

**ANA GLAUCIA DA SILVA MARTINS**

**INTERFERÊNCIA DA PERDA PARCIAL DA CAUDA NO DESENVOLVIMENTO DE  
GIRINOS DE *Dendropsophus elegans* (ANURA; HYLIDAE)**

Trabalho de conclusão de Curso  
apresentado ao IPESSP, como requisito  
parcial para obtenção no título de  
Especialista em Conservação e Manejo  
de Fauna silvestre

**Orientador: DR. LUÍS FELIPE TOLEDO**

**SÃO PAULO**

**2011**

**IPESSP – INSTITUTO DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM SAÚDE DE SÃO PAULO**

**Candidato:** Ana Glauca da Silva Martins

**Trabalho de Conclusão de Curso:** Interferência da perda parcial da cauda no desenvolvimento de girinos de *Dendropsophus elegans* (Anura; Hylidae)

**Orientador:** Dr. Luís Felipe Toledo

A Comissão Julgadora dos Trabalhos de Conclusão de Cursos, **em sessão pública**

**realizada a** 25 / 06 / 11....., considerou o(a)

Aprovado   ( ) Reprovado

**Examinador(a) Assinatura:**  .....

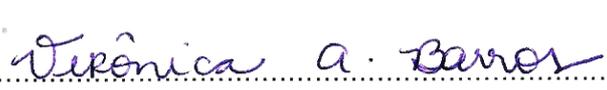
**Nome:** Dr. Luís Felipe Toledo

**Instituição:** Universidade Estadual de Campinas

**Examinador(a) Assinatura:**  .....

**Nome:** MSc. Letícia Ruiz Sueiro

**Instituição:** Instituto de Pesquisa, Educação e Saúde de São Paulo

**Presidente Assinatura:**  .....

**Nome:** MSc. Verônica Alberto Barros

**Instituição:** Instituto de Pesquisa, Educação e Saúde de São Paulo

## **DEDICATÓRIA:**

*Dedico esse trabalho à minha mãe que sempre me apóia e acredita nas minhas escolhas e ao meu namorado Isaias por todo carinho e incentivo*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Luís Felipe Toledo, pela disponibilidade e paciência, aos meus parceiros de trabalho Isaias Santos, Adão Henrique Rosa Domingos, Gabriela Dias Ramos e Aline Provasi pelo grande auxílio na coleta de dados, à Thaís Costa pela ajuda nas análises estatísticas, à Fátima Bastos e Marina Louter pelo auxílio na tradução do resumo, ao Sérgio Pompéia pela disponibilização da infra-estrutura e equipamentos e pelo apoio financeiro e ao Clayton F.Lino pela hospitalidade de sempre. Ao ICMBio-Ran pela autorização de coleta N°24013-1

“Enfunando os papos,  
Saem da penumbra,  
Aos pulos, os sapos.  
A luz os deslumbra...”

Manuel Bandeira

## RESUMO

**MARTINS, A.G.S. Interferência da perda parcial da cauda no desenvolvimento de girinos de *Dendropsophus elegans* (Anura: Hylidae), 2011,30f. Monografia (especialização) Conservação e Manejo de Fauna Silvestre, IPESP – Instituto de Pesquisa e Educação em Saúde de São Paulo**

Girinos sofrem perdas parciais da cauda devido a ataques de predadores. Assim, buscamos avaliar em condições experimentais os efeitos da perda parcial da cauda no desenvolvimento e alimentação de girinos da perereca de colete, *Dendropsophus elegans* (Anura; Hylidae). Os girinos foram coletados na Reserva Betary em Iporanga, sul do estado de São Paulo, Brasil. Para avaliar os efeitos da perda parcial da cauda, indivíduos foram submetidos a dois experimentos com os seguintes tratamentos: controle (animais íntegros) e animais amputados em 1/3, 1/2 e 2/3 da cauda. No primeiro experimento avaliamos o tempo para metamorfose e diferenças em massa e tamanho dos recém metamorfoseados. Num segundo experimento, avaliamos a eficácia de alimentação com girinos do grupo controle e aquele cujo 2/3 da cauda foi amputada. O tempo para conclusão da metamorfose variou quando comparados os girinos do grupo controle com os demais que sofreram injúrias. O tamanho e o peso dos recém-metamorfoseados não variaram entre os diferentes tratamentos. A quantidade de vezes em que os grupos controle e grupo cujo 2/3 da cauda foi amputada se alimentaram apresentou diferenças significativas, tendo o grupo controle se alimentado mais vezes. Esses resultados indicam que os girinos de *D. elegans* podem se recuperar dos traumas causados pelas perdas de cauda geradas por predadores. No entanto, o aumento no tempo para conclusão da metamorfose e a diminuição da capacidade de forragear dos grupos que sofreram injúrias podem implicar em custos para a população devido à maior permanência da espécie no estágio larval, o que pode gerar aumento das chances de novas injúrias e de predação.

