



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – *Campus* REALEZA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE LARVAS DE ODONATA (INSECTA) NO
RIO SARANDI, NO SUDOESTE DO PARANÁ, BRASIL**

RUI MÁRCIO FRANCO

REALEZA, PR

2016

RUI MÁRCIO FRANCO

**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE LARVAS DE ODONATA (INSECTA) NO
RIO SARANDI, NO SUDOESTE DO PARANÁ, BRASIL**

Artigo apresentado ao curso de Ciências Biológicas (Licenciatura) da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* de Realeza (PR) como requisito para aprovação no componente curricular regular de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientadora: Prof^a Dra. Izabel Aparecida Soares

Co-orientadora: Prof^a. Dra. Gilza M. de Souza Franco

REALEZA, PR

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Franco, Rui Marcio
DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE LARVAS DE ODONATA
(INSECTA) NO RIO SARANDI, NO SUDOESTE DO PARANÁ, BRASIL/
Rui Marcio Franco. -- 2016.
21 f.:il.

Orientadora: Izabel Aparecida Soares.
Co-orientadora: Gilza Maria de Souza Franco.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Ciências
Biológicas, Realeza, PR, 2016.

1. Insecta. 2. Bioindicadores. 3. Conservação. 4.
Ambiente lótico. I. Soares, Izabel Aparecida, orient.
II. Franco, Gilza Maria de Souza, co-orient. III.
Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

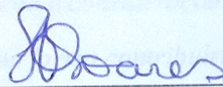
RUI MÁRCIO FRANCO

**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE LARVAS DE ODONATA (INSECTA) NO
RIO SARANDI, NO SUDOESTE DO PARANÁ, BRASIL**

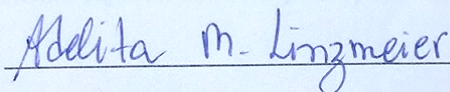
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciado em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira sul. Orientadora: Profa. Dra. Izabel Aparecida Soares e Coorientadora: Profa. Dra. Gilza Maria de Souza Franco

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
01/06/2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Izabel Aparecida Soares - UFFS



Prof. Dra. Adelita Maria Linzmeier - UFFS



Prof. Me. Ruben Alexandre Boelter - UFFS

Agradecimentos

A Deus, que me forneceu força e sempre esteve presente durante o meu percurso,

A Profa. Dra. Izabel Aparecida Soares pela confiança e empenho, com incentivo, dedicação e preocupação para conclusão deste trabalho,

A Profa. Dra. Gilza Maria de Souza Franco pelo incentivo, apoio nas coletas, nas identificações dos espécimes de Odonata, sugestões valiosas e por me apresentar a esse fascinante mundo dos organismos aquáticos

A Profa. Dra. Adelita Maria Linzmeier e pelas valiosas contribuições no trabalho, incentivo, exemplo de profissional comprometido com a ciência e amizade,

Ao Prof. Me. Ruben A. Boelter pelas valiosas contribuições no manuscrito, bem como pelo apoio e amizade.

Aos colegas de curso, Ana Paula, Rodrigo, Mayza e Caroline pelo apoio nas coletas de campo.

A todos nossos amigos pelo respeito e consideração durante nossa passagem pelo curso

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para finalização de mais esta jornada,

À UFFS pelo auxílio à pesquisa e apoio institucional,

À Ambiental Equilibrium Ltda pelo apoio logístico.

Resumo

Avaliamos a distribuição de larvas de Odonata ao longo do gradiente longitudinal do rio Sarandi, bem como a integridade ambiental através da riqueza e composição. Amostramos as larvas de dezembro/2014 a novembro/2015 em seis pontos, através de amostras qualitativas/quantitativas com peneiras e esforço amostral de 40 minutos/pessoa/ponto. Identificamos as larvas ao nível de gênero. Mensuramos as variáveis da água: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e temperatura da água. Além, das variáveis estruturais profundidade, largura do rio e velocidade da correnteza. As variáveis ambientais apontou que os pontos amostrados variou significativamente ($p < 0,05$) em relação ao pH, condutividade elétrica, velocidade da correnteza, profundidade e largura. Observamos nítida separação, através da ACP, da nascente em relação aos demais pontos, devido a sua menor profundidade, correnteza, pH e condutividade. Identificados 544 indivíduos, distribuídos em 24 táxons, representado pelas subordens Anisoptera e Zygoptera. *Progomphus* sp. (Gomphidae) foi o gênero mais abundante, seguido de *Hetaerina* sp. (Calopterygidae). *Progomphus* sp. e *Phyllocycla* sp. foram os únicos táxons presentes em todos os pontos amostrados no período estudado. Registramos maiores abundâncias nos pontos P1 e P2 e maior riqueza nos pontos P2 e P6. As larvas de Odonata estiveram associadas as condições de integridade de habitats, como: presença de vegetação marginal, estabilidade do leito, correnteza e o tipo de ocupação do solo. Registramos maior riqueza, abundância, índice de diversidade e equidade nos pontos mais a montante, os quais estão acima das áreas urbanas.

Palavras-Chave: Insecta, bioindicadores, conservação, ambiente lótico, *Progomphus*

Abstract

We evaluate the distribution of Odonata larvae along the longitudinal gradient Sarandi River, as well as environmental integrity through the richness and composition. We sampled the larvae of December/2014 to November/2015 at six sites, using qualitative/quantitative samples with sieves and sampling effort 40 minutes/person/sites. We identify the larvae in terms of genera. We measure the variables of water: pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, alkalinity, biochemical oxygen demand (BOD) and water temperature. In addition, the structural variables depth, river width and current velocity. Environmental variables sites out that the sampling sites varied significantly ($p < 0.05$) compared to pH, electrical conductivity, current velocity, depth and width. We observed clear separation by ACP, the source in relation to the other sites, due to its smaller depth, current velocity, pH and conductivity. Identified 544 individuals, distributed in 24 taxa, represented by the suborder Anisoptera and Zygoptera. *Progomphus* sp. (Gomphidae) was the most abundant genus, followed by *Hetaerina* sp. (Calopterygidae). *Progomphus* sp. and *Phyllocycla* sp. they were the only taxa present at every sites sampled during the study period. We recorded higher abundances in the sites P1 and P2 and greater wealth in the sites P2 and P6. The larvae of Odonata were associated conditions the integrity of habitats, such: presence of marginal vegetation, bed stability, flow and type of land use. Recorded greater richness, abundance, diversity index and equity in more sites upstream, which are above the urban areas.

Keyword: Insecta, biological indicators, conservation, lotic, *Progomphus*

SUMÁRIO

Abstract.....	2
Resumo.....	2
INTRODUÇÃO.....	3
MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
Caracterização da Área de Estudo.....	5
Amostragem.....	6
Análise dos dados.....	8
RESULTADOS.....	9
Variáveis abióticas.....	9
Diversidade e distribuição da Odonatofauna.....	11
DISCUSSÃO.....	16
REFERÊNCIAS.....	19
ANEXOS.....	22

Este artigo segue as normas do periódico “Anais da Academia Brasileira de Ciências” (versão *on-line* ISSN 1678-2690, Normas no Anexo 1)

**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE LARVAS DE ODONATA (INSECTA) NO
RIO SARANDI, NO SUDOESTE DO PARANÁ, BRASIL**

Ciências Biológicas

**Rui Márcio Franco^{1,2}, Paulo Vanderlei Sanches¹, Gilza Maria de Souza-Franco^{2,3},
Izabel Aparecida Soares²**

¹Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), R. da Faculdade, 645; CEP 85.900-000, Toledo, PR, Brasil.

²Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), R. Edmundo Gaiesvik, 1000; CEP 85.770-000, Realeza, PR, Brasil.

³Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Comunitária da Região de Chapecó.

Abstract

We evaluate the distribution of Odonata larvae along the longitudinal gradient Sarandi River, as well as environmental integrity through the richness and composition. We sampled the larvae of December/2014 to November/2015 at six sites, using qualitative/quantitative samples with sieves and sampling effort 40 minutes/person/sites. We identify the larvae in terms of genera. We measure the variables of water: pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, alkalinity, biochemical oxygen demand (BOD) and water temperature. In addition, the structural variables depth, river width and current velocity. Environmental variables sites out that the sampling sites varied significantly ($p < 0.05$) compared to pH, electrical conductivity, current velocity, depth and width. We observed clear separation by ACP, the source in relation to the other sites, due to its smaller depth, current velocity, pH and conductivity. Identified 544 individuals, distributed in 24 taxa, represented by the suborder Anisoptera and Zygoptera. *Progomphus* sp. (Gomphidae) was the most abundant genus, followed by *Hetaerina* sp. (Calopterygidae). *Progomphus* sp. and *Phyllocycla* sp. they were the only taxa present at every sites sampled during the study period. We recorded higher abundances in the sites P1 and P2 and greater wealth in the sites P2 and P6. The larvae of Odonata were associated conditions the integrity of habitats, such: presence of marginal vegetation, bed stability, flow and type of land use. Recorded greater richness, abundance, diversity index and equity in more sites upstream, which are above the urban areas.

Keyword: Insecta, biological indicators, conservation, lotic, *Progomphus*

Resumo

Avaliamos a distribuição de larvas de Odonata ao longo do gradiente longitudinal do rio Sarandi, bem como a integridade ambiental através da riqueza e composição. Amostramos as larvas de dezembro/2014 a novembro/2015 em seis pontos, através de amostras qualitativas/quantitativas com peneiras e esforço amostral de 40 minutos/pessoa/ponto. Identificamos as larvas ao nível de gênero. Mensuramos as variáveis da água: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e temperatura da água. Além, das variáveis estruturais profundidade, largura do rio e velocidade da correnteza. As variáveis ambientais apontou que os pontos amostrados variou significativamente ($p < 0,05$) em relação ao pH, condutividade elétrica, velocidade da correnteza, profundidade e largura. Observamos nítida separação, através da ACP, da nascente em relação aos demais pontos, devido a sua menor profundidade, correnteza, pH e condutividade. Identificados 544 indivíduos, distribuídos em 24 táxons, representado pelas subordens Anisoptera e Zygoptera. *Progomphus* sp. (Gomphidae) foi o gênero mais abundante, seguido de *Hetaerina* sp. (Calopterygidae). *Progomphus* sp. e *Phyllocycla* sp. foram os únicos táxons presentes em todos os pontos amostrados no período estudado. Registramos maiores abundâncias nos pontos P1 e P2 e maior riqueza nos pontos P2 e P6. As larvas de Odonata estiveram associadas as condições de integridade de habitats, como: presença de vegetação marginal, estabilidade do leito, correnteza e o tipo de ocupação do solo. Registramos maior riqueza, abundância, índice de diversidade e equidade nos pontos mais a montante, os quais estão acima das áreas urbanas.

Palavras-Chave: Insecta, bioindicadores, conservação, ambiente lótico, *Progomphus*

INTRODUÇÃO

A ordem Odonata está dividida em três subordens atuais Anisoptera, Zygoptera (Souza et al. 2007) e Anisozygoptera, um grupo mais basal relacionado as duas subordens e restrita à região asiática (Dalzochio et al. 2011). São conhecidas aproximadamente 6.000 espécies (Calvão et al. 2007), distribuídas em 600 gêneros (Figueiredo et al. 2013), sendo 2.739 espécies pertencem a subordem Zygoptera (19 famílias) e 2.941 espécies a subordem Anisoptera (12 famílias) (Kalkman et al. 2008). A Região Neotropical abriga em torno de 1.650 espécies, enquanto que, para a América do Sul são conhecidas 637 espécies de Anisoptera atribuídas a 88 gêneros e sete famílias; e 682 espécies de Zygoptera, classificadas em 92 gêneros e 11 famílias (Domínguez e Fernández 2009). Para o Brasil, estão registradas cerca de 800 espécies, distribuídas em 14 famílias (Souza et al. 2007) e 128 gêneros (Costa et al. 2004). Inventários dedicados exclusivamente a odonatas no Sul do Brasil, ainda são escassos (e.g. Costa et al. 2005, Oliveira et al. 2013, Souza et al. 2015). A maioria deles foram realizados no Rio Grande do Sul (e.g. Teixeira et al. 1971; Costa et al. 1971; Maltchik et al. 2010 e Pires et al. 2013), e no Paraná são raros (e.g. Oliveira et al. 2013 e Souza et al. 2015).

Larvas¹ e adultos de Odonata são predadores vorazes (Ferreira-Peruquetti e De Marco 2002, Costa et al. 2005, Kalkman et al. 2008), generalistas (Mendes et al. 2015), vivendo em habitats aquáticos quando imaturos e terrestre quando adultos (Oliveira et al. 2013). As larvas alimentam-se de pequenos artrópodos (Costa et al. 2005), girinos (De Marco et al. 2001), pequenas larvas de peixes e outros insetos (Costa et al. 2004 e Souza et al. 2007), enquanto que, os adultos se alimentam principalmente de insetos, inclusive outras libélulas (Souza et al. 2007). Por outro lado, os odonatos são

1. Visando a padronização dos trabalhos com o grupo, é utilizado o termo larva para designar a forma jovem de Odonata, conforme recomendado pela *Societas Internationalis Odonatologica* (S.I.O.), Utrecht. (Neis e Hamada, 2014)

componentes importantes na cadeia trófica dos ecossistemas aquáticos e terrestre, servindo de alimento para outros artrópodes, peixes, anfíbios e aves (Souza et al. 2007).

Tanto as formas imaturas quanto os adultos têm distribuição e abundância extremamente dependente da estrutura da vegetação local e da qualidade dos habitats que ocupam, sendo consideradas peças-chave na caracterização da qualidade da água e do ambiente onde são encontradas (Clausnitzer et al. 2009).

A importância de odonatas tanto no ambiente aquático quanto terrestre, torna necessário o acesso ao conhecimento de sua riqueza, do grau de endemismo, do grau de ameaça, singularidades taxonômicas e representatividade ambiental do grupo em prol da conservação da biodiversidade e para subsidiar a escolha de áreas prioritárias para a conservação (De Marco e Viana 2005), sendo o conhecimento da biodiversidade da fauna de Odonata relevante em virtude dos impactos antropogênicos nos sistemas lóticos que vem ocorrendo nos últimos anos, nas mais diferentes escalas espaciais.

Muitas espécies são particularmente sensíveis a distúrbios antrópicos (Samways e Steleiter 1996). Odonata são conhecidos como indicadores de mudanças na estrutura do habitat (Mendes et al. 2015), sendo muito utilizado em monitoramento de integridade de habitat (Samways e Steytler 1996; Brown 1997a; Brown 1997b), e comumente empregado em índices de avaliação ambiental, como o Índice Biótico de Odonata (IBO) (Simaika e Samways 2012). Nesse contexto, avaliamos a distribuição de larvas de Odonata ao longo do gradiente longitudinal do Rio Sarandi, bem como a integridade ambiental através da riqueza e composição da Odonatafauna.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

O estudo das larvas de Odonata foi realizado no Rio Sarandi (Figura 1), afluente da margem esquerda da bacia do Baixo Rio Iguaçu, região sudoeste do Paraná, entre os municípios de Ampère, Santa Izabel do Oeste e Realeza. Os pontos amostrados foram a partir das latitudes $25^{\circ}54'10,75''\text{S}$ a $25^{\circ}35'31,85''\text{S}$ e longitude $53^{\circ}24'52,90''\text{W}$ a $53^{\circ}30'32,50''\text{W}$. Na microbacia do Rio Sarandi predomina o relevo suave e suave ondulado com Áreas de Deflúvio Superficial Eventual (ADSE) consideradas frágeis, típicas de erosão regressiva (Paz 2010). A formação vegetal pode ser categorizada com transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual (Lianillo 1994). O clima da região é subtropical, do tipo Cfa (subtropical com verões quentes), conforme a classificação de Koppen-Geiger, com temperatura do mês mais quente superior a 22°C (Pell et al. 2007), sem estação de seca definida, verão quente e geadas menos frequentes (Espírito Santo Jr. 2007).

