



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

Campus São Gabriel

A INFLUÊNCIA DA ÁREA DE POÇAS E SEUS DESCRITORES
AMBIENTAIS SOBRE A ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE
ANFÍBIOS ANUROS EM ÁREAS CAMPESTRES DO RIO GRANDE DO
SUL, BRASIL

ADRIANA PEREIRA ALMEIDA

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

A INFLUÊNCIA DA ÁREA DE POÇAS E SEUS DESCRITORES
AMBIENTAIS SOBRE A ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE
ANFÍBIOS ANUROS EM ÁREAS CAMPESTRES DO RIO GRANDE DO
SUL, BRASIL

ADRIANA PEREIRA ALMEIDA

Monografia apresentada à Comissão de Trabalho de
Conclusão do Curso de Ciências Biológicas, Universidade
Federal do Pampa — UNIPAMPA, *Campus* São Gabriel,
como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Tiago Gomes dos Santos

Coorientador: Samanta Iop

Rio Grande do Sul

Dezembro de 2015

A INFLUÊNCIA DA ÁREA E SEUS DESCRITORES AMBIENTAIS SOBRE
A ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE ANFIBÍOS ANUROS EM ÁREAS
CAMPESTRES DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

ADRIANA PEREIRA ALMEIDA

ORIENTADOR: TIAGO GOMES DOS SANTOS

COORIENTADOR: SAMANTA IOP

Monografia submetida à Comissão de Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas Bacharelado, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada por:

Presidente, Prof. Dr. Tiago Gomes dos Santos

MSc. Bruno Madalozzo

MSc. Suélen da Silva Alves Saccol

São Gabriel, dezembro de 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Almeida, Adriana Pereira

A INFLUÊNCIA DA ÁREA DE POÇAS E SEUS DESCRITORES AMBIENTAIS SOBRE A ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE ANFÍBIOS ANUROS EM ÁREAS CAMPESTRES DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL / Adriana Pereira Almeida – Rio Grande do Sul: UNIPAMPA, Campus São Gabriel, 2015. XX, 27 f.:7 il.; 30 cm.

Orientador: Tiago Gomes dos Santos; Coorientador: Samanta Iop

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – UNIPAMPA/ *Campus São Gabriel/ Trabalho de Conclusão de Curso*, 2015.

Referências: f. 28-33.

1. ANUROFAUNA. 2. HETEROGENEIDADE AMBIENTAL. 3. CAMPOS SULINOS. 4. USO DE HABITAT. – Monografia I. SANTOS, TIAGO GOMES DOS. II. Universidade Federal do Pampa, *Campus São Gabriel*, Trabalho de Conclusão de Curso. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais Edna de Queiroz Pereira Almeida e Paulo Pedroso de Almeida pelo apoio e incentivo, vocês são minha base, sem vocês não sei o que seria de mim. Aos meus irmãos Paula e Wellington pelo amor e imenso carinho.

Ao meu orientador, Tiago Gomes dos Santos, não tenho palavras para lhe agradecer. Obrigada por me mostrar como é amar a profissão, pela sua paciência, pela sua compreensão, pelo cuidado e principalmente pela confiança.

À Professora Márcia Regina Spies pela ajuda, pela compreensão, agradeço pelo cuidado e pelas trocas de experiências nesses últimos meses.

À Doutora Samanta Iop pela confiança, pela ajuda e dedicação como coorientadora mesmo estando longe.

Agradeço a Rede Campos Sulinos, projeto SISBIOTA pelo financiamento e incentivo a essa pesquisa. Principalmente aos Doutores Valério de Patta Pillar e Rafael Machado.

À UNIPAMPA pela concessão das bolsas de iniciação científica PBIPe PDA

Aos meus ajudantes em campo Guilherme Azambuja e Junior Pereira. E que venham mais porteiras para abirmos.

Agradeço ao Professor Carlos Benhur Kasper e sua esposa Alice Hirschmann, do Laboratório de Ictiologia do Departamento de Biociências da UFRGS, pela ajuda na identificação dos peixes.

Ao Laboratório de Estudos em Biodiversidade Pampiana (LEBIP) e seus integrantes pelas conversas, discussão, mates, risadas, histórias e troca de experiências.

As amizades feitas durante esses anos de graduação, especialmente à Bruna Barcelos, por me aturar e ouvir meus desabafos, minhas histórias e minha tagarelice. Obrigada por tudo, comadre.

Agradeço à minha família “buscapé”, que sempre torceram por mim e entenderam a minha ausência nas festas em família.

E por fim e não menos importante, agradeço ao Fabiano Stefanello por sua paciência nos meus dias de desespero, pelo seu carinho, por seus ensinamentos como biólogo e pelas horas de conversa pessoalmente ou pelo telefone como amigo, companheiro e profissional. Agradeço por estar ao meu lado, pela sua ajuda e dedicação à nossa pequena família. Eu e a nossa pequena Sofia te amamos.

RESUMO

Tamanho e heterogeneidade de habitat estão entre os principais fatores que determinam a riqueza, estrutura e composição de espécies de comunidades de plantas e animais. Entretanto, a distinção entre eles é fundamental para discriminar qual dos descritores tem influência sobre os padrões locais registrados. Neste estudo, testamos separadamente o efeito da área e da heterogeneidade ambiental de poças sobre comunidades de anfíbios anuros de quatro UAs nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil. As amostragens foram realizadas no período de setembro a novembro de 2014, primavera, época de maior atividade da anurofauna no extremo sul do Brasil. A amostragem constituiu-se de uma parte diurna, na qual larvas de anuros foram coletadas e uma parte noturna, com busca ativa nos sítios de reprodução. Além disso, foram coletadas características ambientais locais, como qualidade físico-química da água e estrutura da vegetação emergente e da margem da poça, assim como presença de peixes. Foram coletadas ainda, características ambientais da paisagem, como tipo de matriz de entorno e distância da mata. Identificamos 35 espécies de anuros pertencentes a cinco famílias: Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae e Odontophrynidae. Na análise da área das poças sobre a riqueza de espécies observamos ausência de influência desse fator, sendo assim, com o aumento da área das poças a riqueza não tende a aumentar de maneira significativa. Por outro lado, os fatores ambientais locais, como pH, porcentagem de extrato vegetal emergente e número de extratos vegetais na água foram significativamente associados com o aumento da riqueza de espécies de anuros. De fato, as características da vegetação nas poças podem estar relacionadas com a riqueza de espécies uma vez que o aumento na porcentagem de vegetação emergente proporciona maior quantidade de microhabitats, e assim mais recursos para postura de ovos e proteção das larvas. A presença de peixes mostrou ser um fator não limitante para a riqueza de espécies de anuros, já a análise onde testamos o efeito dos fatores ambientais locais e da paisagem sobre a composição de espécies de anuros, foi inconclusiva, devido à baixa explicação dos fatores ambientais locais retidos no modelo, o qual reteve apenas 17% da variância dos dados no eixo 1 e 7% no eixo 2. A ausência de influência significativa do tamanho das poças sobre a riqueza de anuros evidencia o quão importante são esses corpos d'água para a conservação das comunidades de anuros, mesmo que eles sejam pequenos, menores do que os protegidos pelas leis brasileiras.

Palavras-chave: Anurofauna, heterogeneidade ambiental, Campos Sulinos, uso de habitat

ABSTRACT

Size and habitat heterogeneity are among the main factors that determine the species richness, structure and composition of plants and animal communities. However, the distinction between them is essential to discriminate which of those descriptors have influence on the local patterns registered. In this work, we tested in separate the effect of the area and the environmental heterogeneity of ponds on communities of amphibians in natural grasslands of Rio Grande do Sul, Brazil. Sampling was carried out from September to November 2014, Spring, time of greater activity anurofauna in southern Brazil. The sample consisted of a daytime part, in which tadpoles were collected, and a night part when we employed active survey at breeding sites. In addition, local environmental characteristics were collected, such as physical-chemical water quality and structure of emergent vegetation and the edge of the ponds, as well as the presence of fish. We also collected environmental features of the landscape such as type of surrounding matrix and distance the forest. We identified 35 species of frogs belonging to five families: Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae and Odontophrynidae. The ponds area analysis on the species richness we observed absence of influence of this factor, therefore, with increasing area of ponds wealth is not likely to increase significantly. On the other hand, local environmental factors such as pH, percentage of plant extract emerging number of plant extracts and water were significantly associated with increased richness of frogs. Indeed, the characteristics of the vegetation in the pools may be related to species richness as the increase in the percentage of emergent vegetation provides greater amounts of microhabitats, and thus more resources for egg laying and protection of the larvae. The presence of fish proved to be a non-limiting factor for the species richness of frogs, since the analysis where we test the effect of local environmental factors and the landscape on the composition of species of frogs, was inconclusive due to low explanation of environmental factors local retained in the model, which retained only 17% of the variance of the data on 1st axis and 7% on 2nd axis. The absence of significant influence on the size of ponds on the wealth of frogs shows how important are these water bodies to the conservation of frogs communities, even if they are small, smaller than those protected by Brazilian law.