Palavras chave: Predação, desenvolvimento, girinos, ecologia

## ABSTRACT

MARTINS, A.G.S. **The effect of partial tail loss on the development of *Dendropsophus elegans* tadpoles (Anura: Hylidae), 2011,30f.**  
**Monografia (especialização) Conservação e Manejo de Fauna Silvestre, IPESSP – Instituto de Pesquisa e Educação em Saúde de São Paulo**

Tadpoles can suffer partial tail loss due to predator attacks. Thus, we sought to evaluate the effects of partial tail loss in the development and nutrition of *Dendropsophus elegans* (Anura; Hylidae) under experimenting conditions. Tadpoles of *D. elegans* were collected at Betary Reserve in Iporanga, south of São Paulo State, Brazil. In order to evaluate possible effects of partial tail loss, tadpoles of *D. elegans* were subjected to two experiments with the following treatments: (1) control (animals with fully grown tails) and (2) animals with amputated tails (1/3, 1/2 and 2/3 of the tail cut off). In the first experiment we evaluated the time for metamorphosis, measured mass differences and measured the size of the newly metamorphosed individuals. In a second experiment, we evaluated the feeding efficiency of tadpoles in the control group and of individuals having 2/3 of their tail amputated. The time for metamorphosis conclusion varied between the control group tadpoles and the ones that suffered injuries. The size and weight of the newly-metamorphosed ones did not differ between the treatments. The amount of feeding times in both the control group and the experimental group with tadpoles having 2/3 of their tails amputated showed significant differences, the control group ate more times than the experimental group. These results show that the *D. elegans* tadpoles can recover from traumas caused by tail loss generated by predators. Notwithstanding, the increased time for metamorphosis conclusion and the decreased foraging capacity of the experimental groups that suffered injuries could imply costs for the population due to a bigger permanence of the species in the larval stage, which can generate an increased chance for new injuries and predation.

Key words: Predation, development, tadpoles, ecology

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Desova de *Dendropsophus elegans* (A), girino de 60 dias de idade (B) e macho adulto em atividade de vocalização (C). Reserva Betary, Iporanga, São Paulo..... 13
- Figura 2: Mapa do Brasil, Estado de São Paulo (SP) com as coordenadas do município de Iporanga (vermelho) e localização da Reserva Betary (verde). .. 15
- Figura 3: Porção da cauda amputada em cada grupo: Controle (A) e indivíduos com 1/3 (B), 1/2 (C) e 2/3 (D)\_do comprimento das caudas amputado ..... 16
- Figura 4: Aquário subdividido em quatro compartimentos por placas de PVC. 17
- Figura 5: Indivíduo recém metamorfoseado de *Dendropsophus elegans* sendo medido em seu comprimento rostro-cloacal..... 17
- Figura 6: Temperatura média da água durante os dias do experimento. Os valores nas caixas abaixo do eixo X indicam os estágios de desenvolvimento dos girinos segundo Gosner (1960) submetidos ao protocolo experimental. .... 19
- Figura 7: Indivíduo do grupo cujo 2/3 da cauda foi amputada (A)- no início do experimento e o mesmo indivíduo 12 dias após o início do experimento (B)... 20

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tempo até metamorfose, comprimento rostro-cloacal (CRC) na metamorfose e massa na metamorfose dos girinos em diferentes tratamentos. Valores apresentados como Média  $\pm$  desvio padrão (mínimo-máximo; N). ..... 20

Tabela 2. Número de intervalos de 20 s em que foram registrados girinos se alimentando por grupo. .... 22

## SUMÁRIO

1.0 Introdução.....	11
2.0 Materiais e Métodos.....	14
2.1 Experimento 1: Influência da perda parcial da cauda no desenvolvimento de girinos .....	15
2.2 Experimento 2: Influência da perda parcial da cauda na alimentação de girinos .....	17
2.3 Análise de dados .....	18
3.0 Resultados.....	19
3.1 Experimento 1: Influência da perda parcial da cauda no desenvolvimento de girinos .....	19
3.2 Experimento 2:.....	21
Influência da perda parcial da cauda na alimentação de girinos .....	21
4.0 Discussão .....	22
5.0 Conclusão.....	23
Referências .....	24
Anexos.....	27

## 1.0 Introdução

A ausência de anexos epidérmicos (como pêlos, escamas, penas e unhas) torna os anfíbios um alimento bastante atrativo para predadores (WELLS, 2007). Assim, anuros são parte de diversas teias tróficas, possuindo uma grande gama de predadores (TOLEDO et al., 2007). A predação ocorre em todas as fases do desenvolvimento dos anuros, desde os ovos, passando pelos girinos (estágio larval presente na maioria dos anuros) até os adultos pós-metamorfoseados.

Em seu estágio larval esses animais são predados tanto por invertebrados (insetos, aranhas, crustáceos, etc.), como por vertebrados (peixes, serpentes, tartarugas, aves, etc.) (WELLS, 2007). Dentre os predadores invertebrados os artrópodes são considerados os mais importantes, incluindo lagostas (FIGIEL e SEMLITSCH 1991; AXELSSON et al. 1997), camarões de água doce (WARKENTIN 1995; DOWNIE, et al. 2001), caranguejos de água doce (KUZMIN 1999), aranhas (BLECKMANN e LOTZ, 1987), ninfas de libélula (AZEVEDO-RAMOS et al. 1992), larvas aquáticas de besouros (STORFER e WHITE 2004) e outros insetos aquáticos (RÖDEL e LINSENMAIR 1997). Artrópodes predadores de larvas de anfíbios incluem tanto forrageadores ativos, como predadores que caçam por espreita (AXELSSON et al. 1997).

Em relação aos vertebrados, os peixes geralmente são os predadores dominantes na maioria dos ambientes aquáticos, podendo ser predadores vorazes de girinos (WELLS 2007). Os girinos podem também ser predados por tartarugas e até mesmo por outros anfíbios adultos e seus girinos. Por exemplo, podemos citar anuros dos gêneros *Xenopus* e *Pipa* (Pipidae) que costumam se alimentar de outros girinos (WAGER, 1965). A vulnerabilidade à predação varia nas diversas fases de vida dos anuros. Ao compararmos adultos e larvas devemos considerar que as larvas não podem se mover a longas distâncias e nem em alta velocidade, pois dependem da água e sua morfologia não é adaptada a uma natação veloz. Assim, geralmente os girinos são mais vulneráveis à predação do que os adultos (WELLS, 2007).

