luz.



Córrego Ínsula 2 – CRIN2 (15°46'16.20"S e 52°12'13.53"O) neste ponto já recebeu tributários de 1ª ordem. Vegetação marginal emaranhada de cipós e arbustos. Quebras frequentes da mata com presença de pastagem. Substrato de areia, cascalho e bancos de folhiço.



Córrego Ínsula 3 – CRIN3 (15°46'49.90"S e 52°12'05.06"O). Dossel fechado, grandes bancos de folhiço de remanso. Mata totalmente conservada. Rico em dispositivos de retenção.



Córrego Taquaral 2 - CRTQ2 (15°41'53.90"S 52°20'04.00"O) CRTQ1 drena para CRTQ2, fragmentos de rocha polidos e arredondados, mata alta e grande entrada de luz.



Córrego Taquaral 3 – CRTQ3(15°42'33.70"S e 52°19'59.60"O). Dossel fechado, grandes bancos de folhiço de remanso. Mata totalmente conservada.



Córrego Água Quente - CRAQ (15°52'30.47"S e 52°13'12.72"O). Desce da Serra Azul e passa pela zona urbana da cidade, impacto presente em ambos lados por pecuária, sinais de entrada de gado.



Córrego Avoadeira – CRAVO (15°50'11.38"S e 52°14'15.66"O)
corre no platô da Serra Azul, Mata ciliar alta e conservada, fundo de cascalho, areia, fragmentos de rocha e bancos de folhiço



Córrego Fundo II – CRF2 (15°51'20.59"S e 52°12'30.98"O)
Cerrado rupestre muito próximo da mata ciliar, substrato predominantemente rochoso. Presença de folhiços e areia em pontos esporádicos. Mata conservada.



Córrego dos Índios 1 – CRIND1 (15°42'02.69"S e 52°36'47.67"O)
Cerrado rupestre muito próximo da mata ciliar, substrato predominantemente rochoso. Presença de folhiços e areia em pontos esporádicos. Mata conservada.



Córrego dos Índios 3 – CRIND3 (15°41'59.90"S e 52°36'10.75"O).
Corre por afloramentos de rocha durante boa parte do ponto de coleta, vegetação marginal de porte maior que CRIND2. Presença de folhiços e areia em pontos esporádicos. Mata conservada.



Pitomba 1 - CRPIIA (15°48'32.74"S 52° 09'58.66"O).
Totalmente conservado em suas margens e continuidade de floresta. Grandes bancos de folhiço e barranco alto com escavações naturais.

Apêndice 2. Variáveis ambientais dos 18 sítios de coleta amostrados nos córregos das Serras Azul e do Taquaral, Barra do Garças, MT, Brasil, 2013. CRAR – Córrego Areia, CRFG2 – Córrego Fogaça, CRFU – Córrego Fundo, CRGD – Córrego Grande, CRIN – Córrego Ínsula, CRTQ – Córrego Taquaral, CRAQ – Córrego Água Quente, CRAVO – Córrego Avoadeira, CRF2 – Córrego Fundo II, CRIND – Córrego dos Índios, CROF – Córrego Ouro Fino, CRPI – Córrego Pitomba, CRPX – Córrego Peixinho; Dossel – abertura de dossel, P - matriz de pastagens e F - área florestada.

Ponto	Local	IIH	Dossel	Matriz	Ponto	Local	IIH	Dossel	Pastagens
1	CRAR	0,55	133,96	P	10	CRTQ2	0,98	104,55	F
2	CRFG2	0,47	119,63	P	11	CRTQ3	0,92	60,31	F
3	CRFU1	0,77	100,31	P	12	CRGD3	0,89	100,07	F
4	CRFU2	0,74	98,50	P	13	CRAVO	0,86	49,45	F
5	CRFU4	0,62	98,36	P	14	CRAVO2	0,79	74,65	F
6	CRFU5	0,75	81,92	P	15	CRF2	0,88	57,40	F
7	CRIN2	0,7	130,65	P	16	CRIND1	0,9	87,304	F
8	CRAQ	0,72	108,45	P	17	CRIND3	0,98	57,77	F
9	CRIN3	0,93	74,27	F	18	CRPI1	0,81	49,96	F

Apêndice 3. Abundância de Zygoptera, amostrados em córregos em matrizes de pastagens e florestadas, Barra do Garças, MT, Brasil, 2013.

