

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA:

Diversidade e Manejo da Vida Silvestre

MESTRADO

**DINÂMICA E CONSERVAÇÃO DE PEIXES ANUAIS
(CYPRINODONTIFORMES: RIVULIDAE) NO PARQUE
NACIONAL DA LAGOA DO PEIXE**

LUIS ESTEBAN KRAUSE LANÉS

SÃO LEOPOLDO, 2011

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA:

Diversidade e Manejo de Vida Silvestre

MESTRADO

**DINÂMICA E CONSERVAÇÃO DE PEIXES ANUAIS
(CYPRINODONTIFORMES: RIVULIDAE) NO PARQUE
NACIONAL DA LAGOA DO PEIXE**

luis esteban krause lanés

**Dissertação de Mestrado
apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre
em Biologia, pelo Programa de Pós-
graduação, área de concentração
Diversidade e Manejo de Vida
Silvestre da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos – UNISINOS.**

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Maltchik Garcia

SÃO LEOPOLDO, 2011

*DEDICO ESTE TRABALHO A TODOS
AQUELES QUE SE EMBRANHAM
PELOS BANHADOS DO NOSSO
QUERIDO E NEGLIGENCIADO PAMPA,
NA BUSCA DE CONSERVAR SUA RICA
E SUBESTIMADA DIVERSIDADE.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao meu orientador Dr. Leonardo Maltchik Garcia por acreditar nesse trabalho, oportunizando-me a realização de um sonho, já que pude estudar espécies que desde a infância me cativaram em uma área protegida tão importante e estratégica para a conservação como é o Parque Nacional da Lagoa do Peixe.

A toda a minha família, cuja integridade, união, força e perseverança me servem de modelo e incentivo permanentes. Agradeço à minha mãe, que sempre acreditou na minha vocação, independente do retorno financeiro, e me ensinou que “quando agente quer, agente consegue”. Ao meu pai, que além de sempre ter uma opinião de extrema inteligência diante de qualquer questão que eu me deparasse, me deu suporte logístico durante todo o período do mestrado. Aos meus avôs Elmo Krause (*in memoriam*) e Geldy (*in memoriam*) pelo exemplo e pelos ensinamentos. Ao meu avô, Alberto Lanés, um homem extremamente sábio e culto, que incentivou que eu desenvolvesse o hábito da leitura e inspirou a minha alma viajante e aventureira. À Denise e ao meu irmão Juan por me receberem e tornarem a minha estada em Porto Alegre tão agradável.

A toda família “LECEA” pelas risadas, amizade verdadeira, companheirismo e pelos providenciais momentos de distração sempre acompanhados por uma boa cerveja estupidamente gelada. Agradeço em especial a Ana Rolon pela parceria e auxílio em quaisquer questões estatísticas; ao alevino Friedrich Keppeler, “meu estagiário”, por seu entusiasmo e competência e principalmente por ter me suportado durante todo esse período; ao Henrique Homem e sua família por terem muitas vezes me hospedado em sua casa; ao Iberê Machado por ter aberto às portas da “Toca do Mamute” me recebendo como um irmão; e igualmente a Aline Moraes, Athur Ávila, Cristina Stenert, Leonardo Moreira, Marina Dalzochio, Roberta Bacca, e Rodrigo Menezes por sua amizade e pelo bom convívio.

Não posso deixar de agradecer aos amigos Maycon Gonçalves e Marcelo Burns por terem me indicado a Unisinos como destino; ao Vinícius Bastazini pelas conversas esclarecedoras e auxílios na estatística e no inglês; e claro aos meus “irmãos” e companheiros em toda e qualquer hora Ândrio Gonçalves e Matheus Volcan.

Agradeço finalmente ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado e à Unisinos pelo suporte técnico ao projeto.

RESUMO

Os peixes anuais incluem um diversificado grupo de pequenos peixes da ordem Cyprinodontiformes, divididos em duas famílias taxonômicas, e distribuídos na África e nas Américas. O ciclo de vida dessas espécies está intimamente limitado e relacionado à dinâmica temporal das áreas úmidas temporárias. As características de seu ciclo de vida tornam os peixes anuais modelos biológicos excelentes para estudos de laboratório e desenvolvimento de teorias ecológicas. Na América do Sul este grupo está representado pela família Rivulidae e a maioria das suas espécies é encontrada no Brasil. No Rio Grande do Sul (RS) são encontrados os gêneros *Austrolebias* e *Cynopoecilus* e a alta representatividade de suas espécies demonstram a importância do Estado como um centro de endemismo desse grupo. A combinação de seu ciclo de vida especializado com seus tamanhos corporais reduzidos, área de distribuição restrita, limitada capacidade de dispersão, e a ampla destruição das áreas úmidas fazem com que inúmeras espécies da família Rivulidae se encontrem ameaçadas de extinção. As áreas úmidas apesar de serem ecossistemas de alta produtividade e diversidade biológica são um dos ecossistemas mais ameaçados e vulneráveis, e no Rio Grande do Sul se estima que mais de 90% dessas áreas já foram perdidas em função da agricultura e urbanização. Nesse sentido as Unidades de Conservação (UC's) podem ser peça fundamental para a conservação desses ecossistemas e dos peixes anuais endêmicos e ameaçados. Entretanto o total de área protegida é insuficiente para conservar sua alta diversidade, e registros de peixes anuais em UC's são escassos. A ausência de informações ecológicas sobre as populações de peixes anuais em áreas protegidas é um dos principais fatores limitantes para subsidiar a adoção de estratégias de conservação e manejo para as espécies desse grupo. Nesse sentido, nós analisamos a variação da abundância e tamanho corporal de *Austrolebias minuano* e *Cynopoecilus fulgens*, duas espécies endêmicas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul em áreas úmidas temporárias do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, uma importante Unidade de Conservação, considerada um sítio Ramsar. Essas espécies não têm registro em nenhuma outra área protegida e nosso estudo demonstrou que elas são encontradas em maiores densidades no início de seu ciclo de vida, quando apresentam tamanhos reduzidos. A espécie ameaçada de extinção, *A. minuano* apresentou uma baixa densidade, demonstrando a importância de planos específicos para sua conservação.

ABSTRACT

Annual fish includes a diverse group of small fishes of the order Cyprinodontiformes, divided into two taxonomic families, and distributed in Africa and the Americas. The life cycle of these species is closely related to the temporal dynamics of temporary wetlands. The characteristic of their life cycle makes the annual fish excellent biological models for laboratory studies and development of ecological theories. In South America, this group is represented by the family Rivulidae, and most of its species are found in Brazil. In Rio Grande do Sul State (RS) are found the genera *Austrolebias* and *Cynopoecilus*, and highly representative of their species demonstrate the importance of this region as a center of endemism of this group. The combination of its specialized life cycle, with their small sizes, restricted range, limited dispersal ability, and the widespread destruction of wetlands make numerous species of the family Rivulidae are threatened of extinction. Despite their high productivity and biological diversity, wetlands are one of the most threatened and vulnerable ecosystems. In Rio Grande do Sul, 90% of these areas have been lost due to agriculture and urbanization. In this sense Conservation Units can be a key to the conservation of these ecosystems and the annual fish endemic and threatened. However the total protected area is insufficient to maintain its high diversity and records of annual fish in protected areas are scarce. The lack of ecological information on annual fish populations in protected areas is one of the key constraints to support the adoption of conservation strategies and management plans for the species of this group. Accordingly, we analyze the variation in abundance and body size of *Austrolebias minuano* and *Cynopoecilus fulgens*, two species endemic to the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, in temporary wetlands of the Lagoa do Peixe National Park, an important conservation area, considered a Ramsar site. These species have no record in any other protected area and our study showed that they are found in higher densities at the beginning of its life cycle, when they have small sizes. The endangered species, *A. minuano* showed a low density, demonstrating the importance of specific plans for their conservation.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
CAPÍTULO 1: Marco Teórico	8
1. Peixes Anuais	8
<i>1.1 Caracterização, ciclo de vida, diversidade e distribuição.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2 Representatividade do grupo no Rio Grande do Sul.....</i>	<i>12</i>
<i>1.3 Conservação.....</i>	<i>15</i>
<i>1.4 Ocorrência em Unidades de Conservação</i>	<i>17</i>
2. Áreas Úmidas	19
<i>2.1 Definição e caracterização</i>	<i>19</i>
<i>2.2 Conservação das Áreas Úmidas</i>	<i>20</i>
3. Unidades de Conservação	24
4. Referências Bibliográficas	30

CAPÍTULO 2: Artigo

Dinâmica temporal e relação entre tamanho do corpo e abundância de peixes anuais neotropicais (Cyprinodontiformes: Rivulidae) raros e endêmicos no Parque Nacional da Lagoa do Peixe.....	39
1. Introdução.....	42
2. Material e Métodos.....	44
<i>2.1 Área de Estudo.....</i>	<i>44</i>
<i>2.2 Amostragens.....</i>	<i>44</i>
<i>2.3 Análise dos Dados.....</i>	<i>46</i>
3. Resultados.....	46
4. Discussão.....	48

5. Agradecimentos.....	53
6. Referências Bibliográficas.....	54

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi elaborada como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Biologia (Ciências Biológicas) no Programa de Pós-Graduação em Biologia – ênfase em Diversidade e Manejo da Vida Silvestre da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

A dissertação está estruturada em dois capítulos, constituídos por um marco teórico geral que abrange uma revisão sobre os peixes anuais, áreas úmidas e Unidades de Conservação e por um segundo capítulo na forma de artigo científico em que são apresentados os principais resultados obtidos durante a realização desse estudo.

No marco teórico, foram levados em consideração principalmente aspectos importantes sobre a biologia, diversidade e ecologia dos peixes anuais, destacando a sua relação com a dinâmica temporária de seu hábitat. Além disso, é fornecido um panorama sobre a representatividade do grupo no Rio Grande do Sul e sobre sua conservação e ocorrência em áreas protegidas. Também são apresentadas informações gerais sobre as áreas úmidas, enfatizando aspectos conservacionistas, e sobre a importância, representatividade e desafios para a efetiva proteção das Unidades de Conservação do Estado.

Considerando o escasso conhecimento sobre a ecologia dos peixes anuais, este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica da variação de abundância e tamanho do corpo de duas espécies encontradas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, visando colaborar para a elaboração de estratégias de conservação e subsidiar planos de manejo dirigidos para esse grupo de peixes, além de fornecer dados para futuras hipóteses serem testadas.

As referências apresentadas no marco teórico e no artigo científico seguem as normas do periódico *Journal of Applied Ichthyology* para o qual provavelmente será submetido o artigo resultante da dissertação.

CAPÍTULO 1: Marco Teórico

1. Peixes Anuais

1.1 Caracterização, ciclo de vida, diversidade e distribuição

Os peixes anuais incluem um diversificado grupo de peixes aploqueiloideos da ordem Cyprinodontiformes que se encontram atualmente divididos em duas famílias taxonômicas, distribuídas respectivamente na África e nas Américas: Nothobranchiidae (com 271 espécies válidas) e Rivulidae (com 324 espécies válidas) (Costa, 2008). Esses táxons são considerados evolutivamente como grupos irmãos, estreitamente relacionados e compartilham muitas características fisiológicas, biológicas e ecológicas (Costa, 1998). Espécies dessas famílias apresentam tamanho reduzido e geralmente são sexualmente dimórficas e dicromáticas (machos costumam ser maiores, com nadadeiras mais desenvolvidas, com maior número de raios e são mais intensamente coloridos) (Costa, 2008; Reichard *et al.*, 2009).

O ciclo de vida peculiar e especializado dos peixes anuais (o fenômeno do anualismo) se originou provavelmente de forma independente na África e na América do Sul (Costa, 1995, 1998; Nelson, 2006), entretanto existem controvérsias sobre a origem única (Murphy & Collier, 1997) ou múltipla e independente desses fenômenos em cada família (Hrbek & Larson, 1999).

Costa (1998) sugere que essa homoplasia (semelhanças adquiridas independentemente) indicaria um processo de convergência adaptativa entre os grupos irmãos de aploqueiloideos da África e da América do Sul. Segundo Costa (1998) o anualismo nos rivulídeos é um fenômeno originado por um único evento evolutivo e constitui uma característica ancestral para Rivulidae, sendo o não anualismo verificado em alguns gêneros visto como uma perda derivada do mecanismo de diapausa. Para este autor a evolução do ciclo de vida anual estaria relacionada com a colonização de biótopos periféricos em duas etapas, primeiramente ocorrendo em riachos rasos e poções permanentes, e depois em ambientes mais adjacentes e periféricos como as poças temporárias. Os argumentos contra a origem múltipla de ciclos de vida anual se apóiam na afirmação de que a formação de ovos de diapausa seria uma característica de

desenvolvimento tão complexa que é improvável que tenha ocorrido repetidamente (Murphy & Collier, 1997). Por outro lado Hrbek & Larson (1999) que analisaram a evolução do mecanismo de diapausa em rivulídeos através da filogenética molecular, argumentam que o sistema de desenvolvimento destes peixes pode facilitar a evolução paralela em habitats temporários, favorecendo a origem múltipla de ciclos de vida anual, através da seleção natural imposta por forças ecológicas.

De qualquer maneira o ciclo de vida das espécies de peixes anuais está intimamente limitado e relacionado à dinâmica temporal das áreas úmidas temporárias. À medida que as poças secam, os indivíduos adultos reproduzem e depositam seus ovos no substrato até a sua morte (Vaz-Ferreira *et al.*, 1966; Costa, 1998). Na figura 1 é fornecido um esquema básico do ciclo de vida dos peixes anuais, de acordo com Wourms (1972).

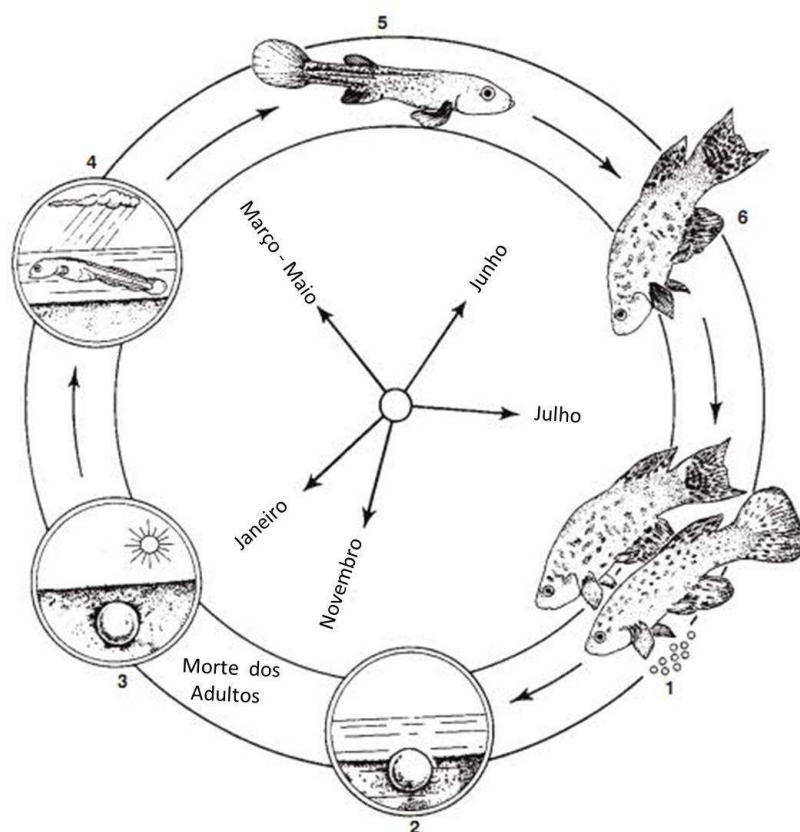


Figura 1. Representação esquemática do ciclo de vida anual, em um representante da família Rivulidae, *Austrofundulus myersi* Dahl, 1958. 1) a desova ocorre em um período relativamente prolongado - desde o outono até final da primavera); 2) os ovos são depositados no substrato após um elaborado comportamento de cortejo; 3) com a seca do biótopo, todos os adultos morrem, mas a espécie permanece através de ovos resistentes à seca; 4) com o retorno das chuvas os ovos eclodem após passarem por um processo de diapausa; 5) larvas e juvenis crescem rapidamente; 6) depois de um ou dois

meses atingem a maturação sexual e se reproduzem até a morte. Fonte: Modificado de Wourms (1972).