Apesar da maior vulnerabilidade à predação, anfíbios em seu estágio larval apresentam diversas estratégias defensivas (RICHARDSON, 2001). Alguns estudos relatam que os girinos são capazes de detectar a presença do predador e responder com comportamentos defensivos (LAWLER, 1989). Os girinos de algumas espécies podem permanecer imóveis para não serem detectados pelos predadores ou

concentram suas atividades no período contrário ao de atividade do predador. Por exemplo, a larva de *Ambystoma gracile* (Caudata; Ambystomatidae) tem hábitos diurnos em lagos onde peixes predadores não estão presentes, mas são estritamente noturnas quando estão em ambientes onde esses peixes habitam (WELLS, 2007). Outro exemplo são os girinos de *Rhinella* spp. (Anura; Bufonidae) que podem formar cardumes para se defender de predadores (SPIELER e LINSENMAIR, 1999), ou ainda apresentam substâncias impalatáveis em sua constituição, evitando predadores (NOMURA et al. 2011).

A predação das larvas de anuros é mais significativa quando as larvas são menores (BRODIE e FORMANOWICZ Jr., 1983) e tanto por vertebrados (peixes) como invertebrados (insetos) aparenta diminuir com o aumento da idade e tamanho dos girinos (CRUMP, 1984B; DEBENEDICTIS, 1974). Os ataques de predadores podem ser mortais e a probabilidade de sobrevivência ao primeiro ataque aumenta com o aumento do tamanho do girino e diminui com o aumento do tamanho do predador (FORMANOWICZ Jr., 1986). Esta situação é ainda mais severa no momento em que a cauda dos girinos está sendo reabsorvida, provocando redução de sua capacidade locomotora (WASSERSUG e SPERRY, 1977). Muitas vezes os girinos são atacados nas suas caudas e, nestes casos, podem escapar com a cauda dilacerada ou parcialmente perdida (CALDWELL, 1982; BLAIR e WASSERSUG, 2000).

Os efeitos da redução da cauda devido ao ataque de predadores têm sido avaliados em alguns estudos (WILBUR E SEMLITSCH, 1990, AZEVEDO-RAMOS et al. 1992). A manipulação direta do fenótipo é um método eficiente para estudo das conseqüências de variações fenotípicas pequenas, pois permitem que tratamentos cirúrgicos alterem apenas a característica estudada, mantendo constante outros aspectos do fenótipo (BENKMAN e LINHOLM, 1991; LAUDER, 1996; SINERVO e BASOLO, 1996).

Já foi demonstrado que a perda parcial da cauda pode afetar negativamente o indivíduo, reduzindo sua performance de natação quando amputada em porções acima de 30 % (BUSKIRK e MCCOLLUM, 2000). Entretanto, alguns estudos afirmam que as perdas podem implicar em baixos custos para girinos devidos, em partes, à alta capacidade de regeneração da cauda (WILBUR e SEMLITSCH, 1990).

O presente estudo foi realizado com girinos da perereca de coleite, *Dendropsophus elegans* (Figura 1), que apresenta ampla distribuição geográfica,

sendo encontrada na Mata atlântica da Bahia ao Paraná (FROST, 2011), do nível do mar até 800m de altitude (LUTZ, 1973). Os machos adultos possuem aproximadamente 26mm de comprimento e mantêm a atividade reprodutiva por vários meses, preferencialmente durante a estação chuvosa (BASTOS e HADDAD, 1996). Geralmente, a atividade de vocalização inicia cerca de 30 minutos antes do pôr do sol e pode continuar até cerca de 1 hora antes do nascer do sol em noites de grande atividade (BASTOS e HADDAD, 1995).

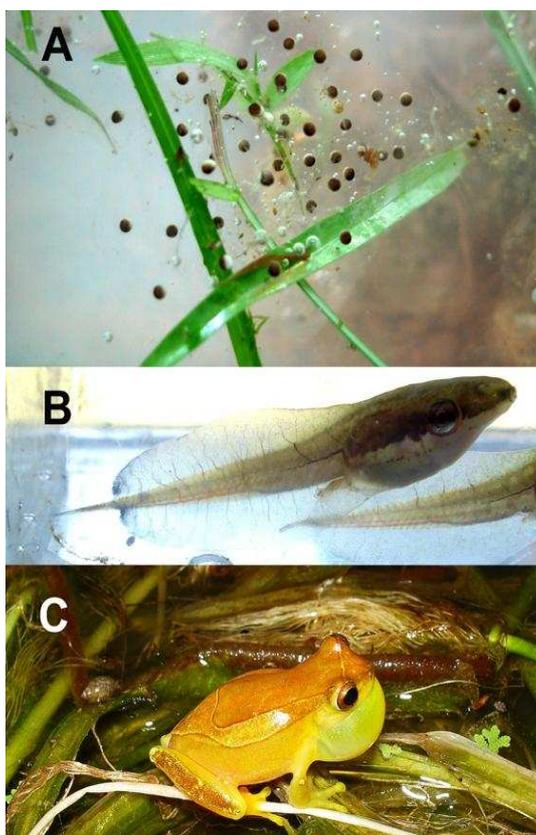


Figura 1: Desova de *Dendropsophus elegans* (A), girino de 60 dias de idade (B) e macho adulto em atividade de vocalização (C). Reserva Betary, Iporanga, São Paulo.

O objetivo deste trabalho foi descrever o desenvolvimento dos girinos de *D. elegans* e avaliar os efeitos da perda parcial da cauda, que geralmente é causada por tentativas de predação. A melhor compreensão dos eventos de predação e suas conseqüências para as populações é uma importante ferramenta para elaboração de projetos de conservação das espécies.