Keywords: Anurofauna, environmental heterogeneity, Campos Sulinos, habitat use.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização geográfica das UA's amostrados no Rio Grande do Sul, (A) Caçapava do Sul; (B) Tupanciretã; (C) Soledade e (D) São Francisco de Paula.....15
- Figura 2.** Relação entre a área das poças (m²) e a riqueza de anuros registrados nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil.....21
- Figura 3.** Descritores ambientais locais que apresentaram influência sobre a riqueza das espécies de anuros registrados nas poças dos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul Brasil. pH; Pcv: porcentagem de cobertura vegetal emergente; Neva: número de estratos vegetais na água.....21
- Figura 4.** Ordenação com os dois primeiros eixos da RDA, considerando a composição de anuros e os descritores ambientais locais das poças amostradas nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil. O triplot mostra os resultados do 1° e 2° eixos da análise. As variáveis retidas foram: cond, condutividade; ori, origem e mov, movimentação da água. *Dmin*, *Dendropsophus minutus*; *Dsan*, *D. sanborni*; *Ebic*, *Elachistocleis bicolor*; *Hlep*, *Hypsiboas leptolineatus*; *Hpul*, *H. pulchellus*; *Lfus*, *Leptodactylus fuscus*; *Lgra*, *L. gracilis*; *Llati*, *L. latinasus*; *Llatr*, *L. latrans*; *Lmys*, *L. mystacinus*; *Lpla*, *L. plaumanni*; *Oame*, *Odontophrynus americanus*; *Paff*, *Physalaemus aff. gracilis*; *Pbil*, *P. biligonigerus*; *Pcuv*, *P. cuvieri*; *Pgra*, *P. gracilis*; *Phen*, *P. henselii*; *Prio*, *P. riograndensis*; *Pcar*, *Pseudis cardosoi*; *Pmin*, *P. minuta*; *Pfal*, *Pseudopaludicola falcipes*; *Rsch*, *Rhinella schneideri*; *Sfus*, *Scinax fuscovarius*; *Sgra*, *S. gracilis*; *Sper*, *S. perereca*; *Ssqu*, *S. squalirostris*; *Suru*, *S. uruguayus*.....22
- Figura 5.** Partilha da variância indicando a explicação dos descritores ambientais locais (L) e dos descritores ambientais da paisagem (P) sobre a composição da comunidade de anuros dos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil.....23
- Apêndice 2.** Exemplos de poças amostradas no período de setembro a novembro de 2014 nas UA's nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil. A-D) Caçapava do Sul; E-G) Soledade; H-I) Tupanciretã; J) São Francisco de Paula.....35

Apêndice 3. Exemplos de anfíbios anuros amostrados no período de setembro a novembro de 2014 nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil. A) *Aplastodiscus perviridis*; B) *Dendropsophus minutus*; C) *D. sanborni*; D) *Hypsiboas* aff. *joaquini*; E) *H. caingua*; F) *H. leptolineatus*; G) *H. stellae*; H) *Leptodactylus latrans*; I) *Pseudis cardosoi*; J) *P. minuta*; K) *Scinax fuscovarius*; L) *Rhinella achavalli*; M) *R. icterica*; N) *R. schneideri*.....36

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Localização geográfica (em graus decimais), respectivas áreas e riqueza de espécies de anuros registradas para cada poça amostrada nas unidades amostrais (UA) selecionadas nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil.....17
- Tabela 2.** Espécies de anuros registradas nas unidades amostrais dos Campos Sulinos, Rio Grande do Sul, Brasil. *: registros ocasionais; A: espécimes registrados na fase adulta; G: espécimes registrados na fase larval.....20
- Tabela 3.** Resumo da análise de redundância relacionando a composição de anuros e os descritores ambientais locais das 28 poças amostrados nos Campos Sulinos, Rio Grande do Sul, Brasil.....23
- Apêndice 1.** Abundância de anfíbios anuros (adultos e larvas) registrados no período de setembro a novembro de 2014 em poças nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil. *Dmin*, *Dendropsophus minutus*; *Dsan*, *D. sanborni*; *Ebic*, *Elachistocleis bicolor*; *Help*, *Hypsiboas leptolineatus*; *Hpul*, *H. pulchellus*; *Lfus*, *Leptodactylus fuscus*; *Lgra*, *L. gracilis*; *Llati*, *L. latinasus*; *Llatr*, *L. latrans*; *Lmys*, *L. mystacinus*; *Lpla*, *L. plaumanni*; *Oame*, *Odontophrynus americanus*; *Paff*, *Physalaemus aff. gracilis*; *Pbil*, *P. biligonigerus*; *Pcuv*, *P. cuvieri*; *Pgra*, *P. gracilis*, *Phen*, *P. henselii*; *Prio*, *P. riograndensis*; *Pcar*, *Pseudis cardosoi*; *Pmin*, *P. minuta*; *Pfal*, *Pseudopaludicola falcipes*; *Rsch*, *Rhinella schneideri*; *Sfus*, *Scinax fuscovarius*; *Sgra*, *S. granulatus*; *Sper*, *S. perereca*; *Ssqu*, *S. squalirostris*; *Suru*, *S. uruguayus*. Entre parênteses a abundância de larvas.....34

SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
2. Materiais e Métodos.....	15
2.1. Área de estudo.....	15
2.2. Coleta de dados.....	16
2.3. Análise de dados.....	18
3. Resultados.....	19
4. Discussão.....	23
5. Conclusão.....	27
6. Referências.....	28
7. Apêndices.....	34

1. Introdução

A ecologia de comunidades busca compreender a maneira pela qual os agrupamentos de espécies estão distribuídos na natureza, e como eles são influenciados pelas interações entre as espécies e o ambiente (Begon *et al.*, 2006). Assim, teorias ecológicas têm sido desenvolvidas para explicar os padrões de comunidades biológicas (Parris *et al.*, 1999). Tais teorias propõem que o habitat, as interações intra e interespecíficas, perturbações, extinções, recolonizações e as escalas de evolução local, regional e continental podem ter influência sobre a riqueza de espécies encontradas em uma comunidade (Rickefs & Schluter, 1993). Dentre elas, a teoria de biogeografia de ilhas, sugere que a riqueza de espécies tende a aumentar com a área, visto que, ilhas maiores sofrem menos extinções e podem ser colonizadas mais rapidamente do que as pequenas ilhas, levando a um maior equilíbrio da riqueza de espécies (MacArthur & Wilson, 1967). A teoria pode ser aplicada a ambas ilhas oceânicas e ilhas metafóricas de habitat, tais como, um trecho de floresta cercada por pastagens (Parris & Mccarthy, 1999), ou trechos de campos nativos cercados por cultivos de monoculturas. Nesse contexto, corpos de água lênticos, como lagos, poças e açudes, também podem ser considerados ilhas, pois apresentam áreas bem definidas que os distingue da matriz circundante. Por isso, ambientes lênticos são considerados excelentes sistemas para explorar a influência da área sobre a riqueza de comunidades (Wellborn *et al.*, 1996; Waide *et al.*, 1999). De fato, a relação espécie-área tem se mostrado um padrão para diversos taxa, por exemplo, himenópteros e gramíneas (Steffan-Dewenter, 2003; Krauss *et al.*, 2004), e para comunidade de larvas de anuros (Werner *et al.*, 2007; Moreira *et al.*, 2015). Por outro lado, essa relação não é verdadeira para outros grupos animais em outras localidades, como é o caso das comunidades de anuros de solo da floresta Amazônia Brasileira. Para esses sapos da Amazônia, a quantidade e distribuição de habitat adequado para reprodução é o fator crítico limitando a distribuição da maioria das espécies de rãs (Zimmerman & Bierregaard, 1986).

Heterogeneidade ambiental, componentes físico-químicos da água e climáticos do ambiente são outros fatores reconhecidamente importantes para explicar a variação na diversidade de espécies e a composição das comunidades (Huston, 1994; Neave *et al.*, 1996; Parris, 2004). Por exemplo, os fatores ambientais locais são importantes para explicar a variabilidade na estrutura das comunidades e metacomunidades de algas, briófitas e macroinvertebrados (Heino *et al.*, 2012). A temperatura e a qualidade do solo são importantes para a regulação das comunidades de plantas vasculares, mas possuem uma menor

importância para animais com capacidade de dispersão moderada, como besouros (Zulka *et al.*, 2014). Em comunidades de Collembola foi observado que em paisagens homogêneas há uma distribuição uniforme das espécies na comunidade (Winkler & Kapichler 2000). Ou seja, a variação da qualidade do fragmento de habitat interfere na densidade de indivíduos, como registrado em borboletas britânicas, para as quais o equilíbrio em fragmentos ótimos é mais de 200 vezes superior ao de fragmentos sub-ótimos (Thomas, 1984).

Distinguir os efeitos do tamanho do habitat e da heterogeneidade de habitats não é uma tarefa fácil, devido ao aumento da probabilidade de covariação entre a área e a diversidade de habitat. (Rosenzweig, 1995; Ritchie, 2010). De fato, a heterogeneidade de habitat tem sido identificada como uma possível causa subjacente à relação espécie-área (Williams, 1964; Boecklen, 1986). No entanto, a área e a heterogeneidade ambiental podem ter efeitos independentes sobre a riqueza de espécies em um determinado local. Portanto há uma necessidade de se testar o efeito desses fatores independentemente e assim, verificar qual é a causa principal da variação nos padrões de riqueza de espécies nas comunidades (Connor & McCoy, 1979; Nilsson *et al.*, 1988; Ricklefs & Lovette, 1999).

Anfíbios constituem um grupo de animais altamente susceptível às mudanças ambientais em razão da pele permeável e ciclo de vida bifásico. Dessa forma, alterações nas condições ambientais locais, como mudanças na temperatura, umidade, introdução de poluentes e modificações na paisagem, podem afetar a riqueza, abundância e composição nas comunidades de anfíbios (Beebee, 1996; Becker *et al.*, 2007). Além disso, a permanência de água nas poças e a predação apresentam relação com a composição de espécies em comunidades de anfíbios (Wellborn *et al.*, 1996; Azevedo-Ramos *et al.*, 1999). A composição de comunidades de plantas ao longo das margens de rios contribui para a variação na beta diversidade entre habitats (Ferreira, 2000; Sabo *et al.*, 2005), pois um aumento da cobertura vegetal pode representar aumento de diversidade de microhabitat e como conseqüente o aumento no número de espécies de anuros que podem ocupar a área (Burne & Griffin, 2005). O tipo de margem é um dos fatores mais importantes que influenciam as comunidades de anuros, indicando que a heterogeneidade da margem é importante para manter a diversidade de espécies (Souza & Eterovick, 2011). Assim, anfíbios anuros tornam-se bons modelos para estudos que avaliem teorias ecológicas (Chase & Leibold, 2003).

