

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

**PREDAÇÃO DE ANUROS NATIVOS PELA RÃ-TOURO
(*Rana catesbeiana*: Ranidae) NO SUL DO BRASIL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ruben Alexandre Boelter

**Santa Maria, RS, Brasil
2004**

PREDAÇÃO DE ANUROS NATIVOS PELA RÃ-TOURO
(*Rana catesbeiana*: Ranidae) NO SUL DO BRASIL

por

Ruben Alexandre Boelter

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Biodiversidade Animal, Área de Concentração em Bioecologia de Anfíbios, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Biodiversidade Animal**

Orientadora: Sonia Zanini Cechin

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**PREDAÇÃO DE ANUROS NATIVOS PELA RÃ-TOURO (*Rana
catesbeiana*: Ranidae) NO SUL DO BRASIL**

elaborada por
Ruben Alexandre Boelter

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Biodiversidade Animal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Sonia Zanini Cechin, Dr^a
(Presidente/Orientador)

Marcio Borges Martins, Dr. (FZB)

Marcos Di-Bernardo , Dr. (PUCRS)

Santa Maria, 11 de março de 2005

À minha esposa Luciane Carvalho Oleques e minha
filha Marina Oleques Boelter por estarem ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas contribuíram para realização deste estudo e o meu aprimoramento intelectual e científico:

a Prof. Dr^a Sonia Z. Cechin, por me orientar não apenas na execução desta dissertação mas em todas as fases do mestrado, antes mesmo de meu ingresso no curso. E pela ótima convivência durante estes dois anos.

aos Professores Dr. José P. Pombal Jr e Dr. Célio Haddad, pelo incentivo e auxílio na elaboração do projeto de mestrado e por terem me iniciado na herpetologia.

às comunidades do entorno da área de estudo (Usina Hidrelétrica de Dona Francisca) pelo apoio e compreensão na realização dos trabalhos de campo.

ao incansável amigo, Biólogo Alberto Senra Gonçalves, o “Beto”, pelo auxílio nas saídas de campo e por ter me ensinado a pilotar barco.

a Prof. Msc. Leocádia Indruziack pela amizade e ajuda na identificação das aranhas, pelo cafezinho e os bons bate-papos.

à Bióloga, Janaíne Melchior, pela ajuda na fase de laboratório.

aos colegas de mestrado: Érika, Alcemar, Carlos, Juliana, Fábio, Simone e Luis, pela ótima convivência durante o mestrado.

aos colegas da herpeto: Camila, Franciele, Fabiano, Daniel, Gisele, Pedro, Igor e Jéferson, pela ajuda nas coletas e trabalhos de laboratório.

aos amigos Marcelinho, Dani e Dai pela ajuda nos trabalhos de laboratório, principalmente na identificação dos invertebrados.

aos amigos Luciano Artemio Leal e Átila A. Stoch da Rosa pelo incentivo, mesmo eu tendo “abandonado” a paleontologia.

a meus pais Vanda e Ruben por terem me apoiado desde o início, sempre me incentivando a estudar.

a CAPES pela bolsa fornecida durante a dissertação.

a TNC (*The Nature Conservancy*) pelo auxílio financeiro para a execução deste trabalho.

a CEEE e DEFSA pelo apoio logístico durante as atividades de campo.

a UFSM e ao Curso de Mestrado de Biodiversidade Animal.

ao IBAMA pela licença de captura concedida.

Agradeço ainda a todos aqueles que de uma forma ou outra foram importantes na elaboração dessa dissertação.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

PREDAÇÃO DE ANUROS NATIVOS PELA RÃ-TOURO (*Rana catesbeiana*: Ranidae) NO SUL DO BRASIL

AUTOR: RUBEN ALEXANDRE BOELTER

ORIENTADOR: SONIA T ZANINI CECHIN

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 11 de março de 2005.

A rã-touro (*Rana catesbeiana*) vem sendo introduzida em vários continentes causando impactos nas espécies nativas. Em uma área no sul do Brasil, com altas densidades de rã-touro, estudamos a predação desta espécie sobre a anurofauna nativa através da análise da dieta alimentar de 291 espécimes, coletados entre maio de 2002 e junho de 2003. Para verificar a importância alimentar dos itens encontrados utilizou-se o índice de Pinkas, classificando os itens através da sua importância relativa (IIR). Para avaliar a mudança ontogenética na dieta, comparamos a variação entre classes de pesos. O item mais importante encontrado na dieta da rã-touro foi Anura (IIR=2157.71), das famílias Leptodactylidae, Hylidae, Microhylidae e Ranidae, totalizando nove espécies predadas. O item Anura foi encontrado em todas as classes de peso. Estes resultados demonstram uma forte pressão de predação sobre a anurofauna nativa. Um programa de controle desta espécie, em ambientes naturais no sul do Brasil demanda urgência.

Palavras Chaves : Rã-touro, Predação, Anuros nativos, Espécie exótica, Declínio.

ABSTRACT

Bullfrogs (*Rana catesbeiana*) have been introduced in many continents causing impact on native species. We have studied the influence of bullfrogs on the native anuran fauna through the diet analysis of 291 specimens, collected between May 2002 and June 2003, in an area in the South of Brazil. In order to check the feeding importance of the food items, the Pinkas index was used, classifying them by their relative importance (IRI). To analyze ontogenetic changes in the diet, we compared the variation among weigh classes. The most important item found in the bullfrog diet was the anuran (IRI=2157.71) from the Leptodactylidae, Hylidae, Microhylidae and Ranidae families, totalizing nine preyed species. Anurans were found in all weight classes. These results show a potentially strong predation pressure on the native anuran fauna. A control program for this invasive species in natural environments in the South of Brazil is suggested to be undertaken urgently.

Key-words: Bullfrog, Diet, Predation, Native anurans, Exotic species.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
ARTIGO.....	14
CONCLUSÃO.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	32

INTRODUÇÃO

Durante os últimos vinte anos, populações de anfíbios têm diminuído repentinamente e/ou têm sofrido sérias reduções de hábitat (Lips *et al.*, 2001). Para estes autores, esta redução pode estar associada a fatores antrópicos, operando através de escalas múltiplas, freqüentemente com relações sinérgicas podendo desencadear uma cascata de impactos nas comunidades biológicas.

Fatores globais e locais, muitas vezes, interagem afetando as densidades das populações destes animais (Blaustein & Wake, 1999). Flutuações naturais podem explicar alguns desses aparentes declínios (Pechmann *et al.*, 1991), mas não explicam o sincronismo mundial dos mesmos (Pough *et al.*, 1998).

A introdução de espécies exóticas, a aplicação de pesticidas, a disseminação de doenças, a destruição de hábitat e explosão demográfica, podem ser responsáveis por declínios nas populações de anfíbios (Pough *et al.*, 1998).

As invasões biológicas de espécies não autóctones constituem uma das ameaças mais sérias para os ecossistemas naturais e para a sua biodiversidade. Estas espécies não autóctones além de se alimentarem de espécies nativas se multiplicarão mais rapidamente, e ainda poderão infectá-las ou convertê-las em portadoras de doenças, competindo com estas através de predação e/ou hibridização (Wittenberg & Cock, 2001).

A rã-touro tem sido acidentalmente introduzida em todo o mundo, seu grande tamanho, a alta mobilidade, o hábito alimentar generalista e sua enorme capacidade reprodutiva, a tornaram uma invasora bem sucedida e uma ameaça à biodiversidade (Hecnar & M'Closkey, 1997). Populações de *R. catesbeiana* podem ser encontradas na Colúmbia Britânica (Canadá), México, Ilhas Caribenhas, Brasil, Havaí, Extremo Oriente e Europa (Bury & Whelan, 1984).

