

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA – UNILA  
INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ECOLOGIA E BIODIVERSIDADE

JESSICA DE LARA JEZIORNY

A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E ESPACIAIS NA SELEÇÃO DE  
HÁBITAT E MICROHÁBITAT POR *Crossodactylus schmidti* GALLARDO, 1961  
(Amphibia, Anura).

FOZ DO IGUAÇU

2015

JESSICA DE LARA JEZIORNY

A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E ESPACIAIS NA SELEÇÃO DE  
HÁBITAT E MICROHÁBITAT POR *Crossodactylus schmidtii* GALLARDO, 1961  
(Amphibia, Anura).

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Ciências Biológicas – Ecologia e  
Biodiversidade - na Universidade Federal  
da Integração Latino-Americana  
(UNILA).

Orientador: Prof. Dr. Michel Varajão  
Garey

FOZ DO IGUAÇU

2015

JESSICA DE LARA JEZIORNY

A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E ESPACIAIS NA SELEÇÃO DE  
HÁBITAT E MICROHÁBITAT POR *Crossodactylus schmidti* GALLARDO, 1961  
(Amphibia, Anura).

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Ciências Biológicas – Ecologia e  
Biodiversidade – na Universidade  
Federal da Integração Latino-  
Americana (UNILA).

BANCA EXAMINADORA

---

Orientador Prof. Dr. Michel Varajão Garey

UNILA

---

Prof. Dr. Alexandre Vogliotti

UNILA

---

Prof. Dr. Cleto Kaveski Peres

UNILA

**Foz do Iguaçu, \_\_\_\_ de dezembro de 2015**

## AGRADECIMENTOS

Muitas foram as pessoas que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui e seria impossível colocar o nome de todas elas.

Em primeiro lugar agradeço a Deus.

A meus pais, Marli e Francisco que sempre me deram todo o suporte necessário, orientação e estímulo para seguir em frente independentemente dos obstáculos que possam surgir pelo caminho. Especialmente a minha mãe que é a própria definição de superação.

Aos meus demais familiares, meus irmãos Carol e Nathan e ao meu namorado Willian pela compreensão nos momentos nos quais eu não pude estar presente, ou por conta das coletas, ou por precisar estudar para provas ou trabalhos, obrigada pelo apoio incondicional.

Aos meus professores sem os quais essa etapa não faria nenhum sentido, obrigada por todo o conhecimento transferido, em especial ao meu orientador Michel sempre comprometido e dedicado, exigindo dos seus alunos o máximo de sua capacidade, nos tirando da nossa zona de conforto e nos estimulando a ser o melhor que podemos. Obrigada professor pela paciência, pela dedicação, pela amizade e por todo o conhecimento, que com absoluta certeza fizeram e continuarão fazendo a diferença na minha formação.

Ao professor Samuel Adami pela colaboração.

E finalmente aos meus colegas, sem os quais essa etapa seria insuportável, obrigada a todos os colegas que de uma forma ou de outra me ajudaram a atravessar cada semestre. Em especial as minhas parceiras de coletas e amigas Fátima e Gisselle obrigada pelo companheirismo e por sempre estarem dispostas a dividir comigo as angústias acadêmicas, mas também por compartilharem os bons momentos.

## RESUMO

JEZIORNY, Jessica L. A influência de fatores ambientais e espaciais na seleção de habitat e microhabitat por *Crossodactylus schmidtii* GALLARDO, 1961. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana – UNILA. Foz do Iguaçu.

A seleção dos habitats e microhabitats utilizados pelos anuros, principalmente durante o período de reprodução parece ser fortemente influenciada por uma combinação de fatores bióticos e abióticos e pela capacidade de dispersão. Com objetivo de analisar o uso do habitat e do microhabitat por adultos de *Crossodactylus schmidtii*, o presente trabalho buscou responder três questões: (1) A variação na abundância de *C. schmidtii* é determinada principalmente pelas características ambientais ou espaciais? (2) Dentre as características ambientais estruturais dos riachos qual é a variável que melhor explica a variação na abundância de *C. schmidtii*? (3) Dentro dos habitats os adultos de *C. schmidtii* selecionam os microhabitats com base nas características ambientais? Para tanto, foram amostrados treze riachos no Parque Nacional do Iguaçu. Cada riacho foi amostrado três vezes entre novembro de 2014 e agosto de 2015. Foram mensuradas cinco variáveis ambientais durante cada coleta para a caracterização do habitat e microhabitat: profundidade, largura, cobertura de dossel, velocidade da água e tipo de substrato, além disso, no microhabitat foram avaliadas a posição do indivíduo em relação ao riacho e a distância da margem. A partir das coordenadas geográficas de cada riacho foram obtidas as variáveis espaciais. Os resultados encontrados demonstram que as variáveis analisadas não são importantes para a seleção de habitat de *C. schmidtii*, e a configuração espacial e a distância entre os riachos não são determinantes para sua distribuição. Portanto, na escala do habitat esta espécie possui uma distribuição aleatória e independente das características ambientais mensuradas. Para o microhabitat as variáveis mensuradas se mostraram importantes para a distribuição dos indivíduos, conferindo a ela um caráter especialista quando ao uso do microhabitat, ocorrendo preferencialmente no interior dos riachos em áreas de remanso com substrato rochoso ou com acúmulo de matéria orgânica.

Palavras-chave: anfíbios, dinâmica espacial, distribuição, generalista, população.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1 Área de estudo.....	13
3.2 Delineamento amostral.....	14
3.3 Análises estatísticas.....	15
4. RESULTADOS.....	18
5. DISCUSSÃO.....	21
6. CONCLUSÃO.....	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
Anexos.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

A distribuição espacial das espécies é dependente de uma gama de fatores que possibilitam ou não a sua ocorrência. A existência de habitats adequados (*i.e.*, condições ambientais) frequentemente determina a distribuição espacial de uma população, embora outros fatores também exerçam grande influência nas dinâmicas populacionais, como interações, organismos patogênicos, barreiras à dispersão e a disponibilidade de recursos (Gaston, 2003; Ricklefs, 2009; Townsend, 2010). Com base nessas características os indivíduos de uma população tendem a escolher os habitats onde irão ocorrer (teoria da seleção de habitat; Morris 1992, 2003). A teoria de seleção de habitat prevê que habitats devem ser escolhidos de acordo com seus benefícios evolutivos e custos relativos (Morris, 1987). O custo está basicamente relacionado com o tempo despendido na busca por um habitat específico, o quanto de energia será necessário para manter-se em tal habitat versus o benefício do forrageio ativo em vários habitats (Morris, 1987, 2003). Contudo, cada indivíduo define se está ou não em um habitat adequando, o que depende da capacidade individual de distinção e percepção de habitat que ele possui (Morris, 1992). Segundo Levin (2009), a capacidade de percepção de um organismo quanto à qualidade intrínseca do habitat pode ocorrer de duas formas principais, por observação direta, na qual os indivíduos tendem a analisar de forma geral os habitats que possuam ou não as características adequadas as suas necessidades, ou por estímulos indiretos, como a presença ou ausência de indivíduos co e hetero-específicos. Os estímulos indiretos podem fornecer informações sobre a qualidade do habitat, como por exemplo, risco de predação e parasitismo (Blaustein et al., 2004; Resetarits, 2005). A distinção por uma ou outra forma de avaliação dos habitats é limitada principalmente pelo tempo e pela energia disponível que podem ser destinadas a essa atividade (Levin, 2009).