	Não uso	Uso	Total
Coenagrionidae	231	154	385
<i>Acanthagrion</i>	7	40	47
<i>Acanthagrion apicale</i> (Selys, 1876)	5	28	33
<i>Acanthagrion ascendens</i> (Calvert, 1909)	0	12	12
<i>Acanthagrion gracile</i> (Rambur, 1842)	2	0	2
<i>Argia</i>	218	111	329
<i>Argia cf. elíptica</i>	4	0	4
<i>Argia cf. subapicalis</i> Calvert, 1909	2	0	2
<i>Argia mollis</i> (Hagen in Selys, 1865)	10	5	15
<i>Argia reclusa</i> (Selys, 1865)	28	90	118
<i>Argia smithiana</i> (Calvert, 1909)	3	0	3
<i>Argia</i> sp.3	4	0	4
<i>Argia</i> sp.7	0	2	2
<i>Argia tinctipennis</i> (Selys, 1865)	167	14	181
<i>Metaleptobasis</i>	0	1	1
<i>Metaleptobasis selysi</i> Santos, 1956	0	1	1
<i>Oxyagrion</i>	6	2	8
<i>Oxyagrion chapadense</i> (Costa, 1978)	4	2	6
<i>Oxyagrion sulmatogrossense</i> Costa et al. 2000	2	0	2
Calopterygidae	62	43	105
<i>Hetaerina</i>	33	43	76
<i>Hetaerina curvicauda</i> Garrison, 1990	0	6	6
<i>Hetaerina rosea</i> Selys 1853	20	37	57
<i>Hetaerina</i> sp.1	11	0	11
<i>Hetaerina</i> sp. 2	2	0	2
<i>Mnesarete</i>	29	0	29
<i>Mnesarete cuprea</i> (Selys, 1853)	1	0	1
<i>Mnesarete guttifera</i> (Selys, 1873)	28	0	28
Protoneuridae	10	10	20
<i>Epipleoneura</i>	6	6	12
<i>Epipleoneura metallica</i> Rácenis, 1955	5	6	11
<i>Epipleoneura</i> sp. 1	1	0	1
<i>Neoneura</i>	0	1	1
<i>Neoneura sylvatica</i> (Hagen in Selys, 1886)	0	1	1
<i>Protoneura</i>	4	3	7
<i>Protoneura tenuis</i> Selys, 1860	4	3	7
Polithoryidae	1	0	1
<i>Chalcopterix rutilans</i> (Rambur, 1842)	1	0	1
Dicteriadidae	2	1	3
<i>Heliocharis amazona</i> Selys, 1853	2	1	3
Perilestidae	1	0	1
<i>Perilestes solutos</i> Williamson, 1924	1	0	1
Total de indivíduos	307	208	515
Nº de taxa	24	14	27

Apêndice 4. Medidas de correlação entre as variáveis ambientais e os dois primeiros eixos da PCA, *mostra o eixo significativo Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil, 2013.

Variável	Loadings	
	Eixo 1*	Eixo 2
Largura da mata ciliar	-0.87	-0.041
Estado de preservação da Mata Ciliar	-0.808	-0.207
Estado da mata ciliar dentro da faixa de 10 m	-0.621	-0.681
Dispositivos de retenção	-0.899	-0.029
Sedimentos no canal	-0.599	0.54
Estrutura do barranco do rio	-0.772	0.114
Escavações sob o barranco	-0.298	-0.807
Leito do rio	-0.831	0.225
Áreas de correntezas, alagadiços ou meandros	-0.795	0.204
Vegetação aquática no leito	-0.866	0.184
Detritos	-0.783	-0.155
Abertura do dossel	0.717	-0.13
Auto valores	6.846	1.633
Broken stick	3.103	2.103

Apêndice 5. Loadings dos eixos da Análise de Correspondência Canônica Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil, 2013.