Rana catesbeiana é um anfíbio da Ordem Anura, Família Ranidae, cuja distribuição original é restrita ao sul de Quebec (Canadá) e Ontário até o Golfo do México (EUA). Apresentam coloração bastante variável, do verde claro ao verde escuro no dorso, branco com nuances acinzentado no ventre, podendo os indivíduos mudar de cor dependendo do ambiente (Bury & Whelan, 1984). Possuem marcado dimorfismo sexual, os machos apresentando tímpanos muito maiores do que os das fêmeas (Frishkopf *et al.* 1968). A vocalização típica lembra o mugido de um touro (Bury & Whelan, 1984). Os machos estabelecem territórios nas margens dos corpos d'água e

permanecem nestes locais por cerca de três semanas (Emlen, 1968). São agressivos, chegando a se engajar em disputas corporais com conspecíficos (Wiewandt, 1969). As fêmeas são atraídas para estes locais pelo canto emitido pelos machos, e após selecionar um dos machos, a cópula ocorre e os ovos são depositados em águas rasas, na vegetação aquática, no território do macho selecionado (Wright & Wright, 1949). McAuliffe (1978), em registro de campo, observou que uma fêmea que apresentava o comprimento de 17,9 cm, do focinho à cloaca, depositou cerca de 47.840 ovos.

A rã-touro pode ser encontrada em uma ampla variedade de habitats, mas preferencialmente ocupam corpos d'água permanentes (Klemens, 1993). Podem migrar por distâncias consideráveis, durante a migração utilizam-se de sinais celestiais (estrelas, lua, sol) para se orientarem (Duellman & Trueb, 1994). Seus juvenis se deslocam mais do que os adultos (Klemens, 1993).

Desde 1915 os Estados Unidos já preconizavam o uso da rã-touro para a cultura artificial e mesmo antes de o Brasil se interessar por essa atividade, países como Canadá, México, Alemanha, Itália, Japão e Havaí já possuíam alguns conhecimentos relacionados com este tipo de cultura (Vizotto, 1984). Segundo este autor, muitos desses países partiram para a criação extensiva, principalmente o Japão que, em 1928, ao receber o primeiro lote de rã-touro, distribuiu-as amplamente aos orizicultores a fim de que ampliassem suas atividades.

A rã-touro foi introduzida no Brasil na década de 30, quando foram trazidos cerca de 300 casais de rã-touro pelo técnico canadense Tom Cyrill Harisson, para instalação do primeiro ranário brasileiro, na Baixada Fluminense, no Rio de Janeiro, e a partir deste, outros ranários foram criados (Vizotto, 1984).

Os criadores escolheram a rã-touro devido às suas características zootécnicas, tais como: a precocidade (crescimento rápido), a prolificidade (alto número de ovos por desova) e a rusticidade (facilidade de manejo) (Vizotto, 1984; Lobo, 1997). Outras espécies de rãs nativas do Brasil como a rã-pimenta, rã-manteiga ou paulistinha, também podem ser criadas em cativeiro, mas comparado com a rã-touro, apresentam um menor desempenho produtivo e maiores dificuldades técnicas e burocráticas (Lobo, 1987).

Na América do Norte, esta espécie tem somente um período reprodutivo por ano (verão) (Bury & Whelan, 1984). Segundo (Vizotto, 1984), no Brasil, a rã-touro atinge maturidade sexual com cerca de um ano de idade, apresentando dois períodos reprodutivos (setembro e fevereiro a meados de abril).

Algumas dificuldades enfrentadas por ranicultores brasileiros como doenças, predação e baixo preço, levaram muitos a abandonar a ranicultura, e este abandono se traduzia em liberar os exemplares de rã-touro na natureza (açudes, rios, córregos) (Vizotto, 1984). Segundo este autor, havia uma idéia antiga, mais ou menos generalizada, de que para se instalar um criadouro de rãs era necessário apenas dispor de alguns casais e alguns milhares de girinos e colocá-los em brejos ou pequenas coleções de água, introduzindo centenas de rãs-touro para os corpos d'água naturais.

No seu ambiente natural, por possuir grande porte e comportamento voraz, a *R. catesbeiana* é um importante competidor e predador, e influencia na presença e abundância de outras espécies de anuros (Hecnar & M'Closkey, 1997). Quando soltas em ambientes naturais podem ser uma ameaça a fauna nativa, como relatam Kats & Ferrer, (2003) em estudo de revisão sobre predadores exóticos e declínio de anfíbios. Estes autores verificaram em estudos experimentais e de campo, que a rã-touro, entre outros, é um dos principais agentes causadores do declínio de anfíbios, e em alguns casos extinção local.

Uma das formas de avaliar o impacto da rã-touro sobre espécies nativas é o estudo do seu hábito alimentar. A dieta da rã-touro tem sido estudada por vários autores, Heller (1927) analisando a dieta desta espécie encontrou um exemplar adulto de toupeira (*Parascalops breweri*) no estômago de uma rã; Frost (1935) observou que uma rã-touro de 200 gramas, em cativeiro, aceitou uma grande variedade de itens alimentares, entre eles: anfíbios, insetos, lesmas e aves; Howard (1950), registrou uma rã-touro predando uma pequena ave (*Papilo fuscus carolae*) na Califórnia-EUA; Hewitt (1950) relatou ter encontrado no estômago de uma rã um rato-do-campo adulto e dois patos jovens; Lee (1969), encontrou rãs-touro no interior de cavernas predando morcegos; Korschgen & Baskett (1963) ao avaliarem a dieta de *R. catesbeiana* em dois diferentes ambientes, barragem e rio, em Missouri (EUA), encontraram uma grande variedade de itens alimentares: morcegos, tartarugas, ratos e lagostins; Cross & Gerstenberg (2002) encontraram aranhas, coleópteros, crustáceos, diplópodes e peixes nos estômagos de rãs-touro; Carpenter *et al.* (2002) relataram o encontro de três filhotes de cobras d'águas (*Thamnophis gigas*) no conteúdo estomacal de duas rãs-touro.

Em seus locais de introdução, as rãs-touro representam uma ameaça para muitas espécies aquáticas sensíveis (Rosen & Schwalber, 1995) com potencial de impactar uma variedade de espécies nativas através de predação e competição (Pearl *et al.*, 2004), inclusive espécies de anuros (Kupferberg, 1997; Kiesecker & Blaustein, 1998). O

desaparecimento de anuros nativos no noroeste dos Estados Unidos tem coincidido com a introdução e subsequente expansão da rã-touro (Kupferberg, 1997). O declínio de anuros da família Ranidae no oeste da América do Norte é atribuído a quatro grandes hipóteses: 1) introdução de rã-touro; 2) alteração de hábitat; 3) introdução de peixes e 4) exploração comercial (Hayes, 1986). Estudos realizados na Califórnia relatam suspeitas de *R. catesbeiana* ter causado o declínio de *R. aurora* (Lawer *et al.*, 1999). Werner *et al.* (1995) em estudo sobre a composição da dieta das espécies simpátricas de *R. catesbeiana* e *R. clamitans* observaram que adultos de rã-touro predam jovens da espécie nativa (*R. clamitans*). No Valle Del Cauca – Colômbia, há registro de predação do sapo comum (*Bufo marinus*) pela rã-touro, um único exemplar continha no estômago, onze jovens de *Bufo marinus* (Daza & Castro, 1999).

No Brasil, a introdução de rã-touro em uma fazenda no centro-oeste (Alexânia – Goiás) provocou o aparente desaparecimento dos anuros nativos *Leptodactylus ocellatus* e *L. labyrinthicus*, espécies estas consideradas abundantes anteriormente (Batista, 2002).