Os ovos dos peixes anuais permanecem em um processo de diapausa (dormência) durante a fase seca e iniciam seu desenvolvimento com a re-inundação das poças (Costa, 1998, 2010; Loureiro & De Sá, 1998; Hrbek & Larson, 1999; Podrabsky *et al.*, 2001). Depois que os ovos eclodem, os alevinos têm desenvolvimento rápido, e alcançam a maturidade sexual em um ou dois meses (Liu & Walford, 1966, 1969; Errea & Danulat, 2001; Costa, 2006).

As espécies de peixes anuais apresentam geralmente um ciclo de vida muito breve, e um membro da família Nothobranchiidae, *Nothobranchius furzeri* Jubb, 1971, com um período de sobrevivência inferior a oito semanas (em condições controladas de laboratório) se destaca por possuir o menor ciclo de vida dentre todos os vertebrados (Valdesalici & Cellerino, 2003).

Outra característica notável dos peixes anuais é o fato de que seus ovos podem apresentar diferentes fases de desenvolvimento embrionário de acordo com as condições ambientais do meio, o que diminui o risco de que chuvas passageiras e de pequena magnitude, que inundariam por um período demasiadamente curto as poças temporárias, desencadeiem um processo de eclosão que poderia comprometer o banco de ovos presentes no sedimento (Arenzon *et al.*, 1999).

Os peixes anuais costumam serem os mais abundantes e conspícuos predadores de topo nas áreas úmidas temporárias, apresentando uma dieta oportunista e generalista composta principalmente por organismos aquáticos (Laufer *et al.*, 2009; Polačik & Reichard, 2010; Gonçalves *et al.*, 2011). Dessa forma se constituem em um componente importantíssimo desse tipo de ecossistema, já que os predadores são fundamentais na dinâmica e estruturação das comunidades (Arim *et al.*, 2010). Devido às secas periódicas as áreas úmidas temporárias determinam uma série de dificuldades para os organismos (Dudley *et al.*, 2006). Organismos que habitam esses ecossistemas geralmente apresentam adaptações específicas para o regime intermitente, incluindo altas taxas de crescimento, alta plasticidade fenotípica, alta capacidade de dispersão (o que não é o caso das espécies de peixes anuais) e presença de ovos de resistência à fase seca (Laufer *et al.*, 2009). A maioria dos organismos adaptados à vida nessas condições são macroinvertebrados e anfíbios. Dentre os peixes, além dos peixes anuais que

possuem ovos de resistência, poucos grupos taxonômicos apresentam adaptações específicas para esse tipo de ambiente (e.g. peixes pulmonados) e por isso de maneira geral tendem a estar ausentes nesses ecossistemas (Dudley, 2006). No entanto, espécies de peixes não anuais são capazes de colonizar esses ambientes a partir da sua conexão com corpos d'água permanentes, e podem alcançar considerável diversidade e abundância em áreas úmidas temporárias (Vaz-Ferreira *et al.*, 1972; Dudley, 2006; Volcan *et al.*, 2010a, 2011a, 2011b). Por outro lado, excepcionalmente, após períodos de intensa precipitação, espécies de peixes anuais podem ser encontradas em corpos d'água permanentes (Costa, 2009).

Em função das características de seu ciclo de vida (ciclo de vida extremamente curto, rápido crescimento e maturação sexual precoce) os peixes anuais são reconhecidos como excelentes modelos biológicos em estudos de laboratório (Polačik & Reichard, 2010). Dentre as principais vantagens na utilização desses organismos pode-se citar a facilidade da sua manutenção e reprodução em condições de laboratório, e a possibilidade de seus ovos serem estocados por vários meses, garantindo mesmo fora do período reprodutivo, estoques de exemplares de mesma origem (Arenzon *et al.*, 2002, 2003; Volcan, 2009). Essas espécies tem sido utilizadas em ensaios toxicológicos (Arenzon *et al.*, 2003), que demonstraram que podem ser altamente sensíveis à toxinas; pesquisas de envelhecimento (Valdesalici & Cellerino, 2003; Herrera & Jagadeeswaran, 2005; Genade *et al.*, 2005;. Valenzano & Cellerino, 2006; Valenzano *et al.*, 2006b; Hsu *et al.*, 2008; Terzibazi *et al.*, 2008; Graf *et al.*, 2010) que visam o desenvolvimento de medicamentos para aumento da expectativa de vida e a investigação de mecanismos genéticos que controlam o envelhecimento, assim como no controle de mosquitos transmissores de vetores de doenças (Bay, 1966; Matías & Adrias, 2010). Além disso, são consideradas indicadores de qualidade ambiental (Arezo *et al.*, 2007) e apresentam elevado valor comercial na aquarioria (López, 2001; Costa, 2008)

Na América do Sul, este grupo está representado pela família Rivulidae que apresenta atualmente cerca de 324 espécies, divididas em 27 gêneros (Costa, 2008), cuja a maioria possui ciclo de vida anual (com exceção dos gêneros *Kryptolebias* Costa, *Rivulus* Poey e *Prorivulus* Costa). A família Rivulidae é a quarta mais diversa (Costa, 2010) dentre as 71 famílias de peixes de água doce do Brasil (Reis *et al.*, 2003a), e sua maior diversidade é encontrada no país (Costa, 2008). Este grupo de peixes era até bem pouco tempo atrás, pouco conhecido, sendo que em termos de taxonomia mais de 75%

das espécies hoje conhecidas para o Brasil, foi formalmente descrita apenas nos últimos vinte anos (Costa 2002a).

1.2 Representatividade do grupo no Rio Grande do Sul

No Rio Grande do Sul, os peixes anuais estão representados pelos gêneros *Austrolebias* Costa (Figura 1A) e *Cynopoecilus* Regan (Figura 1B). O gênero *Austrolebias* é mais diverso e está constituído atualmente por 41 espécies (Costa, 2008; Ferrer *et al.*, 2008; Loureiro & García, 2008; Loureiro *et al.*, 2011) distribuídas no sul da Bolívia, sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e norte e nordeste da Argentina (Costa, 2010). A maior diversidade desse gênero (que é o terceiro mais diverso entre os gêneros da família Rivulidae, atrás apenas de *Rivulus* Poey e *Simpsonichthys* Carvalho com respectivamente 125 e 50 espécies) se concentra no sul do Brasil e no Uruguai, onde várias espécies podem co-ocorrer numa mesma área úmida (Costa, 2006; 2008; 2009). O gênero *Cynopoecilus* possui cinco espécies, todas restritas ao sul do Brasil e Uruguai (Costa, 2002b). Em contraste com outros rivulídeos restringidos às zonas tropicais, muitas espécies desses gêneros são endêmicas de zonas temperadas e subtropicais, sendo encontradas em águas frias (Costa, 2006). A maioria das espécies de ambos os gêneros são encontradas geralmente em áreas baixas (com altitude inferior a 100 m. acima do nível do mar) e planas, próximas a rios ou lagoas, e localizadas principalmente na Planície Costeira e na Depressão Central do Rio Grande do Sul. Além desses gêneros, uma espécie do gênero não-anual *Rivulus*, *Rivulus riograndensis* (Figura 1C) foi recentemente descrita para o Estado (Costa & Lanés, 2009).



Figura 1. Gêneros da família Rivulidae encontrados no Rio Grande do Sul. (A) Exemplo de espécie do gênero *Austrolebias* (Foto de Luis Esteban Lanés). (B). Espécie do gênero *Cynopoecilus* (Foto de Norberto Jaegar *in memoriam*, disponível também em Volcan *et al.* 2010). (C) Espécie do gênero *Rivulus* (Foto de Luis Esteban Krause Lanés).

No Rio Grande do Sul são encontradas atualmente 20 espécies do gênero *Austrolebias* (que representam cerca de 50% do total de espécies do gênero), distribuídas principalmente no sistema hidrográfico Patos-Mirim e na bacia do rio Uruguai. Dentre as espécies de *Austrolebias*, 12 são endêmicas do Estado, sete são compartilhadas com o Uruguai e uma também ocorre no Uruguai e na Argentina (Costa, 2006, 2008; Cheffe *et al.*, 2010; Volcan *et al.*, 2011a).

Quanto à distribuição por sistema hidrográfico (Figura 2), a maioria das espécies (14 espécies) é encontrada no Estado exclusivamente no sistema hidrográfico Patos-Mirim [*Austrolebias adloffii* (Ahl, 1922), *Austrolebias charrua* Costa & Cheffe, 2001 (Figura 3A), *Austrolebias cyaneus* (Amato, 1987) (Figura 3B), *Austrolebias jaegari* Costa & Cheffe, 2002 (Figura 3C), *Austrolebias litzi* Costa, 2006 (Figura 3D), *Austrolebias luteoflammulatus* (Vaz-Ferreira, Sierra & Paulete, 1964) (Figura 3E), *Austrolebias melanoorus* (Amato, 1986) (Figura 3F), *Austrolebias minuano* Costa & Cheffe, 2001 (Figura 3G), *Austrolebias nachtigalli* Costa & Cheffe, 2006, *Austrolebias nigrofasciatus* Costa & Cheffe, 2001, *Austrolebias paucisquama* Ferrer, Malabarba & Costa, 2008, *Austrolebias prognathus* (Amato, 1986) (Figura 3H), *Austrolebias univentripinnis* Costa & Cheffe, 2005 (Figura 3I), e *Austrolebias wolterstorffi* (Ahl, 1924)]; cinco são encontradas no Estado exclusivamente em drenagens do rio Uruguai [*Austrolebias alexandri* (Castello & Lopez, 1974) (Figura 3J), *Austrolebias ibicuiensis* (Costa, 1999), *Austrolebias periodicus* (Costa, 1999) (Figura 3L), *Austrolebias varzeae* Costa, Reis & Behr, 2004, e *Austrolebias vazferreirai* (Berkenkamp, Etsel, Reichert & Salvia, 1994)], e uma espécie apresenta distribuição disjunta ocorrendo tanto no sistema Patos-Mirim como no rio Uruguai (*Austrolebias juanlangi* Costa, Cheffe, Salvia & Litz, 2006) (Figura 3M).

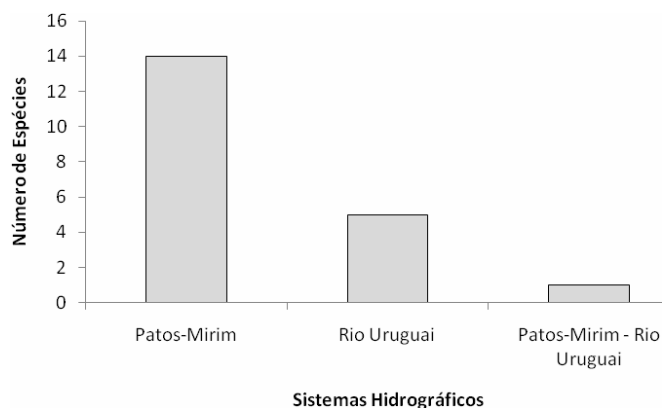


Figura 2. Distribuição das espécies do gênero *Austrolebias* Costa nos principais sistemas hidrográficos do Rio Grande do Sul.

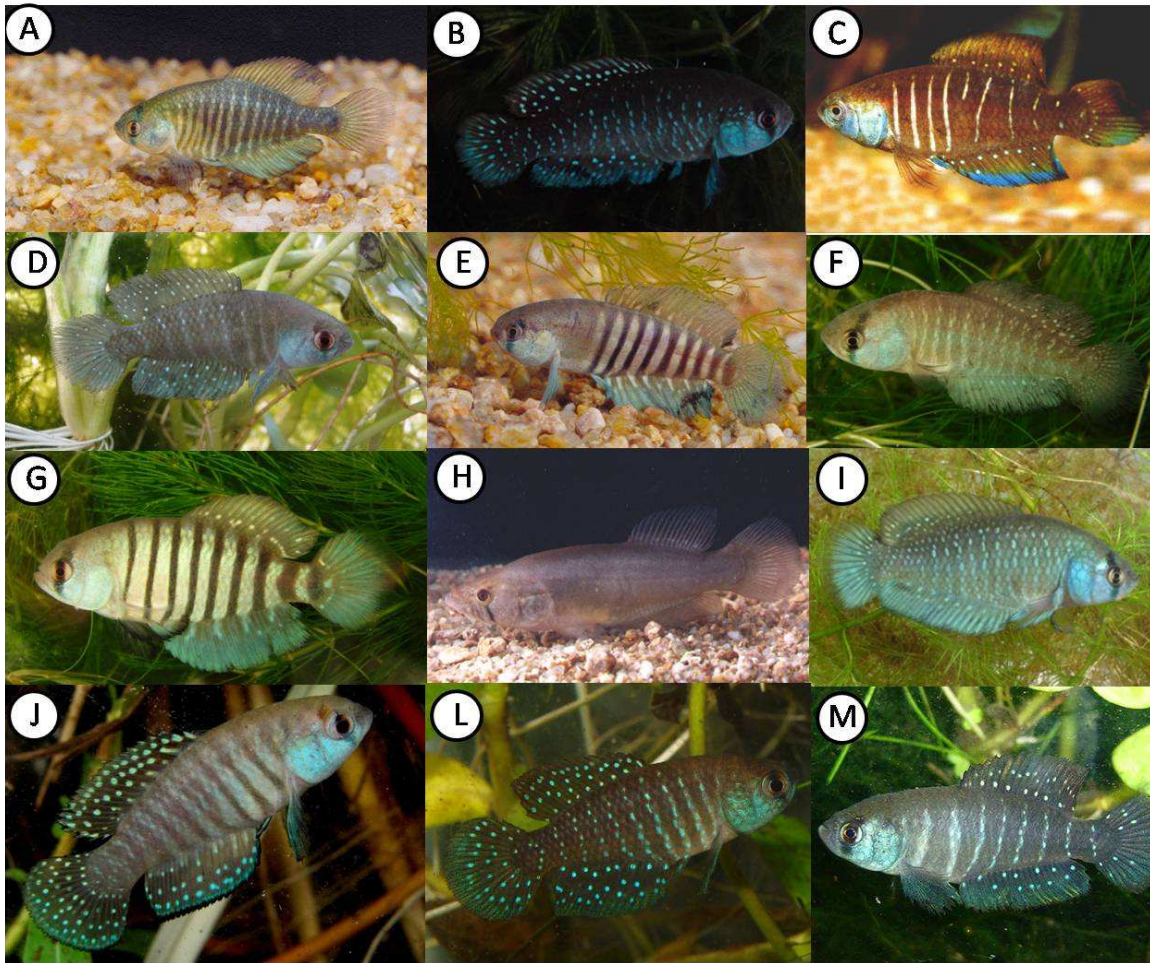


Figura 3. (A) *A. charrua*. (B) *A. cyaneus*. (C) *A. jaegari*. (D) *A. litzi*. (E) *A. luteoflammulatus*. (F) *A. melanoorus*. (G) *A. minuano*. (H) *A. prognathus*. (I) *A. univentripinnis*. (J) *A. alexandri*. (L) *A. periodicus*. (M) *A. juanlangi*. As imagens (A,C,E e H) são de autoria de Norberto Jaegar *in memoriam* e também podem ser visualizadas em Volcan *et al.*(2010). (B, D, G, I, J e L) são de Matheus Volcan. (F e M) são de Luis Esteban Krause Lanés. Imagens sem escala de tamanho.

Dentre as cinco espécies de *Cynopoecilus* conhecidas, todas ocorrem no Rio Grande do Sul, e três delas são endêmicas do Estado (Costa, 2002b). Uma espécie é encontrada também no Uruguai, *Cynopoecilus melanotaenia* (Regan, 1912), e outra compartilhada com o estado de Santa Catarina (*Cynopoecilus multipapillatus* Costa, 2002). Em relação à distribuição do gênero por sistema hidrográfico, todas as espécies com exceção de *C. multipapillatus*, que ocorre em drenagens costeiras isoladas no norte do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina, são encontradas no sistema Patos-Mirim.