Os Campos Sulinos, situados na porção sul do Brasil, são caracterizados pela vegetação composta principalmente por gramíneas, amplamente regulada pela herbivoria de pastadores e pelas queimadas planejadas (Pilar & Veléz, 2010). Nas últimas décadas uma rápida substituição da criação extensiva de gado por atividades agrícolas, como o plantio da

soja, ameaçam a riqueza de espécies nativas devido à mudança no uso da terra (Pilar *et al.*, 2009). Apesar da elevada riqueza de espécies são raras as unidades de conservação nos campos nativos, sendo que menos de 0,5% dos campos brasileiros estão sob proteção legal, sem o uso direto da terra (Ministério do Meio Ambiente, 2000; Overbeck *et al.*, 2007). Além de poucas medidas de conservação nos Campos Sulinos, os corpos d'água lênticos também são negligenciados pela legislação vigente (Lei Nº 12.727, de 17 de Outubro de 2012). Segundo essa lei, apenas os corpos d'água com área superior a 10.000 m² são preservados. Assim, as mudanças no uso do habitat devido à expansão agrícola e a Lei que não é efetiva na preservação dos corpos d'água, se traduzem em impactos negativos sobre as comunidades de anfíbios dos Campos Sulinos (Santos *et al.*, 2014), que detêm 84 espécies de anfíbios, correspondentes a cerca de 9% da riqueza registrada no Brasil (Santos *et al.*, 2014; Crivellari *et al.*, 2014).

Tendo em vista que os anuros são ótimos modelos para testar teorias ecológicas, e a problemática da conservação dos campos com conseqüente ameaça à biodiversidade, o presente trabalho analisou a influência da área das poças e o efeito de descritores ambientais locais e da paisagem sobre a riqueza e a composição taxonômica das comunidades de anfíbios anuros nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul. Para tal, buscamos responder as seguintes perguntas: 1) A área das poças está positivamente relacionada com a riqueza de anuros? 2) A presença de peixes, predadores, influencia a riqueza e composição das comunidades de anuros? 3) A riqueza e composição taxonômica é influenciada por descritores locais e da paisagem? Para as questões um e dois, hipotetizamos que a área da poça tem relação direta com a riqueza da anurofauna, sendo esperado que poças grandes tenham maior riqueza de espécies, porém a presença de peixes pode diminuir a riqueza devido à predação (Werner *et al.*, 2007). Para a questão três, hipotetizamos que a riqueza e a composição das comunidades são determinadas por descritores locais relacionados à estrutura da vegetação e profundidade dos corpos d'água (Both *et al.*, 2008; Vasconcelos *et al.*, 2009; Prado & Rossa-Feres, 2014; Provete *et al.*, 2014; Gouveia & Faria, 2015). Ademais, consideramos que descritores da paisagem, como os diferentes tipos matriz, influenciam a riqueza e composição de espécies de anuros (Brum *et al.*, 2013).

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na área de abrangência dos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, que estão inseridos em dois biomas: Pampa, na metade sul do Rio Grande do Sul, e Mata Atlântica, incluindo os campos do Planalto Brasileiro. Os Campos Sulinos são formados por um mosaico de florestas na metade norte do Rio Grande do Sul e nos estados de Santa Catarina e Paraná (Overbeck *et al.*, 2007). Estes campos estão localizados em uma zona de transição entre o clima tropical e temperado, onde os verões são quentes e os invernos frios, sem estação seca definida (Overbeck *et al.*, 2007).

A área amostrada nos Campos Sulinos compreendeu quatro unidades amostrais (UAs) no Rio Grande do Sul (Figura 1). Duas delas inseridas no bioma Pampa: Caçapava do Sul (-30.3344 S; -53.2929 O, altitude 430 m) e Tupanciretã (-29.0450 S; -53.5009 O, altitude 466 m), onde o clima é Subtropical Úmido, e com vegetação dominada por gramíneas coocorrendo com muitas Asteraceae, Fabaceae e Cyperaceae (Setubal *et al.*, 2011), e duas na Mata Atlântica: São Francisco de Paula (-29.2653 S; -50.3501 O, altitude 907 m) e Soledade (-28.4906 S; -52.3037 O, altitude 726 m) também conhecidos como Campos de Cima da Serra (IBGE, 2004), onde o clima é Temperado Úmido.

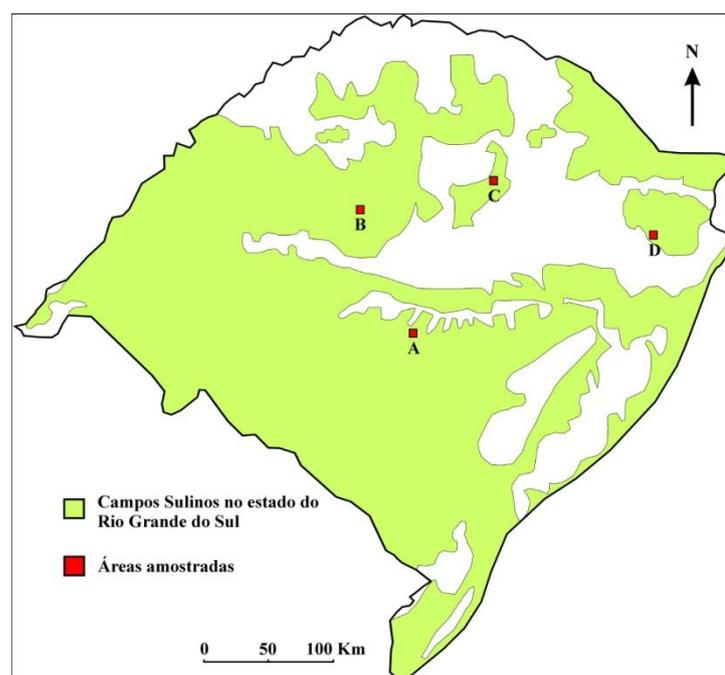


Figura 1. Localização geográfica das UA's amostradas no Rio Grande do Sul, (A) Caçapava do Sul; (B) Tupanciretã; (C) Soledade e (D) São Francisco de Paula.

2.2. Coleta de dados

As coletas foram realizadas entre os meses de setembro e novembro de 2014, que corresponde à primavera austral, época de maior atividade da anurofauna no extremo sul do Brasil (Santos *et al.*, 2008). Em cada município foi selecionada uma unidade amostral (UA), constituída de um quadrante de 2 km x 2 km, pré-estabelecidos em Iop (2015). Em cada UA foi amostrado o maior número de poças encontradas (naturais e artificiais), resultando na amostragem de 28 poças, amostradas uma única vez. A fim de abranger uma maior variação nos descritores locais das poças, optamos por uma amostragem de um grande número de poças em um curto período de tempo (Dorcas *et al.*, 2010) (Tabela 1).

Para a amostragem dos anuros adultos foi utilizado o método de ‘busca em sítios de reprodução’ (*sensu* Scott & Woodward, 1994), realizado durante o período crepuscular até por volta das 24:00h. O esforço amostral foi proporcional ao tamanho e complexidade das poças, como proposto por Scott & Woodward (1994). A amostragem dos girinos foi realizada no período diurno, utilizando puçá de cabo longo com malha metálica de 4 mm². O esforço amostral constituiu na varredura de toda a região marginal da poça, desta forma a amostragem nos diferentes poças foi proporcional ao tamanho de cada um deles (Santos *et al.*, 2007). Os girinos coletados foram conservados em formalina 10%. Os predadores invertebrados foram coletados com o auxílio do puçá, e a coleta de peixes foi realizada com uma rede de nylon de malha 10 mm², 5 m de comprimento e um metro de altura. O esforço amostral também foi proporcional à complexidade das poças e consistiu na varredura de toda a área da poça uma única vez. Dados adicionais de riqueza foram registrados através de encontros ocasionais, i.e., registro de espécies que estavam vocalizando em outros corpos d’água (banhados, riachos) ou que estavam se deslocando. Espécies registradas por esse método foram utilizadas apenas para a lista de espécies, não sendo consideradas nas análises estatísticas.

Os girinos foram identificados no Laboratório de Estudos em Biodiversidade Pampiana (LEBIP) da Universidade Federal do Pampa utilizando chaves dicotômicas e descrições (Langone, 1989; Echeveria & Montanelli, 1995; Sá & Lavilla, 1997; Kolenc *et al.*, 2003; Langone & Sá, 2005; Kolenc *et al.*, 2006; Boteiro & Kolenc, 2007; Both *et al.*, 2007; Machado & Maltchick, 2007; Laufer & Barreneche, 2008; Gonçalves, 2014). A identificação dos espécimes adultos coletados foi realizada em campo a partir de conhecimento prévio e consultas em Kwet *et al.*, 2010 e Maneyro & Carreira, 2012. Pelo menos um indivíduo adulto de cada espécie foi coletado, fixado em formalina 10% e conservado em álcool 80% seguindo

as normas do SISBIO (SISBIO /RAN #29509). Os espécimes coletados foram depositados na coleção de Zoologia da Universidade Federal de Santa Maria (ZUFISM).

Tabela 1: Localização geográfica (em graus decimais), respectivas áreas e riqueza de espécies de anuros registradas para cada poça amostrada nas unidades amostrais (UAs) selecionadas nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil.

