



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

**RAÚL ENRIQUE PIRELA PÉREZ**

**LIBÉLULAS (INSECTA) COMO INDICADORES DA QUALIDADE DO HABITAT  
DE RIACHOS DE LAVRADO EM RORAIMA, BRASIL**

**BOA VISTA, RR**  
**2018**

RAÚL ENRIQUE PIRELA PÉREZ

**LIBÉLULAS (INSECTA) COMO INDICADORES DA QUALIDADE DO HABITAT  
DE RIACHOS DE LAVRADO EM RORAIMA, BRASIL**

Dissertação de pesquisa apresentada  
como requisito para a obtenção de título  
de mestre em Recursos Naturais da  
Universidade Federal de Roraima.

Área de concentração: Manejo de Bacias  
Hidrográficas.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Boldrini.  
Coorientador: Prof. Dr. Leandro Juen

BOA VISTA, RR  
2018

RAÚL ENRIQUE PIRELA PÉREZ

LIBÉLULAS (INSECTA) COMO INDICADORES DA QUALIDADE DO HÁBITAT  
DE RIACHOS DE LAVRADO, EM RORAIMA, BRASIL

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais PRONAT para a obtenção do grau de Mestre Em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Roraima. Área de Concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas. Defendida em 20 de agosto de 2018.

---

Prof. Dr. Whaldener Endo  
Membro-Universidade Federal de  
Roraima

---

Prof. Dra. Vânia Graciele Lezan  
Kowalczyk  
Membro-Universidade Federal de  
Roraima

---

Profa. Dra. Tatiane Marie Martins Gomes de Castro  
Membro-Universidade Estadual de Roraima

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro instante agradeço ao programa de bolsas da OEA e ao grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) por permitir ser beneficiário do programa de Bolsas de Mestrado no Brasil.

Agradeço ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, processo: 407623/ 2013-2 e 401784/ 2016-9).

Agradeço ao Professor Rafael Boldrini por me orientar na minha pesquisa dentro do Laboratório de Entomologia do CBio e aos estudantes de graduação do Labent. Também ao meu coorientador Professor Leandro Juen pelo apoio recebido durante meu estágio em Belém do Pará e à sua equipe de estudantes de mestrado e doutorado do Laboratório de Ecologia e Conservação: Gilberto Nicácio Batista, Fernando Carvalho, Naiara Torres.

Agradeço a minha mãe Sonia de Pirela e meus irmãos: Daniel Pirela, Yanira Chirino, Luis Pirela e José Pirela por fazer todo o possível para eu contar com os recursos para viajar até Roraima, Brasil. A meu pai Luis E. Pirela, quem em vida me apoiou para minha formação profissional.

Agradeço aos meus companheiros de Faculdade, quem foram minha família aqui em Roraima: Emely Trajano, Carlos Canché, Herliana Flores, Miguel Maffei, Jennifer Mojica.

## RESUMO

As atividades humanas podem produzir mudanças sobre grandes áreas de paisagem, afetando os ciclos hidrológicos e degradando o habitat, o que se traduz numa homogeneização do habitat. Os bioindicadores podem ser usados para avaliar mudanças na integridade biológica, alterando na sua composição e incidência sobre os ecossistemas aquáticos perturbados. Este trabalho visa avaliar a integridade ambiental dos riachos de Lavrado em Roraima, através das odonatas, pelo qual se estabelecem a seguinte hipótese: a riqueza e abundância de Odonata (anisópteros, zigópteros) estão associadas positivamente com o melhor grau de qualidade ambiental dos riachos por causa da sua capacidade termorreguladora, capacidade de dispersão e especialização. Foram amostrados 10 riachos do Lavrado de Roraima, buscando a maior variação existente entre as savanas da região, nos meses de outubro, novembro, dezembro de 2017 e março de 2018, coincidindo com a época seca. Para cada um deles foi calculado o Índice de Integridade do Hábitat (IIH), além disso, determinou-se a riqueza de odonatas adultos e a fisi química e vazão dos riachos. Em áreas de Lavrado não houve relação do Índice de Integridade de Hábitat com a riqueza de Odonata. No entanto, alguns agrupamentos de determinadas espécies ocorreram em locais com os valores intermediários de integridade próximos a 0.5, acreditamos que é necessária uma adaptação do índice, para que possam inserir variáveis capazes de determinar os graus de perturbação dos ecossistemas ripários de savana. Houve relação negativa entre a riqueza de Zygoptera e a variável ambiental temperatura da água nos riachos. Essa resposta em Zygoptera é explicada uma vez que são espécies que têm uma menor capacidade de dispersão devido a seu pequeno tamanho, sendo organismos especialistas.

Palavras-chave: Anisoptera. Zygoptera. Riachos. Índice de Integridade de Habitat. Bioindicadores.

## ABSTRACT

Human activities can cause great changes in the Landscape, affecting hydrological cycles and causing habitat degradation, which results in habitat homogenization. Bioindicator species can be used to assess change in ecosystems biological integrity, as they vary their composition and incidence on disturbed aquatic ecosystems. This study aims to evaluate the environmental integrity of Lavrado streams in Roraima using Odonates, in which we stipulated the following hypothesis: Odonata (Anisoptera and Zygoptera) richness and abundance are positively associated with the best rate of environmental stream quality because of their thermoregulatory capacity, their capacity of dispersal and habitat specialization. We sampled 10 Lavrado Streams in Roraima, Brazil, searching for the biggest variation across the savannahs of the region, in the months of October, November, and December of 2017, and March of 2018, the dry season. For each stream, we calculated the Habitat Integrity Index (HII), and we also determined adult Odonata richness, physicochemical variables, and the streamflow. In Lavrado areas there was no relation between the HII and Odonata richness. However, some species were nested in areas with intermediate values of integrity close to 0.5, and we believe that it is necessary to adapt the index, by including variables that can determinate the rate of disturbance of riparian savannah ecosystems. Zygoptera richness and stream's environmental temperature were related negatively. This response in Zygoptera is explained by the fact that they are species with a low capacity of dispersal due to their small size, and therefore are specialists.

Keywords: Odonata. Lavrado. Streams. Habitat Integrity Index. Bioindicators.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização dos Riachos de Lavrado neste estudo, o estado de Roraima Brasil) .....	15
Figura 2 - Riacho Água Boa.....	16
Figura 3 - Riacho Água Boa 2.....	16
Figura 4 - Riacho Aruanã.....	17
Figura 5 - Riacho Do Sal.....	18
Figura 6 - Desenho amostral para coleta de Odonata adultos.....	20
Figura 7 - Equação para calcular o índice de integridade de Hábitat.....	22
Figura 9 - Riqueza de Zygoptera observada (Mau Tau) e riqueza estimada pelo procedimento de Jackknife 1 nos riachos de savana em Roraima. As barras representam o intervalo de confiança de 5%.....	26
Figura 10 - Análise de Coordenadas Principais PCoA das espécies de Odonatas baseados no valor do IIH, nos riachos de Lavrados em Roraima.....	28
Figura 11 - Densidade de espécies de Zygoptera e Anisoptera amostrados no estado de Roraima, agrupados segundo o valor do IIH.....	28
Figura 12 - Variação ambiental dos riachos de Lavrado em Roraima a partir da Análise de Componentes Principais PCA.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de indivíduos de cada espécie de Odonata coletados nos sistemas lóticos de Roraima.....	25
Tabela 2 - Média das variáveis ambientais registradas em 10 riachos de Lavrado em Roraima.....	27
Tabela 3 - Correlação entre variáveis ambientais e autovalores dos 10 Riachos de Lavrado em Roraima. Qualquer valor acima de 0.7 é considerada como uma relação alta.....	29
Tabela 4 - Regressão múltipla entre a riqueza de Zygoptera e as variáveis ambientais. A tabela mostra a variável temperatura da água como a única variável significativa nessa relação múltipla.....	30



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	14
<b>3.1.1</b>	<b>Descrição dos riachos amostrados:.....</b>	<b>16</b>
3.2	CAPTURA DE ODONATA ADULTOS.....	19
3.3	CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DOS RIACHOS.....	20
3.4	AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE DO HÁBITAT.....	21
3.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
4.1	RESULTADOS.....	24
<b>4.1.1</b>	<b>Descrição Da Comunidade De Odonata.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Caraterísticas Gerais dos Riachos de Lavrado.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Composição De Espécies.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Relação da Riqueza com a Qualidade Ambiental dos Riachos de Lavrado.....</b>	<b>30</b>
4.2	DISCUSSÃO.....	30
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
	REFERÊNCIAS.....	35

## 1 INTRODUCAO

O rápido crescimento da população humana tem provocado grandes alterações da paisagem (STODDARD et al., 2006), resultando na modificação da vegetação ripária, causado principalmente pelos desmatamentos e ao indiscriminado uso da terra, afetando a integridade do hábitat e a conservação da biodiversidade (ALAN; CASTILLO, 2007).

Nos ecossistemas lóticos, o desmatamento da vegetação ripária, aumenta a incidência de luz solar, elevando a temperatura do ar e da água, que modifica o sistema de entrada de energia que em geral é alóctone (provenientes de folhas, galhos e frutos da vegetação marginal) para um sistema autóctone (MAYNOU, 2009). Essas mudanças provocam profundas modificações na comunidade de macroinvertebrados (BENSTEAD; PRINGLE 2004; DUDGEON, 2006).