Variável	Loadings	
	Eixo 1*	Eixo 2
Largura da Mata Ciliar	-0.9072272	-0.21408556
Estado da Mata Ciliar além da faixa de 10m	-0.4405316	0.29666403
Áreas de corredeiras	-0.4495170	-0.78329962
Detritos	-0.6997769	-0.22318409
Abertura de dossel	0.8229380	0.04457144

Referências Bibliográficas

- Allan, J. D., Erickson, D. L., & J. Fay. (1997). The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. *Freshwater Biology*, 37, 149–161.
- Allan, J. D., & Flecker, A. S. (1989). The mating biology of a mass-swarming mayfly. *Animal Behavior*, 37, 361–371.
- Ayres-Peres, L., Sokolowicz, C., & Santos, S. (2006). Diversity and abundance of the benthic macrofauna in lotic environments from the central region of Rio Grande do Sul State , Brazil. *Biota Neotropica*, 6, 1–14.
- Batista, J. D. (2006). *Distribuição longitudinal de adultos de Odonata em riachos no Cerrado: uma hipótese ecofisiológica*. Universidade Federal de Viçosa.
- Batista, J. D. (2010). *Sazonalidade, Impacto Ambiental e o Padrão de diversidade Beta de Odonata em Riachos Tropicais no Brasil Central*. Universidade Federal de Viçosa.
- Begossi, A. (1998). Property rights for fisheries at different scales: applications for conservation in Brazil. *Fisheries Research*, 34, 269–278. doi:10.1016/S0165-7836(97)00085-4
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual review of entomology*, 51, 495–523. doi:10.1146/annurev.ento.51.110104.151124
- Bond, E. M., & Chase, J. M. (2002). Biodiversity and ecosystem functioning at local and regional spatial scales. *Ecology Letters*, 5, 467–470. doi:10.1046/j.1461-0248.2002.00350.x
- Borror, D. J., De Long, M., & Ripplhorn, C. A. (1981). *An Introduction to the Study of Insects*. (p. 871). Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Brasil, L. S., Shimano, Y., Batista, J. D., & Cabette, H. S. R. (2013). Effects of environmental factors on community structure of Leptophlebiidae (Insecta , Ephemeroptera) in Cerrado streams , Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 103, 260–265.
- Buss, D. F., Baptista, F., Silveira, M. P., Nessimian, J. L., & Dorvillé, F. M. (2002). Influence of water chemistry and environmental degradation on

- macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. *Hydrobiologia*, 481, 125–136.
- Carvalho, A. L., Pinto, A. P., & Ferreira, N. (2009). *Castoraeschna corbeti* sp. nov. from Floresta Nacional de Carajás, Pará state, Brazil (Odonata: Aeshnidae). *International Journal of Odonatology*, 12, 337–346.
- Carvalho, F. G. D., & Pinto, N. S. (2013). Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 25, 10–18. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/13887890.2008.9748320>
- Carvalho, F. M. V., De Marco, P., & Ferreira, L. G. (2009). The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. *Biological Conservation*, 142, 1392–1403. doi:10.1016/j.biocon.2009.01.031
- Castro, H. B. de, Brasil, L. S., Bruno, M., Valadão, X., França, N., Oliveira, S. L., & Melo, C. E. (2013). Quantificação e qualificação das alterações em Áreas de Preservação Permanente de um trecho do Rio das Mortes , Material e Métodos. *Biotemas*, 26, 83–90.
- Chase, J. D. (2005). Towards a really unified theory for metacommunities. *Functional Ecology*, 19, 182–186. doi:10.1111/j.0269-8463.2005.00937.x
- Conrad, K. F., Willson, K. H., Whitfield, K., Harvey, I. F., Thomas, C. J., & Sherratt, T. N. (2002). Characteristics of dispersing *Ischnura elegans* and *Coenagrion puella* (Odonata): age , sex , size , morph and ectoparasitism. *Ecography*, 25, 439–445.
- Corbet, P. S. (1980). Biology of Odonata. *A. Rev. Ent.*, 25, 189–227. doi:10.1146/annurev.en.25.010180.001201
- Corbet, P. S. (1999). *Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata* (p. 829). New York: Cornell University Press.
- Corbet, P. S., & May, M. L. (2008). Fliers and perchers among Odonata : dichotomy or multidimensional continuum ? A provisional reappraisal The flier / percher template, 11, 155–171. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/13887890.2008.9748320>
- Death, R. G., & Collier, K. J. (2009). Measuring stream macroinvertebrate responses to gradients of vegetation cover: when is enough enough? *Freshwater Biology*, 55, 1447–1464. doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02233.x