Embora existam em outros países vários estudos de longa data com *R. catesbeiana* objetivando a análise de sua dieta e o possível impacto causado na fauna nativa, no Brasil ainda não há tais investigações. Este fato é preocupante, visto que esta espécie atualmente se distribui por vários estados brasileiros. Na região sul, por exemplo, há registros da sua ocorrência nos três estados, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (Martins *et al.*, 2002).

Em uma área do sul do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul, na região de abrangência da Usina hidrelétrica de Dona Francisca (municípios de Agudo, Nova Palma, Pinhal Grande, Ibarama, Arroio do Tigre) com altas densidades de *R. catesbeiana* investigamos a dieta desta espécie exótica e o possível impacto sobre a anurofauna nativa.

Predation of native anurans by bullfrogs (*Rana catesbeiana*: Ranidae) in the South of Brazil

Ruben Alexandre Boelter*, Sonia Zanini Cechin*

*Curso de Mestrado em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria, Faixa de Camobi,
Km 9, Bairro Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul Brasil, Cep.: 97105-900*

Abstract

Bullfrogs (*Rana catesbeiana*) have been introduced in many continents causing impact on native species. We have studied the influence of bullfrogs on the native anuran fauna through the diet analysis of 291 specimens, collected between May 2002 and June 2003, in an area in the South of Brazil. In order to check the feeding importance of the food items, the Pinkas index was used, classifying them by their relative importance (IRI). To analyze ontogenetic changes in the diet, we compared the variation among weight classes. The most important item found in the bullfrog diet was the anuran (IRI=2157.71) from the Leptodactylidae, Hylidae, Microhylidae and Ranidae families, totalizing nine preyed species. Anurans were found in all weight classes. These results show a potentially strong predation pressure on the native anuran fauna. A control program for this invasive species in natural environments in the South of Brazil is suggested to be undertaken urgently.

Key-words: Bullfrog, Diet, Predation, Native anurans, Exotic species.

* Corresponding authors.

E-mail addresses: rubinhoboelter@brturbo.com.br (R. A. Boelter), cechinsz@ccne.ufsm.br (S. Z. Cechin)

1. Introduction

Over the last twenty years, amphibian populations have not only suddenly lowered but have also suffered habitat reductions. Numerous anthropogenic factors may be the cause of the diminution of these populations. These factors operate over multiple scales, frequently have synergic relations, and may trigger a cascade of impacts in biological communities (Lips *et al.*, 2001). Global and local factors, many times, interact affecting population densities of these animals (Blaustein and Wake, 1999), but do not explain their world synchronism. The introduction of exotic species, pesticides, disease, habitat destruction and the demographic explosion may all be responsible for lowering amphibian populations (Pough *et al.*, 1998).

Biological invasions of non-autochthonous species constitute the most serious threat to natural ecosystems and biodiversity. Invasive exotic species frequently feed on native species, procreate faster, infect or make them disease carriers and compete with them through predation and hybridization (Wittenberg and Cock, 2001).

Experimental and field studies indicate fish, bullfrogs (*Rana catesbeiana*) and crayfish as the main agents causing the decline of amphibians, and in some cases local extinction (Kats and Ferrer, 2003).

Native from North America, the *R. catesbeiana* inhabits from southern Quebec and Ontario (Canada) to the Gulf of Mexico, and was introduced in the West, from California to southern British Columbia (Bury and Whelan, 1984). This species has been presenting a rise in its geographic distribution, being introduced in several countries for market sales (Daza and Castro, 1999).

The introduction of bullfrogs in Brazil, started in 1935, with the importation of bullfrogs (*R. catesbeiana*) for commercial exploitation, where they easily adapted to the climatic conditions, reproducing quickly and showing a weight gain superior to that of

native species (Lobo, 1987, Vizotto, 1984). Guix (1990) made the first register of presence of *R. catesbeiana* in natural environment in São Paulo State.

Due to its large size, generalist diet and high population density, *R. catesbeiana* has the power to impact a variety of native species through predation, competition (Pearl *et al.*, 2004) and the transmission of pathogens (Hanselmann, 2004).

Under natural conditions, bullfrogs show diurnal and nocturnal activities, (Bury and Whelan, 1984). While young specimens eat mainly insects, (Frost, 1935; Minton, 1949; Perez, 1951; Hirai, 2004), an adult bullfrog can prey crayfishes, snakes, amphibians, small turtles, nestling birds, mice, bats, moles, and fish (Heller, 1927; Frost, 1935; Howard, 1950; Hewitt, 1950; Korschgen and Baskett, 1963; Lee, 1969; Corn and Hendricks, 1998; Cross and Gerstenberg, 2002; Carpenter *et al.*, 2002; King, *et al.*, 2002; Flores *et al.*, 2003; Wylie *et al.*, 2003).

Several studies have reported bullfrog predation on native anurans, including cannibalism (Bury and Whelan, 1984). For example, Kupferberg (1997) observed that the disappearance of native anurans in the Northwestern United States has coincided with the introduction and subsequent expansion of bullfrogs. Hayes and Jennings (1986) observed that the decline of ranid anurans, in Western North America, may be attributed to four major hypotheses: 1) the introduction of the bullfrog; 2) habitat alteration; 3) fish introduction and 4) commercial exploitation. Lawer *et al.* (1999) suspected that the *R. catesbeiana* might be causing the decline of the native *Rana aurora*, in California State, USA.

Werner *et al.* (1995) in a study about the composition of the diets of the sympatric *R. catesbeiana* and *R. clamitans* observed that adult bullfrogs preyed young individuals of the native species (*R. clamitans*). In Valle Del Cauca – Colombia, Daza and Castro (1999) registered the predation of the common frog (*Bufo marinus*) by the

bullfrog. A frog captured in San Isidro had consumed eleven *Bufo marinus*. On a farm, in the middle-west region (Alexânia city – Goiás State) of Brazil, the disappearance of native abundant anurans *Leptodactylus ocellatus* and *L. labyrinthicus* was occasioned by the introduction of bullfrogs (Batista, 2002).

Although there are earlier studies with *R. catesbeiana* in other countries aiming to analyze its diet and the possible impact on the native anuran fauna, in Brazil there has not been any such investigation yet. This fact is alarming because this species is distributed nowadays throughout many Brazilian states. In the South, for instance, there are registers of its occurrence in the states of Rio Grande do Sul, Santa Catarina, and Paraná (Martins *et al*, 2002).

We have investigated the diet of *R. catesbeiana* and the possible impact on the native anuran fauna, in an area in Southern Brazil, in Rio Grande do Sul State with a high density of *R. catesbeiana*.

2. Materials and Methods

The field activities were performed at several lentic water bodies ($n=23$) at the dam area in Dona Francisca (UHEDF), located at the end of the middle course of the Jacuí river, between the municipalities of Agudo and Nova Palma, Rio Grande do Sul – Brazil. (UTM coordinates: 22J 0278497m^E/ 6738376m^N) (Fig. 1).