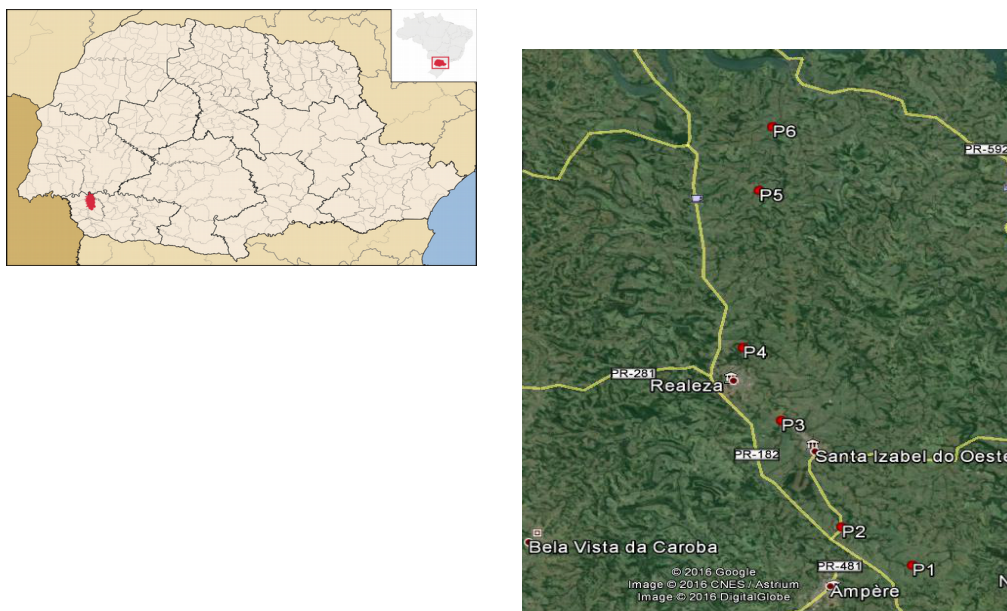


Figura 1. Área de estudo e os pontos amostrais de estudo em ordem de nascente a foz do Rio Sarandi.

Nesse estudo selecionamos seis pontos amostrais distribuídos ao longo do canal principal da bacia do rio Sarandi, desde o ponto mais próximo à nascente até sua foz no Rio Cotegipe (Figura 1 e Tabela 1). A maioria dos pontos amostrados possuem influencia agrícola com predomínio de culturas anuais como milho, soja e trigo, mas, também pode-se destacar a presença de pastagem e silvicultura (Tabela 1). Destacamos que os pontos P3 e P4 estão localizados após as zonas urbanas, sendo o ponto P3 localizado logo após a área urbana de Santa Izabel do Oeste, enquanto o P4 está aproximadamente 2 km da estação de tratamento de esgoto do município de Realeza, PR (Tabela 1).

Amostragem

As larvas de Odonata foram amostradas mensalmente no período de dezembro/2014 a novembro/2015. Neste estudo, as larvas de Odonata foram amostradas em diferentes substratos do Rio Sarandi (raízes, cascalhos, areia, folhas e pequenas pedras), com auxílio de peneira de mão de 20 cm de diâmetro, abertura de malha de 250 μm e esforço amostral total de 40 min/pessoa/ponto. Os espécimes coletados foram separados e acondicionados em etanol 80%. Em laboratório foi procedida a identificação dos exemplares através de microscópio estereoscópico, utilizando chaves de identificação (Costa et al. 2004 e Magnuai et al. 2010). Concomitante a coleta das larvas de Odonata foram mensuradas as variáveis ambientais (físicas e químicas da água e estruturais): As variáveis físicas e químicas da água foram: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), através de medidor de temperatura digital modelo MT-511 marca Limnotech; pH, com auxílio de pHmetro digital modelo 200A marca Instrutherm; condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), medida com condutímetro digital modelo Q405B marca Químis; oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), com auxílio de oxímetro modelo MO 890 marca Instrutherm. Ainda foram

coletadas amostras de água para ser analisadas em laboratório para fins de obter a demanda química de oxigênio ($DBO_{5\text{dias}}$ em mg.L^{-1}), através de incubação em estufa de DBO por cinco dias a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e alcalinidade total (mg.L^{-1}) por titulometria (APHA 1998).

Tabela 1. Característica dos pontos amostrais no Rio Sarandi, no sudoeste do Paraná, Brasil.

Pontos	Localização (GPS)	Altitude (m)	Vegetação marginal	Características dos pontos
P1	25°54'11.78"S 53°24'58.98"O	599	Largura da mata ciliar variando de 30 a 40 metros. Vegetação nativa em estágio médio de regeneração.	O ponto está situado logo após a junção de duas nascentes em área rural. O entorno do rio apresenta área agrícola com culturas anuais de soja, milho e trigo. Margens estáveis sem erosão aparente. Sedimento de fundo argiloso com seixos e muita matéria orgânica particulada grossa (folha e galhos).
P2	25°52'32.78"S 53°27'47.50"O	496	Largura da mata ciliar variando de 15 a 25 metros. Vegetação nativa em estágio inicial e médio de regeneração. Presença de espécies exóticas como eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp. L.) e uva japão (<i>Hovenia dulcis</i> Thunb).	O entorno do rio apresenta área agrícola com culturas anuais de soja, milho e trigo. Margens com erosão aparente. Sedimento de fundo de matacão e seixos e muita matéria orgânica particulada grossa (folha e galhos).
P3	25°47'59.58"S 53°30'9.80"O	463	Largura da mata ciliar variando de 14 a 45 metros. Vegetação nativa em estágio inicial de regeneração, na margem direita mais degradada. Presença de espécies exóticas como eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp.) e uva japão (<i>Hovenia dulcis</i>).	O ponto está situado após a área urbana de Santa Izabel do Oeste. O entorno do rio apresenta área agrícola com culturas anuais de soja, milho e trigo. Além, de residências e uma grameira. Margens com erosão aparente. Sedimento de fundo e matacão e laje e pouca matéria orgânica. Correnteza muito forte, encachoeirado.
P4	25°44'52.66"S 53°31'39.65"O	327	Largura da mata ciliar variando de nove a 25 metros. Vegetação nativa em estágio inicial de regeneração na margem direita e alguns locais apenas vegetação rasteira. Margem esquerda com vegetação mais preservada em estágio médio de regeneração. Presença de espécies exóticas como eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp.), pinus (<i>Pinnus</i> sp.) e uva japão (<i>Hovenia dulcis</i>).	O entorno do rio apresenta área agrícola com culturas anuais feijão, soja e milho. Também apresenta pastagem, silvicultura (pinus e eucalipto) e residências. O ponto está a aproximadamente 2 km abaixo da estação de tratamento de esgoto de Realeza. Margens com erosão aparente. Sedimento de fundo e matacão e argila com seixos e pouca matéria orgânica. Correnteza muito forte.
P5	25°38'11.52"S 53°30'55.81"O	318	Largura da mata ciliar variando de zero a 25 metros. Vegetação nativa em estágio inicial de regeneração. Margem direita com vegetação mais preservada em estágio médio de regeneração. Presença de espécies exóticas como eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp.) e pinus (<i>Pinnus</i> sp. L.).	O entorno do rio apresenta área agrícola com culturas anuais feijão, soja e milho. Também apresenta pastagem e residências. Margens com erosão aparente. Sedimento de fundo e matacão e laje com pouca matéria orgânica. Correnteza muito forte a moderada.
P6	25°35'27.88"S 53°30'21.66"O	273	Largura da mata ciliar variando de cinco a 15 metros. Vegetação nativa em estágio inicial de regeneração. Presença de espécies exóticas como eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp.), uva japão (<i>Hovenia dulcis</i>), cítricos e pinus (<i>Pinnus</i> sp.)	O entorno do rio apresenta área agrícola com culturas anuais feijão, soja e milho e pastagem. Margens com erosão aparente. Sedimento de fundo e matacão e laje com pouca matéria orgânica. Correnteza muito forte a moderada.