Considerando os mencionados gêneros com ciclo de vida anual (*Austrolebias* e *Cynopoecilus*) e a espécie não anual do gênero *Rivulus*, são encontradas no Rio Grande do Sul 26 espécies da família Rivulidae. A alta representatividade de espécies deste

grupo demonstra a importância do Estado como um centro de endemismo dessas espécies. Becker *et al.* (2006) apontam ainda a provável ocorrência de espécies novas nas regiões da Lagoa do Casamento e Butiazais de Tapes. Além disso, dados preliminares não publicados pelo autor e por colaboradores apontam a existência de espécies ainda não descritas, assim como outras conhecidas do Uruguai e da Argentina, no Rio Grande do Sul, principalmente na metade sul do Estado. Um exemplo disso é a descrição recente de *Austrolebias paucisquama* (Ferrer *et al.*, 2008) espécie endêmica encontrada em uma única localidade na Região Central do Estado, na drenagem do rio Jacuí e os registros para o Brasil de *Austrolebias melanoorus* (Volcan *et al.*, 2011a) e *Austrolebias vazferreirai* (Cheffe *et al.*, 2010), espécies antes conhecidas apenas para o Uruguai. Adicionalmente as recentes descrições de *Austrolebias reicherti* (Loureiro & García, 2008) e *Austrolebias quirogai* (Loureiro, Duarte & Zarucki, 2011) com base em material coletado no Uruguai, em localidades muito próximas ao território brasileiro (Loureiro & García, 2008; Loureiro *et al.*, 2011) indicam que essas espécies provavelmente também ocorram no Rio Grande do Sul.

1.3 Conservação

A combinação de seu ciclo de vida especializado com seus tamanhos corporais reduzidos, área de distribuição restrita, limitada capacidade de dispersão, e a ampla destruição das áreas úmidas na região Neotropical fazem com que inúmeras espécies da família Rivulidae se encontrem ameaçadas de extinção (Fontana *et al.*, 2003; Costa, 2002a, 2008; Rosa & Lima, 2008; Lanés & Maltchik, 2010). Estudos demonstram que os peixes de água doce são os mais vulneráveis à extinção (Jenkins, 2003), e que as espécies que apresentam pequeno porte, como é o caso dos peixes anuais, são especialmente suscetíveis (Olden *et al.*, 2007). Em todo o Brasil, dentre as 135 espécies de peixes de água doce, consideradas ameaçadas de extinção conforme os critérios estabelecidos pela IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, a maioria (38,5%) é pertencente à família Rivulidae (Rosa & Lima, 2008). Além disso, Nogueira *et al.* (2010) identificaram 819 espécies de peixes raros de água doce no Brasil, dos quais 145 são rivulídeos.

No Rio Grande do Sul, aproximadamente 40% das espécies de água doce ameaçadas de extinção são peixes anuais da família Rivulidae, pertencentes ao gênero *Austrolebias* (Reis *et al.*, 2003; Rosa & Lima, 2008). Esse percentual, no entanto é subestimado, visto que muitas espécies de *Austrolebias* foram descritas recentemente (Costa, 2006; Ferrer *et al.*, 2008) ou foram registradas após a elaboração do Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul (Costa, 2006; Cheffe *et al.*, 2010; Volcan *et al.*, 2011a).

Além disso, em função do elevado grau de endemismo e da situação das áreas úmidas da região, provavelmente todas as espécies do gênero *Cynopoecilus* deverão ser incluídas em futuras listagens. Ainda que não seja uma espécie de ciclo de vida anual, *Rivulus riograndensis* Costa & Lanés, 2009, também deverá integrar listas de fauna ameaçada. Assim como a maioria das espécies pertencentes à família Rivulidae, as espécies desse gênero são consideradas de maneira geral raras e pouco conhecidas no Brasil (Nogueira *et al.*, 2010), e devido ao fato de habitarem áreas úmidas pequenas e rasas são igualmente vulneráveis à extinção (Abilhoa *et al.*, 2010; Contente & Stefanoni, 2010).

A principal causa apontada para o grau de ameaça dos peixes anuais da região é a perda e fragmentação de habitat, relacionada principalmente com a drenagem das áreas úmidas para a agricultura, urbanização e outras atividades antrópicas (Fontana *et al.*, 2003; Volcan *et al.*, 2009; 2010b; Lanés & Maltchik, 2010). Em países fronteiriços ao Rio Grande do Sul, a situação de ameaça dessas espécies é semelhante, e tanto no Uruguai (Loureiro *et al.*, 2007; Fabiano *et al.*, 2009), quanto na Argentina (López, 2001; UICN-GUYRA-PROTEGER, 2009) alguns trabalhos já demonstram a preocupação com a conservação dessas importantes espécies de peixes.

Além da agricultura e urbanização, a instalação de novos empreendimentos na região, tais como a construção e duplicação de estradas, construção de barragens, instalação de parques eólicos e a silvicultura reforçam a necessidade de acompanhamento técnico e científico nessas atividades para garantir a conservação das populações remanescentes dos rivulídeos do Estado (Lanés *et al.*, 2005; Volcan *et al.* 2009, 2010b; Lanés & Maltchik, 2010).

Algumas dessas atividades já contam com documentos específicos para evitar impactos negativos nessas espécies. Por exemplo, diante do aumento da área ocupada pela silvicultura no Rio Grande do Sul, foi criado um documento oficial visando o

estabelecimento de diretrizes para o licenciamento ambiental da referida atividade. Esse documento, denominado “Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura no Rio Grande do Sul” foi desenvolvido por diferentes universidades e órgãos do governo, e estabelece os peixes anuais como um dos principais grupos alvo para o manejo e monitoramento da atividade. Além disso, propõe uma avaliação sobre a distribuição das áreas temporariamente alagadas nas propriedades para evitar que estas sejam ocupadas e suprimidas pelos plantios (ZAS, 2008). Considerando o grau de ameaça dos peixes anuais é fundamental para a conservação do grupo que essa iniciativa seja adotada também para o licenciamento das atividades de empreendimentos de outra natureza.

Dentre as principais recomendações para a conservação dos peixes anuais da região está a proteção e a recuperação dos habitats remanescentes das espécies; avaliação populacional de espécies com registro confirmado em Unidades de Conservação; realização de inventários específicos de peixes anuais em todas as áreas protegidas com potencial para sua ocorrência; criação de novas Unidades de Conservação em suas áreas de ocorrência; realização de atividades de educação ambiental que divulguem a importância dessas espécies e de seu hábitat; controle sobre coletas por aquaristas; e a avaliação e inclusão das espécies ameaçadas a nível regional e nacional em listagens da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) (Reis *et al.*, 2003b; Loureiro *et al.*, 2007; Reis & Lima, 2007; Rosa & Lima, 2008; Volcan *et al.*, 2009; 2010b; Lanés & Maltchik, 2010).

1.4 Ocorrência em Unidades de Conservação

Registros de rivulídeos, tanto anuais quanto não-anuais, em áreas protegidas do Rio Grande do Sul são extremamente escassos e estão dispersos na literatura (Buckup & Malabarba, 1983; Koch, 2000; Costa, 2002a; Reis *et al.*, 2003b; Duarte & Bencke, 2006; Correa *et al.*, 2009; Costa & Lanés, 2009; Dufech & Fialho, 2009; Volcan *et al.*, 2009; Lanés & Maltchik, 2010).

Dentre as Unidades de Conservação com registro confirmado para espécies do grupo estão o Parque Estadual do Delta do Jacuí (*Austrolebias adloffii*, *Austrolebias wolterstorffi* e provavelmente *Cynopoecilus nigrovittatus*), Reserva Biológica do Banhado São Donato (*Austrolebias alexandri*), Parque Nacional da Lagoa do Peixe

(*Austrolebias minuano*, *Austrolebias wolterstorffi*, *Cynopoecilus fulgens* e *Rivulus riograndensis*), Estação Ecológica do Taim (*Cynopoecilus melanotaenia*), Parque Estadual de Itapuã (*Cynopoecilus nigrovittatus*) e Parque Estadual de Itapeva (*Rivulus riograndensis*). Além dessas áreas, de proteção estadual ou nacional, na RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) do Pontal da Barra, localizada na praia do Laranjal, município de Pelotas são encontradas *Austrolebias nigrofasciatus*, *Austrolebias wolterstorffi* e *Cynopoecilus melanotaenia* (Lanés *et al.*, 2005; Volcan *et al.*, 2009; Lanés & Maltchik, 2010).

Alguns dos registros mencionados acima foram atualizados e corrigidos. Backup & Malabarba (1983) registraram a ocorrência de “*Cynolebias* sp.” na Estação Ecológica do Taim. Na época desse trabalho, as espécies hoje pertencentes aos gêneros *Austrolebias* e *Cynopoecilus* integravam o gênero *Cynolebias*. Costa (2002b) utilizou exemplares de *Cynopoecilus melanotaenia* capturados muito próximo à Estação Ecológica do Taim, na redescritção da espécie, e segundo Costa (2002a) a espécie ocorre nessa área protegida. Até os dias de hoje não foi realizado nenhum registro formal de espécies do gênero *Austrolebias* na área, entretanto sua ocorrência na área da ESEC Taim e entorno não deve ser descartada, já que existem muitos ambientes propícios para sua ocorrência, e até então nenhum estudo direcionado exclusivamente para esse grupo de peixes foi conduzido nessa unidade de conservação.

À época do registro do gênero *Rivulus* para o Parque Estadual de Itapeva (tratado no plano de manejo da área como *Rivulus haraldsiolii* Berkenkamp, 1984) (Duarte & Bencke, 2006), *Rivulus riograndensis* ainda não havia sido descrito. Na descrição da espécie Costa & Lanés (2009) utilizaram como parátipos, material oriundo da Mata do Faxinal localizada na área do parque. Com base nesse trabalho ficou definido que a única espécie do gênero que ocorre no Rio Grande do Sul é *R. riograndensis*. A distribuição de *R. haraldsiolii* está restrita a área entre os rios Cubatão e Tijucas, no estado de Santa Catarina (Costa, 2007).

No Parque Estadual de Itapuã, Dufech & Fialho (2009) citam a ocorrência de *Cynopoecilus melanotaenia*. Na verdade esse registro corresponde à *Cynopoecilus nigrovittatus*. A espécie *C. melanotaenia* está restrita a áreas úmidas associados à tributários ao sul do rio Jacuí, desde o Rio Grande do Sul até o Uruguai, enquanto *C. nigrovittatus* ocorre somente em áreas úmidas associadas aos rios Caí e Jacuí (Costa,

2002b). O mesmo ocorre para a citação de *C. melanotaenia* por Koch (2000) para o Parque Estadual do Delta do Jacuí.

Além das Unidades de Conservação já estabelecidas, existem no Rio Grande do Sul outras 107 áreas que foram consideradas prioritárias para conservação da biodiversidade do Bioma Pampa no país, conforme reconhecido pela Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007, do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007). Dentre essas, o documento menciona a ocorrência de peixes anuais em sete delas (Sistema Lagoa Pequena, Campos de Jaguarão, Campos de Candiota e Hulha Negra, Ponche Verde, Quaraí, Upamaroti e Uruguiana), embora de maneira geral não especifique qual espécie ocorre em cada área prioritária. Becker *et al.* (2006) que avaliaram a biodiversidade de duas áreas prioritárias para a conservação (Lagoa do Casamento e Butiazais de Tapes), citam *Austrolebias* cf. *adloffii*, *Cynopoecilus* cf. *melanotaenia*, *Cynopoecilus* sp. 1 e *Cynopoecilus* sp. 2 para a Lagoa do Casamento, e *Cynopoecilus* cf. *nigrovittatus* tanto para a Lagoa do Casamento assim como para os Butiazais de Tapes.

Considerando o fato de que a maior parte das áreas reconhecidas como prioritárias não passou por inventários específicos dirigidos para esse grupo de peixes, é provável que muitas outras áreas reconhecidas como prioritárias possuam relictos de ecossistemas de áreas úmidas e apresentem importância para a conservação de peixes anuais.

2. Áreas Úmidas

2.1 Definição e caracterização

A palavra “área úmida” utilizada nesse trabalho é oriunda do termo inglês *wetlands*, e designa aqueles ambientes semiterrestres, cuja influência da água não é absoluta (Maltchik, 2003). O estabelecimento das áreas úmidas está diretamente relacionado à duração da inundação (que deve ser suficientemente longa para o estabelecimento de solos hídricos e desenvolvimento de organismos aquáticos).

Devido à sua complexidade ecossistêmica, a definição das áreas úmidas não é consensual no meio científico. As definições refletem os objetivos para as quais foram propostas, geralmente visando regulação, pesquisa científica ou conservação. Não existe uma única definição formal utilizada pelos ecólogos, gestores e organizações governamentais. Diante da inexistência de uma definição formal a Convenção de Ramsar de 1971 definiu áreas úmidas, de forma ampla, como sendo: “extensões de brejos, pântanos e turfeiras, ou superfícies cobertas de água, sejam de regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, estancadas ou correntes, doces, salobras ou salgadas, incluindo as extensões de água marinha cuja profundidade na maré baixa não exceda os seis metros”. Entre as inúmeras definições existentes, esta é a mais aceita internacionalmente.

No Rio Grande do Sul, as áreas úmidas são conhecidas localmente como “banhados” e este termo é oriundo da palavra *bañados* utilizada nos países vizinhos ao Estado, como a Argentina e o Uruguai.

As áreas úmidas se destacam por sua elevada produtividade e diversidade biológica (Mitsch & Gosselink, 2000). Apesar de representarem somente cerca de 5% da cobertura terrestre, contribuem com cerca de 24% da produção global (Willians, 1993) e reúnem mais de 40% das espécies já descritas (Gibbs, 2002). Além disso, as áreas úmidas são fonte de inúmeros recursos naturais para a humanidade (*e.g.*, alimentação, abastecimento de água, recursos energéticos) e são importantes na estabilização das condições climáticas, armazenamento de carbono e água, e no controle de inundações.

2.2 Conservação das Áreas Úmidas

As áreas úmidas encontram-se entre os ecossistemas mais degradados e vulneráveis do planeta (Amezaga *et al.*, 2002). No mundo inteiro os ecossistemas de água doce estão sendo submetidos a níveis sem precedentes de perturbação antrópica (Saunders *et al.*, 2002). A taxa de perda das áreas úmidas em escala global é desconhecida (Mitsch & Gosselink, 2000), mas se estima que mais de 50% das áreas úmidas da Terra já foram perdidas (Dugan, 1993) devido à drenagem para agricultura e à urbanização. Na Nova Zelândia e em muitos países da Europa a taxa de perda supera

90% e nos E.U.A alcançam aproximadamente 50% das suas áreas úmidas originais (Dugan, 1993).

Uma das principais características hidrológicas da América do Sul é a existência de áreas úmidas de grande porte (Neiff, 2001). Aproximadamente 95% das áreas úmidas inventariadas em América do Sul pertencem a seis países, e o Brasil tem a metade da área total de desses ecossistemas (Naranjo, 1995). Um total de 3.441 áreas úmidas foram inventariados no sul do Brasil e aproximadamente 72% delas apresentavam área inferior à 1 km² (Maltchik, 2003). Este padrão é consequência direta da fragmentação do hábitat devido à expansão agrícola, especialmente plantações de arroz (Gomes e Magalhães, 2004).

Dados conservadores indicam que cerca de 90% das áreas úmidas do sul do Brasil desapareceram. A partir da década de 1960, através do programa federal “Pró-Várzea”, o governo brasileiro incentivou amplamente no Rio Grande do Sul o plantio de arroz irrigado em áreas úmidas naturais. Com o crescimento da orizicultura no extremo sul do Brasil, aumentou também a superfície desses ambientes aquáticos afetados por obras de irrigação, canalização e drenagens, sem que houvesse qualquer planejamento paralelo visando à conservação de remanescentes de áreas úmidas, considerado o ecossistema aquático mais ameaçado do Rio Grande do Sul (Fontana *et al.*, 2003). Maltchik *et al.* (2003) em seu inventário sobre as áreas úmidas remanescentes do Rio Grande do Sul verificaram que distribuição desses ecossistemas é heterogênea ao longo do estado, sendo que a Planície Costeira, a Depressão Central e a Região da Campanha são as regiões com maior número e extensão de áreas inundadas.