A percepção da densidade de indivíduos co-específicos também é um fator importante para a seleção de habitat das espécies, pois a densidade tende a interferir na percepção individual quanto aos benefícios que determinado habitat pode oferecer (Rosenzweig, 1981). Deste modo, a escolha entre um habitat ou outro deve considerar a densidade de indivíduos que ali se encontram, além da qualidade intrínseca do habitat e da presença e densidade de predadores, parasitas e competidores intra e interespecíficos (Rosenzweig, 1981; Resetarits, 2005; Van Buskirk, 2005; Ricklefs, 2009). O aumento da densidade populacional tende a reduzir o *fitness* individual, uma vez que o acesso aos

recursos será reduzido (Morris, 1987), devido a maior densidade intra e/ou interespecífica a qual resulta em um aumento na intensidade de competição (Rosenzweig, 1981). Para minimizar ou evitar os impactos da competição intraespecífica alguns indivíduos podem se dispersar dos habitats com maior densidade de indivíduos para habitats com menor densidade (Davey et al., 2005).

A seleção de habitat pode ocorrer em diferentes escalas de tempo e espaço. Áreas que são requeridas por um longo período de tempo por uma dada espécie, e que comportam todas as áreas requeridas pelos indivíduos ao longo de todo seu ciclo de vida são denominados como seleção em grande escala (*i.e.*, seleção de habitat) (Morris, 2003; Levin, 2009). Em menor escala espacial e temporal, na qual um indivíduo seleciona áreas para realizar atividades específicas, como por exemplo, forragear, reproduzir ou desovar, são denominadas de seleção em pequena escala (*i.e.*, seleção de microhabitat) esse tipo de seleção pode ocorrer diversas vezes ao longo da vida de um organismo, e envolve vários tipos de áreas diferentes (Levin, 2009). Entre essas escalas há diferenças intrínsecas nos custos, pois selecionar um habitat envolve percorrer distâncias maiores em relação à seleção de microhabitat (Levin, 2009), entretanto, os demais fatores que afetam a seleção tendem a ser os mesmos entre as escalas (Morris, 2003).

As espécies possuem diferentes estratégias de seleção e exploração dos recursos, em um extremo deste gradiente estão às espécies especialistas e no outro extremo as generalistas. As espécies especialistas possuem um *fitness* variável de uma área para outra, enquanto as generalistas apresentam um *fitness* semelhante em diferentes habitats (Rosenzweig, 1981). Espécies especialistas requerem um conjunto de condições e recursos específicos para sua sobrevivência, como consequência dessa alta especificidade (Kolasa & Pickett, 1989). Deste modo, os habitats utilizados por espécies especialistas tende a ser usualmente menores em área do que os habitats utilizados por espécies generalistas, pois os generalistas suportam uma maior amplitude de variação quanto às condições e recursos requeridos para a sua sobrevivência (Kolasa & Pickett, 1989). Especialistas e generalistas divergem também quanto à energia investida na busca por seus respectivos habitats. Para as especialistas, o custo está relacionado com o maior tempo despendido na busca por um habitat específico, que em troca irá lhe proporcionar um alto *fitness*, já as espécies generalistas investem pouca energia na busca por habitats, uma vez que conseguem um *fitness* semelhante em diferentes



hábitats (Rosenzweig, 1981). Deste modo, as espécies especialistas irão diferir das generalistas por apresentarem um maior grau de dependência das características ambientais e das condições locais (Rosenzweig, 1981).

A seleção tanto de habitats como de microhabitats adequados são de fundamental importância para os anfíbios, visto que o sucesso reprodutivo desse grupo está diretamente relacionado ao ambiente no qual ele está inserido (Murphy, 2003), principalmente devido as suas especificidades fisiológicas (Wells, 2007). Como a maioria dos anfíbios anuros apresenta ciclo de vida bifásico com larvas aquáticas (Wells, 2007), a escolha dos habitats adequados pelos anuros adultos são decisivos para todos os estágios de vida (Stuart et al., 2008). Além da influência de fatores bióticos e abióticos (Resetarits, 2005; Fatorelli & Rocha, 2008), a seleção dos habitats pelos anuros parece ser fortemente influenciada pela capacidade de dispersão dos indivíduos, pois para muitas espécies a dispersão é limitada (Smith & Green, 2005; Stuart et al., 2008) devido a restrições fisiológicas e comportamentais (Wells, 2007). A ectotermia, a permeabilidade da pele e alta dependência de umidade são importantes características que restringem a dispersão dos anuros (Wells, 2007). Além disso, muitas espécies exibem o comportamento de fidelidade ao habitat de origem (*i.e.*, filopatria), permanecendo nele por toda a vida ou se dispersando e voltando para o mesmo habitat de origem para a reprodução (Hopey & Petranka, 1994; Pittman et al., 2008). Deste modo, mesmo para pequenas distancias, a dispersão dos anuros é muitas vezes restrita e influenciada por uma gama complexa de fatores bióticos e abióticos (Fatorelli & Rocha, 2008; Stuart et al. 2008). Devido a essa restrição na capacidade de dispersão, habitats adequados para uma espécie de anuro podem nunca serem ocupados, porque eles simplesmente não conseguem coloniza-los.

Dentre os fatores abióticos que podem afetar a seleção de habitat pelos anuros adultos, as características estruturais dos habitats parecem ser as mais importantes (Watson et al., 2003), pois elas interferem diretamente na seleção dos sítios de canto, corte e desova (Parris et al., 2001; Touchon & Warketin, 2008). A largura e profundidade são medidas de volume que refletem a área do habitat disponível, é esperada uma maior abundância de adultos em corpos d'água de tamanhos intermediários, uma vez que esses habitats devem apresentar uma maior heterogeneidade quanto aos microhabitats (Hopey & Petranka, 1994; Parris et al., 2001). A cobertura de dossel está relacionada à adaptação das espécies para ambientes

florestais ou área aberta (Van Buskirk, 2005). Além disso, a cobertura de dossel influencia a entrada da luz e a produtividade primária dentro dos corpos d'água, o que afeta a qualidade nutricional dos alimentos ingeridos pelos girinos (Schiesari, 2006). A velocidade da água implica no custo energético para se manter no hábitat, tanto para o adulto quanto para o girino, uma vez que, quanto maior a velocidade maior será o custo energético (Taguchi & Liao, 2011; Yanase et al., 2012). Além disso, quanto maior for a velocidade da água mais ruidoso será o ambiente, conseqüentemente, maior será a interferência na comunicação acústica intraespecífica. Deste modo, o sucesso nesse tipo de hábitat está relacionado entre outros fatores a necessidade de adaptações comportamentais e/ou acústicas que favoreçam a comunicação intraespecífica (Heyer et al., 1990; Goutte et al., 2013). Os diferentes tipos de substratos encontrados nos hábitats podem divergir quanto à disponibilidade de nutrientes e abrigo contra predadores, sendo uma característica importante para a seleção de microhábitat pelos anfíbios (Oliveira & Eterovick, 2010). Além disso, substratos rochosos fornecem ambientes estratégicos principalmente para a vocalização e comunicação visual entre os anuros adultos que ocorrem em ambientes lóticos (Caldart et al., 2010).

Dentre as famílias de anuros, a família Hylodidae é constituída por espécies de rãs comumente encontradas em riachos de interior de mata, de hábitos predominantemente diurnos (Jordão-Nogueira et al., 2006). Atualmente, a família Hylodidae é composta por 42 espécies de três diferentes gêneros: *Hylodes* com 24 espécies, *Crossodactylus* com 11 espécies e *Megalomesia* com sete espécies (Frost, 2014). *Crossodactylus schmidti* é uma espécie que ocorre no sul do Brasil, sul do Paraguai e nordeste da Argentina. (Caldart et al., 2010; Lucas & Garcia, 2011; Bastiani et al., 2012 Frost, 2014). Esta espécie habita riachos permanentes no interior de floresta. Atualmente é considerada em estado de quase ameaçada (IUCN, 2014), sendo sua população considerada em declínio (Eterovick et al., 2005). Entre as principais causas dos declínios populacionais de anfíbios estão a perda e fragmentação dos hábitats, mudanças climáticas, aumento da prevalência de doenças, radiação ultra-violeta e contaminação ambiental (Green, 2003; Cushman, 2006; Blaustein et al., 2011;). Um agravante ao declínio das populações de anfíbios é a falta de informação básicas sobre a distribuição e dinâmica das populações em toda região tropical (Stuart et al., 2008).