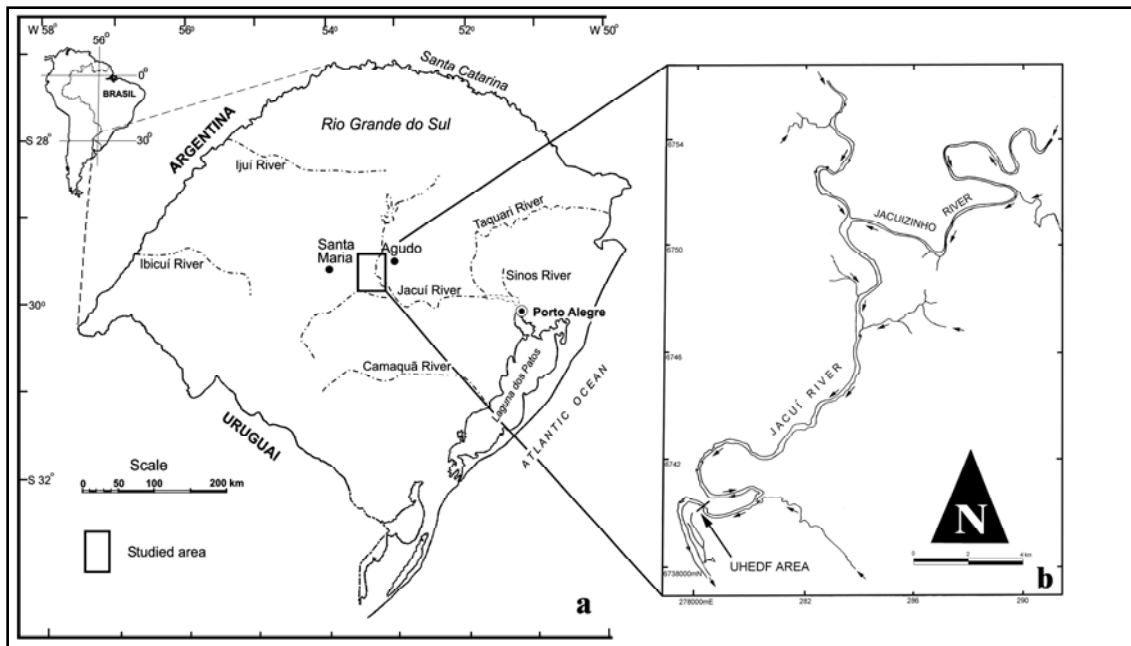


Fig. 1 (a) Location of the study area in South America, in Rio Grande do Sul state, its mains rivers; and (b) a detailed view of the area studied.

The average annual temperature of this region is around 18°C and the average rain fall is 2,000 mm. The average annual humidity is around 87%, being higher during the winter months (around 90%) (CEEE, 1992).

The frogs were captured manually with the help of head flashlights, nets and pressure rifles, from May/2002 to June/2003 (collect license 023/03 – RAN/IBAMA; protocol IBAMA 02023.001087/03-61). The captures were made during the night (08:00 p.m. – 12:00 p.m.) and in the morning (06:00 a.m. – 12:00 a.m.). After the collection, the individuals were sacrificed *in situ* and put on ice to retard digestion. All specimens were deposited in the scientific collection of the Department of Biology, Zoology Sector of the Universidade Federal de Santa Maria (ZUFMS), Rio Grande do Sul, Brazil. In the laboratory, the specimens were weighed (g) and sexed (by gonad analysis), and the snout-vent length (SLV) was measured with a caliper with 0.1 mm precision. The frogs were dissected, the stomachs were taken out and placed in bottles with alcohol 70%. Afterwards, they were deposited in the attached collection of amphibians (CAA) of the university.

The stomach content was analyzed with the help of a stereomicroscope and the food items determined down to the lowest possible taxon. The items were weighed with a weighing-machine with 0.001g precision. The volumes (in cm³) were calculated by the parallelepiped formula ($v=c \times l \times h$) (invertebrates) and by the movement of the water column (vertebrate) (Magnusson *et al.*, 2003).

To evaluate the importance of each item consumed, the index of relative importance was used (Pinkas *et al.*, 1971 in Maneyro *et al.*, 2004), and was calculated as: $IRI_t = (PO_t) \times (PI_t + PV_t)$, where PO_t is the percentage of occurrence (100x number of stomachs containing t item/total number of stomachs), PI_t is the percentage of individuals (100x total number of individuals of t in all stomachs/total number of all individuals in all stomachs), and PV_t is the percentage of volume (100x total volume of individuals of t in all stomachs/total volume in all stomachs).

The frogs were grouped in two size classes based on the CRC: adult (>90mm) and young (<90mm) (Werner *et al.* 1995), and separated by sex.

3. Results

During this study, 291 bullfrogs were collected, of which n=239 (82,13%) presented stomach content. The diet included 1,116 preys divided in 20 items (Tab. 1).

The index of relative importance (IRI) showed that the bullfrog diet is predominantly composed of postmetamorphic Anura (IRI=2157.71), Araneae (IRI=756.21), Coleoptera (IRI=594.82) (Tab. 1).

Table 1. Prey types on the diet of *Rana catesbeiana* (n=239) from the dam area in Dona Francisca (Agudo – Rio Grande do Sul – Brazil): N, number of individuals; % N, percentage of number of individuals; IRI, index of relative importance; % IRI, percentage of index of relative importance.

Prey	N	% n	IRI	%IRI
Anura (postmetamorphic)	122	10.93	2157.71	40.197
Araneae	197	17.65	756.21	14.088
Coleoptera	119	10.66	594.82	11.081
Hemiptera	108	9.68	504.62	9.401
Odonata	114	10.22	387.41	7.217
Hymenoptera	132	11.83	375.71	6.999
Orthoptera	73	6.54	164.10	3.057
Larviforme	67	6.00	137.32	2.558
Tadpole	26	2.33	98.86	1.842
Lepidoptera	42	3.76	68.09	1.269
Diptera	49	4.39	65.50	1.220
Mollusca	28	2.51	34.10	0.635
Homoptera	19	1.70	12.56	0.234
Diplopoda	10	0.90	4.41	0.082
Osteichthyes	2	0.18	4.16	0.077
Reptilia	1	0.09	0.91	0.017
Mammalia	1	0.09	0.76	0.014
Crustacea	3	0.27	0.34	0.006
Blattaria	2	0.18	0.16	0.003
Opilione	1	0.09	0.07	0.001
TOTAL	1116			

The relative importance index among the classes and ages changed for some items, mainly for the Anuran, greater for adults (IRI=2894.33) in relation to the young (IRI=494.49). There was a difference between males and females, with anurans being the main food item, for both sexes (Tab. 2).

Table 2. Index of relative importance (IRI) of main prey item (IRI_{item} above 1% of total IRI) by category (age and sex) of *Rana catesbeiana* from the dam area in Dona Francisca (Agudo – Rio Grande do Sul – Brazil)

Age classes			
Adult	IRI	Juveniles	IRI
<i>Anura</i> (postmetamorphic)	2894.33	<i>Hymenoptera</i>	1114.62
<i>Araneae</i>	708.30	<i>Araneae</i>	899.80
<i>Hemiptera</i>	626.54	<i>Coleoptera</i>	638.64
<i>Coleoptera</i>	575.01	<i>Odonata</i>	553.14
<i>Odonata</i>	355.30	<i>Orthoptera</i>	544.50
<i>Hymenoptera</i>	209.12	<i>Anura</i> (postmetamorphic)	494.49
<i>Larviforme</i>	153.32	<i>Diptera</i>	239.49
<i>Tadpole</i>	107.51	<i>Hemiptera</i>	208.41
<i>Lepidoptera</i>	76.89	<i>Larviforme</i>	181.85
<i>Orthoptera</i>	74.60	<i>Lepidoptera</i>	42.79
<i>Diptera</i>	36.02	<i>Tadpole</i>	24.34
Sex			
Males	IRI	Females	IRI
<i>Anura</i> (postmetamorphic)	2502.42	<i>Anura</i> (postmetamorphic)	1960.36
<i>Araneae</i>	877.94	<i>Araneae</i>	710.81
<i>Coleoptera</i>	700.15	<i>Odonata</i>	591.92
<i>Hemiptera</i>	663.52	<i>Coleoptera</i>	566.95
<i>Hymenoptera</i>	312.28	<i>Hymenoptera</i>	387.03
<i>Odonata</i>	219.78	<i>Hemiptera</i>	380.12
<i>Larviforme</i>	196.13	<i>Orthoptera</i>	171.89
<i>Orthoptera</i>	116.61	<i>Larviforme</i>	110.36
<i>Tadpole</i>	92.24	<i>Tadpole</i>	101.79
<i>Lepidoptera</i>	49.03	<i>Lepidoptera</i>	96.90
<i>Diptera</i>	45.57	<i>Diptera</i>	77.60

There are 79 anuran species registered in Rio Grande do Sul State, Brazil (Kwet, 2001; Garcia and Vinciprova, 2003). At the study area, 24 anuran species are known (pers. comm., S.C.), from which nine (37,5%) are being preyed by the bullfrog (Tab. 3).