Análise dos dados

Consideramos a riqueza de gêneros (S) o número de espécies da amostra, enquanto que o índice diversidade e equitabilidade (J) de Shannon-Wiener (H') foi calculado de acordo com Pielou (1966) através da expressão:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i)$$

onde: $p_i = \frac{n}{N}$ e n= número de indivíduos da espécie i e N= o número total de indivíduos na amostra.

A frequência de ocorrência relativa (%) foi calculada considerando todas as amostragem e o número de vezes que o táxon ocorreu, assim:

$$f = \frac{f_i}{N} * 100 \quad \text{onde: } f_i = \text{o número de vezes que o táxon ocorreu nas amostras e } N = \text{o}$$

número total de amostras.

Utilizamos a Análise de Variância (Anova) (one-way) seguidos dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade, utilizando teste *t* Student, em nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), para verificar se houve diferença em relação aos dados abióticos ou nos pontos de coleta. Ainda, realizamos uma Análise de Componentes Principais (ACP) a partir dos variáveis físicos e químicos para agrupamento dos pontos de amostragem/meses. Após a ACP os eixos 1 e 2 foram testados através da Anova (one-way) para confirmar a significância do agrupamento ($p \leq 0,05$). Para verificar a diferença entre os pontos amostrais em relação aos atributos da comunidade (S, H', J e abundância) também foi utilizado a Anova (one-way) seguidos dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade utilizando teste *t* Student, em nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Para a análise de similaridade em relação a composição e riqueza

utilizamos a distância Euclidiana através do método (UPGMA). Para todos os tratamentos estatísticos utilizamos o programa Statistic (STATSOFT 2008).

RESULTADOS

Variáveis abióticas

Durante o período de amostragem não registramos para maioria das variáveis físicas e químicas variação temporal significativa nos meses amostrados, com exceção da condutividade elétrica (Tabela 2). A análise das variáveis físicas e químicas da água apontou que os pontos amostrados no Rio Sarandi variou significativamente ($p < 0,05$) em relação ao pH, condutividade elétrica, velocidade da correnteza, profundidade e largura (Figura 2). As demais variáveis não diferiram entre os pontos (Tabela 2). Na nascente (P1) registramos os menores valores de condutividade elétrica, pH, velocidade da correnteza, profundidade e largura do leito. Não observamos diferença significativa em relação as variáveis mensuradas ($p < 0,05$).

Tabela 2. Sumarização dos dados físicos e químicas da água e estrutura do Rio Sarandi no período de dezembro de 2014 a novembro de 2015.

	Média	Amplitude	Variância	Desvio Padrão
Temperatura (°C)	20,29	14,90	25,80	8,36
OD (mg.L ⁻¹)	8,05	5,70	10,05	1,45
DBO (mg.L ⁻¹)	4,41	2,01	7,89	1,69
CE (mS.cm ⁻¹)	56,37	26,00	120,00	301,05
pH	7,52	6,55	8,50	0,17
Velocidade da correnteza (m.s ⁻¹)	0,61	0,23	1,51	0,07
Profundidade (m)	0,55	0,10	1,40	0,05
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹)	24,93	10,00	41,00	74,14
Largura (m)	14,90	1,80	40,00	125,59

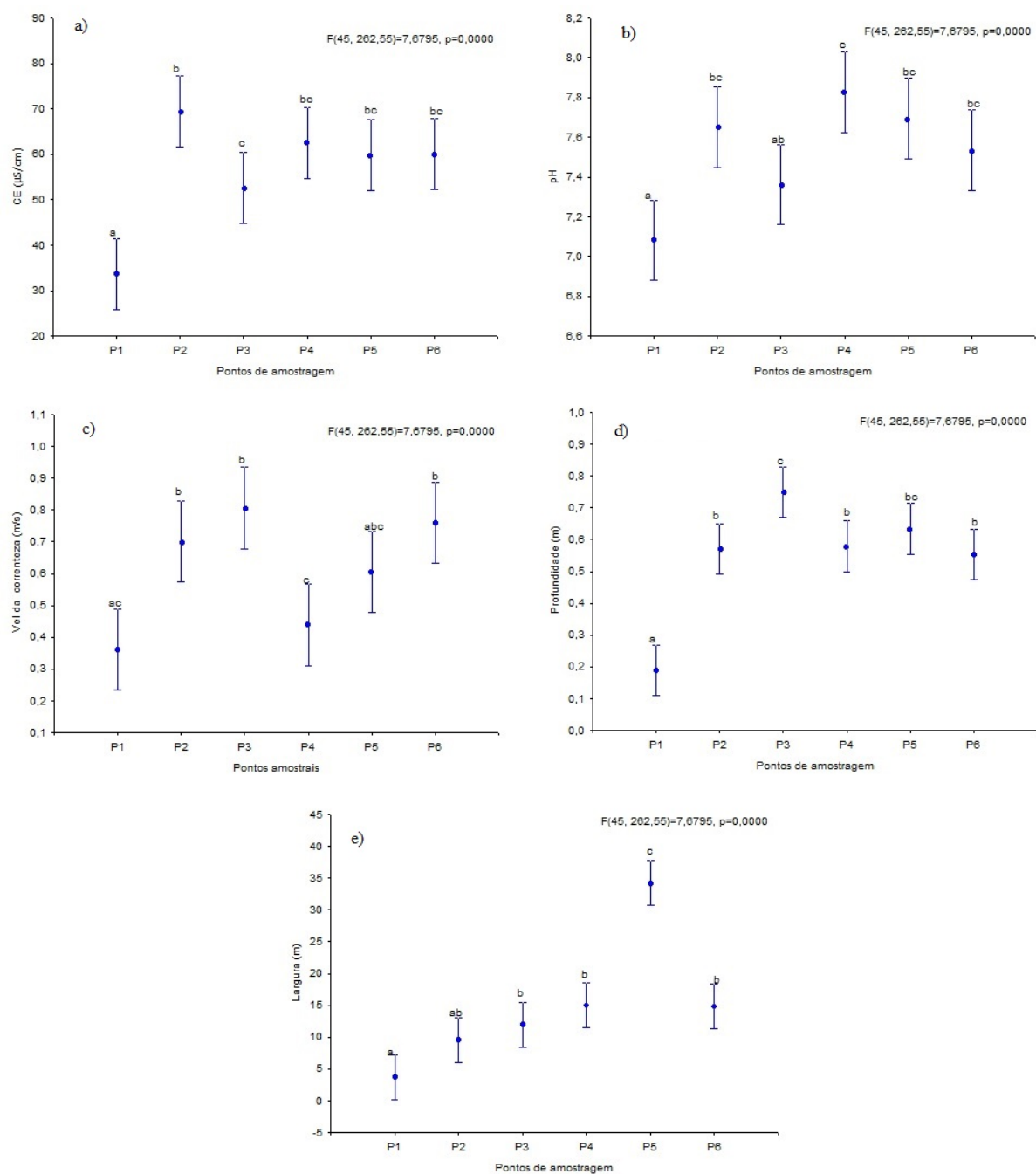


Figura 2. Variação espacial da condutividade elétrica, pH, velocidade da correnteza, profundidade e largura do leito nos pontos amostrados no Rio Sarandi no período de dezembro/2014 a novembro/2015.