Os macroinvertebrados bentônicos são especialistas em determinados tipos de micro habitats e das condições ambientais, e por este motivo, são muito sensíveis às alterações ambientais, geralmente diminuindo sua abundância, riqueza média de espécies ou até mesmo com a extinção local das espécies mais sensíveis (DUDGEON, 2006; LEUNDA et al., 2009; MIGUEL et al., 2017). Essas mudanças em geral estão ligadas a diminuição da integridade biótica, já que muitos deles só ocorrem em ambientes bem preservados ou em determinados habitats específicos (CARVALHO et al., 2013; JUEN; HAMADA, 2014; JUEN et al., 2014; MONTEIRO-JUNIOR; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015).

Dentre os macroinvertebrados usados como bioindicadores, a ordem Odonata tem sido uma boa ferramenta de monitoramento ambiental (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2015; MIGUEL et al., 2017). A composição, riqueza e distribuição tanto de larvas como adultos, são influenciadas pelo grau de preservação do ambiente, determinada por fatores como: temperatura do ar, concentração de poluentes na água, características físico-químicas (pH, condutividade, oxigênio dissolvido, etc.), largura e profundidade do habitat, abertura de dossel (CARVALHO et al., 2013; GERLACH; SAMWAYS; PRYKE, 2013; JUEN et al., 2014; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015; REMSBURG; TURNER, 2009).

A ordem Odonata, tem aproximadamente 5.600 espécies (TENNESSEN, 1997) com cerca de 1.500 delas ocorrendo na região tropical (SANTOS, 1981) descritas em três subordens: Zygoptera, Anisoptera e Anisozygoptera, a última restrita a região asiática (KALKMAN et al., 2008; LOHMANN, 1996).

Os Odonata adultas apresentam diferentes necessidades ecofisiológicas, relacionadas com a sua capacidade de termorregulação, podendo ser classificados em dois principais grupos: os “pousadores” e os “voadores”.

Os pousadores são em geral ectotérmicos, usam a luz solar ou a temperatura ambiente como fonte principal de calor (CORBET; MAY, 2008). Eles podem ser conformadores termais ou heliotérmicos. Os conformadores, geralmente representada por Zygoptera mostram elevada condutância e a temperatura do corpo varia com a do ambiente, principalmente, pela troca de calor por convecção (CORBET, 1999) Enquanto os heliotérmicos têm o corpo maior e (a maior parte dos Anisoptera), conseqüentemente, condutância mais baixa, sendo suas atividades determinadas principalmente pela irradiação solar (MAY, 1991).

Devido às diferenças fisiológicas, comportamentais e morfológicas espera-se que a subordem Zygoptera seja influenciada pela heterogeneidade ambiental (PECK et al., 2006), isto se reflete no aumento da sua diversidade, uma vez que ambientes mais heterogêneos podem ser usados para a reprodução, forramento, poleiro, oviposição e refúgio de predadores (CORBET, 1999; JOHANNSON, 2000). Por outro lado, em Anisoptera, em geral por serem mais tolerantes a alterações ambientais e, por terem tamanho corporal maior, precisam de maior fonte de calor, necessitando não só de temperaturas altas, mas também da incidência direta da luz solar, portanto, conseguem sobreviver bem em locais mais abertos, como clareiras ou áreas alteradas (De MARCO; MAY, 1979; RESENDE, 2002), levando ao aumento da sua abundância.

Os grandes blocos de vegetação de savana no norte do Brasil estão presentes no estado de Roraima e pertencem a uma grande área de paisagem conhecida como savanas da Guiana, que faz parte do bioma da Amazônia (BARBOSA et al., 2007). Esta vegetação de savana encontra-se dentro de domínios paisagísticos diferenciados, representado pelos campos de Lavrado (Roraima), campos da Gran Sabana (Venezuela) e campos de Rupununi (Guiana), em uma área que abrange

aproximadamente 70.000 km<sup>2</sup>, dos quais 43.281 km<sup>2</sup> são do estado de Roraima (De CARVALHO et al., 2015).

Em Roraima, as extensões de savana são chamadas campos do Rio Branco ou lavrado. O termo lavrado é popular entre os habitantes da região, o qual foi introduzido na literatura por Luciano Pereira (1917). Esse nome é derivado de um idioma português arcaico, que significava áreas abertas de vegetação, os quais estavam localizadas nas bordas do Brasil, Guiana e Venezuela (BARBOSA et al., 2007). Essa região apresenta características particulares do ponto de vista geomorfológico e da sua dinâmica ecofisiológica (De CARVALHO; De CARVALHO, 2012).

Considera-se que os Lavrados de Roraima são ecossistemas dominados por uma vegetação herbácea. Essa característica singular forma riachos com mata ciliar diferente dos sistemas de florestas amazônicas, uma vez que a mata ciliar em geral quando presente é formada por uma vegetação bastante estreita formada por buritis. Em virtude desse cenário, a hipótese do estudo é testar se a alteração da integridade do hábitat dos riachos de Lavrado, ocasionados principalmente pela retirada da mata ciliar, afeta na riqueza de Odonata, tal como acontece em riachos que são naturalmente mais fechados como os ambientes de florestas. Testando as hipóteses de que a riqueza e abundância de Odonata (Anisoptera, Zygoptera) estão associadas positivamente com o melhor grau de qualidade ambiental dos riachos.

## **2 OBJETIVOS**

O seguinte trabalho abrange o objetivo geral e os específicos:

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Associar a qualidade de hábitat de riachos de lavrado com a riqueza e abundância de adultos de Odonata, mensurando seu potencial como bioindicador da qualidade do ambiente.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar a riqueza e abundância de espécies de odonatos adultos nos riachos de lavrado.
- Determinar as variáveis físico-químicas dos riachos de lavrado.
- Avaliar a integridade de hábitat dos riachos de lavrado.
- Determinar a similaridade de adultos de odonatos entre os riachos com grau de integridade diferenciado.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta parte foi descrita a área de estudo, assim como a metodologia que se usou para avaliar e determinar as variáveis ambientais do habitat. Também se explicou como foram feitas as coletas de odonatos na área de estudo.

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A região do lavrado está localizada na região centro sul das savanas. A precipitação média da região é de 1612-1640mm e umidade do ar (66-82%) (ARAÚJO et al., 2001). O clima característico das savanas de Roraima é Aw (tropical úmido com estação fria) (BARBOSA; FERREIRA, CASTELLÓN, 1997), apresentando duas estações bem definidas, uma chuvosa de abril a setembro, cuja média anual é de 1384 mm por ano e outra seca de outubro a março, caracterizada por uma média anual de (270 mm), sendo o mais seco no mês de janeiro com uma precipitação inferior a 60 mm (MORAIS; CARVALHO, 2013). O relevo é formado por regiões convexas, esculpido em rochas sedimentares, cristalinas metassedimentares (FALCÃO; VIEIRA, 2012).

A maior parte das savanas possui um baixo número de árvores e arbustos. No caso do Lavrado de Roraima, encontram-se altas densidades de indivíduos, mas representados por poucas espécies como: Caimbé (*Curatella americana*), Muruci (*Byrsonima crassifolia*, *Byrsonima coccolobifolia*), que representam cerca de 60-70% do número de indivíduos e 80% da biomassa viva total das savanas de Roraima (BARBOSA; CAMPOS, 2011). Em geral, as savanas de Roraima, têm menos plantas lenhosas e lignificadas (FERREIRA et al., 2007). A vegetação pode ser classificada nos seguintes tipos: enclaves e ilhas de vegetação de grande porte; floresta ombrófila ou manchas e corredores dentro da matriz dominante (lavrado); campos de lavrado caracterizado por variadas espécies de gramíneas e vegetação arbustiva, entrecortadas por veredas (buritizais); e massas de água, que são representadas

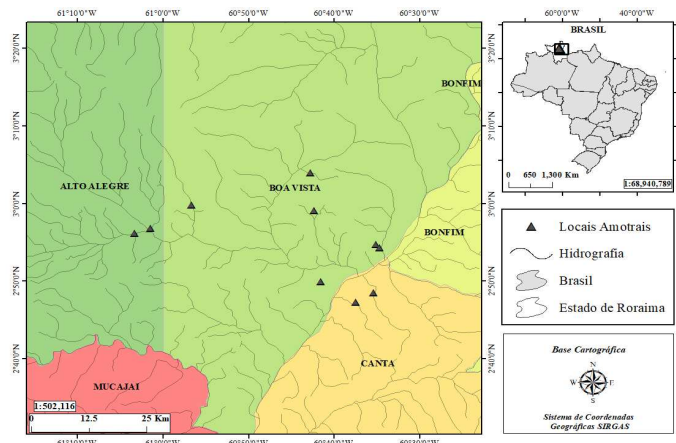
pelos rios que formam parte de uma rede de drenagem (De CARVALHO et al., 2015).

A hidrografia do estado de Roraima, inclui 12.300km<sup>2</sup> da bacia do rio Branco que nascem na Guiana. A bacia do rio Branco é drenada pelos rios Uraricoera e Tacutu que formam uma área fluvial de 92.622 km<sup>2</sup>, formando um sistema de massas úmidas que interconectam lagos e igarapés, abrangendo uma área de 13.500 km<sup>2</sup> depois da confluência dos rios Uraricoera e Tacutu para formar o rio Branco, este finalmente forma uma planície de 3419 km<sup>2</sup> até se encontrar com o rio Negro por onde desagua na margem esquerda (DE CARVALHO; DE CARVALHO 2012).

A agricultura e pecuária são atividades em crescimento dentro das áreas de lavrado. Produtos como a mandioca, soja, arroz e milho são os principais cultivos da região de Roraima (FERREIRA et al., 2007). A produção inclui gado, galinha e porco, sendo as áreas de capinzais adequadas para facilitar o desenvolvimento agrícola. Porém, um número crescente de plantações está aumentando a partir do desmatamento e queima de floresta ao redor da região (FERREIRA et al., 2007).