Table 3. Postmetamorphic anuran ($n=122$) species preyed by bullfrogs from Dona Francisca dam (Agudo – Rio Grande do Sul – Brazil)

Anurans preyed	<i>n</i>
Hylidae	16
<i>Hyla minuta</i>	2
<i>Hyla pulchella</i>	12
<i>Scinax fuscovarius</i>	7
<i>Scinax sp.</i>	3
Leptodactylidae	1
<i>Odontophrynus americanus</i>	2
<i>Physalaemus cuvieri</i>	11
<i>Physalaemus sp.</i>	8
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1
Microhylidae	
<i>Elachistocleis ovalis</i>	1
Ranidae	
<i>Rana catesbeiana</i>	1
unclassified	57
TOTAL	122

The Hylidae and Leptodactylidae families are preyed mostly during the reproductive period and represent the most preyed anurans by *R. catesbeiana*. Several egged females, and couples in embracement were found in the stomachs analyzed.

Ten anurans were found in a single female bullfrog stomach, weighing 92.6g (ZUFMS 3297) with total of 465g and SLV of 145.74mm. The species found were *Scinax sp.*, *Scinax fuscovarius*, *Physalaemus cuvieri* and *Rana catesbeiana* (Fig.2).

Considering the volumetric analysis of the Anuran, insects and other items, correlated with weight classes, it was observed that the Anuran item is present in all classes (Fig. 3).



Fig. 2. Ten anurans found in a single female bullfrog stomach (92.6g), (ZUFMS 3297) weighing 465g and SLV of 145.74mm. Collected in December 2002 at the dam in Dona Francisca (Agudo – Rio Grande do Sul – Brazil). Scale=5cm

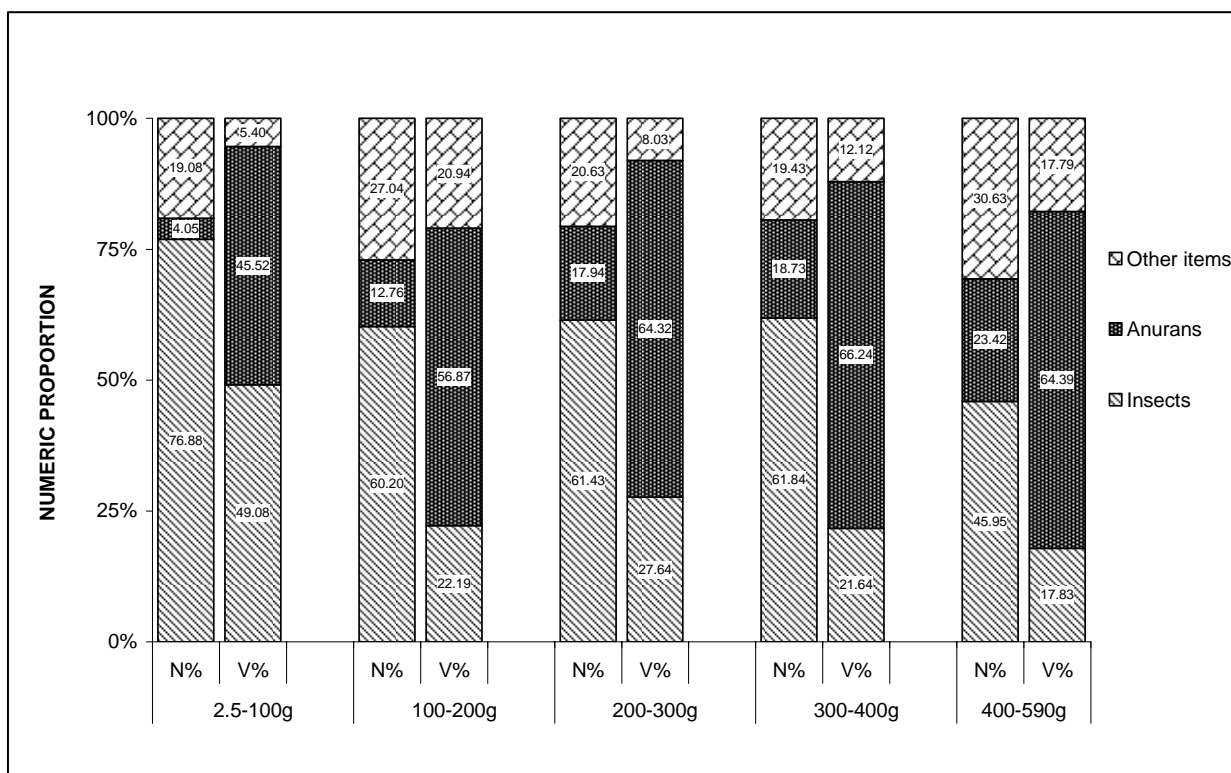


Fig 3 Diet composition of *Rana catesbeiana* in different weight classes (g) from the Dona Francisca dam (Agudo, Rio Grande do Sul, Brazil); N, percentage of occurrence; V, percentage of volume.

Discussion:

The bullfrog is a generalist species and seems to follow a feeding pattern. (Cohen & Howard, 1958; Korschgen & Baskett, 1963; Corse & Metter, 1980; Werner *et al.*, 1995; Daza & Castro; Cross & Gerstenberger, 2002; Hirai, 2004). Several studies have confirmed the predation of *R. catesbeiana* on native anurans and their direct and indirect consequences (Bury & Whelan, 1985). The present paper has verified that bullfrogs consume different food items, and the most important item found in the bullfrog diet was the native anuran (post metamorphic and tadpoles), representing 41.9% (IIR) of their diet. We verified a larger predation of *R. catesbeiana* on post-metamorphic anurans (40.1%) compared to tadpoles (1.8%). This fact is probably due to the kind of predation environment occupied by the bullfrogs (edges of bodies of water), places also occupied by several species of local native anuran fauna.

When calculating the index of relative importance among the age classes of bullfrogs, it is possible to observe that there is a difference in the feeding preference for anurans. There is a larger predation by adults in relation to the young. This fact may be linked to morphologic restrictions, such as small mouth. The young present a diet based on small prey like insects, spiders and other kinds of invertebrates. Adult bullfrogs consume small and large items, compatible with their corporal structure. According to Pough et.al. (2003), in the amphibians the size of the head is important for the determination of the maximum size of prey that may be captured.

The relative importance index between the sexes showed that male bullfrogs consume a larger amount of anurans than females. The males present territorial behavior in order to attract females during spawning, where they compete pushing and vocalizing for good sites of reproduction. (Krebs & Davies, 1996). This pressure of sexual election led to the development of larger males allowing the ingestion of larger food items.