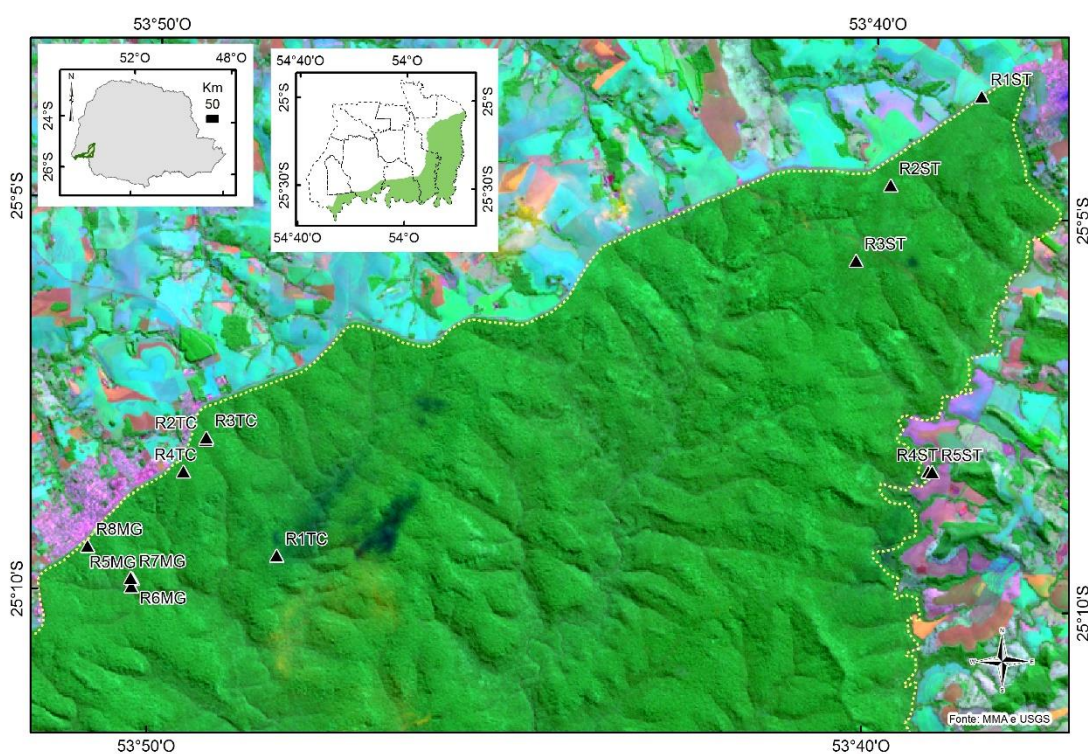
## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a seleção de hábitat e microhábitat por adultos de *Crossodactylus schmidtii*. Para tanto buscamos responder as seguintes perguntas: (1) A variação na abundância de *C. schmidtii* é mais influenciada pelas características ambientais ou espaciais? Por se tratar de um estudo em pequena escala espacial e por não existirem barreiras geográficas que impossibilitem ou dificultem a dispersão de indivíduos de *C. schmidtii*, espera-se que a variação na abundância seja melhor explicada pelas características ambientais. (2) A variação espacial na abundância de *C. schmidtii* está associada às características ambientais estruturais dos riachos? A predição é que exista seleção de acordo com as características estruturais, sendo que cada variável poderá influenciar de uma maneira específica. Como *C. schmidtii* é uma espécie florestal (Caldart et al., 2010), esperamos que as variações de dossel encontradas dentro da mata não sejam tão importantes na distribuição espacial dos adultos. Contudo, riachos intermediários em largura e profundidade devem apresentar uma maior abundância em relação a riachos pequenos ou grandes; riachos com substrato rochoso devem apresentar maior abundância de adultos, assim como aqueles que possuam uma menor velocidade. (3) Dentro dos hábitats os adultos de *C. schmidtii* selecionam os microhábitats com base nas características ambientais estruturais dos riachos? A partir das observações sobre o uso de microhabitat por Caldart et al. (2010), é esperado que os adultos ocorram preferencialmente dentro dos riachos, em microhábitats de remanso com substrato rochoso.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Nacional do Iguaçu (PNI), uma unidade de proteção integral, localizada na região oeste do Estado do Paraná (25°05' a 25°41'S, 53°40' a 54°38'O) (IBAMA, 1999). Com uma área de 185.262,5 hectares, o PNI se estende ao longo de cinco municípios: Céu Azul, Foz do Iguaçu, Matelândia, São Miguel do Iguaçu e Serranópolis do Iguaçu e é margeado por outros seis municípios: Capanema, Capitão Leônidas Marques, Lindoeste, Santa Lúcia, Santa Tereza do Oeste e Santa Terezinha de Itaipu. A cobertura vegetal é composta por Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista e Formações Pioneiras Aluviais (IBAMA, 1999). O PNI está localizado em uma região de transição entre os climas tropical e temperado, sendo as estações bem marcadas, na qual o inverno é seco, e o período chuvoso abrange parte do outono e do verão (IBAMA, 1999). A temperatura média anual varia de 18° C a 25° C e a precipitação anual varia de 1501 mm a 1750 mm (Mendonça & Oliveira, 2007).



**Figura 1.** Área de estudo mostrando a localização do Parque Nacional do Iguaçu dentro do Estado do Paraná e na Bacia do Paraná III. No detalhe, os triângulos pretos representam a localização dos riachos amostrados.

### 3.2 Delineamento amostral

As amostragens foram realizadas no PNI na região de Céu Azul (25°09'S, 53°50'O) e de Santa Tereza do Oeste (25°03'S, 53°37'O). Foram amostrados 13 corpos d'água, sendo oito no município de Céu Azul e cinco em Santa Tereza do Oeste. Em Céu Azul os riachos estão localizados ao longo de duas trilhas Trilha Manuel Gomes e Trilha Boa Vista. Em Santa Tereza do Oeste os cinco corpos d'água estão localizados ao longo de quatro trilhas.

Cada riacho foi amostrado três vezes: a primeira amostragem foi realizada entre novembro e dezembro de 2014, a segunda ocorreu em janeiro de 2015 e a terceira em agosto de 2015. Em cada riacho foi estabelecido um transecto de 50 metros de comprimento. Ao longo do transecto foram mensuradas as variáveis ambientais a cada 10 metros, perfazendo seis coletas de dados abióticos em cada amostragem por riacho. Em cada riacho foi verificada a abundância (variável dependente) de adultos de *Crossodactylus schmidti* através do método de busca ativa por um tempo padronizado de 35 minutos por riacho ao longo do transecto. A fim de minimizar o erro de superestimar a abundância apenas a maior abundância registrada para cada ponto foi considerada nas análises estatísticas. Em cada parcela do transecto, em todos os riachos, foram mensuradas cinco variáveis ambientais: profundidade máxima, largura máxima, porcentagem da cobertura de dossel, velocidade da água e tipo de substrato predominante. A profundidade e a largura foram mensuradas em centímetros utilizando uma trena. A cobertura de dossel foi estimada através do uso de fotografias tiradas em posição vertical do solo para o dossel de uma altura padronizada. As imagens obtidas foram posteriormente analisadas pelo *software* Image J. A velocidade foi estimada pelo método do objeto flutuante, utilizando uma bola de isopor de 2 cm de diâmetro, sendo avaliado o tempo que bola de isopor demorou para percorrer um trajeto de um metro. O tipo de substrato foi identificado visualmente, sendo considerado aquele com maior prevalência ao longo do transecto baseando-se nas seguintes categorias: rocha (afloramento rochoso), matacão (fragmento rochoso maior que 8 cm), cascalho grosso (2-8 cm), cascalho fino (1-2 cm), matéria orgânica, terra e areia.