Foram amostrados 10 riachos de lavrado de segunda a quarta ordem (seguindo classificação de Strahler (1957), localizados no estado de Roraima, nos municípios de Cantá, Alto Alegre e Boa Vista (Figura 1). A seleção dos riachos foi realizada buscando contemplar a maior variação física existente dentro das savanas da região e, os riachos em que foi possível executar o estudo.

Figura 1 - Localização dos Riachos de Lavrado em este estudo, no estado de Roraima (Brasil)



### 3.1.1 Descrição dos riachos amostrados:

Riacho Água Boa:

É um riacho localizado no município de Boa Vista, coordenadas: N 02°54'19.3" / W 060°34'42'2". Os substratos sobre o leito do rio incluem: areia, cascalho e macrófitas. (Figura 2). A vegetação está composta por uma vegetação esparsa, principalmente árvores não maduras (Figura 2). O riacho se encontra baixo uma ponte de tráfego de carros, sendo a ponte, o principal impacto observado.

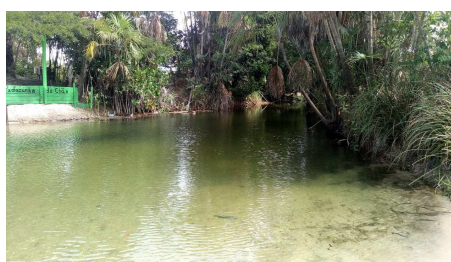
Figura 2 - Riacho Água Boa, Município Boa Vista, RR



Riacho Água Boa 2:

O Riacho Água Boa 2 está localizado no Município Alto Alegre, coordenadas: 02°56'48.2" / W 061°01'30.9". Este riacho compartilha características com Água Boa, como por exemplo a presença de areia branca, cascalho e macrófitas. A mata ciliar está formada principalmente por vegetação não pioneira. O principal impacto observado foi a presença de uma ponte de circulação de carros acima do riacho.

Figura 3 - Riacho Água Boa 2, Município Alto Alegre, RR.





#### Riacho Aruanã:

O riacho está localizado no município Boa Vista, coordenadas: N 03°04'01.3" / W 060°42'47.2". É um riacho, conhecido em várias regiões do Brasil como veredas de buritis. O riacho apenas apresentava uma vegetação formada por alguns arbustos, especialmente Buritis e uma ampla vegetação de gramíneas. Apresenta também um cúmulo de macrófitas em poções. O impacto mais visível que pode se encontrar no riacho é a presença de gado, favorecido pelo terreno plano e a pouca presença de árvores na área (Figura 4).

Figura 4 – Riacho Aruanã, Município Boa Vista, RR.



#### Riacho Carrapato:

Está localizado no município Boa Vista, coordenadas: N 02°57'12.8" / W 050°32'23.2". Está formado por uma ampla cobertura vegetal, principalmente árvores maduras com algumas pioneiras. A seção amostrada apresenta muitas cicatrizes, quebras frequentes, alagados e alta decomposição de matéria orgânica. O silte predomina sobre o leito do rio.

#### Riacho Do Sal:

Está localizado no município Alto Alegre, coordenadas: N 02°56'12.6" / W 061°03'20.5". É um igarapé que apresenta algumas árvores dispersas de pequeno

tamanho (inferior a 1:50 cm), além de algumas gramíneas. O riacho é pouco profundo, com alta frequência de rápidos. O substrato no leito do rio está formado por areia e alguns cascalhos. O principal impacto observado ao redor era seu uso como banho de uns dos seus canais.

Figura 5 - Riacho Do Sal, Município Alto Alegre, RR.



#### Riacho Lagoa Azul:

Localizado no município Cantá, coordenadas: N 02°48'30" / W 060°35'10.3". É um riacho muito sinuoso. Apresenta uma grande cobertura vegetal e seu leito possui trechos com muitos sedimentos em suspensão. O principal o impacto observado era a presença de algumas casa, localizadas a uns 20 metros do riacho.

#### Riacho Ig do Acampamento:

É um riacho localizado no município Boa Vista, coordenadas: N 02°59'52.3" / W 060°35'10.3". É um riacho que apresenta uma importa nte cobertura vegetal e no leito do rio domina a presença de cascalho e areia. O riacho também é aproveitado como banho pelas pessoas.

#### Riacho Santa Cecilia:

É um riacho localizado no município Boa Vista, coordenadas: N 02°47'19" / W 60°37'31". É um riacho com uma ampla cobertura vegetal, apresenta várias árvores maduras. O leito do rio apresenta principalmente: galhos caídos, areia e silte. O riacho Santa Cecilia é um local protegido no município, sendo proibida a extração de flora e fauna. Além da proibição de jogar lixo no lugar. Algumas pessoas tomam banho no local.

#### Riacho Sumauma:

É um riacho localizado no município Boa Vista, coordenadas: N 02°59'52.3" / W 060°56'42.7". É um riacho em geral fundo com muito sedimento em suspensão. O riacho apresenta algumas casas ao redor, localizada a uns 30 metros do leito do riacho.

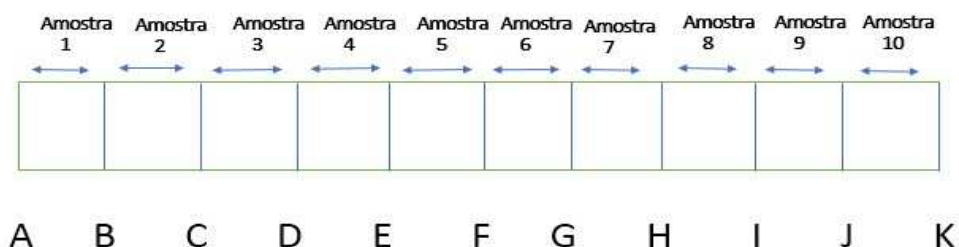
#### Riacho Whai-Grande:

O riacho está localizado no município Cantá, coordenadas: N 02°49'56.8" / W 060°41'35.2". O riacho apresenta alguns substratos de cascalhos, mas domina o silte e areia. Tem presença de macrófitas nos trechos mais largos. Em geral a mata ciliar está representada por espécies não maduras e gramíneas.

### **3.2 CAPTURA DE ODONATA ADULTOS**

As coletas foram feitas nos meses de outubro, novembro, dezembro de 2017 e março de 2018, o qual coincide com a época de estiagem no estado de Roraima. Em cada igarapé foi demarcado um transecto de 150 metros, posteriormente divididos em 10 transectos de 15 metros (Figura 6), delimitados por letras desde a letra A até a letra K (CALVAO; VITAL; JUEEN 2013; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015). A coleta foi realizada entre as 10 e 14 horas, e somente em dias ensolarados para possibilitar maior probabilidade de capturar todos os grupos termorregulatórios de Odonata (DE MARCO; RESENDE, 2002). Para a coleta de Odonata adulto foi utilizado uma rede entomológica de 40 cm de diâmetro, 65 cm de profundidade e cabo de alumínio de 90 cm de comprimento, com esforço de um coletor por 1 hora e meia. Essa metodologia já vem sendo utilizado com bastante sucesso no Brasil, como pode ser verificado em Calvão et al (2013); Calvão et al. (2016); Juen; De Marco (2012); Juen et al. (2014); Oliveira-Junior et al. (2015).

Figura 6 - Desenho amostral para coleta de Odonata adultos



Os organismos coletados foram colocados dentro de envelopes feitos com papel manteiga, os quais foram devidamente etiquetados com localidade, segmento e data de captura. Posteriormente, os espécimes foram inseridos em uma solução de acetona P.A., onde ficaram por 24 horas (NEEDHAM; WESTFALL; MAY, 2000). A identificação foi realizada com o uso de chaves de identificação (ELLENRIEDER; GARRISON, 2007; GARRISON; ELLENRIEDER; LOUTON, 2006; HECKMAN, 2006) e consulta a artigos de descrição das espécies, comparação com espécies depositadas na coleção do Laboratório de Ecologia e Conservação da Universidade do Pará.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DOS RIACHOS

Os dados ambientais foram coletados no ponto A do transecto, no mesmo momento onde os adultos de Odonata foram coletados. Os fatores físico-químicos medidos foram: oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade. Estes fatores já foram avaliados em outros estudos e mostraram serem importantes para a estruturação da comunidade de Odonata (CALVÃO et al., 2016, BERQUIER et al., 2015; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015,). Para mensurar os parâmetros acima, foi utilizado uma sonda multiparamétrica ITMP600, estas mensurações foram realizadas para cada local a uma profundidade média do trecho.

Para mensurar os fatores físicos de largura, profundidade e velocidade da correnteza foi delimitada uma seção de seis metros de cada igarapé, determinadas

como porção inicial, média e outra final. A profundidade foi medida com um cano de PVC milimetrado; no sentido da esquerda para a direita do riacho, olhando para o montante. Foi determinada a velocidade da correnteza com o método do objeto flutuante, o qual consiste em determinar o tempo percorrido por um objeto na seção de seis metros do riacho, depois os dados da velocidade do objeto e os valores de comprimento, largura e profundidade do riacho foram usados para calcular a vazão do riacho. A vazão média foi obtida a razão da seguinte equação:

$$Q = At.Vm$$

Onde:

$$Q = \text{Vazão}$$

$Vm$  = Velocidade média da correnteza

$At$  = Área transeccional média na seção transversal do curso de água

### **3.4 AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE DO HÁBITAT**

Para avaliar a integridade ambiental utilizou-se o Índice de Integridade de Habitat de Nessimian et al. (2008). Este índice avalia 12 aspectos do habitat como: 1. Padrão de uso da terra além da vegetação ribeirinha; 2. Largura da mata ciliar; 3. Estado de preservação da mata ciliar; 4. Estado da mata ciliar dentro de uma faixa de dez metros; 5. Dispositivos de retenção; 6. Sedimentos no canal; 7. Estrutura do barranco do rio; 8. Escavação sob o barranco; 9. Leito do rio; 10. Áreas de corredeira e poções ou meandros; 11. Vegetação aquática. 12. Detritos (Anexo 1).