DBO e o OD separaram o ponto P1 dos demais pontos em relação as variáveis físicas e químicas através da ACP (Figura 3). A ACP explicou 41% dos dados, sendo que a contribuição do eixo 1 foi de 22% e do eixo 2 de 19%. As variáveis físicas e químicas pH, condutividade elétrica e as variáveis estruturais de velocidade da

correnteza e profundidade foram as responsáveis pela formação do eixo 1, enquanto que, DBO e OD foram as variáveis que mais contribuíram na formação do eixo 2 (Figura 3). Entretanto, quando testamos os eixos através da Anova, apenas o eixo 2 apresentou diferença significativa entre os pontos ($p= 0,00267$), diferenciando os dois pontos a montante (P1 e P2) dos demais pontos. Essa separação foi em função dos menores valores de OD e DBO nesses pontos.

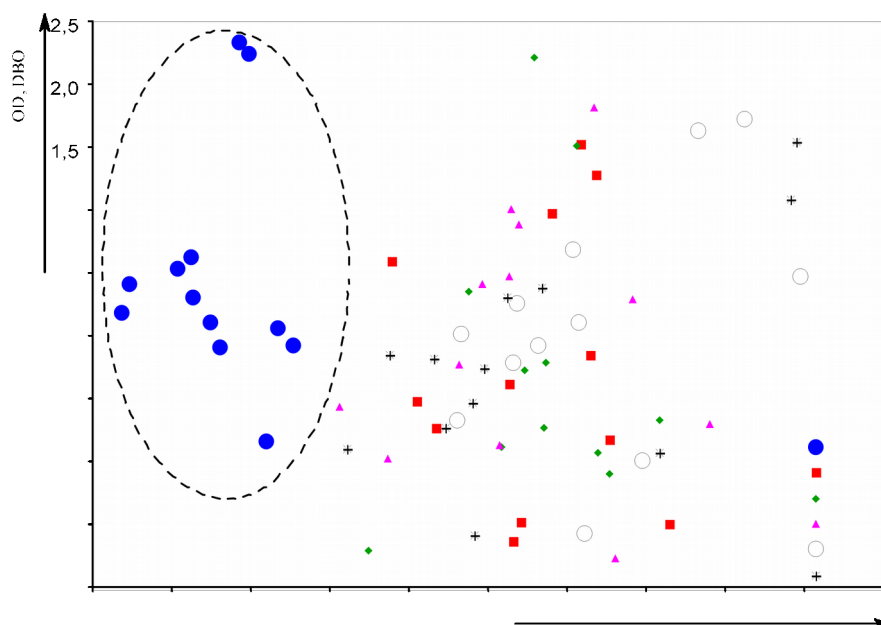


Figura 3. Ordenação dos pontos de amostragem em função dos escores da ACP no Rio Sarandi no período de dezembro/2014 a novembro/2015.

Diversidade e distribuição da Odonatofauna

Coletamos e identificamos 544 indivíduos de Odonata, distribuídos em 24 táxons, representado pelas subordens Anisoptera e Zygoptera (Tabela 3). Registramos a maior abundância ($n= 428$ indivíduos) e riqueza de táxons (17) para Anisoptera representada pelas famílias Cordullidae, Gomphidae e Libellulidae, enquanto que, para Zygoptera obtivemos 116 indivíduos e 8 táxons distribuídos nas famílias Calopterygidae, Coenagrionidae, Perilestidae, Megapodagrionidae e Pseudostigmatidae

(Tabela 3). Em relação a abundância por família, Gomphidae foi a mais abundante com 343 indivíduos e 10 táxons, com predomínio de *Progomphus* sp. (n= 189 indivíduos). A segunda maior abundância foi de Calopterygidae (n= 84 indivíduos), entretanto, representado por apenas um táxon, *Hetaerina* sp. (15,44%).

A maior abundância foi registrada no ponto P2 (n= 143 indivíduos) seguido dos pontos P1 (n= 122 indivíduos), P6 (n= 89 indivíduos), P5 (n= 85 indivíduos), P4 (n= 62 indivíduos) e P3 (n= 43 indivíduos). As abundâncias relativas registradas foram P2 (26,24%), P1 (22,57%), P6 (16,32%), P5 (15,60%), P4 (11,38%) e P3 (7,89%) e maiores riquezas nos pontos P4 e P6 com 17 táxons e P2 com 16 táxons. Os maiores atributos que compõem a diversidade foi registrada no P4 ($H' = 2,55$) e o menor no P1 ($H' = 1,465$); e maior equitabilidade no P4 ($J = 0,902$) e o menor no P1 ($J = 0,667$).

Tabela 3. Composição dos táxons de Odonata registrados nos pontos de amostragens ao longo do gradiente longitudinal do Rio Sarandi, margem esquerda da bacia do Baixo Rio Iguacu, Paraná, Brasil. P= ponto de amostragem, NI= não identificado, MJ= muito jovem, f= frequência relativa, N_{total} = número total de indivíduos, S= riqueza de espécies, H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener.

Táxon	P1	P2	P3	P4	P5	P6	N_{total}	f(%)
Zygoptera								
Calopterygidae								
<i>Hetaerina</i> sp.	27	9		11	22	15	84	47,2
Coenagrionidae								
<i>Argia</i> sp.	2			2	3	4	11	6,9
<i>Heteragrion</i> sp.		3	4	2		1	10	11,1
<i>Leptagrion</i> sp.						1	1	1,4
NI						1	1	
Coenagrionidae (MJ)	1	1					2	
Pseudostigmatidae								
<i>Microstigma</i> sp.						2	2	1,4
Perilestidae	1						1	1,4
Megapodagrionidae		1		1			2	2,8

Tabela 3. *Continuação.*

Táxon	P1	P2	P3	P4	P5	P6	N_{total}	f(%)
Anisoptera								
Gomphidae								
<i>Archeogomphus</i> sp.		6	2	2			10	5,6
<i>Aphylla</i> sp.	9	4		2		1	16	15,3
<i>Desmogomphus</i> sp.				2		9	11	4,2
<i>Perigomphus</i> sp.	1	2		6	14	2	25	19,4
<i>Peruviogomphus</i> sp.		6		1	2	1	10	7,0
<i>Phyllocycla</i> sp.	18	6	2	6	6	11	49	29,2
<i>Phyllogomphoides</i> sp.	1	2		1			4	5,6
<i>Progomphus</i> sp.	47	70	20	10	18	24	189	61,1
<i>Tibiogomphus</i> sp.		3		2	2	2	9	9,8
Corduliidae								
<i>Navicordulia</i> sp.		2	1	2		1	6	5,6
Libellulidae								
<i>Brechmorhoga</i> sp.		5	3			3	11	8,4
<i>Diastatops</i> sp.					2		2	2,8
<i>Erithemis</i> sp.						1	1	1,4
<i>Miathyria</i> sp.				5	5	3	13	5,6
<i>Perithemis</i> sp.		2	2	4	3	6	17	15,2
<i>Tauriphila</i> sp.	1	8	8	3	5		25	12,5
Libellulidae (MJ)	11				1		12	
Abundância total	122	143	43	62	85	89	544	
Abundância relativa (%)	22,57	26,24	7,89	11,38	15,60	16,32	-	
S	9	16	8	17	11	17	25	
H'	1,465	1,854	1,605	2,555	2,034	2,317	2,27	
J	0,667	0,669	0,772	0,902	0,848	0,818	0,71	