Bioma	Poça	Latitude	Longitude	Área da Poça	Riqueza
Mata Atlântica - Soledade	1	-28.87192	-52.45147	214,88	5
	2	-28.88412	-52.46630	83,77	8
	3	-28.88267	-52.47837	273,24	5
	4	-28.86153	-52.46066	266,75	7
	5	-28.87925	-52.45123	195,12	5
	6	-28.87638	-52.47097	99,25	7
	7	-28.86884	-52.46522	969,77	4
	8	-28.87917	-52.46784	708,94	2
	9	-28.87634	-52.45781	683,49	13
	10	-28.87618	-52.45720	130,41	8
	11	-28.86667	-52.45622	218,48	7
Pampa - Caçapava do Sul	12	-30.28770	-53.46661	438,06	11
	13	-30.28778	-53.46698	1192,23	13
	14	-30.28553	-53.46646	3937,98	13
	15	-30.28767	-53.46064	1929,72	10
	16	-30.28625	-53.45872	380,61	11
	17	-30.28565	-53.46012	575,95	8
	18	-30.28447	-53.45374	485,39	13
	19	-30.28423	-53.45341	4012,00	9
	20	-30.28386	-53.45090	5426,20	11
	21	-30.28756	-53.45888	253,21	6
	22	-30.28577	-53.44421	618,50	13
Pampa - Tupanciretã	23	-29.03239	-54.11080	200,93	7
	24	-29.03223	-54.11222	1893,43	6
	25	-29.03169	-54.11814	34173,76	14
	26	-29.03161	-54.12250	12,86	8
Mata Atlântica - São Francisco de Paula	27	-29.27452	-50.32782	2807,20	7
	28	-29.27099	-50.34212	766,91	9

Para cada poça amostrada, foram mensuradas variáveis ambientais locais a partir de descritores físicos e químicos da água e da heterogeneidade estrutural, tais como: 1) área total da poça (m², calculada pela área da elipse), 2) origem: natural ou antrópico, 3) profundidade média (cm), 4) pH (mg/h), 5) condutividade (µS/cm), 6) temperatura da água (°C), 7) oxigênio dissolvido (mg/L), 8) turbidez (ntu), 9) movimentação da água: estagnada ou constante troca, 10) número de tipos de margem: solo alagado, seco e/ou úmido com ou sem vegetação, 11) número de estratos vegetais na margem: rasteiro-herbáceo até 30 cm, rasteiro-

arbustivo de 31 a 70 cm, arbustivo e arbóreo de 71 a 99 cm, 12) porcentagem de sombreamento no espelho d'água, 13) porcentagem de cobertura vegetal emergente, 14) número de estratos vegetais emergentes: 1 até 30 cm, de 31 a 60 cm e 61 cm a 1 m. Também foram mensuradas variáveis ambientais da paisagem de entorno de cada poça: 15) distância da poça até a mata mais próxima, 16) porcentagem de mata ao redor da poça, 17) tipo de matriz: campo e/ou mata.

2.3. Análise de dados

Para verificar a influência da área das poças sobre a riqueza de espécies foi utilizada uma regressão linear simples da área total das poças amostradas e a riqueza de anuros (adultos e girinos). Os dados foram logaritimizados ($\log(x+1)$), produzindo assim, resíduos normais.

Para avaliar quais os fatores ambientais foram importantes para determinar a riqueza de anuros (soma de adultos e girinos) foram utilizados os modelos de regressão generalizados (GRM, "Generalized Regression Models") (Nelder & Wedderburn, 1972; McCullagh & Nelder, 1983). A investigação da relação entre a variável dependente (riqueza de anuros) com cada um dos grupos de preditores (variáveis ambientais locais e variáveis de paisagem) foi realizada separadamente, portanto, foram construídos dois modelos para a variável dependente. Os modelos foram construídos com a inclusão passo-a-passo das variáveis ("forward stepwise", Zar, 1999).

A análise de redundância (RDA) foi utilizada para verificar o papel da heterogeneidade ambiental sobre a composição das espécies. A RDA é um método linear que combina regressão múltipla com análise de componentes principais a fim de buscar uma série de combinações lineares das variáveis explanatórias (descritores ambientais locais e da paisagem) que melhor explicam a variação na matriz resposta (composição de espécies) (Borcard *et al.* 2011). O procedimento *Forward Stepwise* foi implementado na análise de RDA; nesse procedimento há adição independente de cada variável, a fim de melhorar o modelo usando o critério de comparação entre a variável dependente escolhida (Blanchet *et al.*, 2008). O modelo inicia sem variáveis independentes e cada variável é inserida individualmente, o processo é repetido até que nenhuma variável adicionada melhore mais o modelo. A partilha da variância dos resultados obtidos na RDA foi efetuada para verificar a contribuição relativa do componente puramente local, puramente da paisagem, e do componente formado pela interação entre local e paisagem na explicação da composição da metacomunidade (Borcard *et al.*, 2011). As análises de regressão linear simples e RDA foram

realizadas no software R versão 3.0.2 (R Development Core Team, 2010), utilizando o pacote vegan (Oksanen *et al.*, 2015) e a análise GRM foi realizada no programa STATISTICA (Statsoft, 2000).

3. Resultados

Foram registradas 35 espécies de anuros nos Campos Sulinos (32 na fase adulta e 26 na fase larval; ver Tabela 2), pertencentes a cinco famílias: Bufonidae (3), Hylidae (16), Leptodactylidae (14), Microhylidae (1) e Odontophrynidae (1). Destas, 25 espécies foram registradas pelo método de ‘busca em sítios de reprodução’, 26 espécies na coleta de girinos e sete espécies foram registradas exclusivamente por encontros ocasionais (Tabela 2, Apêndice 1). A riqueza registrada nas poças variou de duas a 14 espécies (média = 8,57, desvio padrão = $\pm 3,20$ espécies), e as poças que detiveram maior riqueza foram P25 (14 espécies) e P9, P13, P14, P18 e P22 (todas com 13 espécies). As espécies mais abundantes na fase adulta foram *Dendropsophus minutus*, *Dendropsophus sanborni*, *Pseudis minuta* e *Scinax fuscovarius*, enquanto que na fase larval foram *Leptodactylus latrans*, *Hypsiboas pulchellus*, *Scinax granulatus* e *Physalaemus gracilis* (Apêndice 1).

A área das poças não influenciou a riqueza de anuros ($R^2 = 0,05$; $F_{1,26} = 2,48$; $p = 0,13$; Figura 2). A riqueza de anuros foi maior em poças com pH neutro a básico, com maior cobertura vegetal emergente e menor número de estratos da vegetação na água (R^2 ajustado = 0,53; $F_{4,24} = 11,30$; $p < 0,01$, Figura 3). Os descritores ambientais da paisagem não foram retidos na GRM, por isso não tiveram influência sobre a riqueza de espécies de anuros nas poças amostradas.

A influência da heterogeneidade ambiental sobre a composição taxonômica de anuros dos Campos Sulinos se restringiu a três descritores ambientais locais (condutividade, origem e movimentação da água) e um da paisagem (distância da mata mais próxima à poça). As RDAs representando correlação entre a composição das espécies nas poças e os descritores ambientais locais ($F = 3,11$; $p < 0,01$; R^2 ajustado = 0,19; Figura 4) e da paisagem ($F = 2,13$; $p < 0,02$; R^2 ajustado = 0,04) foram significativas.

Tabela 2: Espécies de anuros registradas nas unidades amostrais dos Campos Sulinos, Rio Grande do Sul, Brasil. *: registros ocasionais; A: espécimes registrados na fase adulta; G: espécimes registrados na fase larval.

Família	Espécie	Fase de desenvolvimento
Bufonidae	<i>Rhinella achavalli</i> (Maneyro, Arrieta & de Sá, 2004)*	A
	<i>Rhinella icterica</i> (Spix, 1824)*	A
	<i>Rhinella schneideri</i> (Werner, 1894)	A
Hylidae	<i>Aplastodiscus perviridis</i> Lutz, 1950*	A
	<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	A – G
	<i>Dendropsophus sanborni</i> (Schmidt, 1944)	A – G
	<i>Hypsiboas</i> aff. <i>joaquina</i> *	A
	<i>Hypsiboas caingua</i> (Carrizo, 1991)*	A-G
	<i>Hypsiboas leptolineatus</i> (Braun & Braun, 1977)	A – G
	<i>Hypsiboas prasinus</i> (Burmeister, 1856)*	A
	<i>Hypsiboas pulchellus</i> (Duméril & Bibron, 1841)	A – G
	<i>Hypsiboas stellae</i> Kwet, 2008*	A
	<i>Pseudis cardosoi</i> Kwet, 2000	A – G
	<i>Pseudis minuta</i> Günther, 1858	A – G
	<i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925)	A – G
	<i>Scinax granulatus</i> (Peters, 1871)	G
	<i>Scinax perereca</i> Pombal, Haddad & Kasahara, 1995	A – G
	<i>Scinax squalirotris</i> (Lutz, 1925)	A – G
	<i>Scinax uruguayus</i> (Schmidt, 1944)	A – G
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus chaquensis</i> Cei, 1950	A
	<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	A – G
	<i>Leptodactylus gracilis</i> (Duméril & Bilbron, 1840)	A – G
	<i>Leptodactylus latinasus</i> Jiménez de La Espada, 1875	A – G
	<i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)	A – G
	<i>Leptodactylus plaumanni</i> Ahl, 1936	A – G
	<i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861)	A – G
	<i>Physalaemus</i> aff. <i>gracilis</i>	A – G
	<i>Physalaemus biligonigerus</i> (Cope, 1861)	A – G
	<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	A – G
	<i>Physalaemus gracilis</i> (Boulenger, 1883)	A – G
	<i>Physalaemus henselii</i> (Peters, 1872)	G
	<i>Physalaemus riograndensis</i> Milstead, 1960	G
	<i>Pseudopaludicola falcipes</i> (Hensel, 1867)	A – G
Microhylidae	<i>Elachistocleis bicolor</i> (Guérin-Méneville, 1838)	A – G
Odontophrynidae	<i>Odontophrynus americanus</i> (Duméril & Bilbron, 1841)	A – G

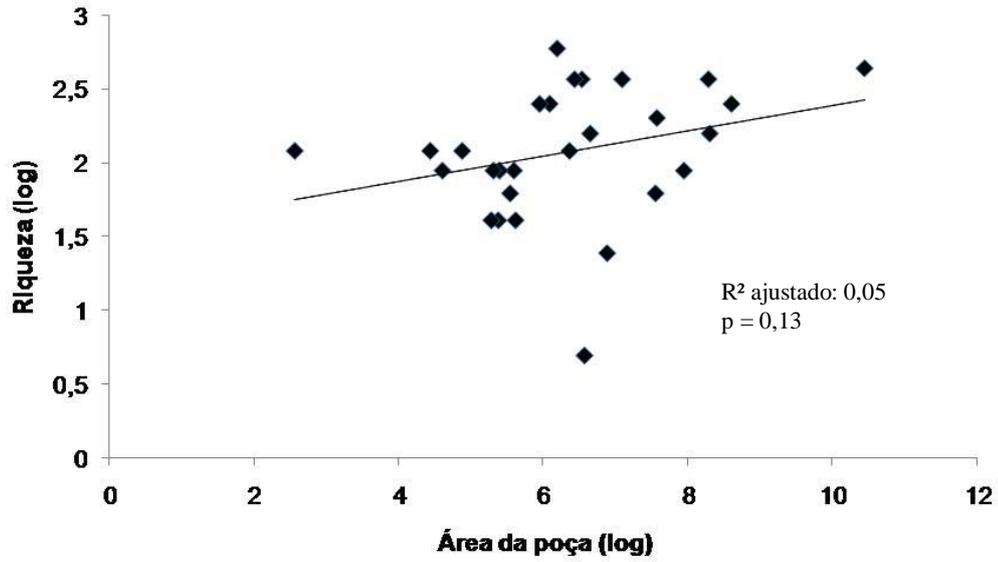


Figura 2: Regressão linear simples entre a área das poças (m²) e a riqueza de anuros registrados nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil.