Em virtude das particularidades do lavrado, o índice foi ajustado para os riachos de lavrado (Anexo 2). Por exemplo, no primeiro subitem a alternativa 3 (capoeira) e 4 (floresta) foram substituídas por Capoeira/Lavrado e Floresta contínua/Início da vegetação de savana respectivamente. No item 10, a alternativa 0 (Algas emaranhadas no fundo, plantas vasculares dominam o canal) foi substituído por: Algas dominantes nos poções, plantas vasculares em ambiente de água estagnada. Cada componente observado ( $a_0$ ) foi dividido entre o número de alternativas possíveis ( $a_m$ ) obtido no índice ( $P_i$ ), com a finalidade de padronizar o índice para cada riacho na equação 1. O valor do índice varia de 0 a 1, sendo os valores

maiores aqueles que refletem habitats mais preservados e com melhores níveis de integridade equação 2 (Figura 7).

Figura 7 - Equação para calcular o índice de integridade de Habitat

$$p_i = \frac{a_o}{a_m} \quad \text{Equação 1}$$

$$HII = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n} \quad \text{Equação 2}$$

### 3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para avaliar se a eficiência do esforço de coleta utilizado no estudo e capturar a biodiversidade existente, construímos uma curva do coletor, usando a riqueza de espécie estimada pelo Jackknife de primeira ordem (COLWELL; CODDINGTON, 1994). Plotando juntamente com a estimativa do intervalo de confiança de 95%.

Realizou-se uma regressão múltipla para determinar a relação entre a riqueza de Odonata e a riqueza de Zygoptera com o IIH e variáveis ambientais, aplicando o método *Forward* para selecionar as variáveis mais importantes dentro do modelo (ZAR, 2010). Para avaliar a variação da composição de espécies entre os igarapés usamos uma análise de componentes principais (PCoA). A matriz de distância utilizada foi de Bray Curtis, com uma transformação logarítmica  $\log(v+1)$  (PERES-NETO; JACKSON; SOMERS, 2003). Para visualizar se a integridade ambiental pode afetar a composição de espécies, o resultado da PCoA foi plotado usando a variável integridade como “bubble” na ordenação.

Para relacionar os riachos com as variáveis ambientais, plotou-se um PCA, realizando-se uma transformação logarítmica para reduzir a dimensionalidade dos dados abióticos. O critério de Broken-Stick foi usado para estabelecer o número de eixos utilizados na ordenação.

A distribuição das espécies dentro do gradiente de integridade de habitat foi visualizada com o gradiente direto. Para todas as análises foram usados o programa Statics, versão 7.0. e o programa R versão 3.4.2. Os pacotes usados foram: vegan, ade4 e MASS.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A seguir serão apresentados os resultados e discussão obtidos.

### **4.1 RESULTADOS**

A seguir serão apresentados os resultados obtidos

#### **4.1.1 Descrição Da Comunidade De Odonata**

Foram coletados 112 indivíduos, totalizando 18 espécies, nove gêneros e quatro famílias. A subordem Zygoptera foi a mais abundante e diversa no estudo com 97 espécimes, representado por cinco famílias e 12 espécies. Anisoptera, foi representada por quinze espécimes, uma família, quatro gêneros e seis espécies (Tabela 1). Em média a riqueza de Odonata estimada foi de 23.94 e a riqueza observada de 18 espécies. Ao analisar a curva do coletor para a ordem Odonata, ela ainda está inclinada (Figura 8), no entanto, ao avaliar a eficiência do esforço de coleta (riqueza observada dividida pela estimada), o valor ficou em 75%, mostrando que apesar de existir uma biodiversidade maior, o padrão detectado é suficiente para mensuração dos efeitos ambientais. Avaliando apenas a comunidade de Zygoptera, a curva de acumulação se estabilizou demonstrando que o esforço conseguiu capturar a biodiversidade existente (Figura 9). A riqueza de espécies de Zygoptera estimada foi de 12 e a observada foi de 13.98 espécies.



Tabela 1 - Número de indivíduos de cada espécie de Odonata coletados nos sistemas lóticos de Roraima

Família/Espécie	Locais									
	Agu	Agu2	Aru	Carr	Dosa	Laz	Ig	Cec	Sum	Whai
<b>ZYGOPTERA</b>										
<b>Coenagrionidae</b>										
<i>Acanthagrion adustum</i> (Williamson, 1915)	6	3	5	-	2	=	-	-	1	-
<i>Acanthagrion</i> sp.	1	3	2	-	-	-	2	-	-	-
<i>Argia pulla</i> (Hagen in Selys, 1865)	-	7	3	1	9	8	-	1	1	8
<i>Argia</i> sp.	-	1	-	-	-	-	1	-	1	1
<b>Protoneuridae</b>										
<i>Epipleoneura</i> sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
<i>Neoneura rubriventris</i> (Selys, 1860)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Epipleoneura spatulata</i> (Rácenis, 1960)	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Neoneura</i> sp.	-	-	-	-	1	1	-	2	-	-
<i>Neoneura luzmarina</i> (De Marmels, 1989)	-	1	-	-	-	1	-	3	-	-
<i>Neoneura gaida</i> (Rácenis, 1953)	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Calopterygidae</b>										
<i>Hetaerina laesa</i> (Hagen in Selys, 1853)	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-
<i>Hetaerina</i> sp.	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2
<b>ANISPTERA</b>										
<b>Libellulidae</b>										
<i>Diastatops obscura</i> (Fabricius, 1775)	-	3	3	-	-	-	3	-	-	-
<i>Diastatops</i> sp.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythrodiplax</i> sp. 2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Erythrodiplax</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Erythemis</i> sp.1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Micrathyria</i> sp. 1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Agu= Agua Boa, Agu2= Agua Boa 2, Aru= Aruana, Carr= Carrapato, Dosa= Do Sal, Laz= Lago Azúl, Ig= Ig de Acamp, Cec= Santa Cecilia, Sum= Sumauma, Whai=Whai-Grande.

Figura 8 - Riqueza de Odonata observada (Mau Tau) e riqueza estimada pelo procedimento de Jackknife 1 nos riachos de Lavrado em Roraima. As barras representam o intervalo de confiança de 95%

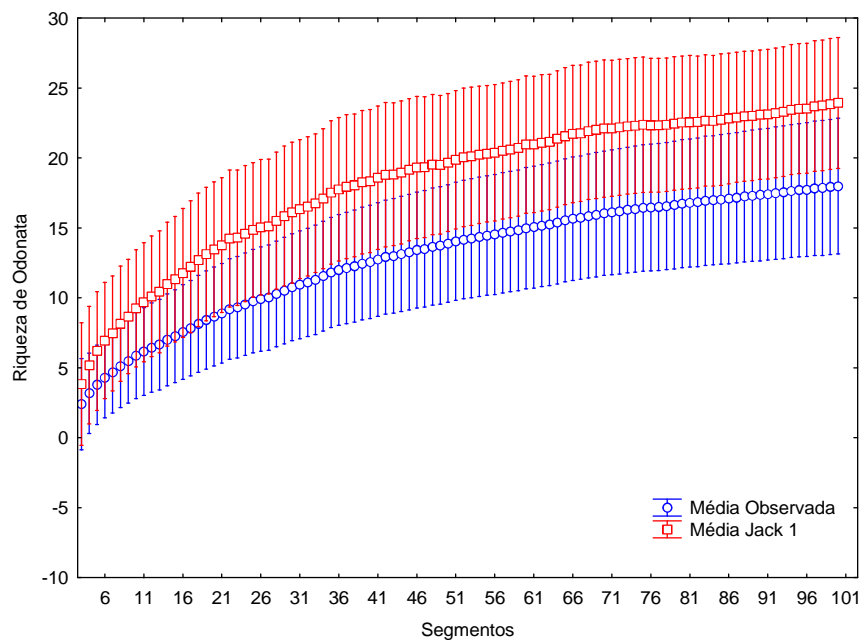
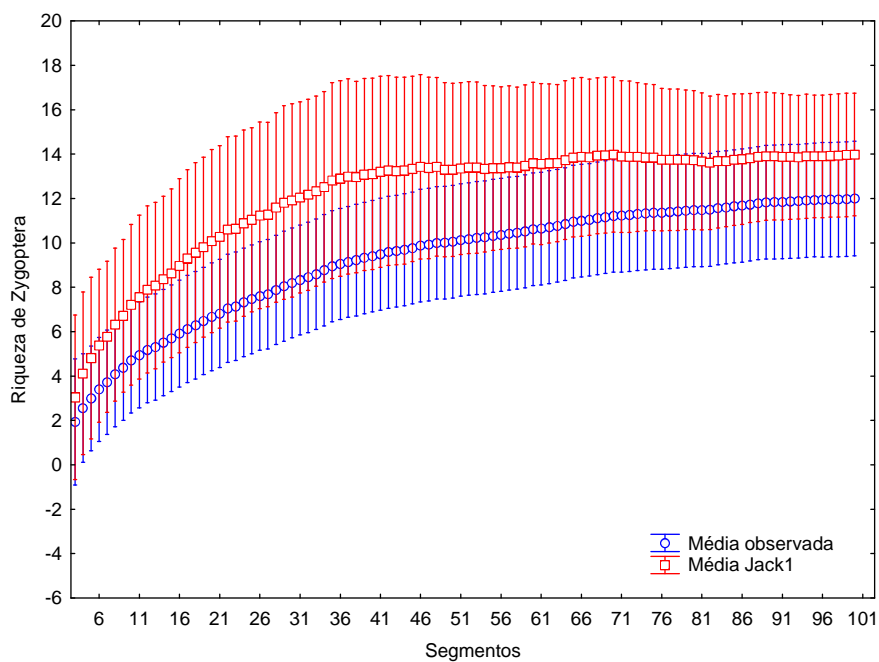