Dentre os tipos de áreas úmidas, as áreas úmidas temporárias, são especialmente vulneráveis. Devido ao tamanho reduzido, pouca profundidade e ao fato de encontrarem-se secas durante parte do ano, as áreas úmidas temporárias são ecossistemas de extrema fragilidade (Dudley, 2006). No Rio Grande do Sul pequenas áreas úmidas temporárias são abundantes (Figura 4), sobretudo na Planície Costeira (Maltchik *et al.*, 2003, 2004). Embora o pouco reconhecimento e escassa investigação científica dispensada a esses ecossistemas, as áreas úmidas temporárias são únicas devido ao seu hidroperíodo, que frequentemente inclui uma fase seca e em razão de seu tamanho, que geralmente é inferior a um ha (Maltchik *et al.*, 2003). O tamanho reduzido resulta em altas taxas de perímetro-área, que podem aumentar a interação com a matriz adjacente através de organismos, materiais e fluxo energético. Conseqüentemente, as

perturbações na matriz adjacente podem afetar a composição das comunidades bióticas e estruturas tróficas das áreas úmidas através de alterações na química da água, hidrologia, entrada de matéria orgânica e insolação. Além disso, existem dados que indicam que as mudanças climáticas acarretarão no Bioma Pampa um cenário de aumento das temperaturas, com secas cada vez mais frequentes e chuvas restritas a eventos extremos de curta duração (MMA, 2011), aumentando dessa forma a vulnerabilidade das áreas úmidas temporárias.

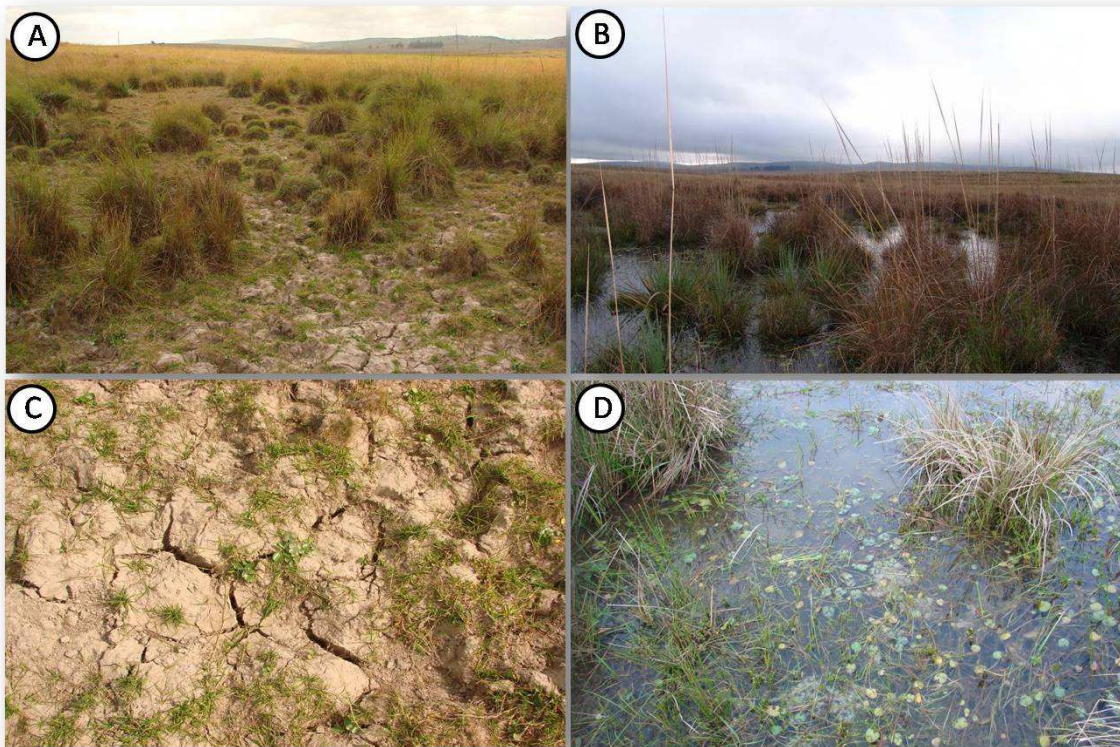


Figura 4. Exemplo de área úmida temporária no Rio Grande do Sul com registro de ocorrência de peixes anuais, durante a fase seca (A e C) e fase inundada (B e D).

Em face à preocupação de países e instituições não governamentais com a perda e degradação das áreas úmidas foi realizada uma convenção internacional para a proteção desses ecossistemas e de suas espécies. A Convenção sobre Áreas Úmidas de Importância Internacional, conhecida como Convenção de Ramsar é um tratado intergovernamental que serve de marco para a ação nacional e cooperação internacional em prol da conservação e uso racional das áreas úmidas e seus recursos. O tratado foi adotado na cidade iraniana de Ramsar em 1971 e entrou em vigor em 1975. É o único tratado global sobre meio ambiente que lida com um tipo de ecossistema em particular,

e seus países membros abrangem todas as regiões geográficas do planeta (Ramsar Convention on Wetlands, 2010).

A Convenção de Ramsar possui na atualidade 160 países membros e 1.910 sítios de importância internacional em todo mundo. No Brasil, já foram instituídos onze sítios (integrando a “Lista de Áreas Úmidas de Importância Internacional” (Artigo 2.1 da Convenção de Ramsar) que abrangem uma área total de 6.568.339 hectares, sendo eles (Ramsar Convention on Wetlands, 2010):

1. *Parque Nacional da Lagoa do Peixe* (RS), instituído em 24/05/1993, com área de 34.400 ha;

2. *Parque Nacional do Pantanal Mato-grossense* (MT), instituído em 24/05/1993, com área de 135.000 ha;

3. *Parque Nacional do Araguaia – Ilha do Bananal* (TO), instituído em 04/10/1993, com área de 562.312 ha;

4. *Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá* (AM), instituída em 04/10/1993, com área de 1.124.000 ha;

5. *Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses* (MA), instituída em 30/11/1993, com área de 2.680.911 ha;

6. *Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense* (MA), instituída em 29/02/2000, com área de 1.775.036 ha;

7. *Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luiz* (MA), instituído em 29/02/2000, com área de 34.556 ha;

8. *Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal* (MT), instituída em 06/12/2002, com área de 87.871 ha;

9. *Reserva Particular do Patrimônio Natural “Fazenda Rio Negro”* (MS), instituída em 22/05/2009, com área de 7.000 ha.

10. *Parque Nacional Marinho dos Abrolhos* (BA), instituído em 02/02/2010, com área de 91.300 ha.

11. *Parque Estadual do Rio Doce* (MG), instituído em 15/03/2010, com área de 35.793 ha.

3. Unidades de Conservação

Uma das mais importantes estratégias globais de conservação da biodiversidade é a criação de Unidades de Conservação (Saunders *et al.*, 2002). Entretanto, especialmente nos países em desenvolvimento, sua criação e efetiva implantação é um grande desafio, já que excepcionalmente se dispõe de recursos suficientes para proteger todas as áreas de interesse e as já criadas representam muitas vezes conveniências políticas, sem seguir critérios de seleção (Perello *et al.*, 2010).

No Brasil, as Unidades de Conservação implantadas não atingiram as metas de proteção propostas (MMA, 2002) e o total de área protegida é insuficiente para conservar sua alta biodiversidade. No sul do país, por exemplo, a representatividade de Unidades de Conservação de Proteção Integral é muito reduzida, compreendendo menos de 1% da sua superfície territorial e diminuindo para 0,4% quando pensamos em conservação de áreas úmidas (MMA, 2011).

No estado do Rio Grande do Sul o Sistema de Unidades de Conservação está representado por 34 Unidades de Conservação (entre unidades de conservação federais e estaduais) e abrange uma área de 531.009,75 ha, correspondendo a 1,9% da superfície territorial do estado. Além dessas Unidades de Conservação existem outras 24 Reservas Particulares do Patrimônio Nacional (RPPN). Dentre as Unidades de Conservação a

maioria corresponde à categoria Parque Estadual (13), Reserva Biológica (6), Parque Nacional (4), APA (3), Estação Ecológica (3), Florestas Nacionais (3) e Refúgio da Vida Silvestre (2) (Figura 5).

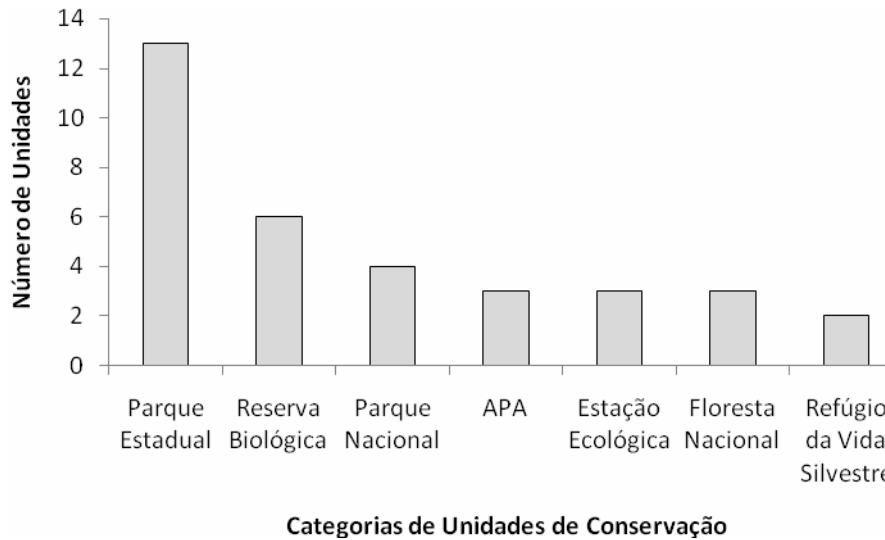


Figura 5. Unidades de Conservação estaduais e nacionais no Rio Grande do Sul.

A lista completa das Unidades de Conservação estaduais e nacionais e das Reservas Particulares do Patrimônio Natural do Estado pode ser obtida no site do Projeto Biodiversidade RS (<http://www.biodiversidade.rs.gov.br>).

Embora, tradicionalmente no Brasil a criação de Unidades de Conservação tenham visado primordialmente a preservação da fauna e flora terrestres (Agostinho *et al.*, 2005), algumas delas também protegem áreas úmidas significativas. Dentre as Unidades de Conservação do Rio Grande do Sul, as seguintes se destacam pela representatividade desse ecossistema:

1. *Parque Nacional da Lagoa do Peixe*

Possui área de 34.400 ha. e está localizado no litoral médio do Rio Grande do Sul, abrangendo os municípios de Mostardas (sede administrativa do Parque) e Tavares. O Parque apresenta amostras representativas de ecossistemas costeiros do Estado, como matas de restinga, dunas, banhados e pequenas lagoas. Destaca-se a Lagoa do Peixe (que na realidade é uma laguna já que possui ligação natural com o Oceano Atlântico) que deu origem ao nome do Parque, e é um importante local de alimentação para aves

migratórias. O Parque é considerado um sítio Ramsar (o único da região Sul do Brasil), constitui a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, e integra diversas redes de proteção de aves aquáticas do mundo, como por exemplo, a *Western Hemisphere Shorebird Reserve Network*.

2. Parque Estadual do Itapuã

Compreende uma área de 5.566,50 ha. e está localizado a 57 km da capital do Estado, Porto Alegre, no município de Viamão. O Parque protege a última amostra dos ecossistemas originais da Região Metropolitana de Porto Alegre, com campos, dunas, lagoas, ilhas, praias e morros, às margens do lago Guaíba e da laguna dos Patos. A lagoa Negra, com 1.750 ha, é um importante ponto de parada para aves migratórias;

3. Parque Estadual do Camaquã:

Compreende uma área de 7.992 ha e encontra-se localizado na foz do Rio Camaquã que está situado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul e desemboca na Laguna dos Patos. Abrange os municípios de Camaquã e São Lourenço do Sul.

4. Parque Estadual do Tainhas

Apresenta área de 4.924 ha e está localizado nos municípios de Jaquirana, São Francisco de Paula, Cambará do Sul, margeando o Rio Tainhas que apresenta um grande número de áreas úmidas associadas. O Parque protege representantes da Mata Atlântica e os Campos de Cima da Serra.

5. Reserva Biológica do Mato Grande

Compreende uma área de 5.161 ha, localizada no município de Arroio Grande, na metade Sul do Estado. A reserva engloba totalmente o “Banhado do Mato Grande”, e várias áreas úmidas temporárias adjacentes a esse sistema.

6. Reserva Biológica do Banhado São Donato

Com uma área de 4.392 ha, encontra-se localizada no município de Itaqui, próximo a São Borja, na região das missões, englobando a área úmida do mesmo nome. Segundo estudos da Fundação Zoobotânica do RS, através do Museu de Ciências Naturais, foram destruídos, nas últimas décadas, 72% do banhado da Reserva Biológica do São Donato. Dos 6,7 mil ha de banhados que havia na década de 70, quando a reserva foi criada, 4,9 mil foram drenados, transformando-se em área de cultivo de arroz. Mesmo reduzida a 28% de sua superfície original, a Reserva do São Donato abriga o último grande banhado do oeste gaúcho.

7. Parque Estadual do Delta do Jacuí

Possui área de 17.245 ha, e apresenta uma grande área sujeita a inundações. Mais de 50 % de sua área está constituída por áreas úmidas. O Parque Estadual do Delta do Jacuí inclui os municípios de Porto Alegre, Canoas, Eldorado do Sul, Triunfo e Santa Rita do Sul.

8. Estação Ecológica do Taim

Apresenta área de 33.815 ha entre a Lagoa Mirim, Lagoa Mangueira e o Oceano Atlântico, compreendendo praias oceânicas, dunas, campos, matas e, principalmente, áreas úmidas. Pertencente aos municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar.

9. Reserva Ecológica do Banhado Grande/Banhado do Chico Lomã

Originalmente o “Banhado Grande” possuía área equivalente a 45.000 há. Com a drenagem para a agricultura, a partir da década de 60, restaram apenas 5.000 ha. Após a suspensão das drenagens, através de um parecer da segurança pública do estado emitido em 1979, a área restante foi transformada na “Reserva Ecológica de Banhado Grande/Banhado do Chico Lomã”, abrangendo áreas dos municípios de Santo Antônio da Patrulha, Viamão e Gravataí.

10. Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos

Compreende uma área de 2.560 ha na localidade de Águas Claras, município de Viamão. O complexo do Banhado dos Pachecos pode ser apontado como uma das áreas mais importantes para a conservação de aves do Rio Grande do Sul, apresentando relevância mundial.

Além de insuficientes, as Unidades de Conservação do Estado, assim como costuma ocorrer em todo o país, apresentam uma série de ameaças, tais como limites artificiais, tamanhos insuficientes e falta de recursos para os programas de manejo e para realizar uma efetiva fiscalização (Perello *et al.*, 2010). Além disso, algumas áreas protegidas existem somente no “papel” e na maioria delas a agricultura, pecuária e a exploração de recursos florestais e a caça é freqüente (Fontana *et al.*, 2003; Volcan *et al.*, 2009; Lanés & Maltchik, 2010). Outros problemas recorrentes nas Unidades de Conservação são fundiários (relacionados com a posse da terra) e com a falta de orçamento e infra-estrutura.

Apesar de ser uma Unidade de Conservação de proteção integral, considerado um sítio Ramsar e Reserva da Biosfera, esses problemas também afetam o Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PARNA). Em estudo de caso sobre os desafios de conservação no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Perello *et al.* (2010) destacaram como conflitos mais significativos à conservação, a agricultura e a pecuária, a silvicultura baseada em espécies exóticas invasoras e a pesca do camarão. Além disso, enfatizam que transcorridos mais de 20 anos da criação do parque, menos de 9% da sua área foi desapropriada e a efetivação da unidade foi considerada precária. Entretanto esses autores concluíram que mesmo diante desses problemas, a existência do parque foi capaz de conter as principais tendências de ameaça à diversidade na região, demonstrando sua importância e os desafios para sua conservação. Os principais usos de solo na área do PARNA estão ilustrados na figura 6.