Hayes & Jennings (1986), in a literature revision, verified that the decline of 12 species of *Rana* of the Northwestern United States was attributed to several factors, such as the introduction of *R.catesbeiana*. Some studies developed in the Northern Hemisphere (Moyle, 1973; Drost & Fellers, 1996; Kiesecker & Blausten, 1998; Lawler et al., 1999; Pearl, 2004) and in South America (Daza & Castro, 1999), show the predation of the bullfrog on native anurans. The results of these papers point out nine species of native anurans preyed by bullfrogs. The families most preyed in the studied area were *Leptodactylidae* and *Hylidae*. The majority of the species of these families presents a small size and uses the same microhabitat and schedule of activities as the bullfrog, facilitating the predation.

Species, such as *Physalaemus cuvieri* and *Hyla pulchella* were the most preyed, since they present a larger environmental plasticity, being able to inhabit different

places, mainly the sites inhabited by the bullfrogs. Species, such as *Leptodactylus ocellatus* and *Bufo ictericus*, despite being common in the region, have not been preyed, probably due to the fact that they present mechanisms of defense, such as abundant mucus and toxins that make ingestion difficult.

Although *Elachistocleis ovalis* is abundant in the area, only one register of predation by the bullfrog was observed. This low index of predation may be explained by a distaste suggested by the presence of aposematic coloration. Kwet and Solé (2002) have reported that another species of *Elachistocleis* gender that is observed in Rio Grande do Sul, secretes a cutaneous substance that could be toxic for predators.

Analyzing the ontogenetic variation, through weight classes, we have observed that anurans are practically consumed in all phases of life by bullfrogs. Invertebrates constitute the base of the diet for individuals of lower weight, i.e., the young. As weight classes increase and the bullfrogs acquire a larger size, the volume of anurans is superior to that of the invertebrate.

The data presented show a high percentage of species of local anuran fauna preyed by bullfrogs (37.5%). Although it is difficult to confirm, we can infer that *R. catesbeiana* may be threatening these populations and directly influencing their decline.

Therefore, a control program of *R. catesbeiana* in the area of study is demanded for the conservation the local ecosystem. Taking some measures to decrease the escape of bullfrogs from farms and reduce their establishment in natural environments is suggested to be undertaken urgently.

Acknowledgments

We thank Capes for the scholarship, *The Nature Conservancy* for grants, CEEE and DFESA, riverside communities, the herpetology laboratory colleagues for helping

in the field work, and our friend, Ana Beatriz Barros de Moraes, for helping with the translation.

References

BATISTA, C. G., 2002. *Rana catesbeiana* (Bullfrog). Effects on native anuran community. *Herpetological Review* 33, 131.

BLAUSTEIN, A. R., WAKE. D. B., 1999. The puzzle of declining amphibian population. *Scientific American* 4, 52-57.

BURY, R.B., WHELAN, J.A., 1984. Ecology and management of the bullfrog. U.S. Fish and Wildlife Service Resource. Publication 155.

CARPENTER, N. M., CASAZZA, M. L., WYLIE, G. D., 2002. *Rana catesbeiana* (Bullfrog). Diet. *Herpetological Review* 33, 130.

CEEE. 1996. UHE Dona Francisca – Projeto Básico Ambiental. V.1, 178p.

COHEN, N. W., HOWARD, W. E., 1958. Bullfrog food and growth at the San Joaquin experimental range. *Copeia* 3, 223-225

CORN. J., HENDRICKS, P., 1998. Lee Metcal National Wildlife Refuge bullfrog and painted turtle investigations: 1997. Montana Natural Heritage Program. Helena, MT. 20pp

CORSE, W. A., METTER, D. E., 1980. Economics, adult feeding and larval growth of *Rana catesbeiana* on a fish hatchery. *Journal of Herpetology* 14, 231-238.

CROSS, C. L., GERSTENBERGER, S. L., 2002. *Rana catesbeiana* (Bullfrog). Diet. *Herpetological Review* 33, 129-130.

DAZA, J.D., CASTRO, F., 1999. Hábitos alimenticios de la rana toro (*Rana catesbeiana*) Anura: Ranidae en el Valle del Cauca, Colombia. *Rev. Acad Colomb. Cienc.* Vol XXIII (suplemento especial):265-274.

DROST, C. A., FELLERS, G. M., 1996. Collapse of a regional frog fauna in the Yosemite area of the California Sierra Nevada, USA. *Conservation Biology* 10, 414-425.

FLORES, L. M., BURGOS, J. A. C., VILLELA, F. J., 2003. Predation of a White-cheeked Pintal (*Anas bahamensis*) Duckling by a bullfrog (*Rana catesbeiana*). *Caribbean Journal of Science* 39, 240-242.

FROST, S. W., 1935. The food of *Rana catesbeiana*. *Copeia* 1, 15-18.

GARCIA, P.C.A., VINCIPROVA, G., 2003. Anfíbios. In Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul, ed. C. S. Fontana, G. A. Bencke, R. E. dos Reis, pp 147-164. EDIPUCRS, Porto Alegre

GUIX, J. C., 1990. Introdução e colonização de *Rana catesbeiana* Shaw, 1802 em um pequeno vale no município de Suzano (SP), sudeste do Brasil. Grupo Estud. Ecol. Ser. 2:32-34.

HANSELMANN, R., RODRÍGUEZ, A., LAMPO, M., FAJARDO-RAMOS, L., AGUIRRE, A. A., KILPATRICK, A. M, RODRÍGUEZ, J. P., DASZAK, P., 2004. Presence of an emerging pathogen of amphibians in introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in Venezuela. Biological Conservation 120, 115-119.

HAYES, M. P., JENNINGS, M. R., 1986. Decline of ranid frog species in western American: are bullfrog (*Rana catesbeiana*) responsible? Journal of Herpetology 20, 490-409.

HELLER, J. A., 1927. Brewer's mole as food of the bullfrog. Copeia 4, 116.

HEWITT, O. H., 1950. The bullfrog as a predator on ducklings. Journal of Wildlife Management 14, 244.

HIRAI, T., 2004. Diet composition of introduced bullfrog, *Rana catesbeiana*, in the Mizorogaike Pond of Kyoto, Japan, Ecological Research 19, 375 – 380.

HOWARD, W. E. 1950., Birds as bullfrog food. Copeia 2, 152.

KATS, L. B., FERRER, R. P., 2003. Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. Diversity and Distributions 9, 99-110.

KIESECKER, J. M., A.R. BLAUSTEIN. 1998. Effects of introduced bullfrogs and smallmouth bass on the microhabitat use, growth and survival of native red-legged frogs. Conservation Biology 12, 776-787.

KING, K. A., RORABAUGH, J. C., HUMPHREY, J. A. 2002. *Rana catesbeiana* (Bullfrog). Diet. Herpetological Review 33, 131.

KORSCHGEN, L., BASKETT T., 1963. Foods of impoundment- and stream dwelling bullfrogs in Missouri. Herpetologica 19, 89-99.

KREBS, J. R., DAVIES, N. B., 1996. Introdução à ecologia comportamental. 3a. ed. São Paulo, Atheneu.. 420p.

KUPFERBERG, S. J., 1997. Bullfrog (*Rana catesbeiana*) Invasion of a California river: the role of competition. Ecology, 78 1736-1751.

KWET, A. 2001. Frösche im Brasilianischen Araukarienwold–Anurengemeinschaft des Araukarienwaldes von Rio Grande do Sul: Diversität, Reproduktion und Ressourcenaufteilung. Ed. NTV Wissenschaft.

KWET, A., SOLE. M., 2002 (*Elachistocleis erythrogaster*) Defensive behavior. Herpetological Review 33, 46.