Progomphus sp. e *Phyllocycla* sp. foram os únicos táxons presentes em todos os pontos amostrados no período estudado (Anisoptera), enquanto que, *Hetaerina* sp., *Perigomphus* sp., *Tauriphila* sp. e *Perithemis* sp. foram registrados em cinco pontos amostrais (Tabela 3 e Figura 4). Os gêneros de Anisoptera foram os que mais se destacaram ao longo do gradiente longitudinal do Rio Sarandi, com presença para

Gomphidae e Libellulidae, e apenas um gênero para a família Corduliidae (*Navicordulia* sp.), sendo pouco representativo nos quatro pontos amostrais do estudo (Tabela 3 e Figura 4). Embora Zygoptera neste estudo tenha maior ocorrência de *Hetaerina* sp. (Calopterygidae) observa-se também, o registro de Coenagrionidae, com destaque para os gêneros *Argia* sp. e *Heteragrion* sp. (Figura 4). Pseudostigmatidae representado por *Microstigma* sp., Perilestidae e Megapodagrionidae foram poucos representativos neste estudo (Figura 4).

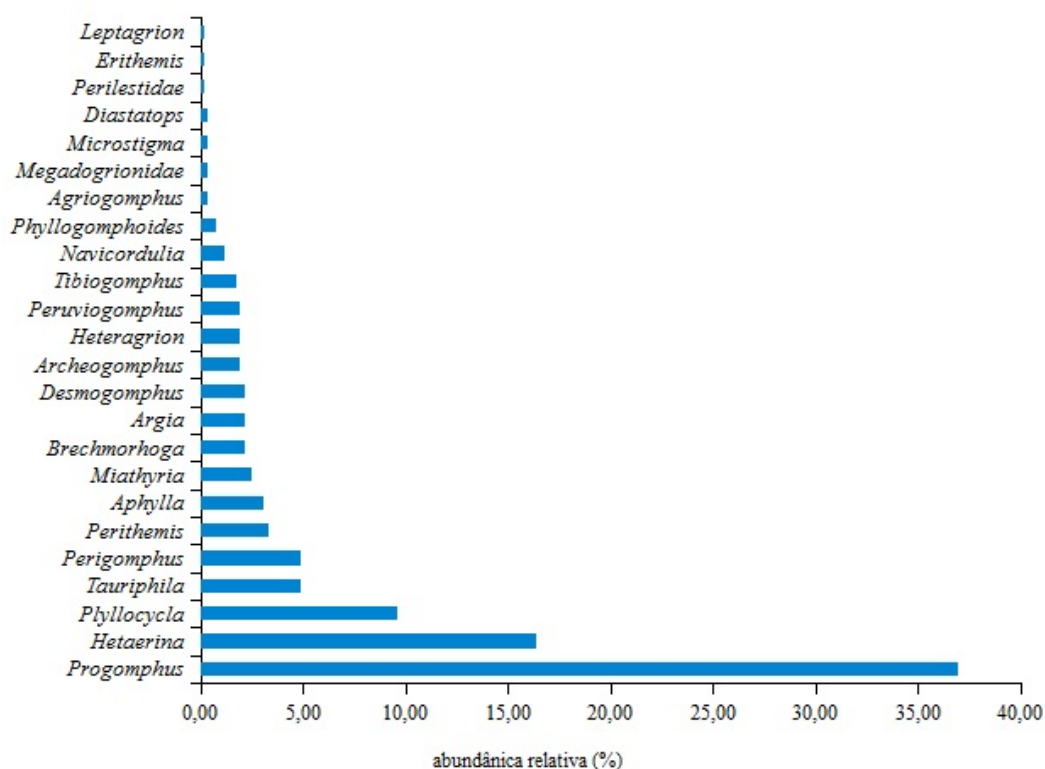


Figura 4. Abundância relativa (%) dos táxons de Odonata amostrados no período de dezembro/2014 a novembro/2015 no Rio Sarandi, região sudoeste do Paraná (Brasil).

As maiores abundâncias foram registradas nos pontos P2 e P1, respectivamente, enquanto que, os menores valores ocorreram no Ponto P3 e P4 (Figura 5a). Quanto a riqueza (S), o maior número de espécies foi registrado nos pontos P4 e P6, respectivamente, enquanto o menor ocorreu no P3 (Figura 5b).

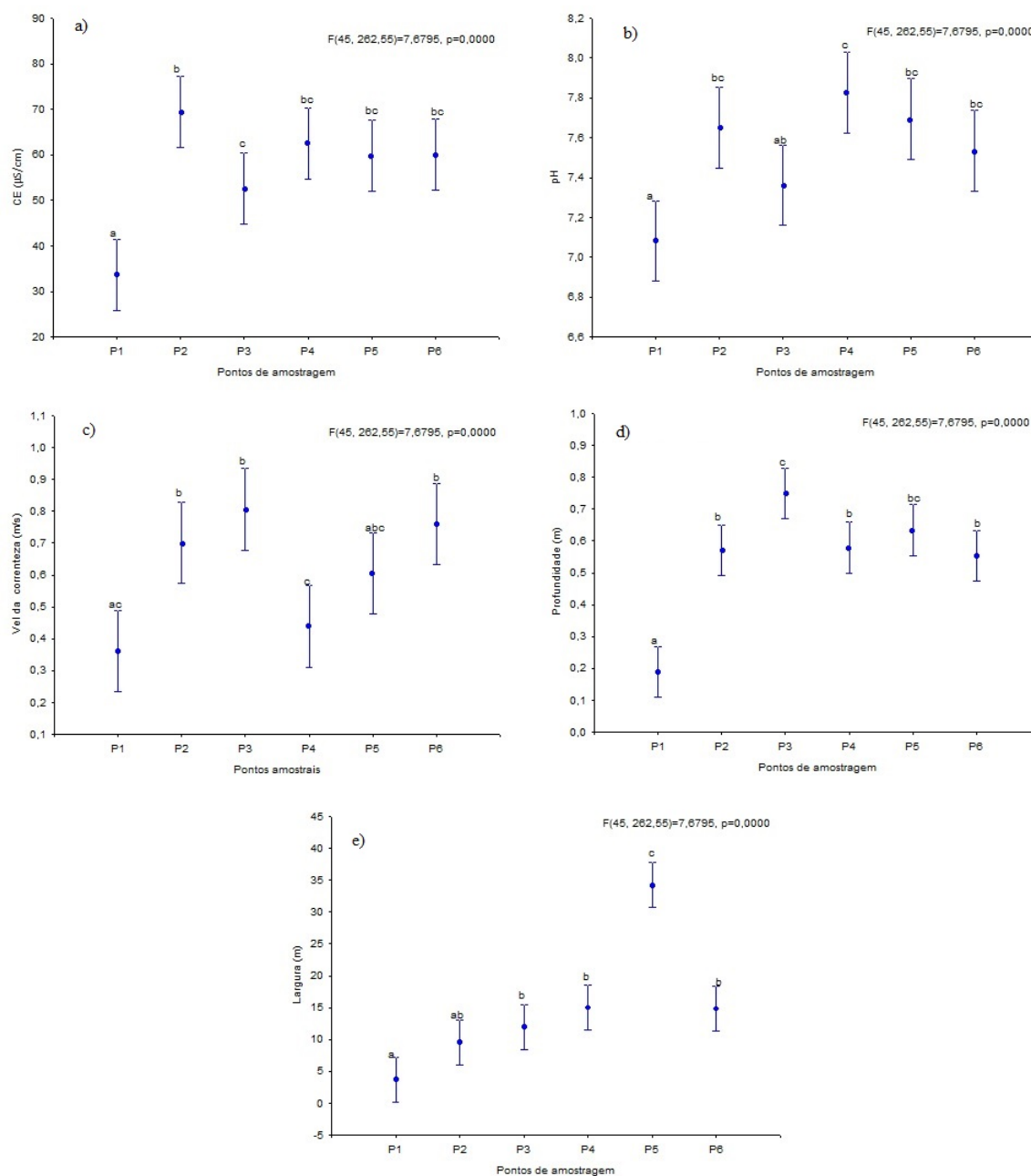


Figura 5. Variação espacial da abundância (a), riqueza (b), índice de diversidade (c) e equitabilidade (d). Os círculos fechados representam a média e barras o desvio padrão.