Em três dos doze riachos amostrados foram avaliados 24 microhabitats utilizados por adultos de *C. schmidti*. A coleta das informações de microhabitat foram realizadas em abril e setembro de 2014. Para análise do uso do microhabitat foram avaliadas características ambientais dos locais onde os indivíduos foram encontrados. A

procura pelos adultos para a caracterização do microhábitat também foi realizada através do método de busca ativa. A cada indivíduo avistado era realizada a caracterização do microhábitat avaliando o número de indivíduos por microhábitat, além de sete variáveis: posição do indivíduo em relação ao riacho (dentro ou fora do riacho), distância da margem (em centímetros), tipo de microhábitat (remanso, corredeira ou leito caudaloso), tipo de substrato (rocha, matéria orgânica e areia), largura máxima, profundidade máxima e velocidade do riacho.

### 3.3 Análises estatísticas

Para avaliar a presença de multicolinearidade entre as variáveis ambientais (variáveis independentes) foi aplicada a análise de Fator de Inflação da Variância (VIF). Valores de VIF superior a três indicam a existência de multicolinearidade (Quinn & Keough, 2002). A única variável multicolinear foi o tipo de substrato, a qual foi retirada das análises posteriores. Após a eliminação da variável multicolinear, as variáveis foram padronizadas através da estatística Z, a fim de que todas as variáveis apresentassem após a transformação média igual a zero e desvio padrão igual a um. Essa transformação foi necessária, pois as variáveis independentes não estavam nas mesmas escalas e unidades de medida, o que poderia tendenciar os resultados.

Para obtenção das variáveis espaciais foi utilizado o método das coordenadas principais de matrizes vizinhas (*Principal Coordinates of Neighbor Matrices*, PCNM). A PCNM foi usada por minimizar a distância residual da autocorrelação espacial existente entre os riachos amostrados. A partir das coordenadas geográficas foram calculados os autovetores espaciais obtidos a partir de uma matriz de distância euclidiana entre os riachos (Bocard & Legendre, 2002). Os autovetores espaciais (dbMEM) são conjuntos de funções ortogonais extraídos de uma matriz de distância truncada. A distância de truncamento corresponde à menor distância que conecta todos os riachos em uma rede de conexões maximizadas (Bocard & Legendre, 2002; Rangel et al., 2006), ou seja, a distância geográfica para qual a autocorrelação espacial na abundância é igual a zero (Rangel et al., 2006). A análise foi baseada numa distância de truncamento de 17.21 km, a qual gerou três autovetores os quais foram utilizados como variáveis espaciais. Esta análise foi realizada utilizando software SAM (Rangel et al., 2010).

A fim de responder qual conjunto de variáveis (ambientais ou espaciais) melhor explicam a variação na abundância de *C. schmidti* foi utilizada a análise de regressão parcial. O componente ambiental foi composto pelas variáveis: profundidade, largura, velocidade da água e cobertura de dossel, enquanto o componente espacial foi composto pelos três autovetores (dbMEM) obtidos na PCNM. A regressão parcial é utilizada quando se quer avaliar a influência de dois conjuntos de variáveis independentes em relação a uma única variável dependente quantitativa (Legendre & Legendre, 2012). A análise de regressão parcial permite avaliar a contribuição puramente do conjunto das variáveis ambientais, puramente do conjunto de variáveis espaciais, variação ambiental espacialmente estruturada e a variação não explicada pelas variáveis ambientais e espaciais (Borcard et al., 1992; Legendre & Legendre, 2012). Esta análise foi realizada utilizando software SAM (Rangel et al., 2010).

Para avaliar a influência das variáveis ambientais na distribuição de *Crossodactylus schmidti* foram utilizados os modelos gerais linearizados (GLM). Devido presença de uma grande dispersão dos dados (*overdispersion*) no modelo com distribuição de Poisson, foi utilizada a distribuição binomial negativa (*negative binomial*) (Crawley, 2007). A distribuição binomial negativa é apropriada para descrever dados de contagem (Crawley, 2007), neste caso, de indivíduos encontrados em cada riacho. Um modelo global foi então construído com todas as variáveis ambientais (variáveis independentes) que potencialmente explicam a distribuição da abundância de adultos de *C. schmidti* (variável dependente). Devido à influência esperada de cada uma das variáveis abióticas independente das demais, a partir do modelo global, foram construídos *a priori* modelos com todas as combinações das variáveis abióticas mensuradas, sem considerar a interação entre elas. Para cada modelo foi calculado o critério de seleção de Akaike (AIC) como uma medida de análise de incerteza na seleção dos modelos. Os modelos selecionados foram obtidos com base no valor de  $\Delta AIC$  menor que 2,0 e se estiver incluído no conjunto de modelos melhor suportados com peso (*weight*) de 0,70 (Burnham & Anderson, 2002; Burnham et al., 2011). As análises foram implementadas no programa R version 2.15.1 (R Core Team, 2012) utilizando o pacote *mass* (Venables & Ripley, 2002).

Para avaliar os dados de microhabitat foi utilizado o teste de aderência (teste G). Testes de aderência são indicados quando se tem a intenção de verificar se um conjunto de dados se ajusta bem a um determinado padrão. Esse tipo de teste consiste

basicamente em testar a adequabilidade de um modelo probabilístico a um conjunto de dados observados (Costa, 2013). Neste caso, foi comparada a probabilidade de ocorrência em certos tipos de microhábitat, com base nas variáveis independentes categóricas (posição do indivíduo em relação ao riacho, tipo de microhabitat e tipo de substrato). Enquanto as variáveis quantitativas (distância da margem, largura máxima, profundidade máxima e velocidade da água no microhábitat) foram utilizadas para caracterizar de maneira geral os microhábitats utilizados pelos adultos.

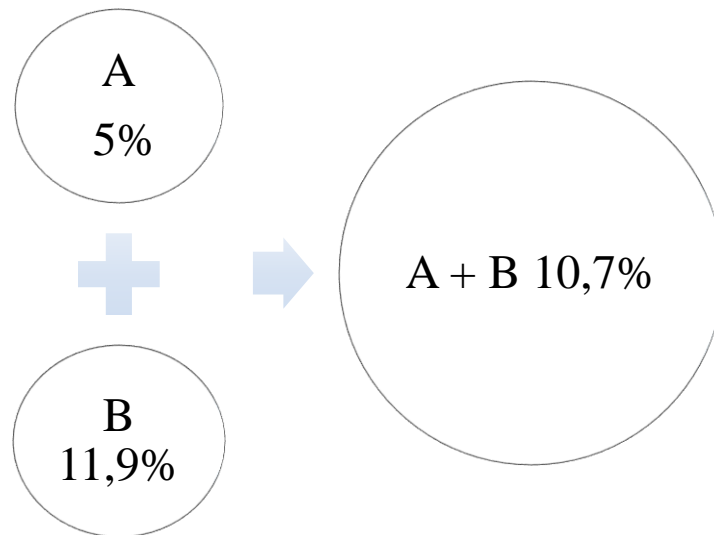


#### 4. RESULTADOS

Foram encontrados adultos de *C. schmidti* em doze dos treze riachos amostrados, totalizando 361 indivíduos. Nos riachos ocupados por *C. schmidti*, em média foram encontrados  $18,53 \pm 19,91$  indivíduos, variando de 1 a 57 indivíduos em cada riacho. Os riachos onde foram registrados indivíduos de *C. schmidti* apresentaram velocidade máxima média  $6,54 \pm 3,01$  m/s (2,24–10,72), largura máxima média  $167,45 \pm 81,15$  cm (74,94–334,98), profundidade máxima média  $10,01 \pm 4,06$  cm (4,49–20,05) e cobertura de dossel  $64 \pm 4$  % (0,54–0,69). Em todos os riachos que os adultos ocorreram, foram registrados girinos desta mesma espécie, e em muitas ocasiões foram registrados machos em atividade de vocalização, fatores esses que evidenciam o uso desses habitats como sítio de reprodução.