Figura 9 - Riqueza de Zygoptera observada (Mau Tau) e riqueza estimada pelo procedimento de Jackknife 1 nos riachos de savana em Roraima. As barras representam o intervalo de confiança de 95%



#### 4. 1. 2 Características Gerais Dos Riachos De Lavrado

Os locais amostrados apresentaram uma grande amplitude das variáveis ambientais (Tabela 2). O índice de integridade do hábitat (IIH) variou entre 0.35 e 0.89, sendo os índices de integridade mais baixos aqueles que corresponderam aos locais Carrapato e Do Sal, e o índice mais alto ao local de Sta. Cecilia. O oxigênio dissolvido foi de 1.4 mg/L no riacho de Aruanã até o máximo que foi de 7.39 mg/l no riacho Do Sal. A condutividade foi de 0 em quase todos os locais com diferença no riacho Do Sal que apresentou 2 Ms/cm. A temperatura da água foi menor no Whai-Grande (26.34°C) e maior no local Água Boa (30.34°C). O pH teve uma variação desde 4.1, registrada em Carrapato, até 8.62 no riacho Do Sal.

Tabela 2- Média das variáveis ambientais registradas em 10 riachos de Lavrado em Roraima

Variáveis ambientais	Locais									
	Agu	Agu2	Aru	Carr	Dosa	Laz	Ig	Cec	Sum	Whai
IIH	0.41	0.34	0.35	0.48	0.35	0.56	0.52	0.89	0.48	0.37
Oxigênio dissolvido (mg/L)	3.03	6.94	1.4	2.79	7.39	6.01	6.7	4.07	4.35	4.79
Condutividade (Ms/cm)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Temperatura da água (°C)	29.11	26.34	30.34	26.78	29.17	28.27	27.21	27.77	27.43	26.34
pH	4.76	8.31	4.88	4.1	8.62	4.61	5.57	5.24	6.18	4.23
Vazão	47.8	27.07	2.61	64.37	4.01	28.27	27.21	27.77	27.43	26.34

Agu= Agua Boa, Agu2= Agua Boa 2, Aru= Aruana, Carr= Carrapato, Dosa= Do Sal, Laz= Lago Azúl, Ig= Ig de Acamp., Cec= Santa Cecilia, Sum= Sumauma, Whai=Whaigrande.

#### 4.1.3 Composição De Espécies

A análise de coordenadas principais (PCoA) em seu primeiro eixo explicou 38% da variação das amostras nos ambientes de estudos (Figura 10). Pode se observar uma variação na distribuição das espécies de acordo com a integridade, por exemplo, as espécies como *Erythrodiplax* sp. 2 e *Diastatops* sp., *Neoneura gaida*, *Erythemis* sp 1. foram encontradas em locais com menores integridades (círculos azuis de tamanho pequeno). Por outro lado, espécies como *Erythrodiplax*

sp 1., *Epipleoneura spatulata*, *Neoneura rubriventris*, tiveram maior ocorrência em integridades de valor do índice intermediários, representado por círculos azuis de tamanho médio. Esses resultados foram corroborados com o gráfico de gradiente de Odonata de acordo com os valores de IIH (Figura 11), onde as espécies *Micrathyria* sp, *Neoneura gaida*, ocorrem somente em locais com baixa integridade, enquanto espécies como *Erythrodiplax* sp. 1, *Epipleoneura spatulata* ocorreram em locais de integridade intermediárias. Espécies como *Acanthagrion adustum* e *Argia pulla* ocorreram em quase todos os locais amostrados.

Figura 10 - Análise de Coordenadas Principais PCoA das espécies de Odonatas baseados no valor do IIH, nos riachos de Lavrados em Roraima

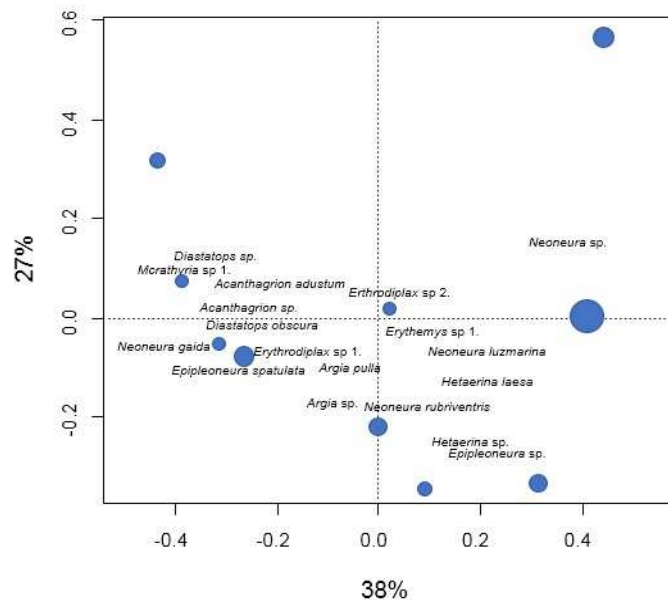
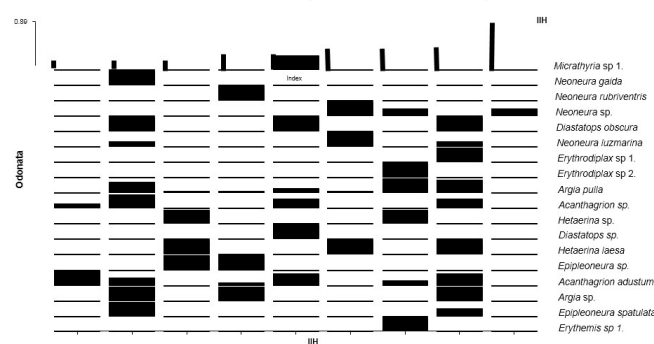


Figura 11 - Densidade de espécies de Zygoptera e Anisoptera amostrados no estado de Roraima, agrupados segundo o valor do IIH

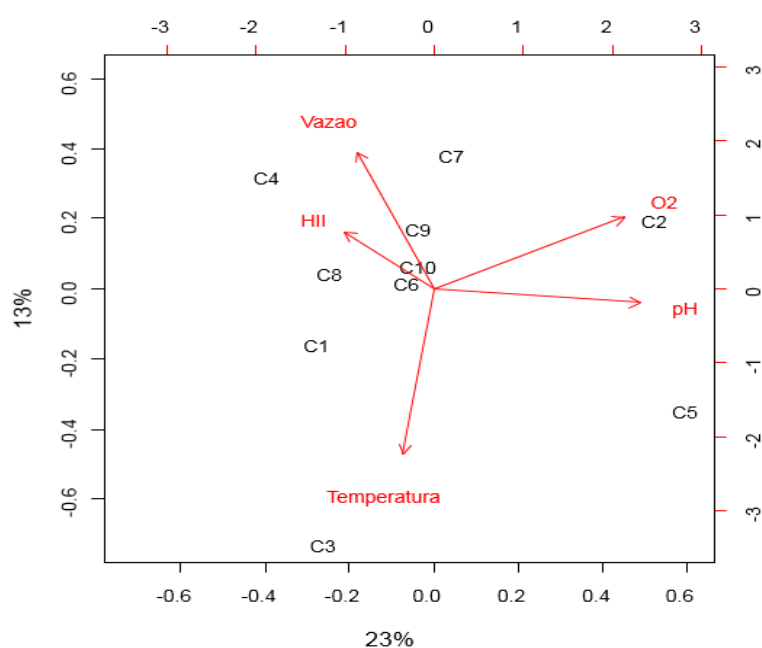


A PCA explicou no seu primeiro eixo 23% da variação ambiental dos igarapés Odonata (Tabela 3), onde observa-se um grupo de locais (C1, C8 e C4) que estão relacionadas em torno à integridade física dos riachos (IHH). Os locais C2, C5 e C3 correlacionaram-se com as variáveis ambientais: oxigênio, pH e temperatura respectivamente (Figura 12).

Tabela 3 - Correlação entre variáveis ambientais e autovalores dos 10 riachos de Lavrado em Roraima. Qualquer valor acima de 0.7 é considerada como uma relação alta

	PCA1	PCA2
O2	0.843	0.380
Temperatura da água	-0.136	-0.881
pH	0.918	-0.08
IHH	-0.400	0.303
Vazão	-0.342	0.726
Autovalores	23%	13%

Figura 12 - Variação ambiental dos riachos de Lavrado em Roraima a partir da Análise de Componentes Principais PCA



#### 4.1.4 Relação da Riqueza com a Qualidade Ambiental dos Riachos de Lavrado

A Hipótese de que maior riqueza de Odonata está relacionada com a maior qualidade ambiental dos riachos não foi corroborada, uma vez que a probabilidade do acaso explicar foi alta ( $R^2=0.116$ ,  $F_{(1,8)}=1.055$ ,  $p=0.150$ ). Quando a análise foi executada apenas para a subordem Zygoptera, foi encontrado uma relação as variáveis ambientais ( $R^2= 0.439$ ,  $F_{(1, 8)}= 6.262$ ,  $p=0.021$ ). Ao avaliar os coeficientes parciais e usar o método de Forward para seleção das variáveis mais importantes, encontrou-se a variável temperatura da água como a mais correlacionada no modelo e com um efeito significativo sobre a riqueza de Zygoptera (Tabela 3). Não houve efeito entre a abundância de Odonata e as variáveis ambientais ( $R^2 =0.329$ ,  $F_{(2,7)}=1.720$ ,  $p=0.253$ ). No caso de Anisoptera não se encontrou uma relação entre as variáveis ambientais e a riqueza ( $R^2= 0.347$ ,  $F_{(1,8)}= 4.247$ ,  $p=0.089$ ), nem com a abundância ( $R^2= 0.296$ ,  $F_{(1,8)}= 3.349$ ,  $p=0.127$ ).