- Death, R. G., & Zimmermann, E. M. (2005). Interaction between disturbance and primary productivity in determining stream invertebrate diversity. *Oikos*, 2, 392–402.
- FEMA. (2000). Diagnóstico Ambiental - Parque Estadual da Serra Azul. *Fundação Nacional do Meio Ambiente - Mato Grosso*, 174.
- Ferreira-Peruquetti, P. S., & De Marco, P., J. (2002). Efeito da alteração ambiental sobre a comunidade de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19, 317–327.
- Forman, R. T. T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Galdean, N., Callisto, M., & Barbosa, F. a. (2001). Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra do Cipó (MG, Brazil). *Brazilian journal of biology*, 61, 239–48.
- Garrison R.W, von Ellenrieder N, L. J. A. (2010). *Damselfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Zygoptera* (p. 490). Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Gibbons, L. K., Reed, J. M., & Chew, F. S. (2002). Habitat requirements and local persistence of three damselfly species (Odonata : Coenagrionidae). *Journal of Insect Conservation*, 6, 47–55.
- Gómez-Anaya, J. A., Novelo-Gutiérrez, R., & Campbell, W. B. (2011). Diversity and distribution of Odonata (Insecta) larvae along an altitudinal gradient in Coalcomán mountains, Michoacán, Mexico, 59, 1559–1577.
- Hardersen, S. (2000). The role of behavioural ecology of damselfies in the use of fluctuating asymmetry as a bioindicator of water pollution. *Ecological entomological*, 25, 45–53.
- Hawking, J. H., & New, T. R. (2003). Interpreting dragonfly diversity to aid in conservation assessment : lessons from the Odonata assemblage at Middle Creek , north-eastern Victoria. *Journal of Insect Conservation*, 6, 171–178.
- Hayes, F. E., & Sewlal, J.-A. N. (2004). The Amazon River as a dispersal barrier to passerine birds: effects of river width, habitat and taxonomy. *Journal of Biogeography*, 31, 1809–1818. doi:10.1111/j.1365-2699.2004.01139.x
- Heino, J., Muotka, T., & Paavola, R. (2003). Determinants of macroinvertebrate diversity in headwater streams : regional and local influences, 425–434.