A abundância de adultos de *Crossodactylus schmidti* não foi explicada pelas variáveis ambientais e espaciais mensuradas ( $R^2 = 0.278$ ,  $R = 0.528$ ,  $P = 0.93$ ). Do total da variação da abundância que poderia ser explicada pelo modelo, 72,4% não foi explicada pelas variáveis mensuradas (Figura 2). Contudo, as variáveis ambientais podem explicar 5% da variação na abundância, enquanto 11,9% pode ser explicado pela variável espacial e 10,7% pela variação ambiental espacialmente estruturada.

Com base apenas no AIC foi verificado que três modelos são igualmente preditivos quanto a distribuição espacial dos adultos de *Crossodactylus schmidti* (Tabela 1), sendo eles o modelo (i) composto apenas pela velocidade da água, (ii) aleatório, e (iii) velocidade da água e cobertura de dossel sobre o riacho. Porém, com base no peso dos modelos, nenhum modelo prediz bem a distribuição da abundância. Com base nesses resultados e no fato do modelo aleatório ser igualmente explicativo que os demais, não consideramos o efeito dos outros modelos, por terem a mesma probabilidade de explicação que ao acaso.



**Figura 2.** Resultado da regressão parcial mostrando o percentual da variação na distribuição da abundância explicado apenas pelas variáveis ambientais (A) apenas pelas variáveis espaciais (B) e o percentual explicado por ambas as variáveis conjuntamente (A+B).

Dentro dos habitats analisados, os indivíduos ocuparam preferencialmente microhabitats no interior do riacho, principalmente em áreas de remanso (54,16%), seguidos por áreas de corredeira (37,5%) e de leito caudaloso (8,34%) ( $G = 9,20$ ;  $P = 0,01$ ). Os indivíduos ocorreram preferencialmente em microhabitats com substrato constituído majoritariamente por rocha (33,33% dos casos) ou matéria orgânica (33,33%), e minoritariamente por areia (8,33%) ( $G = 21,64$ ;  $P = 0,005$ ). Nestes microhabitats os indivíduos permanecem com o corpo parcialmente imerso na água ou sob um substrato ao nível da água. Durante as observações os adultos foram encontrados na maioria das vezes sozinhos (75% das observações), ou em duplas (25%). Os indivíduos foram encontrados a uma distância média da margem de  $23,41 \pm 35,10$  (0–130) cm, em microhabitats localizados em partes do riacho com largura média de  $136,75 \pm 48,86$  (45–228) cm, profundidade média  $4,77 \pm 2,70$  (1–12) cm e velocidade média  $3,66 \pm 5,24$  (0–36,58) m/s.

**Tabela 1.** Modelos usados para examinar se há relação entre a abundância de *Crossodactylus schmidtii* a as variáveis ambientais estruturais dos riachos do Parque Nacional do Iguaçu. Abaixo são apresentados apenas os seis melhores modelos com base no valor de delta de AIC (Critérios de Informação de Akaike). Para mais informações sobre os parâmetros apresentados e variáveis utilizadas consultar a metodologia. GL = graus de liberdade; Peso = importância de cada modelo.

Modelo	$\Delta AIC$	GL	Peso
Abundância ~ velocidade	0.0	3	0.212
Abundância ~ 1	0.6	2	0.159
Abundância ~ velocidade + dossel	1.9	4	0.081
Abundância ~ velocidade + profundidade	2.0	4	0.079
Abundância ~ velocidade + largura	2.0	4	0.078
Abundância ~ dossel	2.4	3	0.065

## 5. DISCUSSÃO

A ocorrência das espécies está fortemente associada a fatores bióticos e abióticos, e pode ser dimensionada através de micro e macro escalas. No presente estudo, foi verificado que os fatores ambientais e espaciais não influenciaram a distribuição espacial da abundância de *Crossodactylus schmidtii*. Esta espécie é reconhecida por viver em riachos no interior de florestas, considerada especialista no uso do hábitat, com a ocorrência de indivíduos fortemente associada à habitats bem preservados (Bastiani et al., 2012). Porém, anterior ao presente estudo, nenhum trabalho avaliou de fato a relação desta espécie com as características ambientais estruturais dos habitats (*i.e.*, ambientes lóticos) onde os indivíduos foram encontrados, foi avaliada apenas a relação com o uso do microhábitat (*e.g.*, Caldart et al., 2010; Bastiani et al., 2012). No presente trabalho, dentro da escala espacial analisada, não foi possível observar a natureza especialista de *C. schmidtii* no que se refere ao uso do hábitat. Ao contrário, os resultados obtidos demonstram que as características ambientais e estruturais dos riachos e a distância entre eles não são importantes para a seleção de hábitat de *C. schmidtii*.

A seleção de habitats por anuros, principalmente dos locais utilizados para a reprodução, está fortemente associada às características ambientais estruturais dos corpos d'água (Parris et al., 2001; Watson et al. 2003; Welch & MacMahon, 2005). Estudos com anuros que ocorrem em riachos já observaram a importância de características como a velocidade da água, tipo de substrato, profundidade e largura dos riachos na distribuição das espécies (*e.g.*, Eterovick, 2003; Oliveira & Eterovick, 2010). Porém, no presente estudo não foi possível evidenciar a existência de seleção de habitat por *Crossodactylus schmidtii*, uma vez que os indivíduos desta espécie se distribuíram de maneira independente e aleatória em relação às características ambientais e espaciais, não discriminando dentro da mata em quais riachos ocorrem ou não, independentemente das características estruturais dos corpos d'água. Apesar dos anuros serem considerados organismos com uma capacidade de dispersão limitada (Smith & Green, 2005), a configuração espacial e a distância entre os riachos também não se mostrou importante para a distribuição dos adultos de *C. schmidtii*. Com base nesses resultados não parece haver uma limitação na dispersão e nem uma associação dos indivíduos com alguma característica estrutural ou espacial específica, ou seja, sua distribuição é independente das características ambientais e espaciais. Deste modo, este anuro pode ser considerado

como uma espécie de hábitos generalista em relação à escolha e uso do hábitat. De acordo com a teoria da seleção de hábitat, as espécies generalistas conseguem manter um *fitness* semelhante em diferentes hábitats (Rosenzweig, 1981). Contudo, devem ser desenvolvidos estudos avaliando o sucesso reprodutivo e a sobrevivência dos anuros adultos nos diferentes riachos onde a espécie ocorre, para avaliar se esta relação realmente ocorre com a população de *Crossodactylus schmidtii*.

Na escala de microhábitat, foi verificado que adultos de *Crossodactylus schmidtii* ocorrem preferencialmente em microhábitats de remanso localizados no interior do riacho, constituídos por áreas de remanso e com substrato rochoso ou com acúmulo de matéria orgânica. O uso deste tipo de microhábitat já foi observado em outras populações de *C. schmidtii* (Caldart et al., 2010; Bastiani et al. 2012) e com outras populações de espécies do gênero *Crossodactylus* (Almeida–Gomes et al., 2007; Almeida–Gomes et al., 2012). Estes microhábitats são utilizados como sítio de canto e para e comunicação visual (Almeida–Gomes et al., 2007; Caldart et al., 2010), onde os indivíduos permanecem com o corpo parcialmente submerso ou em rochas ao nível da água (Caldart et al., 2010; presente estudo). Especificamente quanto ao tipo de substrato no microhábitat, os resultados encontrados corroboram os resultados disponíveis na literatura, que evidenciam a ocorrência de indivíduos do gênero *Crossodactylus* em riachos de substrato rochoso (Pimenta et al., 2008; Caldart et al., 2010; Lucas & Garcia, 2011; Bastiani et al., 2012). Contudo, no presente estudo encontramos uma mesma proporção de indivíduos em substrato composto por matéria orgânica. As rochas utilizadas como sítios de vocalização são estrategicamente importantes em situações de risco de predação, pelo fácil acesso à água e a pequenas câmaras subaquáticas (Caldart et al., 2010) ou localizadas nas encostas dos riachos (Pimenta et al., 2008), as quais são utilizadas como abrigo. Outra vantagem do uso de microhábitat rochoso estaria relacionada ao aumento da visibilidade para comportamentos de comunicação visual, que é comum em muitas espécies desse gênero (Caldart et al., 2010).