Tabela 4 - Regressão múltipla entre a riqueza de Zygoptera e as variáveis ambientais. O método de Forward selecionou a variável temperatura da água como a variável que mais se correlaciona com a variável resposta.

	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(8)	p-level
<b>Intercept</b>			50.909	17.804	50.908	0.021
<b>Temperatura</b>	-0.662	0.265	-1.595	0.638	-2.500	0.037

## 4.2 DISCUSSÃO

Em áreas de lavrado não houve relação do índice de integridade de Hábitat com a riqueza de Odonata. No entanto, houveram alguns agrupamentos de determinadas espécies em locais com valores intermediários de integridade e valores baixos, demonstrando que mesmo ambientes modificados ou alterados estão conseguindo preservar parte da biodiversidade existente. Resultado similar já

foi registrado em outros estudos, onde espécies mais especialistas de habitat ocorreram apenas em ambientes muito preservados ou muito alterados (JUEN; HAMADA, 2015; MONTEIRO-JUNIOR; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015). No entanto, mesmo com integridade baixa, houve o registro de espécies.

A ausência de um padrão de relação mais nítido não inviabiliza o uso do índice em trabalhos futuros, no entanto, acreditamos que é necessária uma adaptação do índice, para que possam inserir dentro do índice variáveis capazes de determinar os graus de perturbação dos ecossistemas ripários de savana. Como por exemplo, a frequência ou cobertura de macrófitas no leito do rio. Além disso, como a ausência de mata ciliar não representa a ocorrência de impacto, não se deve pontuar com valor tão baixos as margens dos riachos que apresentem uma dominância de gramíneas.

Alguns estudos identificaram que muitas vezes a retirada da vegetação que expõe esses ambientes à luz solar, podem favorecer o aumento da velocidade do crescimento da vegetação, especialmente gramíneas, favorecendo habitats adequados para determinadas espécies (SAMWAYS; SHARRAT, 2009). Estes ambientes formados por sol e sombra, podem minimizar o efeito da perturbação, criando ambientes novos pela ação dos agentes perturbadores, os quais favoreceriam muitas espécies de Odonata (SAMWAYS; STEYTLER, 1996; STEWART; SAMWAYS, 1998).

Outros autores pensam que a riqueza de Odonata pode aumentar em locais lânticos; pelo geral com pouca mata ciliar, como em grande parte dos riachos de Lavrado. Isto é devido a que existem espécies de Odonata que podem se dispersar e estabelecer-se em ambientes de maior entrada de luz (DE MARCO, 1998)

A variável ambiental mais importante para explicar a riqueza foi a temperatura da água. Em nosso estudo não houve relação da integridade com a estrutura da comunidade, resultado oposto de outros estudos que apontam essa métrica como uma das métricas mais importantes para Odonata (JUEN et al., 2014; MENDES et al., 2017; MONTEIRO-JUNIOR; JUEN; HAMADA, 2014). Possivelmente, este resultado se deve ao fato do índice dar um peso muito grande para a mata ciliar, situação oposta a encontrada nos riachos de lavrados. Onde é registrado uma vegetação muito rala e dispersa com grande quantidade de macrófita dentro dos

canais, portanto, poderia existir um *trade off* entre a ausência de mata ciliar com a quantidade de macrófitas. A relação de macrófitas com a comunidade de Odonata já é relatada na literatura por Jeanmougin et al., 2014; Juen et al., 2007; Mendes et al 2017, mostrando que ela tem um efeito positivo na comunidade por aumentar a complexidade do ambiente. Para ambientes lóticos de lavrado a mata ciliar menor ou ausente, talvez, não seja indicadora de baixa integridade ambiental do riacho.

Quando o IHH não pode explicar a riqueza de Odonata, a somatórias de várias variáveis ambientais permitiram observar uma relação entre a qualidade de hábitat e a riqueza de odonatas. Porém, essa relação só foi possível quando se separou a subordem Zygoptera da Anisoptera. Outros estudos já mostraram uma relação positiva quando Zygoptera era separada de Anisoptera, mas acontecia quando se relaciona o índice de integridade de hábitat com a riqueza de Zygoptera (MONTEIRO-JUNIOR; JUEN; HAMADA, 2014; OLIVEIRA JUNIOR et al 2017). Essa resposta em Zygoptera é explicada uma vez que são espécies que são influenciadas por habitats com uma maior heterogeneidade ambiental, a qual pode ser usada para a oviposição, forrageamento, área de reprodução e refúgio contra predadores (CORBET, 1999; JOHANNSON, 2000), sendo organismos especialistas. Ao contrário do esperado para Anisoptera, que são na sua maioria generalistas e de maior tamanho, apresentam uma resposta menor às alterações dos habitats (CORBET; MAY, 2008; RESENDE, 2010).

A espécie *Acanthagrion adustum* ocorreu em 6 dos 10 locais amostrados, sendo mais abundante nos riachos com baixo IHH. Outros estudos confirmaram que esta espécie pode ser dependente de ambiente com macrófitas e foi determinado no estudo de Oliveira Júnior et al. (2015) como uma espécie que ocorre em ambientes degradados e Monteiro-Junior et al. 2013 reportou a alta frequência de esta espécie para ambiente desmatados. No caso do *Argia pulla* foi abundante e ocorreu em 8 dos locais amostrados, podendo ser uma espécie resistente e de ampla distribuição dentro dos riachos de Roraima.

Outra espécie: *Neoneura gaida*, ocorreu em local com integridade baixa e foi registrada no trabalho de Juen et al. (2014) para ambientes classificados como alterados, portanto, sua ocorrência nos igarapés de lavrado de Roraima poderia indicar sinais de perturbação.



As espécies de Odonata adultos são indicadoras da qualidade ambiental o qual não se limita só à integridade física dos riachos se não também à poluição que são também medidas da qualidade ambiental (CLARK; SAMWAYS, 1996). Como foi comparada a riqueza de Odonata com a qualidade ambiental dos riachos por meio do índice de integridade de hábitat (IHH) e outros parâmetros ambientais (vazão, condutividade, temperatura, etc), encontrando-se que existe uma relação entre a subordem Zygoptera e as variáveis ambientais, nós consideramos a importância que tem o uso de Odonatas adultos para medir a integridade ainda em ecossistemas de Lavrado com pouca mata ciliar como nos ambientes de Lavrado,

Também achamos que deve-se tentar melhorar a captura de adultos de Anisoptera, os quais apenas foram capturados em quatro sítios de coleta, sendo necessário comparar a riqueza de anisóptera com a integridade ambiental, e dessa maneira preencher um vazio que existe entre a relação de anisóptera com a integridade do hábitat.

## 5 CONCLUSÃO

A abundância e riqueza de Odonata não se relacionou com as variáveis ambientais dos riachos de Lavrado.

Quando a ordem Odonata foi separada em subordens, a riqueza de Zygoptera teve uma correlação com a variável ambiental temperatura da água, encontrando maior riqueza de Zygoptera em locais com temperatura mais baixa.

No caso de Anisoptera a subordem não teve uma correlação significativa com as variáveis ambientais dos riachos de Lavrado.

Ainda não foi possível encontrar uma relação direta entre a o IHH dos riachos de Lavrado e a riqueza de Odonata, mas sim algumas evidências de que determinadas espécies como *Neoneura gaida*, *Epipleoneura spatulata* e *Neoneura rubriventris* podem estar associados a locais com maior ou menor IHH.

Acreditamos que deve se realizar uma adaptação do índice para que possam inserir variáveis capazes de determinar os graus de perturbação dos ecossistemas ripários de savana.

## REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D., CASTILLO, M. M. **Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters**, 2 Ed. New York: Chapman and Hall, 2007. 450 p.
- ARAUJO, W. et al. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado Roraima, Brasil. **Rev. Bras. de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.l.], v. 5, p. 563-567. 2001.
- BARBOSA, R. I; FERREIRA, E.; CASTELLÓN, E. HOMEM, Distribuição das chuvas em Roraima. In: **Homem, Ambiente e ecologia no estado de Roraima**. Manaus: Publisher, 1997.
- BARBOSA, R. I.; CAMPOS, C. Detection and geographical distribution of clearing areas in the savannas ("Lavrado") of Roraima using Google Earth web tool. **Journal of Geography and Regional Planning**, [S.l.], v. 4: p. 122-136. 2011.
- BARBOSA, R. I. et al. The "Lavrados" of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil's Amazonian Savannas. *Functional Ecosystems and Communities*, Manaus: **Global Science Books**, v. 1, p. 29-41. 2007.
- BENSTEAD, J.; PRINGLE, C. Deforestation alters the resource base and biomass of endemic stream insects in eastern Madagascar. **Ecological Applications**. [S.l.], v. 41, p. 490-501. 2004.
- BERQUIER, C. et al. Complément à l'atlas des odonates de Corse: *Ischnura pumilio* et *Aeshna mixta*, deux espèces à la phénologie particulière (Odonata: Coenagrionidae, Aeshnidae). **Martinia**, [S.l.], v. 30, n 1, p. 35–39. 2015.
- BUTLER, R.; DE MAYNADIER, P. The significance of littoral and shoreline habitat integrity to the conservation of lacustrine damselflies (Odonata). **J. Insect Conserv.** [S.l.], v. 12, p. 23–36. 2008.
- CALVÃO, B. et al. 2016. Are Odonata communities impacted by conventional or reduced impact logging? **Forest Ecol. and Management**. [S.l.], v. 382, p. 143-150.
- CALVÃO, B.; VITAL, V.; JUAN L., 2013. Thermoregulation and microhabitat choice in *Erythrodiplax latimaculata* Ris males (Anisoptera: Libellulidae). **Odonatológica**, [S.l.], v. 42, p. 97–108.
- CARVALHO F. et al. Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities. **Acta Limnol. Bras.** [S.l.], v. 25, p. 1-9. 2013.