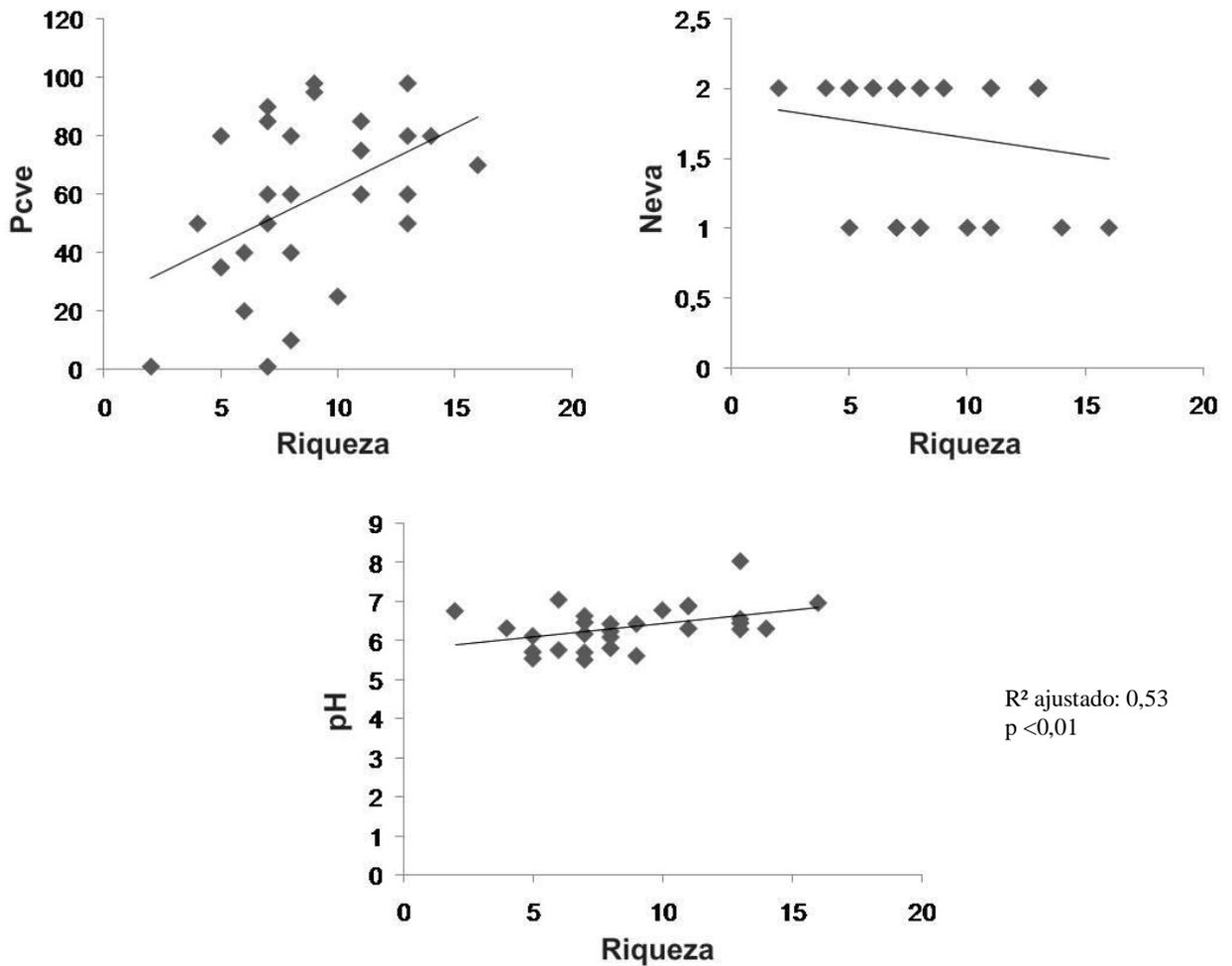


Figura 3: Descritores ambientais locais que apresentaram influência sobre a riqueza de espécies de anuros registrados em poças nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil. pH; Pcv: porcentagem de cobertura vegetal emergente; Neva: número de estratos vegetais na água.

Tabela 3. Resumo da análise de redundância relacionando a composição de anuros e os descritores ambientais locais das 28 poças amostrados nos Campos Sulinos, Rio Grande do Sul, Brasil.

	RDA1	RDA2
Autovalores	0.86	0.35
Proporção explicada da variância dos dados de composição	0.171	0.07
Proporção cumulativa da variância dos dados de composição	0.173	0.24

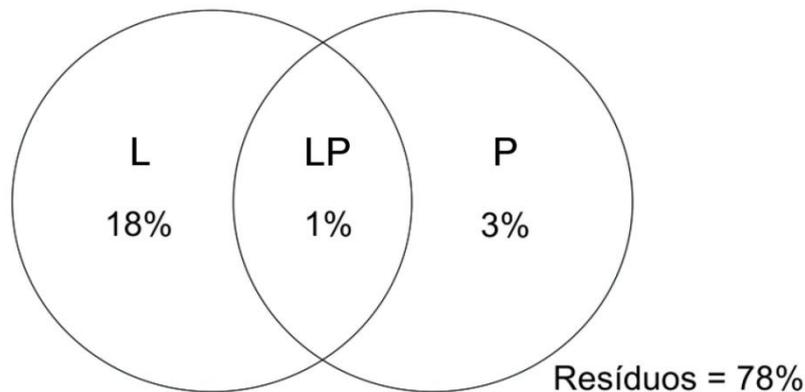


Figura 5: Partilha da variância indicando a explicação dos descritores ambientais locais (L) e dos descritores ambientais da paisagem (P) sobre a composição das comunidades de anuros amostradas em poças nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil.

4. Discussão

A anurofauna dos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul compreende atualmente 74 espécies descritas (Santos *et al*, 2014). Neste trabalho, considerando os quatro pontos amostrais, registramos 35 espécies, o que representa aproximadamente 47% da riqueza total de anuros nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul. Dessas 35 espécies, 16 são de ampla distribuição (e.g. *Dendropsophus minutus*, *D. sanborni* e *Scinax fuscovarius*). Das outras 19 espécies, duas ocorrem exclusivamente nos campos do Pampa (*Pseudis minuta* e *Physalaemus gracilis*); duas somente nos campos do Pampa e Chaco (*Leptodactylus latinasus* e *Physalaemus riograndensis*); quatro nos campos de Mata Atlântica (*Physalaemus* aff. *gracilis*, *Hypsiboas* aff. *joaquina*, *H. leptolineatus* e *Pseudis cardosoi*); três nos campos de Mata Atlântica e Mata Atlântica *stricto sensu* (*Leptodactylus plaumanni*, *Scinax perereca* e *Hypsiboas caingua*) e oito espécies ocorrem nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul em geral (e.g. *Hypsiboas pulchellus*, *Scinax granulatus*, e *S. uruguayus*) (Santos *et al*, 2014). A riqueza encontrada é considerada alta, isso se deve à escolhas de UAs contemplando dois biomas, Pampa e Mata atlântica. Além disso, a utilização de mais de um método de coleta

garantiu que um grande número de espécies fosse amostrado em um curto período de tempo. Algumas espécies, principalmente as de reprodução explosiva, são difíceis de encontrar, visto que os machos vocalizam apenas por algumas noites em poças temporárias formadas após fortes chuvas (Santos *et al.*, 2008). Entretanto, os girinos permanecem nas poças por várias semanas até a metamorfose, aumentando a chance do registro dessas espécies quando se realiza amostragem de larvas.

Rejeitamos a hipótese de espécie-área, isto é, o tamanho das poças não influenciou a riqueza de espécies de anuros nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul. De fato, a poça que possuía a maior área (P25) deteve a maior riqueza (total de 14 espécies de anuros), mas poças com metade ou menos dessa área (e.g. P9, P13, P14, P18 e P22) mantiveram cada uma 13 espécies de anuros. Não obstante, em poças pequenas (menos de 100 m²), como P2 e P26, foram registradas oito espécies (Tabela 1). Esse resultado não corrobora o pressuposto por Arrhenius (1921) e MacArthur & Wilson (1967), os quais postularam que a área por si determina a quantidade de habitat disponível, e um aumento da riqueza de espécies previsto com área crescente. Além disso, difere de Werner *et al.* (2007), os quais encontraram efeito significativo da área de poças sobre a riqueza média de espécies na comunidade de anuros da Reserva Edwin S. George Reserve (Michigan, EUA), indicando que a riqueza de espécies aumentara com a área das poças. Porém, em poças maiores pode haver peixes, potenciais predadores de anfíbios, cuja presença causa drástica diminuição da riqueza de espécies (Heyer, 1975; Beebee, 1996; Werner *et al.*, 2007). Aqui, a presença de peixes não foi retida em nenhum dos modelos de riqueza ou composição, portanto ela não foi um fator significativo para a determinação da riqueza de espécies de anuros nas poças dos Campos Sulinos, contrastando com os resultados encontrados por Moreira *et al.* (2015) que encontraram uma relação significativa para essa interação. É evidente a importância das poças pequenas (menores do que 10.000m², um hectare) para a manutenção da riqueza de espécies de anuros, as quais não são protegidas pela legislação brasileira vigente. Além disso, poças temporárias são importantes para determinar a composição de anfíbios anuros, como indicam os trabalhos de Both *et al.* (2009) e Venne *et al.* (2012). Estudos como de Kopp *et al.* (2006), Maragno (2013) e Prado & Rossa-Feres (2014), apontam que a probabilidade de que 50% ou mais das espécies de anuros em fase reprodutiva utilize uma poça é de 50% para ambientes menores do que um hectare de área, caindo para 35% para poças de um hectare ou maiores. Provavelmente se tivéssemos a perda desses habitats, haveria uma redução drástica na riqueza de anuros dos Campos Sulinos.