Por fim, com base na similaridade da composição e riqueza de Odonata verificamos a separação entre os pontos a montante das áreas urbanas (P1 e P2), quando comparados aos pontos a jusante (P3, P4, P5 e P6) (Figura 6).

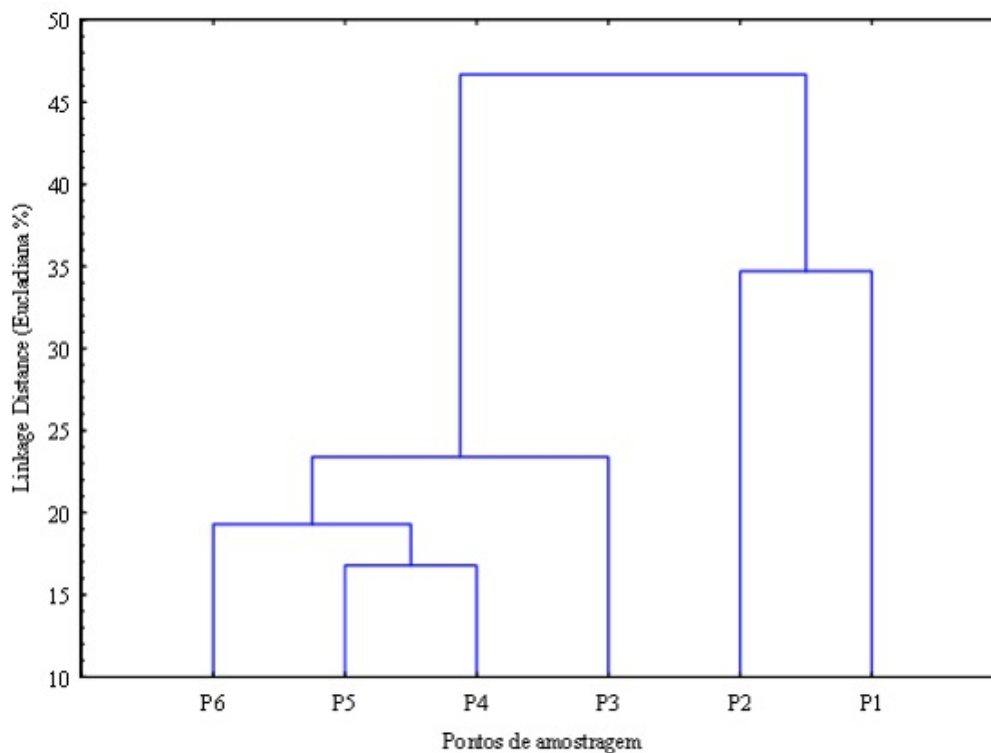


Figura 6. Similaridade dos pontos amostrais em relação a riqueza e composição de táxons de Odonata no Rio Sarandi no período de dezembro/2014 a novembro/2015.

DISCUSSÃO

O Rio Sarandi apresentou característica homogêneas em relação as variáveis ambientais analisadas, ocorrendo pouca variação entre os pontos. Apenas condutividade elétrica, pH e as variáveis estruturais (profundidade, velocidade da correnteza e largura) apresentaram maior amplitude, característica esperada para esse tipo de ambiente. Entretanto, essas variáveis estruturais pouco afetaram as variáveis físicas e químicas da água, como oxigênio dissolvido, DBO, alcalinidade total e temperatura. A variação na condutividade elétrica e pH pode ser relacionada a entrada de nutrientes, sedimentos e poluentes, visto que os pontos após as regiões urbanas foram os que apresentaram maior variação nessa variável. A separação da nascente dos demais pontos de coleta, mostram a nítida influência das variáveis estruturais nesse contexto.

A riqueza representou aproximadamente 20% dos gêneros conhecidos para o Brasil (Costa et al. 2004) e cerca de 14% dos descritos para a região Neotropical (Domínguez e Fernández 2009). A maior abundância e riqueza de gêneros de Anisoptera corrobora com muitos estudos no Brasil (e.g. Ferreira-Peruquetti e De Marco 2002; Dalzochio et al. 2011) e na região Sul (e.g. Figueredo et al. 2013; Oliveira et al. 2013; Souza et al. 2015) onde o grupo domina a odonatofauna de riachos e rios. A abundância e riqueza de Gomphidae, que foi a mais diversa, pode ser relacionado ao tipo de ambiente e substrato, pois, essa família é conhecida pelo hábito fossorial (Ramírez 2010) e comportamento de senta e espera (Cobert 1999). Ainda, essa família pode ser relacionado a ambientes com características mesotróficas, ou seja, com condição moderada de poluição orgânica (Roldan Perez 1988). A maior abundância de *Progomphus* sp., *Phyllocycla* sp. e *Hetaerina* sp. está relacionada, também, ao modo de vida desses gêneros. Assis et al. (2004) associou espécies de *Progomphus* aos ambientes de cascalho e com vegetação de barranco do rio. Em nosso estudo registramos as larvas de *Progomphus* em todos os pontos, porém com maior abundância nos pontos P2 e P1, respectivamente, pontos com predomínio de cascalho e sedimento mais fino. As larvas de *Hetaerina* são agarradoras (Carvalho e Nessimian 1998) e encontradas associadas a detritos de áreas de encosta e também ao material carregado (Figueiredo et al. 2013). Os ambientes estudados possuem essa característica, especialmente, a presença de vegetação pendente na água e restos vegetais, como galhos, que contribui com o desenvolvimento de *Hetaerina*. *Phyllocycla*, terceiro gênero mais abundante nesse estudo foi registrado em todos os pontos, mas, com abundância maior no ponto próximo à nascente, onde predomina fluxo lento e substrato fino com folhiço corroborando com Assis et al. (2004) que considerou o gênero como indicador de substrato folhiço.

Os maiores valores dos atributos H', J, S e abundância nos pontos mais de cabeceira (P1 e P2), e pode ser associado a condição de integridade desses habitats, especialmente a estabilidade do leito, pois, são ambientes com menor fluxo e área de talude mais estáveis e presença de vegetação marginal, reduzindo o distúrbio, especialmente durante as fortes precipitações. Por outro lado o ponto P3, onde foram registrado os valores mais baixos para todos os atributos pode ser explicado com base na hipótese do distúrbio intermediário de origem antrópica, que estes locais vêm sofrendo pela retirada parcial da vegetação ciliar para implantação de áreas de pastagens, agricultura e urbanização. Para Connell (1978), a composição das espécies de uma comunidade raramente está em um estado de equilíbrio, sendo alta a riqueza quando os distúrbios são intermediários em escala de frequência e intensidade. O ponto P3, portanto, está sujeito a maior perturbação durante as chuvas, especialmente o aumento da vazão que desestabiliza o substrato de fundo e carrega a vegetação pendente podendo reduzir a fauna.