CLARK T., SANWAYS, M. Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Kruger National Park, South Africa. **Journal of Applied Ecology**, [S.l.], v. 33, p. 1001-1012. 1996.

COLWELL R.; CODDINGTON J. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Science*, [S.l.], v. 345, p. 101–18. 1994.

CORBET, S. **Dragonflies. Behavior and Ecology of Odonata**. New York: Harley Books, 1999, 864 p.

CORBET, S. **Dragonflies. Behavior and Ecology of Odonata**, New York: Medition Cornell University Press, 2004, 830 p.

CORBET, S., MAY, L. Fliers and perchers odonata: dichotomy or multidimensional continuum? A provisional reappraisal the flier/percher template. **International Journal of Odonatology**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 155-171, jan. 2008.

De CARVALHO, M. et al. Fisiografia Da Paisagem e Aspectos Biogeomorfológicos do Lavrado, Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo: v. 17, n. 1, p. 94-107. 2016.

De CARVALHO, T.; De CARVALHO, C. Interrelation of geomorphology and fauna of Lavrado region in Roraima, Brazil – suggestions for future studies. **Quaternary Science Journal**, [S.l.], v. 61, n. 2, p. 146-155. 2012.

De CARVALHO, G. et al. Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities. **Acta imunológica Brasileira**, [S.l.], v. 25, n. 1, p. 10-18. 2013.

De CARVALHO, M., et al. Fisiografia Da Paisagem e Aspectos Biogeomorfológicos do Lavrado, Roraima, Brasil. São Paulo, **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S.l.], v. 17, 94-107. 2015.

DE MARCO, P.; RESENDE, D. Activity patterns and thermoregulation in a tropical dragonfly assemblage. **Odonatologica**, [S.l.], v. 31, p. 129–138. 2002.

De MARCO, P. The Amazonian Campinas dragonfly assemblage: patterns in microhabitat use and behavior in a foraging habitat. **Odonatologica**, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 239–248. 1998.

DUDGEON, D., et al Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. **Biol. Rev.** Cambridge: v. 81, p. 163–182. 2006.

ELLENRIDER, N., GARRISON, W. **Dragonflies and Damselflies (Insecta: Odonata) of the Argentine Yungas**: Species composition and identification. Scientific Reports, **Società Zoologica**, [S.l.], v. 7, p. 1-95. 2007.

FALCÃO, T.; VIEIRA, A. Geomorfologia da Região Centro-Norte de Roraima utilizando Técnicas de Tratamento e interpretação de imagens Raster da Missão Suttle Radar Topography Mission (SRTM). **Revista Geonorte**, [S.l.], v. 2, p. 1484-1496. 2012.

FERREIRA, E. et al. **Río Branco: Peixes, Ecologia e Conservação de Roraima**, Lima: Amazon Conservation Association, 2007. 201p.

GARRISON, N.; VON ELLENRIEDER, N.; LOUTON, A. **Dragonfly Genera of the New World: An Illustrated and Annotated Key to the Anisoptera**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore: 2006. 368p.

GERLACH, J.; SAMWAYS, M.; PRYKE, J. Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. **J. Insect Conserv.** [S.l.], v.17, p. 831–50. 2013.

HECKMAN, W. **Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata-Anisoptera**: illustrated keys to known families, genera, and species in South America. Hamburg: Springer Science & Business Media. 2006. 703p.

JEANMOUGIN, M. et al. Fine-scale urbanisation affects Odonata species diversity in ponds of a megacity. **Acta Oecol.** Paris: v. 59, p. 26–34. 2014.

JOHANSSON, F. The slow-fast life style characteristics in a suite of six species of odonate larvae. **Freshw. Biol.** [S.l.], v. 43, p. 149–159. 2000.

JUEN L., De MARCO Junior. Dragonfly endemism in the Brazilian Amazon: competing hypotheses for biogeography-call patterns. **Biodiversity and Conservation**, [S.l.], v. 21, p. 3507–3521. 2012.

JUEN, L. et al. Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. **Acta Amazônica**, [S.l.], v. 44, p. 223–233. 2014.

KALKMAN, V. J. et al. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. **Hydrobiologia**, Paris: v. 595, p. 351–363. 2008.

LEUNDA, P. M. et al. Longitudinal and seasonal variation of the benthic macroinvertebrate community and biotic indices in an undisturbed Pyrenean river. **Ecol. Indic**, Navarra: v. 9, p. 52–63. 2009.

LINDENMAYER, B., et al. Improving biodiversity monitoring. **Austral Ecology**, [S.I.], v. 37, p. 285–294. 2012.

LOHMANN, H. Das Phylogenetische System der Anisoptera (Odonata). **Deutsche Entomologische Zeitschrift**, [S.I.], v. 106, p. 209-266, 1996.

MAY, M. L. Thermal adaptations of dragonflies, revisited. **Advances in Odonatology**, [S.I.], v. 5, p. 71-88. 1991.

MAYNOU X. Aportació al coneixement de la fauna odonològica del massís de Sant Llorenç del Munt i la serra de l'Obac. **But Inst Cat Hist Nat**, Barcelona: v. 75, p. 85–98. 2009.

MENDES, P. et al. Congruence and the Biomonitoring of Aquatic Ecosystems: Are Odonate Larvae or Adults the Most Effective for the Evaluation of Impacts. **Ecology, Behavior and Bionomics**. 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-017-0503-5>. Acesso em: 01 fev. 2017.

MIGUEL, T. P. et al. Odonata (Insecta) as a tool for the biomonitoring of environmental quality. **Ecological Indicators**. [S.I.], v. 1, p. 555–566. 2017.

MONTEIRO JÚNIOR, D. et al. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil, **International Journal of Odonatology**, California: v. 16, n. 2, p. 135-144. 2013.

MONTEIRO-JUNIOR, D., JUEN, L., HAMADA, N. Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon basin: Adult odonates as bioindicators of environmental quality. **Ecological Indicators**, [S.I.], v. 48, p. 303–311. 2014.

MORAIS, R., CARVALHO, T. Cobertura da Terra de Parâmetros da Paisagem no Município de Caracaraí – Roraima. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista: v. 7, p. 46-59. 2013.

NEEDHAM, J. G., WESTFALL, M. J., MAY, M. L. **Dragonflies of North America**. Gainesville, Scientific Publishers, 2000. 939 p.

NESSIMIAN, L., et al. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. **Hidrobiologia**, [S.I.], v. 614, p. 117-131. 2008.

OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. et al. Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the east Amazon. **Austral Ecology**, [S.I.], v. 40, p. 733–744. 2015.

PECK, D. et al. **Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters**: Western Pilot Study Field Operations Manual for Wadeable Streams. Environmental Protection Agency, Washington: Lapress. 2006. 250 p.

PEREIRA, L. **O Rio Branco: Observações De Viagem**. Manaus: Imp. Publica. 1917. 68 p.

PERES-NETO P.; JACKSON D.; SOMERS K. Giving meaningful interpretation to ordination axes: assessing loading significance in principal component analysis. **Ecology**, California: v. 84, p. 2347–2363. 2003.

REMSBURG, A.; TURNER, M. Aquatic and terrestrial drivers of dragonfly (Odonata) assemblages within and among north-temperate lakes. **J. N. Am. Ben-thol. Soc.** [S.I.], v. 1, p. 44–56. 2009.

RESENDE, C. Residence advantage in heterospecific territorial disputes of *Erythrodiplax* Brauer species (Odonata, Libellulidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Sao Paulo: v. 54, p. 110-114. 2010.

SAMWAYS, M. J., SHARRATT, N. J. Recovery of endemic dragonflies after removal of invasive alien trees. **Conservation Biology**, [S.I.], v. 24, p. 267-277. 2009.

SAMWAYS, M. J., STEYTLER, N. S. Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. **Biological Conservation**, Great Britain: v. 78, p. 279-288. 1996.

SANTOS, D. Odonata. In: Hulbert, S.H., Rodríguez, G., Santos, N.D. **Aquatic biota of Tropical South America, part 1 (Arthropoda)**. San Diego: State University. 1981. 90 p.

STEWART, D. A., SAMWAYS, M. J. Conserving dragonfly (Odonata) assemblages relative to river dynamics in an African savanna game reserve. **Conservation Biology**, [S.I.], v. 12, p. 683-692. 1998.

STODDARD J. et al. Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. Montreal: **Ecol. Appl.** v. 16, p. 1267–76. 2006.

STRAHLER, N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysical Union Transactions**, [S.I.], v. 38, p. 913-920. 1957.

TENNESSEN, J. The rate of species descriptions in Odonata. **Entomological News**, [S.I.], v. 108, n. 2, p. 122-126. 1997.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010. 960 p.

APENDICE 1

Índice de Integridade de Hábitat (Nessimiam, 2008).