O uso prioritário de microhábitats de remanso por indivíduos de *C. schmidtii* corrobora os resultados encontrados para indivíduos de *Crossodactylus bokermanni* (Pimenta et al., 2008). De acordo com Pimenta et al. (2008) indivíduos do gênero *Crossodactylus* tendem a evitar a ocupação de áreas de correnteza na época das chuvas, priorizando o uso de áreas marginais que apresentam menor volume de água. A preferência por áreas de remanso pode estar relacionada ao custo em se manter em

locais de grande correnteza, diminuindo o risco de serem carregados pela água durante o período das chuvas.

Enfim, foi verificada que a distribuição da abundância dos adultos de *Crossodactylus schmidtii* é independente das características ambientais e espaciais. Contudo, outras variáveis que não foram mensuradas no presente estudo podem ser importantes na seleção de hábitat desta espécie, como por exemplo, as características físico-químicas da água (Welch & MacMahon, 2005) e interações, como a competição (Van Buskirk, 2005; Flaxman & Reeve, 2006) e a predação (Hecnar & M'Closkey, 1997; Rieger et al., 2004; Poelman & Dick, 2007; Brow et al., 2008). Estudos tem sugerido que estressores físico-químicos podem afetar as populações de anfíbios, e mesmo aumentar a suscetibilidade destes a doenças (e.g., Gahl & Calhoun, 2010), o que pode interferir nas dinâmicas populacionais. As interações influenciam diretamente na seleção de hábitat (Rosenzweig, 1981; Morris, 1987). A competição em seus diferentes níveis pode afetar a distribuição e o uso do hábitat (Humphries et al., 2001; Van Buskirk, 2005; Flaxman & Reeve, 2006), no entanto, durante as coletas nenhum anuro potencial competidor foi observado, também não foi visível a presença de girinos de outras espécies nos corpos d'água analisados. Portanto, a competição não parece ser determinante para a distribuição de *C. schmidtii*. De acordo com Brown et al (2008) anuros tendem a evitar hábitats com potenciais predadores, uma vez que a predação afeta a aptidão individual e também da prole. Estudos tem demonstrado experimentalmente que os adultos evitam ovipositar em hábitats onde ocorrem predadores (e.g., Downie et al., 2001; Poelman & Dick, 2007), sendo assim, a predação parece ser uma variável importante a ser considerada em estudos futuros.

## 6. CONCLUSÃO

O entendimento da dinâmica espacial das espécies é fundamental para o estabelecimento de estratégias conservacionistas (Hiert & Moura, 2010). Com base nessa premissa, verificamos que a relação do uso de microhábitat por indivíduos da espécie *C. schmidtii* parece estar bem estabelecida, uma vez que diferentes populações apresentam o mesmo padrão geral de uso do microhábitat. Porém, até onde sabemos, este foi o primeiro estudo avaliando o uso do hábitat, sendo evidenciada a ausência de relação com os fatores ambientais e espaciais. Com base nesses resultados, fica evidenciado que *Crossodactylus schmidtii* parece ser uma espécie típica de ambientes florestais, sendo considerada generalista quanto ao uso do hábitat, ou seja, não diferenciam dentro de uma floresta os riachos nos quais ocorrem. No entanto, pode ser considerada especialista quanto ao uso do microhábitat, ou seja, dentro dos riachos faz a discriminação das áreas que serão efetivamente usadas. Porém, são necessários mais estudos, avaliando a influência também das características físico-químicas da água e os potenciais predadores no uso do hábitat por diferentes populações desta espécie considerada como quase ameaçada de extinção (Segalla et al. 2004).

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA – GOMES, M., LAIA, R. C., HATANO, F.H., VAN SLUYS, M., ROCHA, C. F. D. 2012. Population Dynamics of Tadpoles of *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura: Hylodidae) in the Atlantic Rainforest of Ilha Grande, southeastern Brazil. *Journal of Natural History* 46: 2725–2733.
- ALMEIDA–GOMES, M., VAN SLUYS, M., ROCHA, C. F. D. 2007. Calling activity of *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura:Hylodidae) in na Atlantic Rainforest área at Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Belgian Journal of Zoology* 137: 203-207.
- BASTIANI, V. I. M., GARCIA, P. C. A., LUCAS, E. M. 2012. *Crossodactylus schmidti* Gallardo, 1961 (Anura: Hylodidae) in Santa Catarina State, Southern Brazil: a new record and comments on its conservation status. *Check List* 8: 262-263.
- BLAUSTEIN, A. R., HAN, B. A., RELYEA, R. A., JOHNSON, P. T. J., BUCK, J. C., GERVASI, S. S., KATS, L. B. 2011. The complexity of amphibian population declines: understanding the role of cofactors in driving amphibian losses. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223: 108-119.
- BLAUSTEIN, L., KIFLAWI, M., EITAM, A., MANGEL, M., COHEN, J. E. 2004. Oviposition habitat selection in response to risk of predation in temporary pools: mode of detection and consistency across experimental venue. *Oecologia* 138: 300-305.
- BOCARD, D., LEGENDRE, P. 2002 All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological Modelling* 153: 51-68.
- BOCARD, D., LEGENDRE, P., DRAPEAU, P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 63: 1045-1055.
- BROWN, J. L., MORALES, V., SUMMERS, K. 2008. Divergence in parental care, habitat selection and larval life history between two species of peruvian poison frogs: an experimental analysis. *Journal of Evolutionary Biology* 12: 1534-1543.
- BURNHAM, K. P., ANDERSON D. R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2ed., Nova Iorque: Springer.
- BURNHAM, K. P., ANDERSON, D. R., HUYVAERT, K. P. 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65:23-35.
- CALDART, V. M., IOP, S., SANTOS, T. G., CECHIN, S. T. Z. 2010. Extension of the geographical distribution of two anuran species for Rio Grande do Sul state, Brazil, with comments on natural history. *Biota Neotropica* 10: 143-147
- COSTA, S. F. 2013. *Introdução Ilustrada à Estatística*. 5ed. São Paulo: Harbra.



- CRAWLEY, M. J. 2007. The T book. Chichester: John Wiley & Sons Ltda.
- CUSHMAN, S. A., 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological Conservation* 128: 231-240.
- DAVEY, A. J. H., HAWKINS S. J., TUNER, G. F., DONCASTER C. P. 2005. Size-dependent microhabitat use and intraspecific competition in *Cottus gobio*. *Journal of Fish Biology* 67:428-443.
- DOWNIE, J. R., LIVINGSTONE, S. R., CORMACK, J. R. 2001. Selection of tadpole deposition sites by male trinidadian stream frogs, *Mannophryne trinitatis* (Dendrobatidae): an example of antipredator behaviour. *Herpetology Journal* 11: 91-100.
- ETEROVICK, P. C. 2003. Distribution of anuran species among montane streams in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 19: 219-228.
- ETEROVICK, P. C., CARNAVAL, A. C. O. Q., BORGES-NOJOSA, D. M., SILVANO, D. L., SEGALLA, M. V., SAZIMA, I. 2005. Amphibian declines in Brazil: an overview. *Biotropica* 37: 166-179.
- FATORELLI, P., ROCHA, C. F. D. 2008. O que molda as guildas de girinos tropicais? Quarenta anos de busca por padrões. *Oecologia Brasiliensis* 12: 733-742.
- FLAXMAN, S. M., REEVE, H. K. 2006. Putting competition strategies into ideal free distribution model: habitat selection as a tug of war. *Journal of Theoretical Biology* 243: 587-593.
- FROST, D. R. Amphibian Species of the World: an online reference. 2014. Version 6.0 Disponível em <<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/Amphibia/Anura/Hylodidae>> Acesso em: 11 jun. 2014.
- GAHL, M. K., CALHOUN, A. J. K. 2010. The role of multiple stressors in *Ranavirus* caused amphibian mortalities in Acadia National Park wetlands. *Canadian Journal of Zoology* 88: 108-121.
- GALLARDO, J. M. 1961. Anfíbios anuros de Misiones con la descripción de una nueva espécie de *Crossodactylus*. *Neotropica* 7: 33 -38
- GASTON, K. J. 2003. The structure and dynamics of geographic ranges. Oxford University Press. Oxford.
- GOUTTE, S., DUBOIS, A., LEGENDRE, F. 2013. The importance of ambient sound level to characterise anuran habitat. *Plos One* 8: 1-11.