Nossas hipóteses são: 1) quanto maior a porção da cauda perdida, maior o tempo para metamorfose – já que perderão energia necessária para a metamorfose, necessitando recompor a cauda antes da sua reabsorção; 2) quanto maior a porção da cauda perdida, menor o tamanho do recém metamorfoseado – já que é possível haver um custo energético maior quando um animal perde a cauda, refletindo em menor crescimento; 3) a perda da cauda pode interferir na taxa de sobrevivência dos girinos antes de completar a metamorfose – já que o custo energético associado a possíveis infecções secundárias desta perda pode ser letal; 4) Girinos com porção da cauda perdida devem ingerir maiores quantidades de alimento do que girinos que permanecem com a cauda intacta, dada a necessidade de reposição da energia perdida. As hipóteses estão baseadas em estudos prévios que afirmam que os girinos reabsorvem a cauda, utilizando-a como fonte energética (BUSKIRK e SAXER, 2001), e que a perda da cauda e sua regeneração implicariam em grandes custos metabólicos para os indivíduos (WILBUR e SEMLITSCH, 1990).

## **2.0 Material e Métodos**

O trabalho foi realizado entre 02 de fevereiro e 31 de dezembro de 2010 com girinos de *D. elegans* entre os estágios 28 e 36 (Gosner, 1960 - ver apêndice I). Obtivemos os girinos a partir de desovas coletadas em 04 de dezembro de 2009 e em 08 de outubro de 2010 na Reserva Betary (24°35'16" S; 48°37'44" W; 100 a 300m acima do nível do mar), município de Iporanga, Vale do Ribeira, sul do estado de São Paulo, Brasil (Figura 2). A Reserva abriga em sua área o Centro de Estudos da Biodiversidade (CEB) (ver anexo III), voltado ao estudo científico e divulgação da fauna e flora da Mata Atlântica, cujo laboratório e equipamentos foram disponibilizados para este estudo.

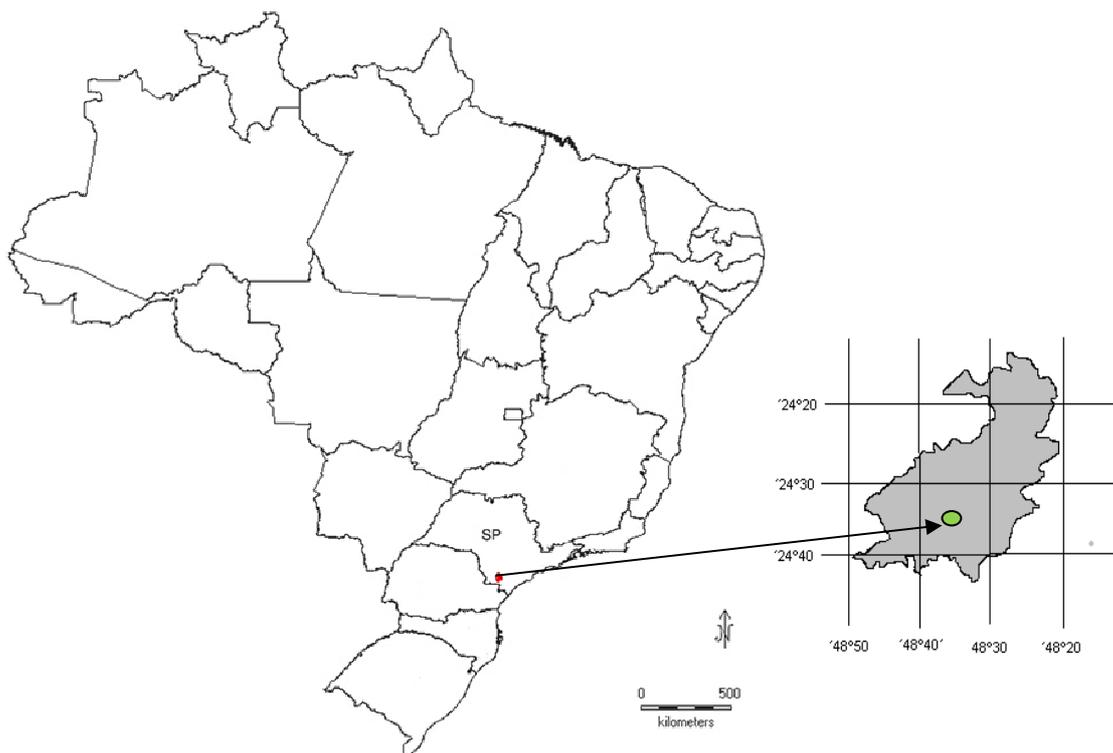


Figura 2: Mapa do Brasil, Estado de São Paulo (SP) com as coordenadas do município de Iporanga (vermelho) e localização da Reserva Betary (verde).

## 2.1 Experimento 1: Influência da perda parcial da cauda no desenvolvimento de girinos

Para acompanhamento do desenvolvimento dos girinos, a desova, e posteriormente os girinos foram mantidos em aquários, cuja troca de 50 % da água foi realizada duas vezes por semana após os girinos estarem no estágio 28. O aquário foi mantido no laboratório do CEB e a temperatura máxima e mínima da água foi registrada diariamente. Essa etapa do estudo se iniciou em 04 de dezembro de 2009. Os girinos foram acompanhados até completarem a metamorfose.