A condição de melhor integridade dos habitats e melhor qualidade da água, registrados pelos menores valores de condutividade elétrica explica a separação dos pontos P1 e P2 na análise de similaridade, pois, esses pontos estão a montante das áreas urbanas e desta forma, são caracterizados pela maior riqueza, abundância e presença de táxons mais sensíveis a poluição. Rios e Bailey (2006) consideram uma forte relação entre a vegetação ciliar, uso do solo e estrutura de macroinvertebrados. Odonata são predadores alimentando-se principalmente de invertebrados, portanto, são favorecidos pela maior abundância dos demais invertebrados nestes ambientes.

De maneira geral, as larvas de Odonata nesse estudo estiveram associadas as condições de integridade de habitats, como a presença de vegetação marginal, estabilidade do leito, correnteza e o tipo de ocupação do solo. No estudo, registramos

maior riqueza, abundância, índice de diversidade e equidade nos pontos a montante (P1 e P2), os quais estão acima das áreas urbanas. O ponto P3, onde registramos alta correnteza, maior estabilidade marginal foi o que apresentou os menores valores para todos os atributos da comunidade, corroborando com o efeito do distúrbio intermediário. Por fim, a maior abundância e riqueza de gêneros da subordem Anisoptera foi associada as condições do ambiente, pois, esses organismos estão associados a áreas mais abertas (Juen e De Marco 2011 e 2012), termorregulação pela radiação solar (May 1976 e 1991) e por possuir oviposição diretamente na água (Cobert 1999). Por outro lado, a subordem Zygoptera pode ser associada a áreas sombreadas, pois, o tamanho corporal das espécies desta subordem, em geral pequenos, possuem desta forma por convecção a termorregulação (May 1991). As larvas são comumente associados a vegetação aquática, vegetação pendente na água, troncos, galhos e folhiços submersos, pois, dependem desse tipo de substrato, especialmente por possuir ovipositor que depositam os ovos dentro do substrato (Cobert 1999).

REFERÊNCIAS

- Assis JCF, Carvalho AL and Nessimian JL. 2004. Composição e Preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em num trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. **Rev Bras Entomol** [online], 48, 2: 273-282.
- Brown Jr KS. 1997a. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. p. 143-155. *In*: Martos HL and Maia NB (Eds.). Indicadores ambientais. Sorocaba, PUC/SP, 266p.
- Brown Jr KS. 1997b. Diversity, disturbance and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Jour Insect Conserv** 8:1-18.
- Calvão LB, De Marco Jr P and Batista JD. 2014. Odonata (Insecta) from Nova Xavantina, Mato Grosso, Central Brazil: information on species distribution and new records. **Check list** 10, 2: 299-307.
- Connell JH. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. **Science California** 199, 4335:1302-1310.

- Corbet PS. 1999. **Dragonflies: behavior and ecology of Odonata**. Ithaca, NY: Comstock Publ. Assoc. 829 p.
- Costa JM and Oldrini BB. 2005. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no estado do Espírito Santo, Brasil. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro 107: 3-15.
- Costa JM, Souza LOI and Oldrini BB. 2004. Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, 99: 1-44.
- Costa JM. 1971. Contribuição ao conhecimento da fauna odonatológica do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Atas da Sociedade Biológica do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 14: 193-194.
- Dalzochio MS, Costa JM and Uchoa MA. 2011. Diversity of Odonata (Insecta) in lotic systems from Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Rev Bras Entomol** [online], 55, 1: 88-94.
- De Marco P, Araújo MAR, Barcellos MK and Santos MBL. 2001. Aquatic invertebrates associated with the water-hyacinth, *Eichhornia crassipes* in an eutrophic reservoir in tropical Brazil. **Stud Neotrop Fauna Environ** 36, 1:73-80.
- Domínguez E and Fernández HR. 2009. **Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos**. Sistemática y Biología. Tucumán, Fundación Miguel Lillo.
- Ferreira-Peruquetti OS and De Marco JR P. 2002. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. **Revta Bras Zool** 19, 2: 317– 327.
- Figueiredo NSB, Pires MM, Davanso RCZ and Kotzian CB. 2013. Diversidade de larvas de Odonata (Insecta) da Bacia do Rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natura** 35, 2: 84-94.
- Kalkman V, Clausnitzer V, Dijkstra KDB, Orr AG, Paulson DR and Tol JV. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. **Hydrobiologia** 595: 351-363.
- Juen L and De Marco Jr P. 2011. Odonate biodiversity in terra-firme forest streamlets in Central Amazonia: in the relative effects of neutral and niche drivers at small geographical extents. **Insect Conservation and Diversity** 4: 1-10.
- Juen L and De Marco Jr P. 2012. Dragonfly endemism in the Brazilian Amazon: competing hypotheses for biogeographical patterns. **Biodiversity and Conservation** 21: 3507-3521.
- Lianillo RF. 1994. **Regionalização do estado do Paraná**. In: Paraná. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo. Curitiba. p.41-50.
- May ML. 1976. Thermoregulation in adaptation to temperature in dragonflies (Odonata: Anisoptera). **Ecological Monographs** 46: 1-32.
- May ML. 1991. Thermal adaptations of dragonflies, revisited. **Advances in Odonatology** 5: 71-88.

- Mugnai R, Nessimian, JL and Baptista DF. 2010. **Livro Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos**. Editora: Technical BOOKS. Edição: 1ª, Rio de Janeiro.
- Malttchik L et al. 2010. Responses of Odonate communities to environmental factors in southern Brazil wetlands. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence 83: 208-220.
- Mendes TP, Cabette HSR and Juen L. 2015. Limites Ambiente: efeitos ambientais e espaciais na distribuição de larvas de Odonata (Insecta). **Anais Acad Bras Ciênc**. Rio de Janeiro 87, 1: 2015.
- Oliveira E, Takeuchi SS and Cerutti VE. 2013. Assembleias de larvas de Odonata (Insecta) em ambientes límnicos do parque Estadual Vila Velha, Paraná, Brasil. **Estud Biol** 35, 85: 163-176.
- Peel MC, Finlayson BL and McMahon TA. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydro Earth Syst Sci** 11: 1633–1644.
- Pires MM, Kotzian CB, Spies MR and Neri DB. 2013. Diversity of Odonata (Insecta) larvae in streams and farm ponds of a montane region in southern Brazil. **Biota Neotropica** 13, 3: 259-267. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n3/en/abstract?inventory+bn01813032013>
- Rios SL and Bailey RC. 2006. Relationship between riparian vegetation and stream benthic communities at three spatial scales. **Hydrobiologia** 553:153-160.
- Roldán-Pérez G.1988. Guía par el estudio de los macroinvertebrado acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá, Editorial Presença. 217p.
- Samways MJ and Steytler NS. 1996. Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. **Bio Conserv** 78: 279-288.
- Simaika JP and Samways MJ. 2012. Using dragonflies to monitor and prioritize lotic systems: a South African perspective. **Org Divers Evol** 12: 251-259.
- Souza AM, Fogaça FNO, Cunico AM and Higuti J. 2015. Does the habitat structure control the distribution and diversity of the Odonatafauna? **Braz J Biol** 75, 3: 598-606.
- Souza LOI, Costa JM. and Oldrini BB. 2007. **Odonata**. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich CG (Eds.). Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online
- Teixeira MC. 1971. Contribuição para o conhecimento da fauna odonológica do Rio Grande do Sul. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro 54: 17-24.

ANEXOS