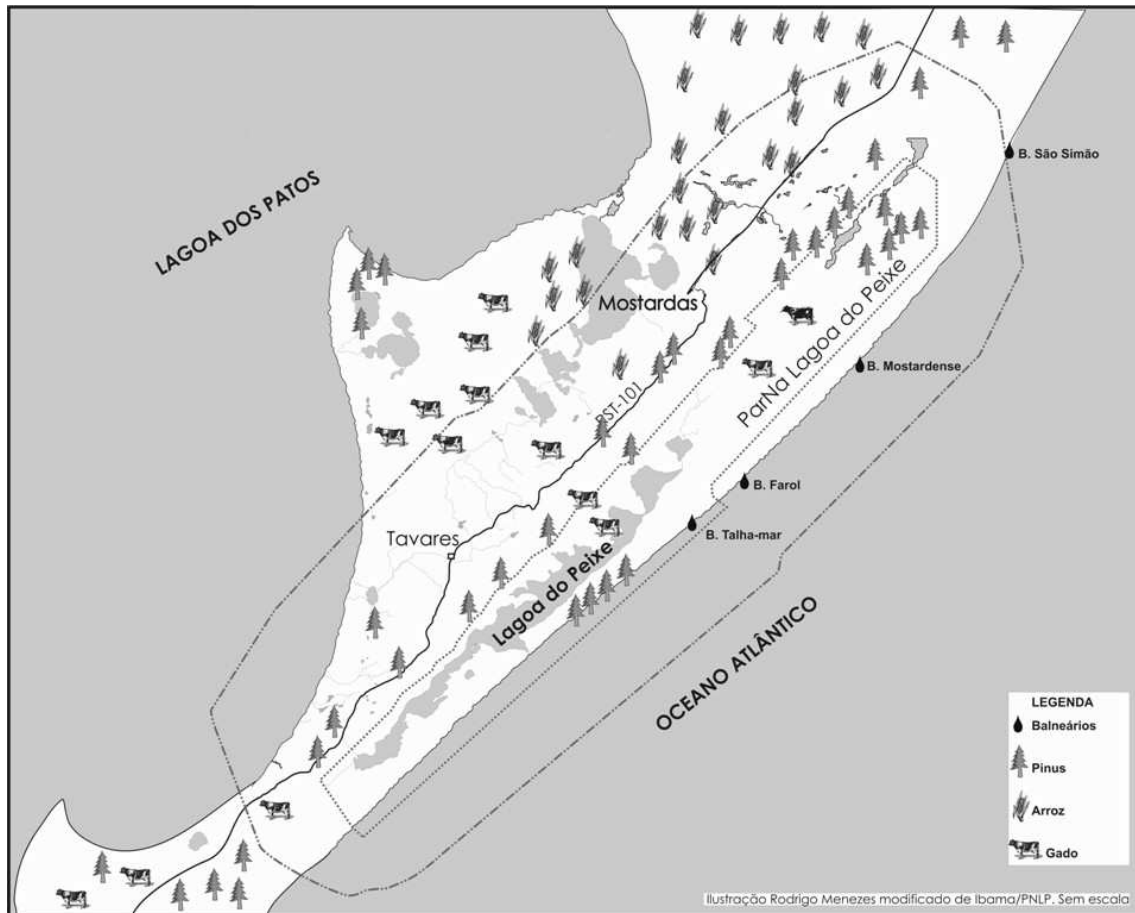


Figura 6. Principais usos do solo na área do Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PARNA) e seu entorno. Ilustração cedida por Rodrigo Menezes. Fonte: Perello *et al.* (2010).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abilhoa, V., Vitule J.R.S. & Bornatowski, H. 2010. Feeding ecology of *Rivulus lueling* (Aplocheiloidei: Rivulidae) in a Coastal Atlantic Rainforest stream, southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 8(4): 813-818.
- Agostinho, A. A., Thomaz, S.M. & Gomes, L.Z. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade* 1 (1): 71-78.
- Amezaga, J.M.; Santamaría, L. & Green, A.J. 2002. Biotic wetland connectivity supporting a new approach for wetland policy. *Acta Oecologica* 23 (3): 213-222.
- Arenzon A, Lemos C.A. & Bohrer, M.B.C. 2002. The influence of temperature on the embryonic development of the annual fish *Cynopoecilus melanotaenia* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Brazilian Journal of Biology* 62 (4b):743-747.
- Arezo, M. J., D'Alessandro, S., Papa, N., de Sá, R. & Berois, N. 2007. Sex differentiation pattern in the annual fish *Austrolebias charrua* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Tissue & Cell* 39 (2): 89-98.
- Arim, M., Abades, S.B., Laufer, G., Loureiro, M. & Marquet, P. 2010. Food web structure and body size trophic position and resource acquisition. *Oykos* 119 (1): 147-153.
- Bay, E. C. 1966. Adaptation Studies with the Argentine Pearl Fish, *Cynolebias bellottii*, for Its Introduction into California. *Copeia* 4: 839-846.
- Becker, F.G., Grosser, K.M., Milani, P.C.C. & Braun, A.S. 2006. Peixes. 262-275 pp. *In* Becker, F.G., Ramos, R.A., & Moura, L.A. (org). *Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 388 p.
- Buckup, P. A. & Malabarba, L. R. 1983. A List of the Fishes of the Taim Ecological Station, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia* 63: 103-114.
- Cheffe, M, M., Volcan, M.V. & Lanés, L.E.K. 2010. Pisces, Cyprinodontiformes, Rivulidae, *Austrolebias vazferreirai* (Berkenkamp, Etsel, Reichert and Salvia, 1994): new species record from Brazil. *Check List* 6 (4): 592-593.

- Contente, R. & Stefanoni, M. 2010. Diet of the Atlantic rainforest killifish *Rivulus santensis* (Rivulidae, Cyprinodontiformes) in southeastern Brazil. *Journal of Applied Ichthyology* 26 (6): 930-932.
- Correa, F., Garcia, A. M., Loebmann, D., Claudino, M. C., Bastos, R. F. & Vieira, J. P. 2009. Pisces, Cyprinodontiformes, Rivulidae, *Austrolebias minuano* (Costa & Cheffe, 2001): new species record at Lagoa do Peixe National Park, state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Check List* 5 (4): 763–766.
- Costa, W.J.E.M. 1995. Pearl killifishes - the Cynolebiatinae: systematics and biogeography of the Neotropical annual fish subfamily. TFH, Neptune City, 128 pp.
- Costa, W.J.E.M. 1998. Phylogeny and classification of Rivulidae revisited: evolution of annualism and miniaturization in rivulid fishes (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei). *Journal of Comparative Biology* 3(1): 33-92.
- Costa, W.J.E.M. & Cheffe, M.M. 2001. Three new annual fishes of the genus *Austrolebias* from the Laguna dos Patos System, southern Brazil, and a redescription of *A. adloffii* (Ahl) (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série. Zoologia* 14 (2): 179-200.
- Costa, W.J.E.M. 2002a. Peixes Anuais Brasileiros: Diversidade e Conservação. Curitiba, ed. UFPR. 238 p.
- Costa, W.J.E.M. 2002b. The annual fish genus *Cynopoecilus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae): taxonomic revision, with descriptions of four new species. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*. 13(1):11-24.
- Costa, W.J.E.M. 2003. Family Rivulidae (South American annual fishes). pp. 526–548. *In: Reis, R.E., Kullander S.O. and Ferraris, C.J. Jr. (Eds). Check list of the freshwater fishes of South and Central America, Edipucrs, Porto Alegre. 742 p.*
- Costa, W.J.E.M. 2006. The South American annual killifish genus *Austrolebias* (Teleostei: Cyprinodontiformes: Rivulidae): phylogenetic relationships, descriptive morphology and taxonomic revision. *Zootaxa* 1213: 1–162.
- Costa, W.J.E.M. 2007. Redescription of *Rivulus luelingi* and *R. haraldsiolii* (Teleostei: Cyprinodontiformes: Rivulidae), two valid killifish species from the Atlantic

forest of the coastal plains of southern Brazil. *Ichthyological Explorations Freshwaters* 18 (2): 175 – 182.

Costa, W.J.E.M. 2008. Catalog of aplocheiloid killifishes of the world. Rio de Janeiro, Reptoarte, 120 p.

Costa, W.J.E.M. 2009. Trophic radiation in the South American annual killifish genus *Austrolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Ichthyological Explorations Freshwaters* 20 (2): 179-191.

Costa, W.J.E.M. & Lanés, L.E.K. 2009. *Rivulus riograndensis*, a new aplocheiloid killifish from southern Brazil (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 20 (1): 91-95.

Costa, W.J.E.M., 2010: Historical biogeography of Cynolebiasine annual killifishes inferred from dispersal-vicariance analysis. *Journal of Biogeography* 37 (10): 1995-2004.

Duarte, M.M. & Bencke, G.A (Org.). 2006. Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapeva. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 206 pp.

Dudley, D. W. 2006. *The biology of temporary waters*. Oxford University Press. 348 p.

Dufech, A.P.S. & Fialho, C.B. 2009. Estudo comparado da taxocenose de peixes em dois ambientes aquáticos do Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil. *Iheringia. Série Zoologia* 99 (2), 177-188.

Dugan, P. 1993. *Wetlands in Danger: A World Conservation Atlas*. New York: Oxford University Press.

Errea, A. & Danulat, E. 2001. Growth of the annual fish, *Cynolebias varius* (Cyprinodontiformes), in the natural habitat compared to laboratory conditions. *Environmental Biology of Fishes* 61 (3): 261–268.

Fabiano, G., García, G., González, I., Loureiro, M., Nion, H., Salvia, H., Vidal, N. & Zarucki, M. 2009. Especies de peces prioritarias para la conservación en Uruguay. pp. 41-46. *In: Proyecto Fortalecimiento del Proceso de Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay (SNAP). Serie de Informes n° 16.* 93 pp.

- Ferrer, J., Malabarba, L.R. & Costa, W.J.E.M. 2008. *Austrolebias paucisquama* (Cyprinodontiformes: Rivulidae), a new species of annual killifish from southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 6 (2): 175-208.
- Fontana, C. S.; Bencke, G. A. & Reis, R. E. (eds.). 2003. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Edipucrs,. 632 p.
- Genade, T., Benedetti, M., Terzibasi, E., Roncaglia, P., Valenzano, D. R., Cattaneo, A. & Cellerino, A. 2005. Annual fishes of the genus *Nothobranchius* as a model system for aging research. *Aging Cell* 4: 223–233.
- Gibbs, J.P. 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. *Conservation Biology* (14): 314-317.
- Gomes, A. D. S. & Magalhães Jr, A. M. D. (eds). 2004. Arroz Irrigado no Sul do Brasil (Irrigated Rice in Southern Brazil). Pelotas, RS: Embrapa.
- Gonçalves, C.S; Souza, U. P. & Volcan, M. V. 2011. The opportunistic feeding and reproduction strategies of the annual fish *Cynopoeilus melanotaenia* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) inhabiting ephemeral habitats on southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 9 (1) 191-200.
- Graf, M., Cellerino, A. & Englert, C. 2010. Gender Separation Increases Somatic Growth in Females but Does Not Affect Lifespan in *Nothobranchius furzeri*. *PLoS ONE* 5(8): e11958.
- Herrera, M. & Jagadeeswaran, P. 2004. Annual Fish as a Genetic Model for Aging. *Journal of Gerontology* 59A (2): 101–107.
- Hrbek, T. & Larson, A. 1999. The Evolution of Diapause in the Killifish Family Rivulidae (Atherinomorpha, Cyprinodontiformes): A Molecular Phylogenetic and Biogeographic Perspective. *Evolution* 53 (4): 1200-1216.
- Hsu, C., Chiu, Y., Hsu, W., & Chan, Y. 2008. Age-Related Markers Assayed at Different Developmental Stages of the Annual Fish *Nothobranchius rachovii*. *Journal of Gerontology* 63A (12): 1267–1276.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil. Disponível em www.ibge.gov.br. Download em 22 de dezembro de 2010.

- Koch, W.R., Milani, P.C. & Grosser, K.M. 2000. Guia Ilustrado. Peixes do Parque Delta do Jacuí. Porto Alegre. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 91 p.
- Lanés, L.E.K., Volcan, M.V., Wallwitz, G.M., Corrêa, M.P., Moisés, M.P. & Bager, A. 2005. Ocorrência de duas espécies de peixes anuais (Rivulidae) ameaçadas de extinção na área urbana de Pelotas – RS. III Simpósio de Áreas Protegidas. 535-539.
- Lanés, L.E.K. & Maltchik, L. 2010. Discovery of the annual killifish Critically Endangered, *Austrolebias wolterstorffi* (Ahl, 1924) (Rivulidae: Cyprinodontiformes) in Lagoa do Peixe National Park, Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Journal of Threatened Taxa* 2 (11): 1282-1285.
- Laufer, G., Arim, M., Loureiro, M., Piñero-Guerra, J. M., Clavijo-Baquet, S. & Fagúndez, C. 2009. Diet of four annual killifishes: an intra and interspecific comparison. *Neotropical Ichthyology* 7 (1): 77-86.
- Liu, R.K. & Walford, R.L. 1966. Increased growth and life-span with lowered ambient temperature in the annual fish, *Cynolebias adloffii*. *Nature* 212 (5067): 1277–1278.
- Liu, R.K. & Walford, R.L. 1969. Laboratory studies on life-span, growth, aging, and pathology of the annual fish *Cynolebias bellottii* Steindachner. *Zoologica* 54: 1–16.
- Liu, R. K. & Walford, R.L. 1970. Observations on the lifespans several species of annual fishes and of the world's smallest fishes. *Experimental Gerontology* 5 (3) 41-246.
- López, H. L. 2001. Estudio y Uso Sustentable de la Biota Austral: Ictiofauna Continental Argentina. *Revista cubana de Investigación Pesquera. Suplemento Especial*. 1-39.
- Loureiro, M. & de Sá, R. O. 1996. External Morphology of the Chorion of the Annual Fishes *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Copeia* 4: 1016-1022.
- Loureiro, M. & D'Anatro, A.; Teixeira de Mello, F.; Cardozo, V., 2007. *Austrolebias cinereus*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. Disponível em www.iucnredlist.org. Acessado em Abril de 2010.

- Loureiro, M. & García, G. 2008. *Austrolebias reicherti* Loureiro & García, a valid species of annual fish (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from Uruguay. *Zootaxa* 1940: 1-15.
- Loureiro, M., Duarte, A. & Zarucki, M. 2011. A new species of *Austrolebias* Costa (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from northeastern Uruguay, with comments on distribution patterns. *Neotropical Ichthyology* 9 (2): 335-342.
- Maltchik, L. 2003. Three new wetlands inventories in Brazil. *Interciencia*. 28: 421–423.
- Maltchik, L., Rolon, A.S., Guadagnin, D. & Stenert, C. 2004. Wetlands of the Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on their plant communities. *Acta Limnológica Brasiliense* 16 (2): 137-151.
- Maltchik, L., Lanés, L.E.K., Stenert, C. & Medeiros E.S.F. 2010. Species-area relationship and environmental predictors of fish communities in coastal freshwater wetlands of southern Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 88 (1): 25-35.
- Matias, J.R. & Adrias, A.Q. 2010. The use of annual killifish in the biocontrol of the aquatic stages of mosquitoes in temporary bodies of fresh water; a potential new tool in vector control. *Parasites & Vectors* 3 (46): 1-9.
- Mitsch, W. J. & Gosselink, J. G. 2000. *Wetlands*. New York: John Wiley and Sons.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2002. *Biodiversidade brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 404 p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2007. *Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira – Bioma Pampa*. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 105 p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2011. *Fourth National Report to the Convention on Biological Diversity Brazil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 248 p.

- Murphy, W.J. & Collier, G.E. 1997. A molecular phylogeny for aplocheiloid fishes (Atherinomorpha, Cyprinodontiformes): The role of vicariance and the origins of annualism. *Molecular Biology of Evolution* 14:790-799.
- Naranjo, L.G. 1995. An evaluation of the first inventory of South American wetlands. *Vegetatio* 118: 125-129.
- Neiff, J.J. 2001. Diversity in some tropical wetland systems of South America. pp. 1-32. *In: Gopal, B.; Junk, W.J. & Davis, J.A. (eds.). Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. Backhuys Publishers, Leiden.60 p.*
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the world*. John Wiley and Sons. 601 p.
- Nogueira, C., Buckup, P.A., Menezes, N.A., Oyakawa, O.T., Kasecker T.P., Ramos Neto, M.B. & da Silva J. M. 2010. Restrict-range fishes and the conservation of Brazilian freshwaters. *PLoS ONE* 5 (6): e11390.
- Olden, J. D.; Hogan, Z. S. & Zanden, M. J. V. 2007. Small fish, big fish, red fish, blue fish: size-biased extinction risk of the world's freshwater and marine fishes. *Global Ecology and Biogeography* 16 (6): 694–701.
- Perello, L.F.C., Guadagnin, D.L., Maltchik, L., Menezes, R.B., Stranz, A. & Santos, J.E. 2010. Os desafios para a conservação do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS. pp.135-151. *In: Faces da Posissemia da Paisagem - Ecologia, Planejamento e Percepção. Vol. III. Santos, J.E., E. M. Zanin & L.E. Moschini (Org.). 2010. Rima. São Carlos. 338p.*
- Podrabsky, J.E., Carpenter J.F. & Hand S.C. 2001. Survival of water stress in annual fish embryos: dehydration avoidance and egg envelope amyloid fibers. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 280(1): R123-131.
- Polačik, M. & Reichard, M. 2010. Diet overlap among three sympatric African annual killifish species *Nothobranchius* spp. from Mozambique. *Journal of Fish Biology* 77: 754-768.
- Rambo, B. 2000. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul: Ensaio de Monografia Natural*. São Leopoldo, RS: Unisinos.