Para avaliar a interferência da perda parcial da cauda no desenvolvimento dos girinos, foram formados quatro grupos (tratamentos), cada um com 10 girinos de *D. elegans* entre os estágios 28 e 36 (Gosner, 1960), com aproximadamente 25 mm de comprimento total. Os tratamentos foram: A) Controle: girinos permaneceram com a cauda intacta e completa; B) Grupo cujo 1/3 do comprimento da cauda foi amputado; C) Grupo cujo 1/2 do comprimento da cauda foi amputado; D) Grupo cujo 2/3 do comprimento da cauda foi amputado (Figura 3). Para amputação da cauda foi utilizada lâmina de aço inox e bandeja plástica, sobre a qual foram colocados os

girinos, previamente esterilizadas com álcool 70%. Esta etapa se iniciou em 02 de fevereiro de 2010.

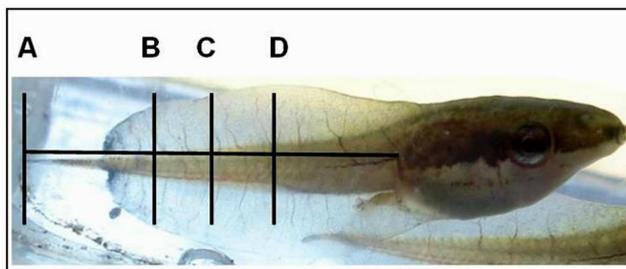


Figura 3: Porção da cauda amputada em cada grupo: Controle (A) e indivíduos com 1/3 (B), 1/2 (C) e 2/3 (D)\_do comprimento das caudas amputado

Os girinos foram mantidos em um aquário de vidro com dimensões: 40 x 45 X 30 cm. Este aquário foi subdividido em quatro compartimentos por uma placa de PVC, a qual permitia a passagem de água entre os compartimentos, mas não dos girinos (Figura 4). Assim, asseguraram-se condições idênticas aos quatro tratamentos.

A alimentação foi composta por ração de peixe (Aqua line extrusada), 0,1 g a cada dois dias para todos os grupos. A troca parcial de 50 % da água era realizada duas vezes por semana. Os recém metamorfoseados foram medidos (até 0,01 mm de precisão) em seu comprimento rostro-cloacal (CRC) e pesados (até 0,01 g de precisão) logo após a reabsorção total da cauda (Figura 5).



Figura 4: Aquário subdividido em quatro compartimentos por placas de PVC.



Figura 5: Indivíduo recém metamorfoseado de *Dendropsophus elegans* sendo medido em seu comprimento rostro-cloacal.

## 2.2 Experimento 2: Influência da perda parcial da cauda na alimentação de girinos

Para testar a interferência da perda parcial da cauda na alimentação dos girinos foram formados dois tratamentos com  $n = 10$  girinos nos estágios de 28 a 36: Tratamento controle: girinos com cauda intacta e completa; e tratamento em que 2/3

do comprimento da cauda foi amputado. Foram realizadas observações para cada indivíduo em oito dias consecutivos. No total foram realizadas oito observações por indivíduo.

Os girinos foram colocados individualmente em recipientes cilíndricos com 6,5 cm de diâmetro x 6 cm de altura, 120 ml de água limpa e uma porção de 0,1 g de ração. Depois de 2 minutos de aclimatação os girinos foram observados durante um período de 12 minutos em intervalos de 20 segundos, nos quais foi registrado se o girino se alimentava ou não (ver anexo III). Posteriormente, o tempo gasto para se alimentar em cada tratamento foi comparado.

### 2.3 Análises de dados

Para avaliar se houve diferença nos dados biométricos e tempo para metamorfose dos girinos entre os 4 tratamentos foram feitos testes One-Way ANOVA. Para avaliar se houve diferença entre girinos com cauda amputada, independente da porção da cauda perdida (1/3, 1/2 e 2/3) e controle os dados foram comparados por teste T de Student, distribuição unicaudal, com variância igual de duas amostras. Foi escolhido distribuição unicaudal, pois pressupomos que os girinos que sofreram injúrias deveriam demorar mais para conclusão da metamorfose, ou deveriam ter menor peso e/ou comprimento rostro-cloacal na metamorfose.

Os dados do teste da alimentação foram comparados por teste T de student, unicaudal (pois era esperado que os deformados comessem mais, pois precisariam de mais energia) e pareado entre os dias de experimento.

Para todos os testes foi considerado  $P \leq 0,05$  como referência para se atribuir significância estatística (ZAR, 1999). Os testes foram calculados nos programas PAST e Microsoft Office Excel 2007.

### 3.0 Resultados

#### 3.1 Experimento 1: Influência da perda parcial da cauda no desenvolvimento de girinos

Para os 10 indivíduos controle (sem cauda amputada) acompanhados, desde os ovos até final do da metamorfose (do estágio 01 ao 46) o tempo médio de duração de todo o processo foi, em condições *ex situ*, de 87,5 dias, em uma temperatura média de 26,5° C (Figura 6).