- GREEN, D. M. 2003. The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biological Conservation* 111: 331-343.
- HECNAR, S. J., M'CLOSKEY, R. T. 1997. The effects of predatory fish on amphibian species richness and distribution. *Biological Conservation* 79: 123-131.
- HEYER, W. R., RAND, A. S. CRUZ, C. A. G., PEIXOTO, O. L., NELSON, C. E. 1990. Frog of Boracéia. *Arquivos de Zoologia* 31: 231-410.
- HIERT, C., MOURA, M. O. 2010. Abiotic correlates of temporal variation of *Hypsiboas leptolineatus* (Amphibia: Hylidae). *Zoologia* 27: 703-708.
- HOPEY, M. E., PETRANKA, J. W. 1994. Restriction of wood frogs to fish-free habitats: how important is adult choice? *Copeia* 1994: 1023-1025.
- HUMPHRIES, S., RUXTON, G. D., VAN DERMEER, J. 2001. Unequal competitor ideal free distributions: predictions for differential effects of interference between habitats. *Journal of Animal Ecology* 70: 1062-1069.
- IBAMA. 1999. Plano de manejo: Parque Nacional do Iguaçu. Disponível em: <[http://www.cataratasdoiguacu.com.br/manejo/siuc/planos\\_de\\_manejo/pni/html/index.htm](http://www.cataratasdoiguacu.com.br/manejo/siuc/planos_de_manejo/pni/html/index.htm)> Acesso em: 10 mar. 2014.
- IUCN. 2014. The IUCN Red List for threatened species. Amphibians. Cambridge: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/56355/0>> Acesso em: 23 mar. 2014.
- JORDÃO-NOGUEIRA, T., VRCIBRADIC, D., PONTES, J. A. L., VAN SLUYS, M., ROCHA, C. F. D. 2006. Natural history traits of *Crossodactylus aeneus* (Anura, Leptodactylidae, Hylodinae) from the Atlantic Forest area in Rio de Janeiro State, Southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology* 1: 37-41.
- KOLASA, J., PICKETT S. T. A. 1989. Ecological systems and the concept of biological organization. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 86: 8837-8841.
- LEGENDRE, P., LEGENDRE, L. L. 2012. *Numerical Ecology*. 3ed. Amsterdam: Elsevier.
- LEVIN, S. 2009. *The Princeton guide to ecology*. Princeton: Princeton University Press.
- LUCAS, E. M., P. C. A. GARCIA. 2011. Amphibia, Anura, Hylidae Rafinesque, 1815 and Hylodidae Günther, 1858: Distribution extension and new records for Santa Catarina Southern Brazil. *Check List* 7: 13-16.
- MENDONÇA, F., OLIVEIRA, I. M. D. 2007. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos.

- MORRIS, D. W. 1987. Spatial scale and the cost of density-dependent habitat selection. *Evolutionary Ecology* 1: 379-388.
- MORRIS, D. W. 1992. Scales and costs of habitat selection in heterogeneous landscapes. *Evolutionary Ecology* 6: 412-432.
- MORRIS, D. W. 2003. Toward an ecological synthesis: a case for habitat selection. *Oecologia* 136: 1-13.
- MURPHY, P. J. 2003. Context-dependent reproductive site choice in a Neotropical frog. *Behavioral Ecology* 14: 626-633.
- OLIVEIRA, F. F. R., P. C. ETEROVICK. 2010. Patterns of spatial distribution and microhabitat use by syntopic anuran species along permanent lotic ecosystems in the Cerrado of Southeastern Brazil. *Herpetologica* 66: 159-171.
- PARRIS, K. M. 2001. Distribution, habitat requirements and conservation of the cascade treefrog (*Litoria pearsoniana*, Anura: Hylidae). *Biological Conservation* 99: 285-292.
- PIMENTA, B. V. S., WACHLEVSKI, M., CRUZ, C. A. G. 2008. Morphological and acoustical variation, geographic distribution, and conservation status of the spinythumb frog *Crossodactylus bokermanni* Caramaschi and Sazima, 1985 (Anura, Hylodidae). *Journal of Herpetology* 42: 481-492.
- PITTMAN, S. E., JENDREK, A. L., PRICE, S. J., DORCAS, M. E. 2008. Habitat selection and site fidelity of Cope's Gray Treefrog (*Hyla chrysoscelis*) at the aquatic-terrestrial ecotone. *Journal of Herpetology* 42: 378-385.
- POELMAN, E. H., DICKE, M. 2007. Offspring as food to cannibals: oviposition strategies of Amazonian poison frogs (*Dendrobates ventrimaculatus*). *Evolutionary Ecology* 21: 215-227.
- QUINN, G. P., KEOUGH, M. J. 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. New York: Cambridge University Press.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna [available on internet at <http://www.R-project.org>].
- RANGEL, T. F., DINIZ-FILHO, J. A. F., BINI, L. M., 2006. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. *Global Ecology and Biogeography* 15: 321-327.
- RANGEL, T. F., DINIZ-FILHO, J. A. F., BINI, L. M., 2010. SAM: A comprehensive application for spatial analysis in macroecology. *Ecography* 33: 46-50.

- RESETARITS, W. J. 2005. Habitat selection behaviour links local and regional scales in aquatic systems. *Ecology Letters* 8: 480-486.
- RICKLEFS, R. E. 2009. *A economia da natureza*. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- RIEGER, J. F., BINCKLEY, C. A., RESENTARITS, W. J. 2004. Larval performance and oviposition site preference along a predation gradient. *Ecology* 85: 2094-2099.
- ROSENZWEIG, M. L. 1981. A theory of habitat selection. *Ecology* 62: 327-335.
- SCHIESARI, L. 2006. Pond canopy cover: a resource gradient for anuran larvae. *Freshwater Biology* 51: 412-423.
- SEGALLA, M. V., GARCIA, P. C. A.; SILVANO, D., LAVILLA, E., BALDO, D. 2004. Disponível em: <*Crossodactylus schmidtii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T56355A11467213.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T56355A11467213>> Acesso em: 16 nov. 2015.
- SMITH, M. A., GREEN, D. M., 2005. Dispersal and the metapopulation paradigm in amphibian ecology and conservation: are all amphibian populations metapopulations? *Ecography* 28: 110-128.
- STUART, S. N., HOFFMANN, M., CHANSON, J. S., COX, N. A., BERRIDGE, R. J., RAMANI, P., YOUNG, B. E. 2008. *Threatened amphibians of the world*. Barcelona: Lynx Edicions.
- TAGUCHI, M., LIAO, J. 2011. Rainbow trout consume less oxygen in turbulence: the energetics of swimming behaviors at different speeds. *The Journal of Experimental Biology* 214: 1428-1436.
- TOUCHON, J. C., WARKENTIN, K. M. 2008. Reproductive mode plasticity: aquatic and terrestrial oviposition in a treefrog. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 7495-7499.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. 2010. *Fundamentos em Ecologia*. 3ed. Porto Alegre: Artmed.
- VAN BUSKIRK, J. 2005. Local and landscape influence on amphibian occurrence and abundance. *Ecology* 86: 1936-1947.
- VENABLES, W. N., RIPLEY, B. D. 2002. *Modern applied statistics with S*. 4ed. New York: Springer.