- Ramsar Convention on Wetlands, 2010. Disponível em <http://www.ramsar.org>. Acessado em Dezembro de 2010.
- Reichard, M., Polačik, M. & Sedláček, O. 2009. Distribution, colour polymorphism and habitat use of the African killifish, *Nothobranchius furzeri*, the vertebrate with the shortest lifespan. *Journal of Fish Biology*, 74, 198-212.
- Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris, C.J. Jr., 2003a. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edpucrs, Porto Alegre. 742 p.
- Reis, R.E.; Lucena, Z.M.S.; Lucena, C.A.S. & Malabarba, L. R. 2003b. Peixes. pp. 117-145. *In*: Fontana, C. S.; Bencke, G. A. & Reis, R. E. (eds.). Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Edipucrs, p. 632.
- Reis, R. & Lima, F., 2007. *Austrolebias affinis*. *In*: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acessado em Abril de 2010.
- Rosa, R.S. & Lima, F.C.T. 2008. Peixes. pp. 9-285. *In*: Machado, A.B.M.; Drummond G. M. & Paglia, A. P. (ed.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, p. 907.
- Saunders, D.L., Meeuwig, J.J. & Vincent, A.C.J. 2002. Freshwater protected areas: strategies for conservation. *Conservation Biology* 16(1): 30-41.
- Terzibasi, E., Valenzano, D. R., Benedetti, M., Roncaglia, P., Cattaneo, A., Domenici, L. Cellerino, A. 2010. Large Differences in Aging Phenotype between Strains of the Short-Lived Annual Fish *Nothobranchius furzeri*. *PLoS ONE* 3 (12): e3866.
- UICN-GUYRA-PROTEGER. 2009. Uso Sostenible de Peces en la Cuenca del Plata.
- Valdesalici, S. & Cellerino, A. 2003. Extremely short lifespan in the annual fish *Nothobranchius furzeri*. *Proceedings of Biological Sciences* 270 (2), 189-191.
- Vaz-Ferreira, R.; Sierra, B. 1973. Caracteres etológicos genéricos y específicos en los peces del género *Cynolebias* Steindachner 1876. *Bol. Soc. Zool. Uruguay* 2, 22-35.
- Volcan, M. V. 2009. Crescimento e fecundidade do peixe anual *Austrolebias nigrofasciatus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) em condições de laboratório.

- Dissertação de Mestrado. Furg (Fundação Universidade de Rio Grande), Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. 59 p.
- Volcan, M. V.; Lanés L.E.K. & Gonçalves, A. C. 2009. Threatened fishes of the world: *Austrolebias nigrofasciatus* Costa and Cheffe 2001 (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Environmental Biology of Fishes* 86 (3): 319-320.
- Volcan, M. V., Lanés, L. E. K.; Cheffe, M. M. 2010a. Distribuição e Conservação de Peixes Anuais (Cyprinodontiformes, Rivulidae) no município do Chuí, Brasil. *Biotemas (UFSC)* 23 (4): 51-58.
- Volcan, M. V.; Lanés, L.E.K. & Gonçalves, A. C. 2010b. Threatened fishes of the world: *Austrolebias univentripinnis* Costa and Cheffe 2005 (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Environmental Biology of Fishes* 87 (4): 443-444.
- Volcan, M. V., Lanés, L. E. K., Gonçalves, Â. C. & Cheffe, M. M. 2011a. First record of annual killifish *Austrolebias melanoorus* (Amato, 1986) (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from Brazil, with data on habitat and conservation. *Journal of Applied Ichthyology* 27(4): 1120-1122.
- Volcan, M. V., Gonçalves, A. C. & Lanés, L. E. K. 2011b. Distribution, habitat and conservation status of two threatened annual fishes (Rivulidae) from southern Brazil. *Endangered Species Research*. 13 (2): 79-85.
- Willians, M. 1993. *Wetlands: a threatened landscape*. Oxford: Blackwell Publishers. 419 pp.
- Wourms JP. 1972. The developmental biology of annual fishes. III. Pre embryonic and embryonic diapause of variable duration in the eggs of annual fishes. *Journal of Experimental Zoology* 182:389-414.
- Zoneamento Ambiental para Atividade de Silvicultura (ZAS). 2008. Coordenação: FEPAM. Consultoria Técnica: Biolaw Consultoria Ambiental e Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 305pp.

1. Discussão

Nosso estudo demonstrou uma baixa abundância de *A. minuano* ressaltando a importância da conservação dessa espécie, endêmica da Planície Costeira Externa do Rio Grande do Sul (Costa & Cheffe, 2003), considerada rara (Nogueira *et al.*, 2010) e ameaçada de extinção, tanto estadual - categoria “Em Perigo” (Reis *et al.*, 2003), como nacionalmente – categoria “Ameaçada” (Rosa & Lima, 2008). Não existem registros da espécie em outras áreas protegidas. O único registro anterior ao nosso estudo reportava a ocorrência de apenas três exemplares da espécie para o Parque Nacional da Lagoa do Peixe (Correa *et al.*, 2009). Há uma lacuna de estudos específicos que quantifiquem as populações de *A. minuano*, porém, levando em consideração a baixa representatividade em coleções científicas, a espécie apresenta populações pouco abundantes na sua restrita área de ocorrência (Reis *et al.*, 2003). Em trabalho sobre a composição da ictiofauna Quintela *et al.* (2007) capturaram 199 indivíduos da espécie durante seis campanhas de coleta, através de amostragens realizadas com armadilhas tipo covó. Mesmo considerando as diferenças entre as técnicas de amostragens, o número de exemplares encontrados por Quintela *et al.* (2007) é relativamente semelhante aos nossos resultados.

Cynopoecilus fulgens apresentou em todas as áreas úmidas abundâncias maiores que *A. minuano*. A espécie é considerada rara (Nogueira *et al.*, 2010) e endêmica de uma reduzida porção da Planície Costeira Externa do Rio Grande do Sul (Costa, 2002). *Cynopoecilus fulgens* foi recentemente descrito (Costa, 2002), e anteriormente a espécie era referida como *Cynopoecilus melanotaenia*. Atualmente *C. fulgens* não consta em listas de fauna ameaçada (Reis *et al.*, 2003; Rosa & Lima, 2008), mas a julgar pela reduzida área de distribuição e à vulnerabilidade das áreas úmidas da região, a espécie deverá integrar futuras listagens. A ocorrência de *C. fulgens* no Parque Nacional da Lagoa do Peixe é o primeiro registro para unidades de conservação. Não existem estudos publicados sobre a abundância de *C. fulgens*, entretanto trabalhos realizados com outras espécies do gênero, demonstram que costumam ser abundantes em suas reduzidas áreas de ocorrência (Arenzon *et al.*, 1999; Quintela *et al.*, 2007; Lanés *et al.*, 2005). O padrão verificado em nosso estudo de maior abundância de espécies do gênero *Cynopoecilus* em relação às de *Austrolebias* está de acordo com alguns trabalhos

realizados na região sul do Brasil (Lanés *et al.*, 2005; Quintela *et al.*, 2007), entretanto contraria os trabalhos de Volcan *et al.* (2010b), realizado no extremo sul do país (município de Chuí), e o de Laufer *et al.* (2009) desenvolvido no Uruguai.

Tanto *A. minuano* quanto *C. fulgens* foram encontradas em maiores densidades no início de seus ciclos de vida, e suas abundâncias foram diminuindo progressivamente ao longo de cada ano de amostragem. Esse resultado pode ser devido a mecanismos de competição inter e intra específicos, e predação. A co-ocorrência de espécies de peixes não anuais com peixes anuais vem sendo reportada em alguns estudos (Vaz-Ferreira *et al.*, 1966; Errea & Danulat, 2001; Quintela *et al.*, 2007; Maltchik *et al.* 2010; Volcan *et al.*, 2010b, 2011a, 2011b). Estudando poças temporárias do Uruguai, Vaz-Ferreira *et al.* (1966) observaram uma mudança na composição ictiofaunística desses ambientes desde a formação das poças até sua evaporação. No início do ciclo são encontradas abundantes populações das espécies de ciclo de vida anual, e com o passar do tempo, após conexões com massas de água permanentes, a abundância e a riqueza das espécies não-anuais aumenta, enquanto as populações de peixes anuais vão declinando. Volcan *et al.* (2011b) não verificaram efeitos negativos na abundância de duas espécies de peixes anuais do sul do Brasil em função da maior riqueza e abundância das espécies não anuais, mas enfatizaram que esse resultado pode ser devido ao baixo número de amostragens. Além disso, as áreas úmidas estudadas, além de peixes de ciclo de vida não anual, apresentam grande quantidade de espécies de vários grupos potenciais predadores de peixes anuais, como por exemplo, aves e macroinvertebrados.

O tamanho padrão máximo de *A. minuano* verificado em nosso estudo (44,38 mm) supera os valores obtidos em outros trabalhos, excetuando-se o material utilizado na descrição da espécie (46,5 mm) (Costa & Cheffe, 2001). No Parque Nacional da Lagoa do Peixe um estudo anterior verificou um tamanho padrão máximo de 36,16 mm para a espécie. No município de Rio Grande, Porciuncula *et al.* (2006) encontraram tamanho padrão máximo de 35 mm e Quintela *et al.* (2007) encontraram valor máximo de 50 mm, entretanto esse valor corresponde ao tamanho total do corpo (comprimento do corpo medido desde a ponta do focinho à ponta do raio mais longo da nadadeira caudal), e não ao tamanho padrão do corpo (comprimento desde o focinho até a base dos raios da nadadeira caudal) como em nosso estudo. As únicas referências sobre o tamanho padrão de *C. fulgens* são as relativas ao holótipo e aos parátipos, disponibilizadas na descrição da espécie (Costa, 2002). O maior indivíduo analisado por

Costa (2002) apresentava 38,9 mm de comprimento padrão, valor inferior ao obtido em nosso estudo (43,54 mm).

Apesar do aumento do tamanho das duas espécies ao longo do ciclo anual, foram encontrados, em uma das áreas úmidas estudadas, indivíduos adultos de *C. fulgens* no início do ciclo anual. Esse resultado mostra que é provável que mesmo no início do ciclo dos peixes anuais existem indivíduos adultos que sobreviveram do ciclo anterior. Essa sobrevivência está relacionada com o fato de que nem todas as poças secam totalmente no verão conservando água em alguns setores. Dessa forma, em poças maiores e mais profundas os peixes crescem rapidamente, enquanto que nas menores e mais rasas que secaram, os ovos permanecem em processo embrionário normal, sendo possível posteriormente encontrar grandes indivíduos adultos ocorrendo juntamente com os pequenos alevinos, mesmo no início do ciclo anual. Além disso, é possível que algumas poças maiores e mais profundas, acumulem água após as primeiras chuvas do ano nos meses de verão, e no momento da re-inundação essas poças se conectem com poças recém formadas, facilitando a dispersão dos indivíduos, e explicando a ocorrência de adultos com juvenis. Embora na bibliografia tradicional seja reportado que essas espécies apresentam um ciclo anual bem definido (Costa, 2002b, 2006, 2009), variações temporais no padrão de ciclo de vida, semelhantes às verificadas para *C. fulgens* em nosso estudo, foram mencionadas para *Austrolebias nigripinnis* na bacia do rio Paraná (Casciotta *et al.*, 2005; Almirón *et al.*, 2008). Além disso, Arenzon *et al.* (2001) sugere com base na diferença de tamanho encontrada entre indivíduos de *Cynopoecilus multipapillatus* Costa, 2002 que podem existir, inclusive diferentes cortes ao longo do ciclo de inundação das poças temporárias. Entretanto nosso estudo não corroborou esta hipótese, já que foram encontrados em apenas uma das áreas úmidas amostradas dois indivíduos adultos de *C. fulgens* no início do ciclo de inundação, e indivíduos juvenis no final do ciclo não foram encontrados em nenhuma área.

Durante o início de cada ciclo anual de amostragens a temperatura foi mais elevada e as taxas de precipitação atmosférica também foram mais altas. Esse período coincidiu com uma alta densidade de pequenos indivíduos de *A. minuano* e *C. fulgens*. A variação natural de precipitação e temperatura determina o período no qual existem poças temporárias, estabelecendo limites para o tempo de vida dos peixes anuais. Por habitarem exclusivamente áreas úmidas temporárias os peixes anuais durante seu ciclo de vida estão expostos ao estresse hídrico e a condições ambientais extremamente

variáveis em relação, a temperatura, nível de O_2 , e quantidade de recursos alimentares, exigindo por isso múltiplas adaptações para sua sobrevivência (Errea & Danulat, 2001; Arenzon *et al.*, 2002). Errea & Danulat (2001) estudaram o crescimento de *Austrolebias viarius* (Vaz-Ferreira, Sierra & Paulete, 1964) sugerindo que temperaturas mais baixas prolongam a vida e retardam a senescência de peixes anuais rivulídeos. Além disso, esses autores indicam que altas temperaturas aumentam a taxa de mortalidade dessa espécie. O aumento da temperatura, com a chegada do verão (período em que a região de estudo apresenta as maiores médias de temperatura) é considerado um fator decisivo para a mortalidade de indivíduos de peixes anuais (Simpson, 1979).

Durante nosso estudo, as maiores temperaturas foram encontradas no início (período em que as poças se inundam) e final de cada ciclo anual de amostragem (período em que as poças começam a secar). A relação significativa entre as abundâncias das espécies estudadas com a temperatura demonstra que esse fator parece exercer esse efeito somente quando os indivíduos já são adultos, pois períodos de alta densidade de indivíduos juvenis de ambas as espécies coincidiram com as altas temperaturas no início do ciclo das espécies. Nos Esteros do Iberá, localizado na bacia do rio Paraná na Argentina, foram encontrados abundantes exemplares juvenis de *Austrolebias nigripinnis* (Regan, 1912) em temperaturas elevadas (Casciotta *et al.*, 2005). Estudos realizados em laboratório também corroboram nossos resultados e demonstram que durante a fase juvenil os peixes anuais apresentam maiores taxas de crescimento em temperaturas mais elevadas (Walford & Liu, 1965, Liu & Walford 1966, 1969; Volcan, 2009). Além da temperatura, o período de início do desenvolvimento dos peixes anuais corresponde ao período de maior abundância de alimento, menor competição interespecífica e maior duração do dia, fatores que também poderiam explicar as maiores taxas de crescimento.

As duas espécies apresentaram uma relação negativa significativa entre a abundância e o tamanho corporal. Essa relação tamanho-dependente onde as classes de menor tamanho apresentam maior número de indivíduos, e as classes de maior tamanho menor número, é comum em ecossistemas aquáticos (White *et al.*, 2007). Embora o incremento do tamanho do indivíduo permita um maior acesso à variedade de recursos alimentares, devido à maior abertura bucal (Laufer *et al.*, 2009; Arim *et al.*, 2010), a baixa abundância de indivíduos de maior tamanho pode estar relacionada com maiores taxas de mortalidade devido à senescência (considerando o rápido desenvolvimento

dessas espécies), mecanismos de competição inter e intra específicos, e em função da maior vulnerabilidade à predação que os maiores indivíduos ficam expostos. Mesmo que não existam trabalhos analisando a influência da predação de aves em peixes anuais, de acordo com Costa (1998; 2009) grandes exemplares de rivulídeos depositados em coleções científicas apresentam marcas de bicos de aves, sugerindo que entre outras causas, as espécies de rivulídeos de grande porte costumam ser abundantes em classes de tamanho pequenas, mas raras nas classes de tamanho maiores, devido à predação por aves aquáticas. Além disso, a diminuição do volume de água das poças com a chegada dos meses quentes do final da primavera e verão, também aumentaria a vulnerabilidade dos peixes anuais à predação por aves (Casciotta *et al.*, 2005; Almirón *et al.*, 2008).