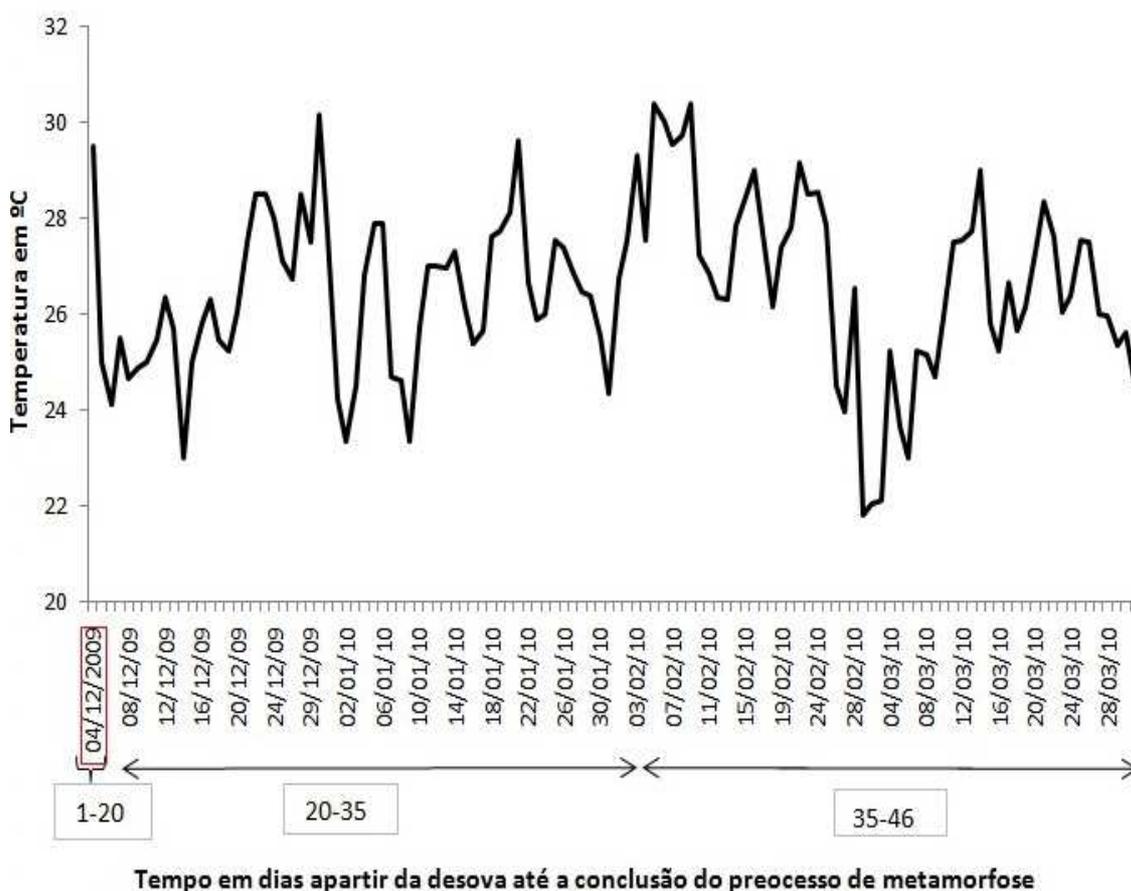


Figura 6: Temperatura média da água durante os dias do experimento. Os valores nas caixas abaixo do eixo X indicam os estágios de desenvolvimento dos girinos segundo Gosner (1960) submetidos ao protocolo experimental.

Ao longo do experimento morreram quatro girinos, sendo um do grupo controle, um do grupo para o qual metade do comprimento da cauda foi amputada e

dois do grupo cujo dois terços da cauda foi amputada. O tempo médio de metamorfose, CRC e massa ao final da metamorfose estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Tempo até metamorfose, comprimento rostro-cloacal (CRC) na metamorfose e massa na metamorfose dos girinos em diferentes tratamentos. Valores apresentados como Média  $\pm$  desvio padrão (mínimo-máximo; N).

Tratamento	Tempo até metamorfose (dias)	CRC após metamorfose (mm)	Massa após metamorfose (g)	Indivíduos que concluíram metamorfose (N)
Controle	29,78 $\pm$ 11,47 (18,31–41,25; 9)	12,06 $\pm$ 0,44 (11,62–12,49; 9)	0,15 $\pm$ 0,02 (0,13–0,17; 9)	09
1/3	35 $\pm$ 10,79 (24,21–45,79; 10)	11,86 $\pm$ 0,46 (11,40–12,32; 10)	0,14 $\pm$ 0,02 (0,12–0,16; 10)	10
1/2	32,78 $\pm$ 7,10 (25,68–39,88; 9)	12,13 $\pm$ 0,24 (11,90–12,37; 9)	0,16 $\pm$ 0,02 (0,14–0,18; 9)	09
2/3	42 $\pm$ 15,09 (26,91–57,09; 8)	12,01 $\pm$ 0,44 (11,57–12,46; 8)	0,15 $\pm$ 0,02 (0,13–0,17; 10)	08

Em 12 dias após o início do experimento os indivíduos de todos os grupos apresentavam a cauda totalmente regenerada (Figura 9).



Figura 7: Indivíduo do grupo cujo 2/3 da cauda foi amputada (A)- no início do experimento e o mesmo indivíduo 12 dias após o início do experimento (B).

Quando comparado o tempo gasto para finalizar o processo de metamorfose entre os 4 grupos com diferentes tratamentos não houve diferença significativa (One

Way ANOVA  $F = 2,804$ ;  $P = 0,056$ ). Porém, quando comparado o tempo de metamorfose entre apenas dois grupos (girinos com cauda amputada e girinos do grupo controle) houve diferença significativa (Teste t de Student,  $t = 1,69$ ; gl. = 34;  $P = 0,039$ ).

O peso dos recém metamorfoseados dos 4 diferentes grupos não apresentou diferenças significativas (One-Way-ANOVA  $F = 2,407$ ;  $P = 0,085$ ), nem mesmo quando comparados o peso dos indivíduos de apenas dois grupos: girinos com cauda amputada e girinos do grupo controle (Teste t de Student,  $t = 1,69$ ; gl. = 34;  $P = 0,359$ ).