LAWLER, S.P., DRITZ D., STRANGE, T., HOLYOAK, M., 1999. Effects of introduced mosquitofish and bullfrog on the threatened California red-legged frog. Conservation Biology 13, 613-622.

LEE, D. S., 1969. Notes on the feeding behavior of the cave-dwelling bullfrogs. Herpetologica 25, 211-212.

LIPS, K. R., REASER J. K., YOUNG, B. E., IBÁÑEZ, R. 2001. Amphibian Monitoring in Latin American: A Protocol Manual. Society for the study of Amphibian and Reptiles. Herpetological Circular nº 30, Pp xi + 1-115

LOBO, E. A. 1987. Ranicultura: uma nova opção da pecuária. Natureza e Revista. 12, 28-31.

MAGNUSSON, W. E. , LIMA, A. P. , SILVA W. A., ARAÚJO, M. C., 2003. Use of geometric forms to estimate volume of invertebrates in ecological studies of dietary overlap. Copeia 1, 13-19.

MANEYRO, R., NAYA, D. E., ROSA, I., CANAVERO, A., CAMARGO, A., 2004. Diet of the South American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae) in Uruguay. Iheringia Ser. Zool. 94, 57-61.

MARTINS, M. B., DI-BERNARDO, M., VINCIPROVA, G., MEASEY, J. 2002. Geographic distribution. *Rana catesbeiana*. Herpetological Review 33, 319.

MINTON, JOHN E. 1949. Coral snake preyed upon by the bullfrog. Copeia 4, 288.

MOYLE, P. B. 1973. Effects of introduced Bullfrogs, *Rana catesbeiana*, on native frogs of the San Joaquin valley, California. Copeia 1, 18-22.

PEARL, C.A., ADAMS, M J., BURY, R.B., McCREARY, B., 2004 Asymmetrical Effects of Introduced Bullfrogs (*Rana catesbeiana*) on Native Ranid Frogs in Oregon Copeia 1, 11-20

PECHMANN, J. H. K., SCOTT, D. E., SEMLITSCH, R. D., CALDWELL, J. P., VITT, L. J., GIBBONS, J. W., 1991. Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations. Science 253, 892-895.

PERÉZ, MARIO E. 1951. The food of *Rana catesbeiana* Shaw (sic) in Puerto Rico. Herpetologica 7, 102-104.

PIMM, S. L., 1991. *The Balance of Nature? Ecological issues in the conservation of species and communities*. University of Chicago Press, Chicago.

POUGH, F. H., ANDREWS, R. M., CADLE, J. E., CRUMP, M. L., SAVITZKY, A.H., WELLS, K.D., 1998. *Herpetology*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. 2003. *A vida dos vertebrados*, 3^a ed. Atheneu, São Paulo.

VIZOTTO, L.D. 1984. Ranicultura. *Ciência e Cultura* 36, 42-45.

WERNER, E. E., WELLBORN, G. A., McPEEK M. A., 1995. Diet composition in postmetamorphic bullfrogs and green frogs: implications for interspecific predation and competition. *Journal of Herpetology* 29, 600-607.

WITTENBERG, R., COCK, M. J. W., 2001. *Invasive Alien Species: A Toolkit for Best Prevention and Management Practices*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 228 pp.

WYLIE, G., CASAZZA, L. M., CARPENTER, M., 2003. Diet of bullfrogs in relation to predation on giant garter snakes at Colusa National Wildlife Refuge. *California Fish and Game* 89, 139-145.

CONCLUSÃO

1. *Rana catesbeiana* é uma espécie generalista que utiliza-se de vários itens alimentares, desde invertebrados até vertebrados.
2. A rã-touro tem potencial de predação sobre a anurofauna nativa, predando 9 das 24 espécies que ocorrem no local de estudo.
3. A dieta de *Rana catesbeiana* apresentou variação ontogenética. No entanto, anuros estavam presentes em todas as classes de peso.
4. O índice de importância relativa demonstrou que machos predam mais anuros do que fêmeas.
5. Os resultados demonstram que é urgente um plano de controle desta espécie para proteger a anurofauna nativa e evitar novas ocupações em ambientes naturais.

BIBLIOGRAFIA

BATISTA, C. G. *Rana catesbeiana* (**Bullfrog**): Effects on native anuran community. *Herpetological Review*, n. 33. p. 131, 2002.

BLAUSTEIN, A. R.; WAKE, D. B. **The puzzle of declining amphibian population.** *Scientific American*, n. 4, p. 52-57, 1999.

BURY, R.B.; WHELAN, J.A. **Ecology and management of the bullfrog.** U.S. Fish and Wildlife Service Resource. Publication 155, 1984.

CARPENTER, N. M.; CASAZZA, M. L.; WYLIE, G. D. *Rana catesbeiana* (**Bullfrog**): Diet. *Herpetological-Review*, n. 33, p. 130, 2002.

CEEE. UHE Dona Francisca – Projeto Básico Ambiental. V.1, 178p. 1996.

COHEN, N. W.; HOWARD, W. E. **Bullfrog food and growth at the San Joaquin experimental range.** *Copeia*. n. 3, p. 223-225, 1958.

CORN. J.; HENDRICKS, P. **Lee Metcal National Wildlife Refuge bullfrog and painted turtle investigations.** Montana Natural Heritage Program. Helena, MT. 20 pp, 1997.

CORSE, W. A.; METTER, D.E. **Economics, adult feeding and larval growth of *Rana catesbeiana* on a fish hatchery.** *Journal of Herpetology*, n. 14, p. 231-238, 1980.

CROSS, C. L.; GERSTENBERGER, S. L. *Rana catesbeiana* (**Bullfrog**): Diet. *Herpetological Review* , n. 33, p.129-130, 2002.

DAZA, J.D.; CASTRO, F. **Hábitos alimenticios de la rana toro (*Rana catesbeiana*) Anura: Ranidae en el Valle del Cauca,** Colômbia. *Revista de la Académica Colombiana de Ciencias*. v.8 (suplemento especial), p. 265-274, 1999.

DROST, C. A.; FELLERS, G. M. **Collapse of a regional frog fauna in the Yosemite area of the California Sierra Nevada.** USA. *Conservation Biology*, n. 10, p. 414-425.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB L. **Biology of Amphibians.** 2nd ed. Baltimore and London. The John Hopkins University Press. 670 pp. 1994.

EMLLEN, S.T. **Territoriality in the bullfrog**, *Rana catesbeiana*. Copeia, p. 240-243, 1968.

FERREIRA, C. M. **Ranicultura**. Disponível em: <http://www.aquicultura.br/ranicultura.htm>
Cláudia Maris Ferreira. Acesso em: 30 jun. de 2004.

FLORES, L. M.; BURGOS, J. A. C.; VILLELA, F. J. **Predation of a White-cheeked Pintal (*Anas bahamensis*) Duckling by a bullfrog (*Rana catesbeiana*)**. Caribbean Journal of Science, n. 39, p. 240-242, 2003.

FRISHKOPF, L. S.; CAPRANICA, R. R.; GOLDSTEIN, M. H. **Neural coding in the bullfrog's auditory system: a teleological approach**. Proc. Inst. Elec. Electron. Engr., 56, p. 969-980, 1968.

FROST, S. W. **The food of *Rana catesbeiana***. Copeia. n. 1, p. 15-18, 1935.

GARCIA, P.C.A.; VINCIPROVA, G. **Anfíbios**. In Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul, ed. C. S. Fontana, G. A. Bencke, R. E. dos Reis, pp 147-164. EDIPUCRS, Porto Alegre. 2003.