É provável ainda que a disponibilidade de recursos nas áreas úmidas controle a abundância dessas espécies. Os indivíduos de rivulídeos de maior tamanho apresentam uma demanda energética mais elevada, o que pode explicar sua menor abundância (Arim *et al.*, 2010), principalmente se considerarmos que com o passar do tempo, os recursos disponíveis para os peixes anuais nas poças temporárias vão escasseando (Vaz-Ferreira *et al.*, 1966). Conforme Laufer (2009) à medida que aumenta o tamanho do corpo do predador presas maiores são adicionadas (*e.g.* larvas de insetos) à dieta, e presas menores são eliminadas (*e.g.* zooplâncton).

Com base nos resultados obtidos, surgem novas perspectivas de abordagem ecológica para explicar os padrões observados nesse estudo. Futuros estudos que investiguem a relação da abundância e do tamanho do corpo das espécies de rivulídeos com gradientes de produtividade primária, disponibilidade de recursos, heterogeneidade ambiental, tamanho do sistema de áreas úmidas, e a influência de atividades humanas (fragmentação, poluição) nesses atributos são fundamentais para a conservação dessas espécies e podem contribuir significativamente com o avanço da teoria ecológica, já que as peculiaridades dessas espécies as tornam excelentes modelos ecológicos (Arim *et al.*, 2010).

2. Agradecimentos

Agradecemos à Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) pelo suporte técnico e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor (Edital MCT/CNPq n° 70/2008, processo 132343/2009-6). Finalmente agradecemos a Friedrich Wolfgang Keppeler (bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq) pelo auxílio nas triagens.

3. Referências Bibliográficas

- Abell, R.; Thieme, M. L.; Revenga, C.; Bryer, M.; Kottelat, M.; Bogutskaya, N.; Coad, B.; Mandrak, N.; Balderas, S. C.; Bussing, W.; Stiassny, M. L. J.; Skelton, P.; Allen, G. R.; Unmack, P.; Naseka, A.; Sindorf, N.; Robertson, J.; Armijo E.; Higgins, J. V.; Heibel, T. J.; Wikramanayake, E.; Olson, D.; López H. L.; Reis, R. E.; Lundberg, J. G.; Pérez, M. H. S. & Petry, P. 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience*, 58, 403-414.
- Almirón, A., Casciotta, J., Giorgis, P. & Ciotek, L. 2008. Guía de los peces del Parque Nacional Pre-Delta. Administración de Parques Nacionales. 1ª. Ed. Buenos Aires. 216 pp.
- Arenzon, A., Peret, A. C. & Bohrer, M. B. C. 1999. Reproduction of the annual fish *Cynopoecilus maelanotaenia* (Regan 1912) based on a temporary water body population in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Hydrobiologia*, 411: 65-70.
- Arenzon, A., Peret, A. C. & Bohrer, M. B. C., 2001, Growth of the annual fish *Cynopoecilus maelanotaenia* (Regan 1912) based on a temporary water body population in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 61 (1): 117-123.
- Arenzon, A., Lemos, C.A., & Bohrer M.B.C. 2002. The influence of temperature on the embryonic development of the annual fish *Cynopoecilus melanotaenia* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Brazilian Journal of Biology* 62 (4b):743-747.
- Arezo, M. J., D'Alessandro, S., Papa, N., de Sá, R. & Berois, N. 2007. Sex differentiation pattern in the annual fish *Austrolebias charrua* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Tissue & Cell* 39 (2): 89-98.
- Arezo M. J., Pereiro, L. & Berois, N. 2005. Early development in the annual fish *Cynolebias viarius* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Journal of Fish Biology* 66: 1357-1370.
- Arim, M., Abades, S.B., Laufer, G., Loureiro, M. & Marquet, P. 2010. Food web structure and body size trophic position and resource acquisition. *Oykos* 119 (1): 147-153.

- Belote, D.F. & Costa W.J.E.M. 2004. Reproductive behavior patterns in three species of the South American annual fish genus *Austrolebias* Costa, 1998 (Cyprinodontiformes, Rivulidae). Boletim do Museu Nacional, Nova Serie. Rio de Janeiro 514: 1–7.
- Casciotta, J., Almirón, A. & Bechara, J. 2005. Peces del Iberá: Hábitat y Diversidad. Fundación Ecos, 1ª. Ed. Corrientes, Argentina. 244 pp.
- Correa, F., Garcia, A. M., Loebmann, D., Claudino, M. C., Bastos, R. F. & Vieira, J. P. 2009. Pisces, Cyprinodontiformes, Rivulidae, *Austrolebias minuano* (Costa & Cheffe, 2001): new species record at Lagoa do Peixe National Park, state of Rio Grande do Sul, Brazil. Check List 5 (4): 763–766.
- Costa, W.J.E.M. 1998. Phylogeny and classification of Rivulidae revisited: evolution of annualism and miniaturization in rivulid fishes (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei). Journal of Comparative Biology 3(1): 33-92.
- Costa, W.J.E.M. & Cheffe, M.M. 2001. Three new annual fishes of the genus *Austrolebias* from the Laguna dos Patos System, southern Brazil, and a redescription of *A. adloffii* (Ahl) (Cyprinodontiformes: Rivulidae). Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série. Zoologia 14 (2): 179-200.
- Costa, W.J.E.M. 2002a. Peixes Anuais Brasileiros: Diversidade e Conservação. Curitiba, ed. UFPR. 238 p.
- Costa, W.J.E.M. 2002b. The annual fish genus *Cynopoecilus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae): taxonomic revision, with descriptions of four new species. Ichthyological Explorations of Freshwaters 13(1):11-24.
- Costa, W.J.E.M. 2003. Family Rivulidae (South American annual fishes). In: Reis, R.E., Kullander S.O. and Ferraris, C.J. Jr. (Eds). Check list of the freshwater fishes of South and Central America, Edipucrs, Porto Alegre, pp 526–548.
- Costa, W.J.E.M. 2006. The South American annual killifish genus *Austrolebias* (Teleostei: Cyprinodontiformes: Rivulidae): phylogenetic relationships, descriptive morphology and taxonomic revision. Zootaxa 1213: 1–162.
- Costa, W.J.E.M. 2008. Catalog of aplocheiloid killifishes of the world. Rio de Janeiro, Reproarte, 120 p.

- Costa, W.J.E.M. 2009. Trophic radiation in the South American annual killifish genus *Austrolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Ichthyological Explorations Freshwaters* 20 (2): 179-191.
- Costa, W.J.E.M. & Lanés, L.E.K. 2009. *Rivulus riograndensis*, a new aplocheiloid killifish from southern Brazil (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 20 (1): 91-95.
- Costa, W.J.E.M., 2010: Historical biogeography of Cynolebiasine annual killifishes inferred from dispersal-vicariance analysis. *Journal of Biogeography* 37 (10): 1995-2004.
- Errea, A. & Danulat, E. 2001. Growth of the annual fish, *Cynolebias viarius* (Cyprinodontiformes), in the natural habitat compared to laboratory conditions. *Environmental Biology of Fishes* 61 (3): 261–268.
- Ferrer, J., Malabarba, L.R. & Costa, W.J.E.M. 2008. *Austrolebias paucisquama* (Cyprinodontiformes: Rivulidae), a new species of annual killifish from southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 6 (2): 175-208.
- Fontana, C. S.; Bencke, G. A. & Reis, R. E. (eds.). Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. 632 p.
- García, G. 2006. Multiple simultaneous speciation in killifishes of the *Cynolebias adloffii* species complex (Cyprinodontiformes, Rivulidae) from phylogeography and chromosome data. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 44 (1): 75–87.
- García, D., Loureiro, M. & Tassino, B. 2008. Reproductive behavior in the annual fish *Austrolebias reicherti* Loureiro & García 2004 (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Neotropical Ichthyology* 6 (2): 243-248.
- García, G., Loureiro, M., Nibia, B., Arezo, M. J., Casanova, G, Clivio, G. & Olivera, A. 2009. Pattern of differentiation in the annual killifish genus *Austrolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from a biosphere reserve site in South America: a multidisciplinary approach. *Biological Journal of the Linnean Society*, 98 (3): 620–635.

- Guadagnin, D. L., Peter, A. S., Perello, L. F. C. and Maltchik, L. 2005. Spatial and Temporal Patterns of Waterbird Assemblages in Fragmented Wetlands of Southern Brazil. *Waterbirds* 28 (3): 261-272.
- Herrera, M. & Jagadeeswaran, P. 2004. Annual Fish as a Genetic Model for Aging. *Journal of Gerontology* 59 (2): 101–107.
- Hrbek, T. & Larson, A. 1999. The Evolution of Diapause in the Killifish Family Rivulidae (Atherinomorpha, Cyprinodontiformes): A Molecular Phylogenetic and Biogeographic Perspective. *Evolution* 53 (4): 1200-1216.
- Klein, A. H. F. 1998. Clima regional. In: Seeliger, U., C. Odebrecht, & J. P. Castello (org.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. *Ecoscientia*. Rio Grande. pp: 5-6.
- Lanés, L. E. K. & Maltchik, L. 2010. Discovery of the annual killifish Critically Endangered, *Austrolebias wolterstorffi* (Ahl, 1924) (Rivulidae: Cyprinodontiformes) in Lagoa do Peixe National Park, Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Journal of Threatened Taxa* 2 (11): 1282-1285.
- Laufer, G., Arim, M., Loureiro, M., Piñero-Guerra, J. M., Clavijo-Baquet, S. & Fagúndez, C. 2009. Diet of four annual killifishes: an intra and interspecific comparison. *Neotropical Ichthyology* 7 (1): 77-86.
- Liu, R.K. & Walford, R.L. 1966. Increased growth and life-span with lowered ambient temperature in the annual fish, *Cynolebias adloffii*. *Nature* 212 (5067): 1277–1278.
- Liu, R.K. & Walford, R.L. 1969. Laboratory studies on life-span, growth, aging, and pathology of the annual fish *Cynolebias bellottii* Steindachner. *Zoologica* 54: 1–16.
- Liu, R. K. & Walford, R.L. 1970. Observations on the lifespans several species of annual fishes and of the world's smallest fishes. *Experimental Gerontology*, 5 (3) 241-246.
- Loureiro, M. & de Sá, R. O. 1996. External Morphology of the Chorion of the Annual Fishes *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Copeia*, 4: 1016-1022.

- Loureiro, M. & García, G. 2008. *Austrolebias reicherti* Loureiro & García, a valid species of annual fish (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from Uruguay. *Zootaxa* 1940: 1-15.
- Loureiro, M., Duarte, A. & Zarucki, M. 2011. A new species of *Austrolebias* Costa (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from northeastern Uruguay, with comments on distribution patterns. *Neotropical Ichthyology* 9 (2): 335-342.
- Maltchik, L., Rolon, A.S., Guadagnin, D. & Stenert, C. 2004. Wetlands of the Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on their plant communities. *Acta Limnológica Brasiliensis* 16 (2): 137-151.
- Maltchik, L., Lanés, L.E.K., Stenert, C. & Medeiros E.S.F. 2010. Species-area relationship and environmental predictors of fish communities in coastal freshwater wetlands of southern Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 88 (1): 25-35.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 40p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2002. Biodiversidade brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 404 p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2007. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira – Bioma Pampa. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 105 p.
- Nogueira, C., Backup, P.A., Menezes, N.A., Oyakawa, O.T., Kasecker T.P., Ramos Neto, M.B. & da Silva J. M. 2010. Restrict-range fishes and the conservation of Brazilian freshwaters. *PLoS ONE* 5 (6): e11390.
- Perello, L.F.C., Guadagnin, D.L., Maltchik, L., Menezes, R.B., Stranz, A. & Santos, J.E. 2010. Os desafios para a conservação do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS. pp.135-151. In: *Faces da Posissemia da Paisagem - Ecologia, Planejamento e Percepção*. Vol. III. Santos, J.E., E. M. Zanin & L.E. Moschini (Org.). 2010. Rima. São Carlos. 338p.

- Pillar, V.D. 2000. MULTIV 2.0: Aplicativo para análise multivariada e testes de hipóteses. Departamento de Ecologia: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.
- Pillar, V.D. & L. Orlóci. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7 (4): 585-592.
- Podrabsky, J.E., Carpenter J.F. & Hand S.C. 2001. Survival of water stress in annual fish embryos: dehydration avoidance and egg envelope amyloid fibers. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 280(1): R123-131.
- Rolon, A.S., Lacerda, T., Maltchik, L. & Guadagnin, D.L. 2008. The influence of area, habitat and water chemistry on richness and composition of macrophyte assemblages in southern Brazil wetlands. *Journal of Vegetation Science* 19 (2): 221–228.
- Rosa, R.S. & Lima, F.C.T. 2008. Peixes; p. 8-285. *In*: Machado, A.B.M.; Drummond G. M. & Paglia, A. P. (ed.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Reis, R & Lima, F. 2007. *Austrolebias affinis*. *In*: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2010.1. <www.iucnredlist.org>. Download em 22 de Abril 2010.
- Simpson, B.R.C. 1979. The phenology of annual killifishes. pp. 243–261. *In*: P. J. Miller (ed.) *Fish Phenology: Anabolic Adaptiveness in Teleosts*, Symposium of the Zoological Society of London 44, Academic Press, London.
- Tagliani, P. R. A. 1995. Estratégia de planificação ambiental para o sistema ecológico da Restinga da Lagoa dos Patos-Planície Costeira do Rio Grande do Sul. São Carlos. Universidade de São Carlos. Tese de Doutorado.
- Vaz-Ferreira, R., Sierra de Soriano, B. & Soriano Señorans, J. 1966. Integración de la fauna de vertebrados en algunas masas de agua dulce temporales del Uruguay. *Compendios de Trabajo del Departamento de Zoología Vertebrados de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 25, Universidad de la República, Montevideo. 23 pp.

- Vaz-Ferreira, R.; Sierra, B. 1972. Los géneros de Cyprinodontidae de águas temporales sudamericanas. Bol. Soc. Zool. Uruguay 2, 36–42.
- Vaz-Ferreira, R.; Sierra, B.. 1973. Caracteres etológicos genéricos y específicos en los peces del género *Cynolebias* Steindachner 1876. Bol. Soc. Zool. Uruguay 2, 22–35.
- Volcan, M. V. 2009. Crescimento e fecundidade do peixe anual *Austrolebias nigrofasciatus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) em condições de laboratório. Dissertação de Mestrado. Furg (Fundação Universidade de Rio Grande), Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. 59 p.
- Volcan, M. V.; Lanés L.E.K. & Gonçalves, A. C. 2009. Threatened fishes of the world: *Austrolebias nigrofasciatus* Costa and Cheffe 2001 (Cyprinodontiformes: Rivulidae). Environmental Biology of Fishes 86 (3): 319-320.
- Volcan, M. V.; Lanés, L.E.K. & Gonçalves, A. C. 2010a. Threatened fishes of the world: *Austrolebias univentripinnis* Costa and Cheffe 2005 (Cyprinodontiformes: Rivulidae). Environmental Biology of Fishes 87 (4): 443-444.
- Volcan, M. V., Lanés, L. E. K.; Cheffe, M. M. 2010b. Distribuição e Conservação de Peixes Anuais (Cyprinodontiformes, Rivulidae) no município do Chuí, Brasil. Biotemas (UFSC) 23 (4): 51-58.
- Volcan, M. V., Lanés, L. E. K., Gonçalves, Â. C., Cheffe, M. M. 2011a. First record of annual killifish *Austrolebias melanoorus* (Amato, 1986) (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from Brazil, with data on habitat and conservation. Journal of Applied Ichthyology 27(4): 1120-1122.
- Volcan, M. V., Gonçalves, A. C., Lanés, L. E. K. 2011b. Distribution, habitat and conservation status of two threatened annual fishes (Rivulidae) from southern Brazil. Endangered Species Research 13 (2) 79-85.
- Walford, R.L. & Liu, R.K. 1965. Husbandry, life span and growth rate of the annual fish, *Cynolebias adloffii* Ahl. Experimental Gerontology.1: 161–171.
- White, E. P., Ernest, S.K.M., Kerckhoff, A.J. & Enquist, B.J. 2007. Relationships between body size and abundance in ecology. Trends in Ecology and Evolution 22 (6): 323-330.