Também não houve diferença significativa entre o CRC dos indivíduos recém metamorfoseados dos quatro grupos estudados (One-Way ANOVA  $F = 0,772$ ;  $P = 0,518$ ), nem mesmo quando comparados o CRC dos indivíduos recém metamorfoseados de apenas dois grupos: girinos com cauda amputada e girinos do grupo controle (Teste t de Student,  $t = 1,69$ ; gl. = 33;  $P = 0,333$ ).

### 3.2 Experimento 2:

#### Influência da perda parcial da cauda na alimentação de girinos

Foram observados 2880 intervalos para os 10 girinos de cada grupo, sendo 36 intervalos de 20 s por dia, totalizando 12 minutos de observação para cada girino por dia. Os 10 girinos cujas caudas permaneceram intactas (tratamento controle) se alimentaram em 441 intervalos. Já os 10 girinos cujos dois terços das caudas foram amputados se alimentaram em 293 intervalos (Tabela 2).

Tabela 2. Número de intervalos de 20 s em que foram registrados girinos se alimentando por grupo.

Dia	Tratamento	
	Controle	2/3 amputado
1 <sup>o</sup>	51	15
2 <sup>o</sup>	44	53
3 <sup>o</sup>	71	66
4 <sup>o</sup>	43	1
5 <sup>o</sup>	39	11
6 <sup>o</sup>	106	51
7 <sup>o</sup>	44	29
8 <sup>o</sup>	43	67
Total	441	293

Ao comparar os números de intervalos em que os girinos se alimentaram nos dois grupos testados (controle e grupo cujo dois terços da cauda amputado) houve diferença significativa (Teste t pareado,  $t = -1,95$ ; gl. = 7;  $P = 0,046$ ).

#### 4.0 Discussão

O tempo de metamorfose não variou em função da porção da cauda amputada quando comparados todos os grupos do experimento, porém, houve diferença significativa quando comparado o tempo de metamorfose dos girinos que perderam parte da cauda, independente da porção perdida (1/3, 1/2 e 2/3) com o grupo cuja cauda permaneceu intacta. Esse resultado está de acordo com os estudos de Wilbur e Semlitsch (1990), cujo o experimento foi realizado com girinos de *Lithobates sphenoccephalus* (Anura; Ranidae), em número de indivíduos também igual 10, e o resultado afirma que a taxa de metamorfose é mais lenta nos grupos que perdem parcialmente a cauda do que no grupo cuja cauda permaneceu intacta. No entanto, eles afirmam que não há diferença entre as taxas dos grupos que perderam 25 %, 50 % e 75 % da cauda (Wilbur e Semlitsch, 1990).

O maior tempo para conclusão da metamorfose implica em maior chance dos girinos serem predados ou sofrerem novas injúrias, pois segundo Morim (1985) dentre os fatores que podem interferir na taxa de predação e mortalidade dos anfíbios está a freqüência dos encontros entre presa e predador, e esta aumenta com o aumento tempo de permanência dos girinos na água.

O tamanho e o peso dos indivíduos recém metamorfoseados não são afetados e o número de indivíduos sobreviventes também não apresentou diferença entre os tratamentos. Também não observamos possíveis infecções secundárias devido aos ferimentos causados nos girinos. Deste modo este estudo confirma que as perdas de parte da cauda podem implicar em baixos custos para girinos devido, em partes, à sua alta capacidade e velocidade de regeneração (WILBUR e SEMLITSCH, 1990).

A hipótese de que os girinos com perda parcial teriam maior consumo de energia por ingerir mais alimento que o grupo controle foi refutada. Os indivíduos com cauda amputada, contrariamente a hipótese inicial, forragearam menos que os indivíduos controle. Esses dados estão de acordo com o resultado do experimento 1 relacionado ao tempo de metamorfose, pois, possivelmente os girinos do grupo controle cuja cauda não sofreu injúrias, além de não precisarem gastar energia para regenerar a cauda, ainda forrageiam mais e concluem o processo de metamorfose em menos tempo.

## 5.0 Conclusão

Os girinos de *D. elegans* conseguem se recuperar dos traumas causados pelas perdas de cauda geradas por predadores, pois os girinos que sofreram injúrias conseguiram regenerar suas caudas e concluir o processo de metamorfose com o mesmo peso e CRC que indivíduos que não sofreram injúrias.

Porém, apesar da recuperação dos girinos, o tempo para conclusão da metamorfose foi aumentado em função da perda parcial da cauda e a capacidade de forragear também foi afetada: indivíduos com injúrias na cauda se alimentaram menos do que indivíduos cuja cauda permaneceu intacta, o que pode implicar em custos para os indivíduos devido à maior permanência da espécie no estágio larval, maior permanência na água e conseqüentemente ao aumento das chances de novas injúrias e de predações bem sucedidas.