Por outro lado, corroboramos a hipótese de heterogeneidade de habitat como fator determinante para a riqueza de espécies nas poças amostradas. Descritores ambientais locais, como, pH, porcentagem de cobertura vegetal emergente e número de estratos vegetais na água foram relacionados à riqueza. Vasconcelos *et al.* (2009) registraram influência positiva do número de estratos vegetais nas margens de corpos d'água sobre a riqueza de espécies em poças de quatro localidades do sudeste do Brasil. Maior cobertura vegetal também pode representar aumento na diversidade de microhabitats, com consequente aumento do número de espécies que podem ocupar a área (Burne & Griffin, 2005). Além disso, Kopp *et al.* (2006) mostraram que a presença de vegetação de superfície permite maior sobrevivência de girinos quando eles são expostos a predadores.

A variação no pH entre poças foi importante para a estrutura da comunidade de anuros no Cerrado Brasileiro, com um grande número de espécies associadas a poças com valores de pH neutros, enquanto poucas espécies tipicamente generalistas associadas a poças com pH em torno de 6 ou mais baixo (Maragno, 2013). A tolerância a ambientes ácidos pode variar entre espécies ou até mesmo intraespecificamente, com indivíduos capazes de reconhecer e escolher entre locais com diferentes pH (Sherman & Munster, 2012; Wells, 2007). No entanto, para as espécies de anuros dos Campos Sulinos, pouco se conhece sobre os níveis de tolerância quanto à temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido (Di-Bernardo & Kwet 2002).

Em um estudo recente, Gouveia & Faria (2015) encontraram resultados contrastantes com os resultados aqui reportados. Tais autores corroboraram a hipótese da relação espécie-área e rejeitaram a hipótese de heterogeneidade de hábitat como estruturadora de comunidades de anuros na Caatinga Brasileira. Além disso, eles mostraram que a hipótese da heterogeneidade de habitat é atribuível à covariação da heterogeneidade do habitat com o tamanho dos habitats amostrados, quando esses componentes são reunidos em conjunto na mesma análise. Esses resultados contrastantes provavelmente são devido ao tipo de corpo d'água amostrado: nós padronizamos a amostragem de poças, enquanto Gouveia & Faria (2015) amostraram riachos, poças e brejos. Riachos, poças e brejos apresentam dinâmicas distintas (e.g. variáveis físico químicas, movimentação da água), portanto não deveriam ser utilizados em uma mesma análise. Outro fator que pode ter contribuído para os resultados contrastantes é o fato do pequeno número de amostras (11 corpos d'água) utilizadas por Gouveia & Faria (2015). Além disso, nossos métodos de coleta são diferentes, já que utilizamos 'busca em sítios de reprodução' e coletamos larvas em varredura ao longo de toda a região marginal usando puçá, enquanto no referido artigo foi utilizada uma estimativa das

áreas amostradas através da aproximação geométrica e as larvas foram amostradas com rede de mergulho, sem um esforço amostral padronizado (Heyer, 1994; Silva, 2012). Isso reforça a necessidade de se realizar trabalhos em ampla escala, que utilizem padronização de coletas em corpos d'água que apresentem a mesma dinâmica de organização, minimizando assim resultados espúrios. Além disso, estudos anteriores na região Neotropical (e.g., Vasconcelos & Rossa-Feres, 2005; Santos *et al.*, 2007; Vasconcelos *et al.*, 2009; Iop *et al.*, 2012) tem evidenciado que diferentes conjuntos de fatores locais estão envolvidos na explicação dos padrões de riqueza, estrutura ou composição de comunidades de anuros e que a influência relativa dos descritores pode variar entre os locais e biomas estudados.

A análise de partição da variância indicou que a heterogeneidade ambiental local das poças foi determinante para o padrão de composição das comunidades de anuros. Ao passo que em escala mais ampla (descritores da paisagem) apenas a distância das poças à mata mais próxima teve relação com a composição da anurofauna. Os fatores locais, tais como, condutividade, movimentação da água e origem das poças foram importantes para a composição de espécies de anuros nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul. Both *et al.* (2009) e Bolzan (2014) destacaram que a condutividade elétrica em poças temporárias monitoradas na Reserva Pró-Mata, Rio Grande do Sul, poderia ser afetada pela presença das larvas, já que estas quando em altas densidades modificam a turbidez e facilitam o crescimento de fitoplâncton. Além disso, em riachos do Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, a condutividade foi a única variável que explicou a distribuição de girinos, relacionado ao aporte de matéria orgânica proveniente da biomassa vegetal ao longo da zona ribeirinha estudada (De Oliveira & Eterovick, 2009).

Em relação à importância da movimentação da água sobre a composição das comunidades de anuros, nossa hipótese é que a constante troca de água registrada em algumas poças altera características desses habitats (como influxo de nutrientes, temperatura, estrutura na vegetação, oxigenação) e isso pode selecionar espécies na ocupação desse tipo de habitat em relação a poças com água totalmente estagnada. Quanto à origem das poças, habitats artificiais geralmente estão próximos a residências e sofrem diferentes tipos de efeitos antrópicos (e.g. criação de peixes, depósitos de rejeitos orgânicos, ação dos animais domésticos como porcos e aves, dentre outros). Assim nós acreditamos que esses fatores alteraram as características das poças, selecionando algumas espécies de anuros mais generalistas, ao passo que espécies mais exigentes em requisitos de habitat são excluídas. Porém, futuros estudos mais detalhados tratando da influência da movimentação da água e da

origem das poças sobre a composição de espécies em comunidades de anuros devem ser realizados para testar nossas hipóteses aqui levantadas.

A distância entre as poças e os fragmentos florestais foi importante na estruturação das comunidades de anuros, o que era esperado. De fato, fragmentos são potenciais refúgios durante períodos de seca, servem como abrigos diurnos, áreas de alimentação, bem como asseguram uma maior estabilidade das populações devido à umidade, proteção contra radiação ultravioleta e barreiras contra expansão de espécies exóticas (e. g. *Lithobates catesbaenus*) (Silva & Rossa-Feres 2007; Iop *et al.*, 2012; Madalozzo, 2013).

5. Conclusão

Concluimos que a hipótese da relação espécie-área não foi corroborada como um fator determinante da riqueza de anuros registrada em poças nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul. Em contraste, a hipótese da heterogeneidade de habitat foi aceita, já que pH, porcentagem de cobertura vegetal emergente e número de estratos vegetais na água foram os descritores que melhor explicaram a riqueza registrada nas poças. Isso indica que a riqueza da anurofauna em poças de áreas campestres é independente da sua área. Do mesmo modo, a composição taxonômica das comunidades de anuros nas poças foi determinada pela heterogeneidade ambiental, tanto em nível local (explicada pela condutividade, movimentação da água e origem das poças), quanto em nível de paisagem (explicado pela distância da mata). Tendo em vista esses resultados, ressaltamos a importância da conservação das condições ambientais locais e da paisagem de poças. E assim, corroboramos os pressupostos de Maragno (2013) e Santos *et al* (2014) de que reformas na Legislação Ambiental são imediatamente necessárias para a conservação dos Campos Sulinos, incluindo a prerrogativa de proteção dos corpos d'água inferiores a um hectare como forma de conservação da biodiversidade anurofauna e biodiversidade como um todo. Pois, em vertebrados, o grupo dos anfíbios é considerado o mais ameaçado devido à alta taxa de declínio populacional (Semlitsch & Bodie, 2003; Stuart *et al.*, 2004). A atividade agrícola nos campos afeta negativamente a anurofauna, de forma direta pela ação de produtos químicos e, indireta pela destruição dos corpos d'água, sendo sítios de reprodução dos anuros. Sendo assim, concordamos que a atividade pecuária extensiva bem manejada, a qual mantém a heterogeneidade dos campos e também dos corpos d'água é a solução mais parcimoniosa e menos impactante sobre os Campos Sulinos do Rio Grande do Sul.

6. Referências

- Arrhenius, O. 1921. Species and area. *Journal of Ecology* **37**:260-274.
- Azevedo-Ramos, C.; Magnusson, W. E. & Bayliss, P. 1999. Predation as the key factor structuring tadpole assemblages in a savanna area in central Amazonia. *Copeia* **1999**:22-33.
- Becker, C. G.; Fonseca, C. R.; Haddad, C. F. B.; Batista, R. F. & Prado, P. I. 2007. Habitat split and the global decline of amphibians. *Science* **318**:1775-1777.
- Beebee, T. J. C. 1996. *Ecology and Conservation of Amphibians*. Chapman and Hall: London.
- Begon, M.; Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4th ed. Blackwell Publishing Ltd.
- Blanchet, F. G., Legendre, P., & Borcard, D. 2008. Forward selection of explanatory variables. *Ecology* **89**(9):2623-2632.
- Boecklen, W. J. 1986. Effects of habitat heterogeneity on the species-area relationships of forest birds. *Journal of Biogeography* **13**:59-68.
- Bolzan, A. M. R., Hartmann, P. A., & Hartmann, M. T. 2014. Diversity of anuran amphibians in an area of Pampa in the municipality of São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia* **104**(3):277-283.
- Borcard, D.; Gillet, F. & Legendre, P. 2011. *Numerical Ecology with R. Use R!*
- Borteiro, C. & Kolenc, F. 2007. Redescription of the tadpoles of three species of frogs from Uruguay (Amphibia: Anura: Leiuperidae and Leptodactylidae), with notes on natural history. *Zootaxa* **1638**:1-20.
- Both, C.; Kwet, A & Solé, M. 2007. The tadpole of *Hypsiboas leptolineatus* (Braun & Braun, 1977), a species in the *Hypsiboas polytaeniatus* clade (Anura: Hylidae). *Brazilian Journal of Biology* **67**(2):309-312.
- Both, C.; Solé, M.; Santos, T. G. & Cechin, S. Z. 2009. The role of spatial and temporal descriptors for neotropical tadpole communities in southern Brazil *Hydrobiologia* **624**:125-138.
- Brum, F. T. *et al.* 2013. Land use explains the distribution of threatened new world amphibians better than climate. *PloS one* **8**(4): e60742.
- Burne, M. R. & Griffin, C. R. 2005. Habitat associations of pool-breeding amphibians in eastern Massachusetts, USA. *Wetlands Ecology and Management* **13**:247-259.
- Chase, J. M. & Leibold, M. A. 2003. *Ecological Niches: Linking Classical and Contemporary Approaches*. The University of Chicago Press, Chicago.