Tabela 1. Variação da abundância e tamanho padrão médio (CP) de *Austrolebias minuano* e *Cynopocilus fulgens* no Parque Nacional da Lagoa do Peixe. Fator Ambiente: Variação entre as áreas úmidas; Fator Meses: Variação entre as datas de amostragem; Fator Ambiente x Meses: Interação entre os dois fatores.

Fonte de Variação	<i>Austrolebias minuano</i>				<i>Cynopocilus fulgens</i>			
	Abundância		CP (mm)		Abundância		CP (mm)	
	Qb	valor-p	Qb	valor-p	Qb	valor-p	Qb	valor-p
Fator Ambiente	94.095	0.463	120.38	0.685	10133	0.01*	2315.8	0.359
Fator Meses	395.81	0,368	6601.6	0.2	17439	0.042*	2382.3	0.887
Ambiente x Meses	697.9	0.001**	7481	0.001**	13065	0.001**	12937	0.001**

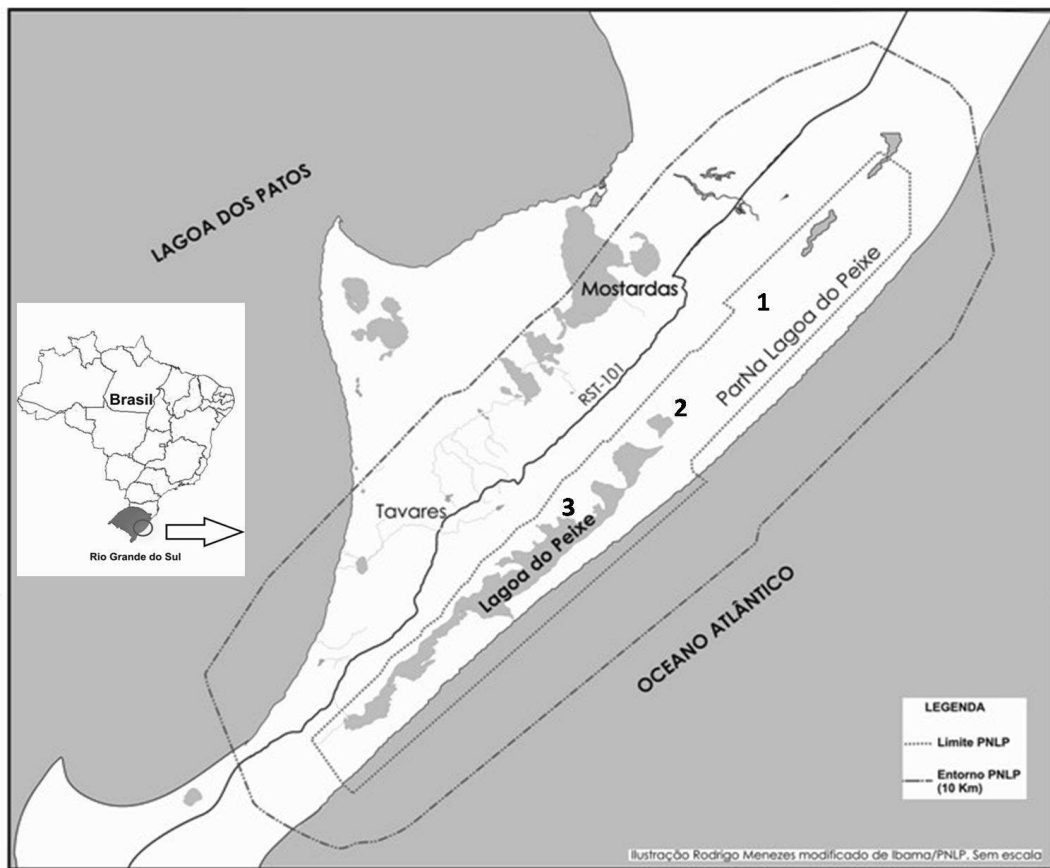


Figura 1. Área de estudo no sul do Brasil e áreas úmidas amostradas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PNLP). 1: Banhadão; 2: Figueira; 3: Talhamar. Ilustração cedida por Rodrigo Menezes. Fonte: Modificado de Perello *et al.* (2010).

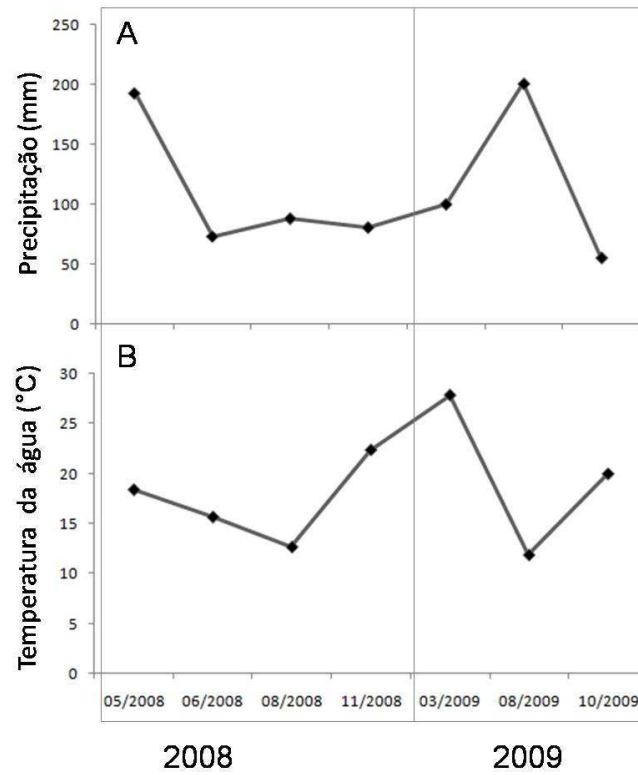


Figura 2. Variação da precipitação atmosférica e temperatura da água ao longo do período de estudo no Parque Nacional da Lagoa do Peixe.

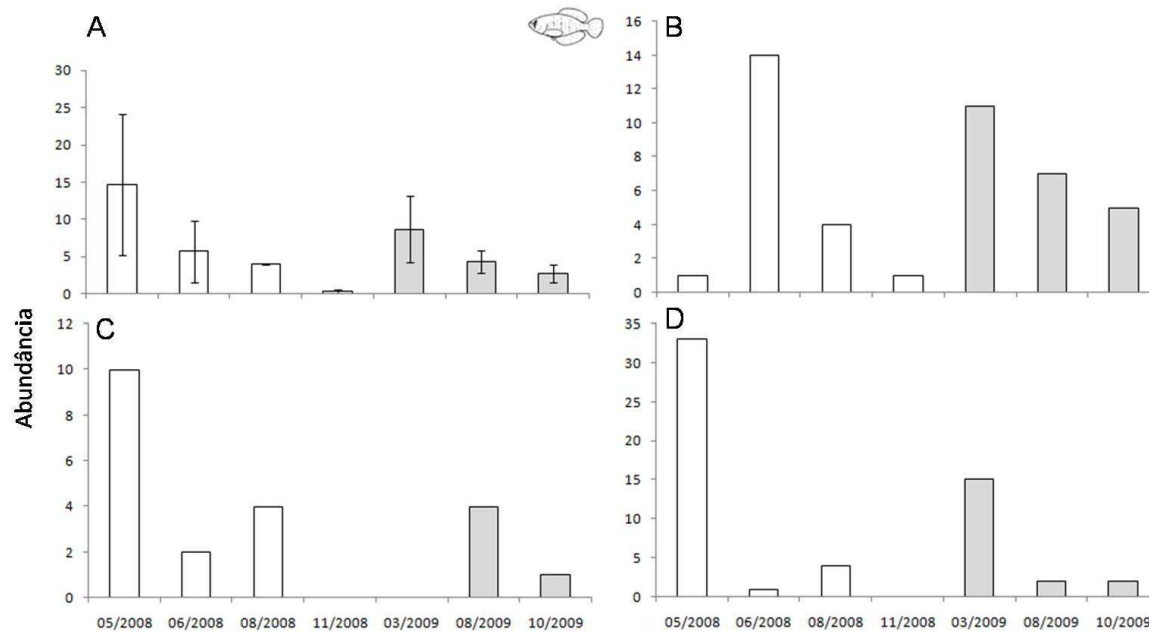


Figura 3. Variação temporal da abundância de *Austrolebias minuano* em áreas úmidas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. (A) Variação geral da abundância (média \pm erro padrão). (B) Variação no ponto 1 (Banhadão). (B) Variação no ponto 2 (Figueira). (C) Variação no ponto 3 (Talhamar).

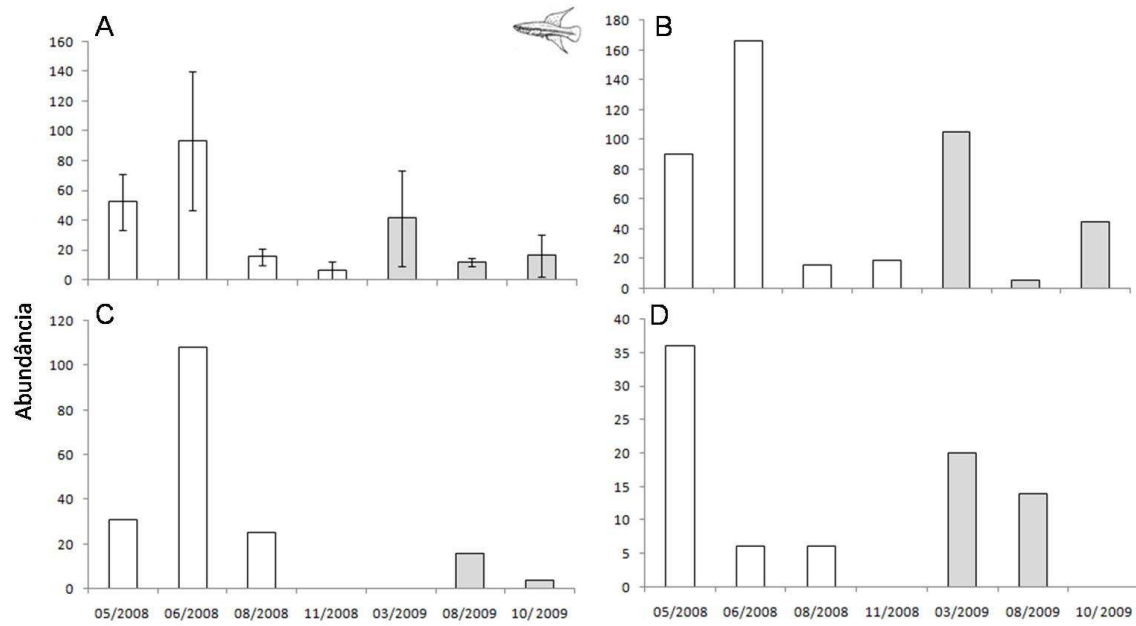


Figura 4. Variação temporal da abundância de *Cynopooecilus fulgens* em áreas úmidas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. (A) Variação geral da abundância (média \pm erro padrão). (B) Variação no ponto 1 (Banhadão). (B) Variação no ponto 2 (Figueira). (C) Variação no ponto 3 (Talhamar).

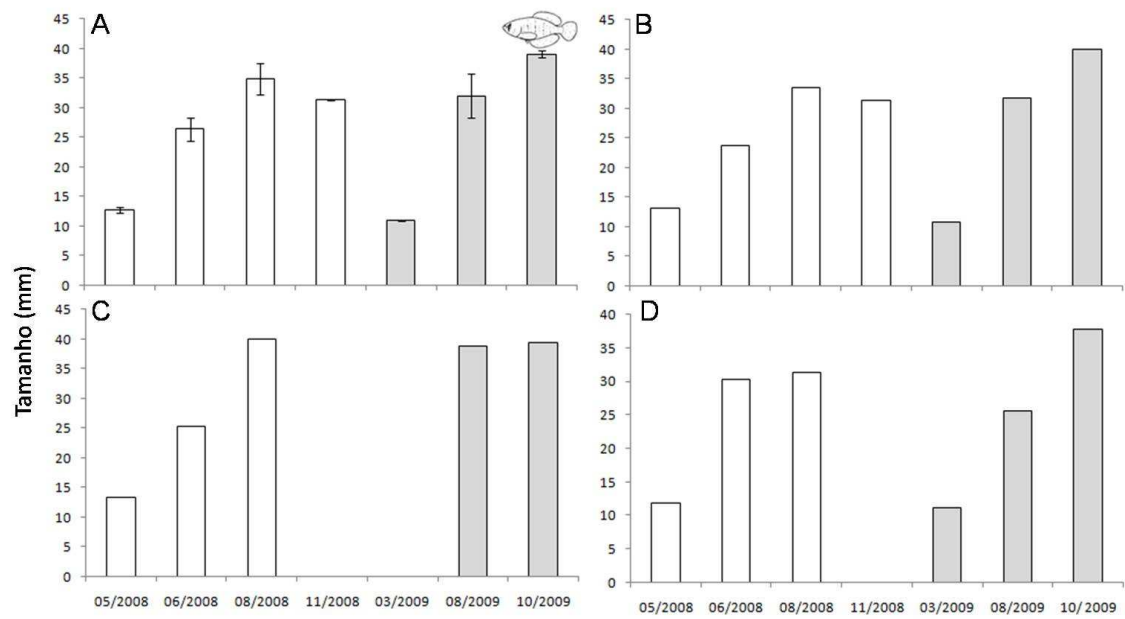


Figura 5. Variação temporal do tamanho corporal de *Austrolebias minuano* em áreas úmidas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. (A) Variação geral do tamanho (média \pm erro padrão). (B) Variação no ponto 1 (Banhadão). (B) Variação no ponto 2 (Figueira). (C) Variação no ponto 3 (Talhamar).

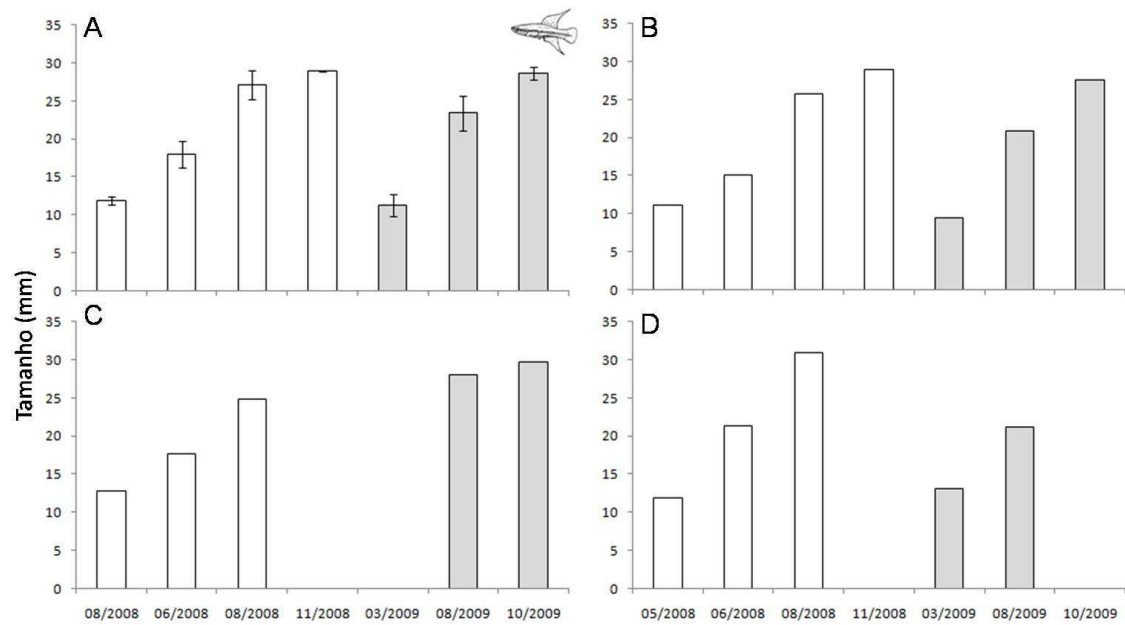


Figura 6. Variação temporal do tamanho corporal de *Cynopoecilus fulgens* em áreas úmidas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. (A) Variação geral do tamanho (média \pm erro padrão). (B) Variação no ponto 1 (Banhadão). (B) Variação no ponto 2 (Figueira). (C) Variação no ponto 3 (Talhamar).