WATSON, J. W., MCALLISTER, K. R., PIERCE, D. J. 2003. Home ranges, movements, and habitat selection of oregon spotted frogs (*Rana pretiosa*). Journal of Herpetology 37: 292-300.

WELCH, N. E., MACMAHON, J. A. 2005. Identifying habitat variables important to the rare Columbia spotted frog in Utah (USA): an information-theoretic approach. Conservation Biology 19: 473-481.

WELLS, K. D. 2007. The ecology and behavior of amphibians. Chicago: University of Chicago Press.

YANASE, K., HERBERT, N. A., MONTGOMERY, J. C. 2012. Disrupted flow sensing impairs hydrodynamic performance and increases the metabolic cost of swimming in the yellowtail kingfish, *Seriola lalandi*. The Journal of Experimental Biology 215: 3944-3954.

## ANEXOS

**ANEXO A -**

**TABELA 2.** Abundância de indivíduos de *Crossodactylus schmidti*, características ambientais avaliadas e a localização dos treze corpos d'água lóticos amostrados no Parque Nacional do Iguaçu, oeste do Paraná. Os valores são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (amplitude), e a maior abundância observada.

Ponto	Abundância	Velocidade	Largura	Profundidade	Substrato	Dossel	Latitude	Longitude
R1ST	13	4,45 $\pm$ 2,05 (2,17-8,21)	74,94 $\pm$ 36,21 (34-159)	10,03 $\pm$ 5,04 (5-26)	Terra	0,61 $\pm$ 0,08 (0,41-0,73)	-25.128889	-53.877778
R2ST	8	7,76 $\pm$ 7,45 (0,00-31,14)	100,05 $\pm$ 67,19 (30-308)	8,14 $\pm$ 3,45 (3-16)	Terra e Matéria orgânica	0,63 $\pm$ 0,07 (0,63-0,75)	-25.171944	-53.784722
R3ST	7	3,00 $\pm$ 1,18 (1,27-5,25)	177,94 $\pm$ 151,88 (62-720)	8,31 $\pm$ 3,48 (3-17)	Rocha	0,60 $\pm$ 0,12 (0,38-0,79)	-25.334167	-53.711111
R4ST	1	3,28 $\pm$ 2,21 (1,00-7,55)	256,72 $\pm$ 151,14 (66-486)	6,00 $\pm$ 2,42 (3-11)	Rocha	0,65 $\pm$ 0,04 (0,59-0,72)	-25.137778	-53.653056
R5ST	6	6,33 $\pm$ 7,70 (0,00-29,64)	121,22 $\pm$ 45,15 (41-179)	8,61 $\pm$ 6,82 (1-23)	Rocha	0,68 $\pm$ 0,05 (0,57-0,76)	-25.178333	-53.671389
R1TC	0	9,39 $\pm$ 10,13 (1,46-34,97)	204,16 $\pm$ 80,83 (102-370)	18,30 $\pm$ 10,45 (5-38)	Cascalho Grosso	0,67 $\pm$ 0,03 (0,61-0,76)	-25.239444	-53.994444
R2TC	20	4,36 $\pm$ 2,19 (1,21-7,82)	141,83 $\pm$ 105,90 (16-411)	4,50 $\pm$ 2,70 (1-13)	Terra e Matéria orgânica	0,69 $\pm$ 0,05 (0,62-0,79)	-25.147222	-53.821667
R3TC	57	9,67 $\pm$ 6,72 (2,04-18,59)	76,66 $\pm$ 18,80 (43-121)	10,83 $\pm$ 5,09 (5-19)	Terra	0,66 $\pm$ 0,05 (0,56-0,76)	-25.142222	-53.865278
R4TC	16	10,31 $\pm$ 6,64 (3,61-25,67)	120,11 $\pm$ 59,74 (16-272)	8,50 $\pm$ 2,70 (6-16)	Terra e Matéria orgânica	0,64 $\pm$ 0,06 (0,56-0,74)	-25.365556	-53.916667
R5MG	6	2,24 $\pm$ 1,16 (0,70-4,46)	439,44 $\pm$ 232,64 (170-985)	20,16 $\pm$ 14,29 (3-56)	Rocha	0,54 $\pm$ 0,09 (0,39-0,68)	-25.296111	-54.029167
R6MG	50	7,68 $\pm$ 6,79 (0,91-24,92)	256,22 $\pm$ 113,17 (84-490)	14,00 $\pm$ 5,59 (6-28)	Matacão	0,61 $\pm$ 0,05 (0,53-0,69)	-25.311944	-54.032222
R7MG	49	8,79 $\pm$ 6,79 (3,12-24,20)	205,66 $\pm$ 174,05 (78-650)	12,47 $\pm$ 6,25 (5-25)	Cascalho Grosso e Terra	0,67 $\pm$ 0,06 (0,55-0,75)	-25.293889	-53.884167
R8MG	8	10,73 $\pm$ 6,65 (2,50-26,95)	143,16 $\pm$ 85,38 (37-329)	8,83 $\pm$ 3,65 (2-16)	Rocha	0,68 $\pm$ 0,07 (0,52-0,78)	-25.228056	-53.986111

**ANEXO B –**

**TABELA 3.** Abundância de indivíduos de *Crossodactylus schmidtii*, características ambientais e a posição dos indivíduos em relação aos riachos, avaliadas para os vinte e quatro pontos amostrados no Parque Nacional do Iguaçu, oeste do Paraná. São apresentados os valores brutos e a abundância total para cada ponto.

Ponto	Abundância	Posição	Velocidade	Largura	Profundidade	Substrato	Tipo de Microhabitat	Distância da Margem
1	1	Fora	3,47	95	8	Cascalho fino e grosso	Corredeira	0
2	1	Fora	3,51	93	12	Rocha	Corredeira	10
3	1	Fora	24	200	7	Matéria orgânica cascalho grosso	Remanso	103
4	2	Dentro	0,00	190	7	Areia	Corredeira	98
5	2	Dentro	0,00	63	8	Areia	Remanso	8
6	1	Dentro	0,00	86	7	Matéria orgânica	Remanso	10
7	1	Dentro	3,56	104	6	Matéria orgânica	Remanso	7
8	1	Dentro	36,58	154	1	Matéria orgânica	Remanso	2
9	1	Fora	1,81	45	3	Rocha	Corredeira	4
10	1	Fora	24,75	155	6	Rocha	Remanso	8
11	1	Fora	6,39	160	3	Rocha	Remanso	5
12	2	Dentro	7,12	170	3	Matéria orgânica	Remanso	15
13	1	Fora	4,25	228	5	Matéria orgânica	Remanso	35
14	1	Dentro	2,46	70	5	Terra e cascalho fino	Corredeira	30
15	1	Dentro	3,86	210	2	Rocha e terra	Corredeira	130
16	1	Dentro	0,00	153	3	Matéria orgânica	Remanso	17
17	1	Fora	1,15	145	4	Rocha	Corredeira	30
18	2	Dentro	0,00	150	3	Matéria orgânica	Remanso	3
19	1	Fora	2,54	76	3	Cascalho fino	Corredeira	8
20	1	Dentro	4,13	144	2	Rocha	Caudaloso	7
21	2	Dentro	0,00	181	3	Rocha	Remanso	8
22	1	Fora	9,77	150	8	Rocha	Caudaloso	5
23	2	Dentro	2,61	127	2	Rocha e Matéria orgânica	Corredeira	5
24	1	Dentro	0,00	133	3	Matéria orgânica	Remanso	14