- Connor, E. F. & McCoy, E. D. 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. *American Naturalist* **113**:791-833.
- Crivellari, L. B.; Leivas, P. T.; Leite, J. C. M.; Gonçalves, D. S.; Mello, C. M.; Rossa-Feres, D. & Conte, C. E. 2014. Amphibians of grasslands in the state of Paraná, southern Brazil (Campos Sulinos). *Herpetology Notes* **7**:639-654.
- Da Silva, F. R., Candeira, C. P., & Rossa-Feres, D. C. 2012. Dependence of anuran diversity on environmental descriptors in farmland ponds. *Biodiversity and Conservation* **21**(6):1411-1424.
- De Oliveira, F. F. R.; Eterovick, P. C. E. 2009. The role of river longitudinal gradients, local and regional attributes in shaping frog assemblages. *Acta Oecologica* **35**:727-738.
- Di-Bernardo, M. & Kwet, A. 2002. Efeitos da contaminação de águas superficiais associadas a atividades de extração e processamento de carvão sobre anfíbios. In: Meio ambiente e carvão: impactos da exploração e utilização (eds E. TEIXEIRA, M. PIRES, H. FIEDLER, J. ROCHA, & M. CHERIAF.) FINEP / CAPES / PADCT / GTM / PUCRS / UFSC / FEPAM, Porto Alegre.
- Dorcas, M. E.; Price S. J.; Walls S. C. & Barichivich W. J. 2010. Auditory monitoring of anuran populations. in C. K. Dood Jr, editor. *Amphibian ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press, New York.
- Echeverria, D. D. & Montanelli, S. B. 1995. Acerca del aparato bucal y de las formulas dentarias en *Odontophrynus americanus* (Duméril & Bibron, 1841) (Anura: Leptodactylidae). *Physis* **50**(118-119):37-43.
- Ferreira, L.V. 2000. Effects of flooding duration on species richness, floristic composition and forest structure in river margin habitat in Amazonian blackwater floodplain forests: implications for future design of protected areas. *Biodiversity and Conservation* **9**:1-14.
- Gonçalves, D. S. 2014. Diversidade e chave de identificação para girinos ocorrentes em áreas de floresta com araucária. 139 fl. Dissertação – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- Gouveia, S. F. & Faria, R. G. 2015. Effects of Habitat Size and Heterogeneity on Anuran Breeding Assemblages in the Brazilian Dry Forest. *Journal of Herpetology* **49**(2).
- Heino, J.; Grönroos, M.; Soininen, J.; Virtanen R. & Muotka, T. 2012. Context dependency and metacommunity structuring in boreal headwater streams. *Oikos* **121**:537-544.
- Heyer, W. R., McDiarmid, R. W., & Weigmann, D. L. 1975. Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics. *Biotropica* **100**(111).
- Heyer, R. W., Donnely, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A. C., Foster, M. S. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: standard methods for amphibians*. Washington and London: Smithsonian Institution Press

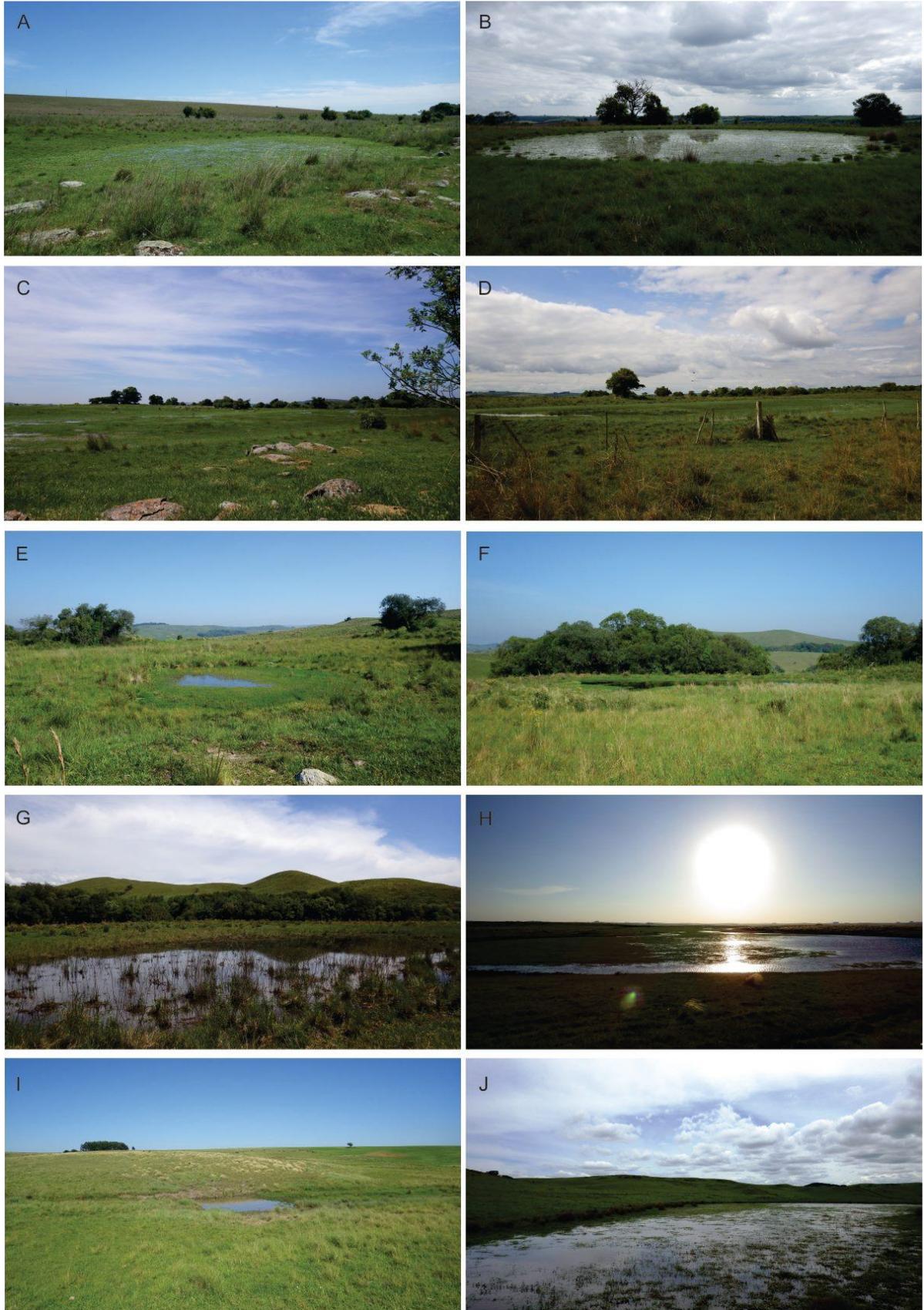
- Huston, M. A. 1994. Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge, Cambridge University.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm>. Acesso em: jun. 2014.
- Iop, S.; Caldart, V. M.; Gomes, T. & Cechin, S. Z. 2012. What is the Role of Heterogeneity and Spatial Autocorrelation of Ponds. *Zoological Studies* **51**:1094-1104.
- Iop, S. 2015. Metacomunidade de anuros dos Campos Sulinos, Brasil: Uma abordagem em macroescala sobre padrões neutros, de nicho, funcionais e filogenéticos. 174 fl. Tese – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- Kolenc, F.; Borteiro, C. & Tedros, M. 2003. La larva de *Hyla uruguayana* Schmidt, 1944 (Anura: Hylidae) con comentarios sobre su biología en Uruguay y su status taxonómico. *Cuadernos de Herpetología* **17**(1-2):87-100.
- Kolenc, F.; Borteiro, C.; Tedros, M.; Nunez, D. & Maneyro, R. 2006. The tadpoles of *Physalaemus henselli* (Peters, 1872) (Anura: Leiuperidae). *Zootaxa* **1360**:41-50.
- Kopp, K. & Eterovick, P. C. 2006. Factors influencing spatial and temporal structure of frog assemblages at ponds in southeastern Brazil. *Journal of Natural History* **40**(29-31):1813-1830.
- Kopp, K.; Wachievski M. & Eterovick P. C. 2006. Environmental complexity reduces tadpole predation by water bugs. *Canadian Journal of Zoology* **84**:136-140.
- Krauss, J.; Klein, A-M.; Steffan-Dewenter, I. & Tscharntke, T. 2004. Effects of habitat area, isolation, and landscape diversity on plant species richness of calcareous grasslands. *Journal of Biodiversity & Conservation* **13**(8):1427-1439.
- Kwet, A. & Lingnau, R. 2010. Anfíbios da Serra Gaúcha Sul do Brasil. EDIPUCRS.
- Langone, J. A. 1989. Descripción de la larva de *Physalaemus gracilis* (Boulenger, 1883) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Comunicaciones Zoológicas Del Museo de Historia Natural de Montevideo* **171**:1-11.
- Langone, J. A. & de Sá, R. O. 2005. Redescrpción de la morfología larval externa de dos especies del grupo de *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae). *Phyllomedusa* **4**(1):49-59.
- Laufer, G. & Barreneche, J. M. 2008. Redescription of the tadpole do *Pseudopaludicola falcipes* (Anura: Leiuperidae), with comments on larval diversity of the genus. *Zootaxa* **1760**:50-58.
- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, USA.