GUIX, J. C. **Introdução e colonização de *Rana catesbeiana* Shaw, 1802 em um pequeno vale no município de Suzano (SP), sudeste do Brasil**. Grupo Estud. Ecol. Ser., n. 2, p.32-34, 1990.

HANSELMANN, R.; RODRÍGUEZ, A.; LAMPO, M.; FAJARDO-RAMOS, L.; AGUIRRE, A. A.; KILPATRICK, A. M.; RODRÍGUEZ, J. P.; DASZAK, P. **Presence of an emerging pathogen of amphibians in introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in Venezuela**. Biological Conservation, n. 120, p. 115-119, 2004.

HAYES, M. P.; JENNINGS, M. R. **Decline of ranid frog species in western American: are bullfrog (*Rana catesbeiana*) responsible?** Journal of Herpetology, n. 20, p. 490-409, 1986.

HECNAR, S. J.; R. T. M'CLOSKEY. **Changes in the composition of a ranid frog community following bullfrog extinction**. American Midland Naturalist 137, p. 145-150, 1997.

HELLER, J. A. **Brewer's mole as food of the bullfrog**. Copeia, n. 4, p. 116, 1927.

HEWITT, O. H. **The bullfrog as a predator on ducklings**. Journal of Wildlife Management, n. 14, p. 244, 1950.

HIRAI, T., **Diet composition of introduced bullfrog, *Rana catesbeiana*, in the Mizorogaike Pond of Kyoto, Japan.** Ecological Research, n. 19, p. 375 – 380, 2004.

HOWARD, W. E. **Birds as bullfrog food.** Copeia, n. 2, p. 152, 1950.

KATS, L. B.; FERRER, R. P. **Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation.** Diversity and Distributions, n. 9, p. 99-110, 2003.

KIESECKER, J. M.; A.R. BLAUSTEIN. **Effects of introduced bullfrogs and smallmouth bass on the microhabitat use, growth and survival of native red-legged frogs.** Conservation Biology, n. 12, p. 776-787, 1998.

KING, K. A.; RORABAUGH, J. C.; HUMPHREY, J. A. *Rana catesbeiana* (Bullfrog). **Diet.** Herpetological Review 33, 131. 2002.

KLEMENS, M.W. **Amphibians and Reptiles of Connecticut and Adjacent Regions.** State Geological and Natural History Survey of Connecticut Bulletin No. 112. Connecticut Department of Environmental Protection, Hartford, 1993.

KORSCHGEN, L.; BASKETT T. **Foods of impoundment- and stream dwelling bullfrogs in Missouri.** Herpetologica, n. 19, p. 89-99, 1963.

KREBS, J. R. & DAVIES, N. B. **Introdução à ecologia comportamental.** 3a. ed. São Paulo, Atheneu. 1996. 420p

KUPFERBERG, S. J. **Bullfrog (*Rana catesbeiana*) Invasion of a California river: the role of competition.** Ecology, 78 1736-1751, 1997.

KWET, A. **Frösche im Brasilianischen Araukarienwold–Anurengemeinschaft des Araukarienwaldes von Rio Grande do Sul: Diversität, Reproduktion und Ressourcenaufteilung.** Ed. NTV Wissenschaft, 2001.

KWET, A. & M. SOLE. (*Elachistocleis erythrogaster*) **Defensive behavior.** Herpetological Review. 33(1): 46. 2002

LAWLER, S.P.; DRITZ D.; STRANGE, T.; HOLYOAK, M. **Effects of introduced mosquitofish and bullfrog on the threatened California red-legged frog.** Conservation Biology, n. 13, p. 613-622, 1999.

LEE, D. S. **Notes on the feeding behavior of the cave-dwelling bullfrogs.** Herpetologica, n. 25, p. 211-212, 1969.

LIPS, K. R.; REASER J. K.; YOUNG, B. E.; IBÁÑEZ, R. **Amphibian Monitoring in Latin American: A Protocol Manual.** Society for the study of Amphibian and Reptiles. Herpetological Circular, n 30, p. 1-115, 2001.

LOBO, E. A. **Ranicultura:** uma nova opção da pecuária. Natureza e Revista, n. 12, p. 28-31, 1987.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; SILVA W. A.; ARAÚJO, M. C. **Use of geometric forms to estimate volume of invertebrates in ecological studies of dietary overlap.** Copeia, n. 1, p 13-19, 2003.

MANEYRO, R.; NAYA, D. E.; ROSA, I.; CANAVERO, A.; CAMARGO, A. 2004. **Diet of the South American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae) in Uruguay.** Iheringia Ser. Zool., n. 94, p. 57-61, 2004.

McAULIFFE, J. R. **Biological survey and management of sport-hunted bullfrog populations in Nebraska.** Lincoln: Nebraska Game Parks Com., Rept, 1978.

MARTINS, M. B.; DI-BERNARDO, M.; VINCIPROVA, G.; MEASEY, J. **Geographic distribution: *Rana catesbeiana*.** Herpetological Review, n 33, p. 319, 2002.

MINTON, JOHN E. Coral snake preyed upon by the bullfrog. Copeia 4, 288, 1949.

PEARL, C.A., ADAMS, M J., BURY, R.B., McCREARY, B. **Asymmetrical Effects of Introduced Bullfrogs (*Rana catesbeiana*) on Native Ranid Frogs in Oregon** Copeia. n.1, p.11-20, 2004.

PECHMANN, J. H. K.; SCOTT, D. E.; SEMLITSCH, R. D.; CALDWELL, J. P.; VITT, L. J.; GIBBONS, J. W. **Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations.** Science, n. 253, p. 892-895, 1991.

PERÉZ, MARIO E. **The food of *Rana catesbeiana* Show (sic) in Puerto Rico.** *Herpetologica*, n. 7, p. 102-104, 1951.

PIMM, S. L. **The Balance of Nature? Ecological issues in the conservation of species and communities.** University of Chicago Press, Chicago, 1991.

POUGH, F. H.; ANDREWS, R. M.; CADLE, J. E.; CRUMP, M. L.; SAVITZKY, A.H.; WELLS, K.D. **Herpetology**, Prentice Hall, New Jersey, 1998.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B.. **A vida dos vertebrados**, 3^a ed. Atheneu, São Paulo, 2003.

ROSEN, P. C.; SCHWALBE, C. R. **Bullfrogs:** introduced predators in southwestern wetlands. *In*: E. T. LaRoe, G. S. Farris, C. E, p. 452-54, 1995.

VIZOTTO, L.D. **Ranicultura.** *Ciência e Cultura*, n. 36, p. 42-45, 1984.

WERNER, E. E.; WELLBORN, G. A.; McPEEK M. A. **Diet composition in postmetamorphic bullfrogs and green frogs: implications for interspecific predation and competition.** *Journal of Herpetology*, n. 29, p. 600-607, 1995.

WIEWANDT, T.A. **Vocalization, Aggressive Behavior, and Territoriality in the Bullfrog, *Rana catesbeiana*.** *Copeia* 276-285, 1969.

WITTENBERG, R.; COCK, M. J. W. **Invasive Alien Species: A Toolkit for Best Prevention and Management Practices.** CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 2001. 228 pp.

WRIGHT, A.H.; WRIGHT, A.A. **Handbook of frogs and toads of the United States and Canada.** Comstock Publishing Company, Inc. Ithaca, N.Y, 1949.

WYLIE, G.; CASAZZA, L. M.; CARPENTER, M. 2003. **Diet of bullfrogs in relation to predation on giant garter snakes at Colusa National Wildlife Refuge.** *California Fish and Game*, n. 89, p. 39-145, 2003.