<p>1) <b>Padrão de Uso da Terra além da zona de vegetação ribeirinha</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Cultivos Agrícolas de ciclo curto.</li> <li>1. Pasto.</li> <li>2. Cultivos Agrícolas de ciclo longo.</li> <li>3. Capoeira.</li> <li>4. Floresta Contínua.</li> </ol> <p>2) <b>Largura da Mata Ciliar</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Vegetação arbustiva ciliar ausente.</li> <li>1. Mata ciliar ausente com alguma vegetação arbustiva.</li> <li>2. Mata ciliar bem definida de 1 a 5 m de largura.</li> <li>3. Mata ciliar bem definida entre 5 e 30 m de largura.</li> <li>4. Mata ciliar bem definida com mais de 30 m.</li> <li>5. Continuidade da mata ciliar com a floresta adjacente.</li> </ol> <p>3) <b>Estado de preservação da Mata Ciliar</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Cicatrizes profundas com barrancos ao longo do seu comprimento.</li> <li>1. Quebra frequente com algumas cicatrizes e barrancos.</li> <li>2. Quebra ocorrendo em intervalos maiores que 50 m.</li> <li>3. Mata Ciliar intacta sem quebras de continuidade.</li> </ol> <p>4) <b>Estado da Mata ciliar dentro de uma faixa de 10 m</b></p> <p>0 Vegetação constituída de grama e poucos arbustos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mescla de grama com algumas árvores pioneiras e arbustos.</li> <li>2. Espécies pioneiras mescladas com árvores maduras.</li> <li>3. Mais de 90% da densidade é constituída de árvores não pioneiras ou nativas.</li> </ol> <p>5) <b>Dispositivos de retenção</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Canal livre com poucos dispositivos de retenção.</li> <li>1. Dispositivo de retenção solto movendo-</li> </ol>	<p>8) <b>Escavação sob o barranco</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Escavações severas ao longo do canal, com queda de barrancos.</li> <li>1. Escavações frequentes.</li> <li>2. Escavações apenas nas curvas e constrições.</li> <li>3. Pouca ou nenhuma evidência, ou restrita a áreas de suporte de raízes.</li> </ol> <p>9) <b>Leito do rio</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Fundo uniforme de silte e areia livres, substrato de pedra ausente.</li> <li>1. Fundo de silte, cascalho e areia em locais estáveis.</li> <li>2. Fundo de pedra facilmente móvel, com pouco silte.</li> <li>3. Fundo de pedras de vários tamanhos, agrupadas, com interstício óbvio.</li> </ol> <p>10) <b>Áreas de corredeiras e poções ou meandros</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Meandros e áreas de corredeiras/poções ausentes ou rio canalizado.</li> <li>1. Longos poções separando curtas áreas de corredeiras, meandros ausentes.</li> <li>2. Espaçamento irregular.</li> <li>3. Distintas, ocorrendo em intervalos de 5 a 7 vezes a largura do rio.</li> </ol> <p>11) <b>Vegetação Aquática</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Algas emaranhadas no fundo, plantas vasculares dominam o canal.</li> <li>1. Emaranhados de algas, algumas plantas vasculares e poucos musgos.</li> <li>2. Algas dominantes nos poções, plantas vasculares semiaquáticas ou aquáticas ao longo da margem.</li> <li>3. Quando presente consiste de musgos e manchas de algas.</li> </ol> <p>12) <b>Detritos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Sedimento fino anaeróbico, nenhum detrito bruto.</li> <li>1. Nenhuma folha ou madeira, matéria orgânica bruta e fina com sedimento.</li> </ol>
---	---



<p>se com o fluxo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Rochas e/ou troncos presentes, mas, preenchidas com sedimento.</li> <li>3. Canal com rochas e/ou troncos firmemente colocadas no local.</li> </ol> <p>6) <b>Sedimentos no canal</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Canal dividido em tranças ou rio canalizado.</li> <li>1. Barreira de sedimento e pedras, areia e silte comuns.</li> <li>2. Algumas barreiras de cascalho e pedra bruta e pouco silte.</li> <li>3. Pouco ou nenhum alargamento resultante de acúmulo de sedimento.</li> </ol> <p>7) <b>Estrutura do barranco do rio</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Barranco instável com solo e areia soltos, facilmente perturbável</li> <li>1. Barranco com solo livre e uma camada esparsa de grama e arbustos.</li> <li>2. Barranco firme, coberto por grama e arbustos.</li> <li>3. Barranco estável de rochas e/ou solo firme, coberto de grama, arbustos e raízes.</li> <li>4. Ausência de barrancos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Pouca folha e madeira, detritos orgânicos finos, floculentos, sem sedimento.</li> <li>3. Principalmente folhas e material lenhoso com sedimento.</li> <li>4. Principalmente folhas e material lenhoso sem sedimento</li> </ol>
--	--

## APENDICE 2

Índice de integridade de Hábital modificado para lavrados.

<p><b>1) Padrão de Uso da Terra além da zona de vegetação ribeirinha</b></p> <p>0 Cultivos Agrícolas de ciclo curto.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pasto.</li> <li>2. Cultivos Agrícolas de ciclo longo.</li> <li>3. Capoeira/Lavrado</li> <li>4. Floresta Contínua/Inicio da vegetação de savana</li> </ol> <p><b>2) Largura da Mata Ciliar</b></p> <p>0 Vegetação arbustiva ciliar ausente.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mata ciliar ausente com alguma vegetação arbustiva.</li> <li>2. Mata ciliar bem definida de 1 a 5 m de largura.</li> <li>3. Mata ciliar bem definida entre 5 e 30 m de largura.</li> <li>4. Mata ciliar bem definida com mais de 30 m.</li> <li>5. Continuidade da mata ciliar com a floresta adjacente.</li> </ol> <p><b>3) Estado de preservação da Mata Ciliar</b></p> <p>0 Cicatrizes profundas com barrancos ao longo do seu comprimento.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quebra frequente com algumas cicatrizes e barrancos.</li> <li>2. Quebra ocorrendo em intervalos maiores que 50 m.</li> <li>3. Mata Ciliar intacta sem quebras de continuidade.</li> </ol> <p><b>4) Estado da Mata ciliar dentro de uma faixa de 10 m</b></p> <p><b>0 Vegetação constituída de grama e poucos arbustos.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mescla de grama com algumas árvores pioneiras e arbustos.</li> <li>2. Espécies pioneiras mescladas com árvores maduras.</li> <li>3. Mais de 90% da densidade é constituída de árvores não pioneiras ou nativas.</li> </ol> <p><b>5) Dispositivos de retenção</b></p> <p>0 Canal livre com poucos dispositivos de retenção.</p>	<p><b>7) Estrutura do barranco do rio</b></p> <p>0 Barranco instável com solo e areia soltos, facilmente perturbável.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Barranco com solo livre e uma camada esparsa de grama e arbustos.</li> <li>2. Barranco firme, coberto por grama e arbustos.</li> <li>3. Barranco estável de rochas e/ou solo firme, coberto de grama, arbustos e raízes.</li> <li>4. Ausência de barrancos.</li> </ol> <p><b>8) Escavação sob o barranco</b></p> <p>0 Escavações severas ao longo do canal, com queda de barrancos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escavações frequentes.</li> <li>2. Escavações apenas nas curvas e constrictões.</li> <li>3. Pouca ou nenhuma evidência, ou restrita a áreas de suporte de raízes.</li> </ol> <p><b>9) Leito do rio</b></p> <p>0 Fundo uniforme de silte e areia livres, substrato de pedra ausente.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundo de silte, cascalho e areia em locais estáveis.</li> <li>2. Fundo de pedra facilmente móvel, com pouco silte.</li> <li>3. Fundo de pedras de vários tamanhos, agrupadas, com interstício óbvio.</li> </ol> <p><b>10) Áreas de corredeiras e poções ou meandros</b></p> <p>0 Meandros e áreas de corredeiras/poções ausentes ou rio canalizado.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Longos poções separando curtas áreas de corredeiras, meandros ausentes.</li> <li>2. Espaçamento irregular.</li> <li>3. Distintas, ocorrendo em intervalos de 5 a 7 vezes a largura do rio.</li> </ol> <p><b>11) Vegetação Aquática</b></p> <p>0. Algas dominantes nos poções, plantas vasculares em ambiente de água estagnada.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Emaranhados de algas, algumas plantas vasculares e poucos musgos.</li> <li>2. Algas dominantes nos poções, plantas</li> </ol>
--	---

<p>1. Dispositivo de retenção solto movendo-se com o fluxo.</p> <p>2. Rochas e/ou troncos presentes, mas, preenchidas com sedimento.</p> <p>3. Canal com rochas e/ou troncos firmemente colocadas no local.</p> <p><b>6) Sedimentos no canal</b></p> <p>0 Canal dividido em tranças ou rio canalizado.</p> <p>1. Barreira de sedimento e pedras, areia e silte comuns.</p> <p>2. Algumas barreiras de cascalho e pedra bruta e pouco silte.</p> <p>3. Pouco ou nenhum alargamento resultante de acúmulo de sedimento.</p>	<p>vasculares semiaquáticas ou aquáticas ao longo da margem.</p> <p>3. Quando presente consiste de musgos e manchas de algas.</p> <p><b>12) Detritos</b></p> <p>0 Sedimento fino anaeróbico, nenhum detrito bruto.</p> <p>1. Nenhuma folha ou madeira, matéria orgânica bruta e fina com sedimento.</p> <p>2. Pouca folha e madeira, detritos orgânicos finos, floculentos, sem sedimento.</p> <p>3. Principalmente folhas e material lenhoso com sedimento.</p> <p>4. Principalmente folhas e material lenhoso sem sedimento.</p>
---	--