- Machado, I. F. & Maltchik, L. 2007. Check-list da diversidade de anuros no Rio Grande do Sul (Brasil) e proposta de classificação para as formas larvais. *Neotropical Biology and Conservation* **2**(2):101-116.
- Madalozzo, B., Both, C., & Cechin, S. 2013. Temporal distribution and age structure of tadpoles of *Hypsiboas faber* and *H. leptolineatus* in ponds: how do they coexist? *Journal of Natural History* **47**(39-40):2575-2581.
- Maneyro, R. & Carreira, S. 2012. *Guía de anfíbios del Uruguay*. Ediciones de la Fuga, Montevideo.
- Maragno, F. P. 2013. Estrutura espacial e temporal de taxocenoses de anuros de uma área de cerrado, no centro-oeste do Brasil. 131 fl. Tese – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- Mccullagh, P. & Nelder J. A. 1983. *Generalized linear models*. Chapman and Hall, London.
- Moreira, L. F., Moura, R. G., & Maltchik, L. 2015. Stop and ask for directions: factors affecting anuran detection and occupancy in Pampa farmland ponds. *Ecological Research* **1**(10).
- Neave, H., Cunningham, R., Norton, T. & Nix, H. 1996. Biological inventory for conservation evaluation III. Relationships between birds, vegetation and environmental attributes in southern Australia. *Conservation of biological diversity in temperate and boreal forest ecosystems. Forest Ecology and Management* **85**:197-218.
- Nelder, J. A., & Wedderburn R. W. M. 1972. Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society* **135**:370-384.
- Nilsson, S. G.; Bengtsson, J. & As, S. 1988. Habitat diversity or area per se: species richness of woody-plants, carabid beetles and land snails on islands. *Journal of Animal Ecology* **57**:685-704.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H. & Wagner, H. 2013. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-8. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Overbeck, G. E.; Müller, S. C.; Fidelis A.; Pfadenhauer J., Pillar, V. D.; Blanco C. C.; Boldrini I.I.; Both, R. & Forneck, E. D. 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **9**:101-116.
- Parris, K. M. & McCarthy, M. A. 1999. What influences the structure of frog assemblages at forest streams? *Australian Journal of Ecology* **24**:495-502.
- Parris, K. M. 2004. Environmental and spatial variables influence the composition of frog assemblages in sub-tropical eastern Australia. *Ecography* **27**:392-400.

- Pillar, V. D. P., Müller, S. C., Castilhos, Z. M. D. S., & Jacques, A. V. Á. 2009. Campos Sulinos: Conservação e uso sustentável da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente-MMA.
- Pillar, V. D., & Veléz, E. 2010. Extinção dos Campos Sulinos em unidades de conservação: um fenômeno natural ou um problema ético? *Natureza & Conservação* **8**:84-88.
- Prado, V. H. M. & Rossa-Feres, D. D. C. 2014. The influence of niche and neutral processes on a neotropical anuran metacommunity. *Austral Ecology* **39**:540-547.
- Provete, D. B.; Gonçalves-Souza, T.; Garey, M. V.; Martins, I. A. & Rossa-Feres, D. D. C. 2014. Broadscale spatial patterns of canopy cover and pond morphology affect the structure of a Neotropical amphibian metacommunity. *Hydrobiologia* **734**:69-79.
- R Development Core Team. 2010. R: a language environment for statistical computing. Available from <www.R-project.org>.
- Ricklefs, R. E. & Schluter, D. 1993. *Species Diversity in Ecological Communities*. University of Chicago Press, Chicago.
- Ricklefs, R. E. & Lovette, I. J. 1999. The roles of island area per se and habitat diversity in the species-area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. *Journal of Animal Ecology* **68**:1142-1160.
- Ritchie, M. E. 2010. *Scale, Heterogeneity, and the Structure and Diversity of Ecological Communities*. Princeton University Press, USA.
- Rosenzweig, M. L. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, UK.
- Sá, R. O. & Lavilla, E. O. 1997. The tadpole of *Pseudis minuta* (Anura: Pseudidae), an apparent case of heterochrony. *Amphibia - Reptilia* **18**:229-240.
- Sabo, J. L.; Sponseller, R.; Dixon, M.; Gade, K.; Harms, T.; Heffernan, J.; Jani, A.; Katz, G.; Soykan, C.; Watts, J. & Welter, J. 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology* **86**:56-62.
- Santos, T. G.; Rossa-Feres, D. C. & Casatti, L. 2007. Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil *Iheringia, Série Zoologia* **97**(1):37-49.
- Santos, T. G.; Kopp K.; Spies M. R.; Trevisan R. & Cechin S. Z. 2008. Distribuição temporal e espacial de anuros em área de Pampa, Santa Maria, RS. *Iheringia, Série Zoologia* **98**:244-253.
- Santos, T. G.; Iop, S. & Alves, S. S. A. 2014. Anfíbios dos Campos Sulinos: diversidade, lacunas de conhecimento, desafios para conservação e perspectivas. *Herpetologia Brasileira* **3**(2):51-59.

- Scott, N. J. & Woodward, B. D. 1994. Inventory and monitoring. In: Heyer, W. R.; Donnelly, M. A.; McDiarmid, R. W.; Hayek, L. A. C. & Foster, M. S. eds. *Measuring and monitoring biological diversity – Standard methods for amphibians*. Washington, Smithsonian Institution. p.118-125.
- Setubal, R. B.; Boldrini, I. I.; Ferreira, P. M. A.; Trevisan, R.; Schneider, A. A.; Grings, M.; Mello, A. S. & Buzatto, C. R. 2011. Checklist da Flora Campestre. In: Robberson Bernal Setubal; Ilsi Iob Boldrini; Pedro Maria de Abreu Ferreira. (Org.). *Campos dos morros de Porto Alegre*. 1ed.Porto Alegre: Igré, p. 215-243.
- Sherman, E. & Munster, K. V. 2012. Pond pH, acid tolerance, and water preference in newts of Vermont. *Northeastern Naturalist* **19**(1):111-122.
- Silva, F. R. 2010. Evaluation of survey methods for sampling anuran species richness in the neotropics. *South American Journal of Herpetology* **5**:212-220.
- Silva, F. R. & Rossa-Feres, D. C. 2007. Uso de fragmentos florestais por anuros (Amphibia) de área aberta na região do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica* **7**(2):141-148.
- Semlitsch, R. D., & Bodie, J. R. 2003. Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology* **17**(5):1219-1228.
- Souza, A. M. & Eterovick P. C. 2011. Environmental factors related to anuran assemblage composition, richness and distribution at four large rivers under varied impact levels in southeastern Brazil. *River Research and Applications* **27**:1023-1036.
- Statsoft. 2000. *STATISTICA for Windows* (Com- Kevan P. G. and Baker H. G. (1983), *Insects as flower puter program manual*). Tulsa.
- Steffan-Dewenter, I. 2003. Importance of Habitat Area and Landscape Context for Species Richness of Bees and Wasps in Fragmented Orchard Meadows. *Conservation Biology* **17**(4):1036-1044.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S., Fischman, D. L., & Waller, R. W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* **306**(5702):1783-1786.
- Thomas, J.A. 1984. The conservation of butterflies in temperate countries: past efforts and lessons for the future. In: Vane-Wright, R.I., Ackery, P. (Eds.), *Biology of Butterflies*. Symposium of the Royal Entomological Society of London, 11. Academic Press, London, pp. 333-353.
- Vasconcelos, T. S. & Rossa-Feres, D. C. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* **5**:1-14.
- Vasconcelos, T. S.; Santos, T. G.; Rossa-Feres, D. C. & Haddad, C. F. 2009. Influence of the environmental heterogeneity of breeding ponds on anuran assemblages from southeastern Brazil. *Canadian Journal of Zoology* **87**:699-707.

- Waide, R. B.; Willig, M. R.; Steiner, C. F.; Mittelbach, G.; Gough, L.; Dodson, S. I.; Juday, G. P. & Parmenter, R. 1999. The relationship between productivity and species richness. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* **30**:257-300.
- Wellborn, G. A.; Skelly, D. K. & Werner, E. E. 1996. Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* **27**:337-363.
- Wells, K. D. 2007. *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Werner, E. E.; Skelly, D. K.; Relyea, R. A. & Yurewicz, K. L. 2007. Amphibian species richness across environmental gradients. *Oikos* **116**:1697-1712.
- Williams, C. B. 1964. *Patterns in the Balance of Nature and Related Problems in Quantitative Ecology*. Academic Press, USA.
- Winkler, H. & Kampichler, C. 2000. Local and regional species richness in communities of surface-dwelling grassland Collembola: indication of species saturation. *Ecography* **23**:385-392.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Page 963. Prentice Hall, New Jersey.
- Zimmerman B. L. & Bierregaard R. O. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. *Journal of Biogeography* **13**:133-143.
- Zulka, *et al.* 2014. Species richness in dry grassland patches of eastern Austria: A multi-taxon study on the role of local, landscape and habitat quality variables. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **182**:25-36.



Apêndice 2. Exemplos de poças amostradas no período de setembro a novembro de 2014 nas UA's nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil. A-D) Caçapava do Sul; E-G) Soledade; H-I) Tupanciretã; J) São Francisco de Paula.



Apêndice 3. Exemplos de anfíbios anuros registrados no período de setembro a novembro de 2014 em poças nos Campos Sulinos do Rio Grande do Sul, Brasil. A) *Aplastodiscus perviridis*; B) *Dendropsophus minutus*; C) *D. sanborni*; D) *Hypsiboas* aff. *joaquini*; E) *H. caingua*; F) *H. leptolineatus*; G) *H. stellae*; H) *Leptodactylus latrans*; I) *Pseudis cardosoi*; J) *P. minuta*; K) *Scinax fuscovarius*; L) *Rhinella achavalli*; M) *R. icterica*; N) *R. schneideri*. Fotos: Tiago Gomes dos Santos.