- Johnson, R. K., Wiederholm, T., & Rosenberg, D. M. (1993). *Freshwater biomonitoring using individual organisms, population, and species assemblages of benthic macroinvertebrates* (p. 488). London: Chapman & Hall.
- Juen, L. (2006). *Distribuição das espécies de Odonata e o padrão de Diversidade Beta encontrado entre riachos na Amazônia Central*. Universidade Federal de Viçosa.
- Juen, L., & De Marco, P. (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*, 4, 265–274. doi:10.1111/j.1752-4598.2010.00130.x
- Kalkman, V. J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K.-D. B., Orr, A. G., Paulson, D. R., & Tol, J. (2007). Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 351–363. doi:10.1007/s10750-007-9029-x
- Karr, J. R., Kurt, D. F., Paul, L. A., Philip, R. Y., & Isaac, J. S. (1986). Assessing biological integrity in running waters a method and its rationale. *Illinois Natural History Survey*, 5, 1–31.
- Killeen, T. J., & Solórzano, L. a. (2008). Conservation strategies to mitigate impacts from climate change in Amazonia. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 363, 1881–1888. doi:10.1098/rstb.2007.0018
- Kodandaramaiah, U. (2010). Use of dispersal – vicariance analysis in biogeography – a critique. *Journal of Biogeography*, 37, 3–11. doi:10.1111/j.1365-2699.2009.02221.x
- Legendre, P., & Legendre, L. (1998). *Numerical ecology*. Amsterdam: Elsevier.
- Lencioni, F. A. A. (2005). *Damselflies of Brazil—An illustrated identification guide - 1 - Non-Coenagrionidae families*. (p. 316). São Paulo: All Print Editora.
- Lencioni, F. A. A. (2006). *Damselflies of Brazil, an illustrated identification guide II: Coenagrionidae families*. (p. 419). São Paulo: All Print Editora.
- Machado, A. B. M. (2004). Studies on neotropical Protoneuridae. 15. *Amazoneura* gen. nov. with description of *A. juruaensis* sp. nov. (Odonata, Zygoptera). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21, 333–336.
- May, M. L. (1976). Energy metabolism of dragonflies (Odonata: Anisoptera) at rest and during endothermic warm-up. *Journal of Experimental Biology*, 83, 79–94.

- May, M. L. (1991). Termal adaptation of dragonflies, revisited. *Advances in Odonatology*, 5, 71–88.
- May, M. L. (2009). Thermoregulation and Adaptation to Temperature in Dragonflies (Odonata : Anisoptera). *Ecological Society of America*, 46, 1–32.
- Mayr, E. (1942). *Systematics and the origin of species from the viewpoint of a zoologist* (p. 334). New York: Columbia Univ. Press.
- McCune, B., & J.B. Grace. (2002). *Analysis of Ecological Communities*. Gleneden Beach: MjM Software Design.
- McCune, B., & Mefford, M. J. (2006). *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.15 Gleneden Beach, OR:MjM Software*.
- Monteiro-Júnior, C. S., Couceiro, S. R. M., Hamada, N., & Juen, L. (2013). Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal of Odonatology*, 16, 135–144. doi:10.1080/13887890.2013.764798
- Nekola, J. C., White, P. S., Carolina, N., & Hill, C. (1999). The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography*, 26, 867–878.
- Nessimian, J. L., Venticinque, E. M., Zuanon, J., Marco, P., Gordo, M., Fidelis, L., Batista, J. D., et al. (2008). Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia*, 614, 117–131. doi:10.1007/s10750-008-9441-x
- Nogueira, D. S., Cabette, H. S. R., & Juen, L. (2011). Estrutura e composição da comunidade de Trichoptera (Insecta) de rios e áreas alagadas da bacia do rio Suiá-Miçú, Mato Grosso, Brasil. *Iheringia*, 101, 173–180.
- Novelo-Gutiérrez, R., & Gómez-Anaya, J. A. (2008). A comparative study of Odonata (Insecta) assemblages along an altitudinal gradient in the sierra de Coalcomán Mountains, Michoacán, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 18, 679–698. doi:10.1007/s10531-008-9533-y
- Oliveira Junior, J. M. B., Cabette, H. S. R., Silva Pinto, N., & Juen, L. (2013). As Variações na Comunidade de Odonata (Insecta) em Córregos Podem ser Preditas pelo Paradoxo do Plâncton? Explicando a Riqueza de Espécies Pela Variabilidade Ambiental. *EntomoBrasilis*, 6(1), 01–08. doi:10.12741/ebrasilis.v6i1.250

- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrobiol. Earth Syst. Sci.*, *11*, 1633–1644.
- Quinn, P. & Keough, M. J. (2002). *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ronquist, F. (1997). Dispersal-Vicariance Analysis: A New Approach to the Quantification of Historical Biogeography. *Systematic Biology*, *46*, 195–203. doi:10.2307/2413643
- Ryszkowski, L. (2002). *Landscape Ecology in Agroecosystems Management*. Florida: CRC Press.
- Samways, M. J. (1989). Insect conservation and the disturbance landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *27*(1-4), 183–194. doi:10.1016/0167-8809(89)90084-4
- Sanderson, J., Harris, L. D., & Bogaert, J. (2000). *Landscape ecology - A top down approach*. *Biotheoretica* (p. 272). Florida: CRC Press.
- Shimano, Y., Salles, F. F., Faria, L. R. R., Cabette, H. S. R., & Nogueira, D. S. (2012). Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso , Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, *102*, 187–196.
- Smouse, P. E., Long, J. C., & Sokal, R. R. (1986). Multiple regression and correlation extensions of the Mantel test of matrix correspondence. *Systematic Zoology*, *35*, 627–632.
- Souza, H. M. D. L., Cabette, H. S. R., & Juen, L. (2011). Baetidae (Insecta , Ephemeroptera) em córregos do cerrado matogrossense sob diferentes níveis de preservação ambiental, *101*(3), 181–190.
- Sponseller, R. A., Benfield, H. M., & Valett, E. F. (2001). Relationships between land use, spatial scale and stream macroinvertebrate communities. *Freshwater Biology*, *46*, 1409–1424. doi:/10.1046/j.1365-2427.2001.00758.x/full
- Statzner, R. B., & Higler, B. (1986). Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biology*, *16*, 127–139.
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions American Geophysical Union*, *38*, 913–920.
- Switzer, P. V. (1997). Factors affecting site fidelity in a territorial animal , *Perithemis tenera*. *Anim. Behav.*, *53*, 865–877.

- Thompson, D. J., & Watts, P. C. (2006). The structure of the *Coenagrion mercuriale* populations in the New Forest, southern England. *International Symposium of Odonatology*, 1, 239–258.
- Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice* (p. 516). New York: Springer-Verlag.
- Van-Strien, M. J., Keller, D., & Holderegger, R. (2012). A new analytical approach to landscape genetic modelling: least-cost transect analysis and linear mixed models. *Molecular ecology*, 21, 4010–23. doi:10.1111/j.1365-294X.2012.05687.x
- Vandermeer, J., & Perfecto, I. (2007). The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology*, 21, 274–277. doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00582.x
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushman, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 130–137.
- Wallace, J. B., & Webster, J. R. (1996). The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annual review of entomology*, 41, 115–39. doi:10.1146/annurev.en.41.010196.000555
- Ward, J. V., Tockner, K., Arscott, D. B., & Claret, C. (2002). Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology*, 47, 517–539.
- Watts, P. C., Rousset, F., Saccheri, I. J., Leblois, R., Kemp, S. J., & Thompson, D. J. (2007). Compatible genetic and ecological estimates of dispersal rates in insect (*Coenagrion mercuriale*: Odonata: Zygoptera) populations: analysis of “neighbourhood size” using a more precise estimator. *Molecular ecology*, 16, 737–51. doi:10.1111/j.1365-294X.2006.03184.x
- Watts, P. C., Saccheri, I. J., Kemp, S. J., & Thompson, D. J. (2006). Population structure and the impact of regional and local habitat isolation upon levels of genetic diversity of the endangered damselfly *Coenagrion mercuriale* (Odonata: Zygoptera). *Freshwater Biology*, 51, 193–205. doi:10.1111/j.1365-2427.2005.01478.x
- Wilson, J. B., & King, W. M. (1995). Human-mediated vegetation switches as processes in landscape ecology. *Landscape Ecology*, 10, 191–196.