## Referências

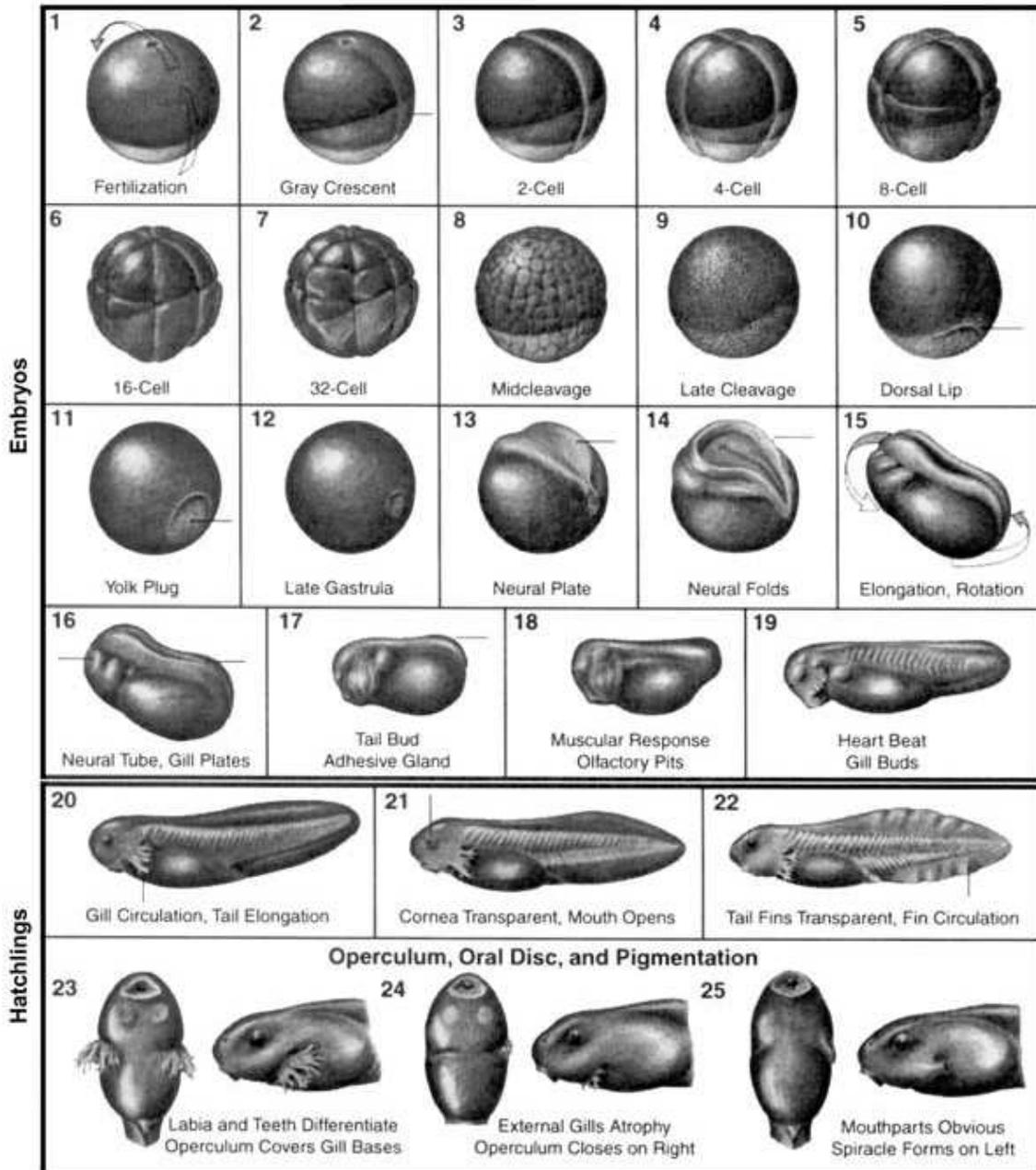
- AXELSSON, E., NYSTROM P., SIDENMARK J.; BRONMARK, C.. Crayfish predation on amphibian eggs and larvae. **Amphibia- Reptilia** **18**:217–28, 1997.
- AZEVEDO-RAMOS, C., VAN SLUYS M., HERO, J.M.; MAGNUSSON, W. E... Influence of tadpole movement on predation by odonate naiads. **Journal of Herpetology** **26**:335–38, 1992,
- BASTOS , R.P., C.F.B. HADDAD. Breeding activity of the neotropical treefrog *Hyla elegans* (Anura, Hylidae). 1996.
- BASTOS, R.P. , C.F.B. HADDAD,.. Vocalizações e interações acústicas de *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. **Naturalia**, **20**: 165-176, 1995.
- BENKMAN, C. W., LINDHOLM, A. K. The advantages and evolution of a morphological novelty. **Nature** **349**: 519–520, 1991..
- BLAIR, J.,WASSERSUG, R. J. . Variation in the pattern of predator-induced damage to tadpole tails. **Copeia** 2000 (inpress).
- BLECKMANN, H.,LOTZ,T. The vertebrate-catching behavior of the fishing spider *Dolomedes triton* (Araneae, Pisauridae). **Animal Behavior**. **35**:641–51, 1987.
- BRODIE, E. D., JR., FORMANOWICZ, JR., D. R. Prey size preference of predators: differential vulnerability of larval anurans. **Herpetological** **39**:67-75, 1983.
- BUSKIRK, J.V., MCCOLLUM, S.A. Influence of tail shape on tadpole swimming performance .The **Journal of Experimental Biology**, **203**,:2149–2158 ,2000.
- BUSKIRK J. V.; SAXER G. Delayed costs of an induced defense in tadpoles? Morphology, hopping, and development rate at metamorphosis .**Evolution**, **55**(4): 821–829, 2001,
- CALDWELL, J. P. Disruptive selection: a tail color polymorphism in *Acris* tadpoles in response to differential predation. **Canadian Journal of Zoology**. **60**: 2818–2827. 1982.
- CRUMP. M. L. Ontogenetic changes in vul-nerability to predation in tadpoles of *Hyla pseu-dopuma*. **Herpetologica**, **40**:265-271. 1984
- DOWNIE, J. R., LIVINGSTONE, S. R.; CORMACK,.J. R.. Selection of tadpole deposition sites by male Trinidadian stream frogs, *Mannophryne trinitatis* (Dendrobatidae): An example of anti-predator behaviour. **Herpetological Journal**: **11**:91–100. 2001,
- DEBENEDICTIS, P. A. Interspecific competi-tion between tadpoles of *Rana pipiens* and *Rana sylvatica*: an experimental field study. **Ecological Monographs**,**44**:129-151, 1974

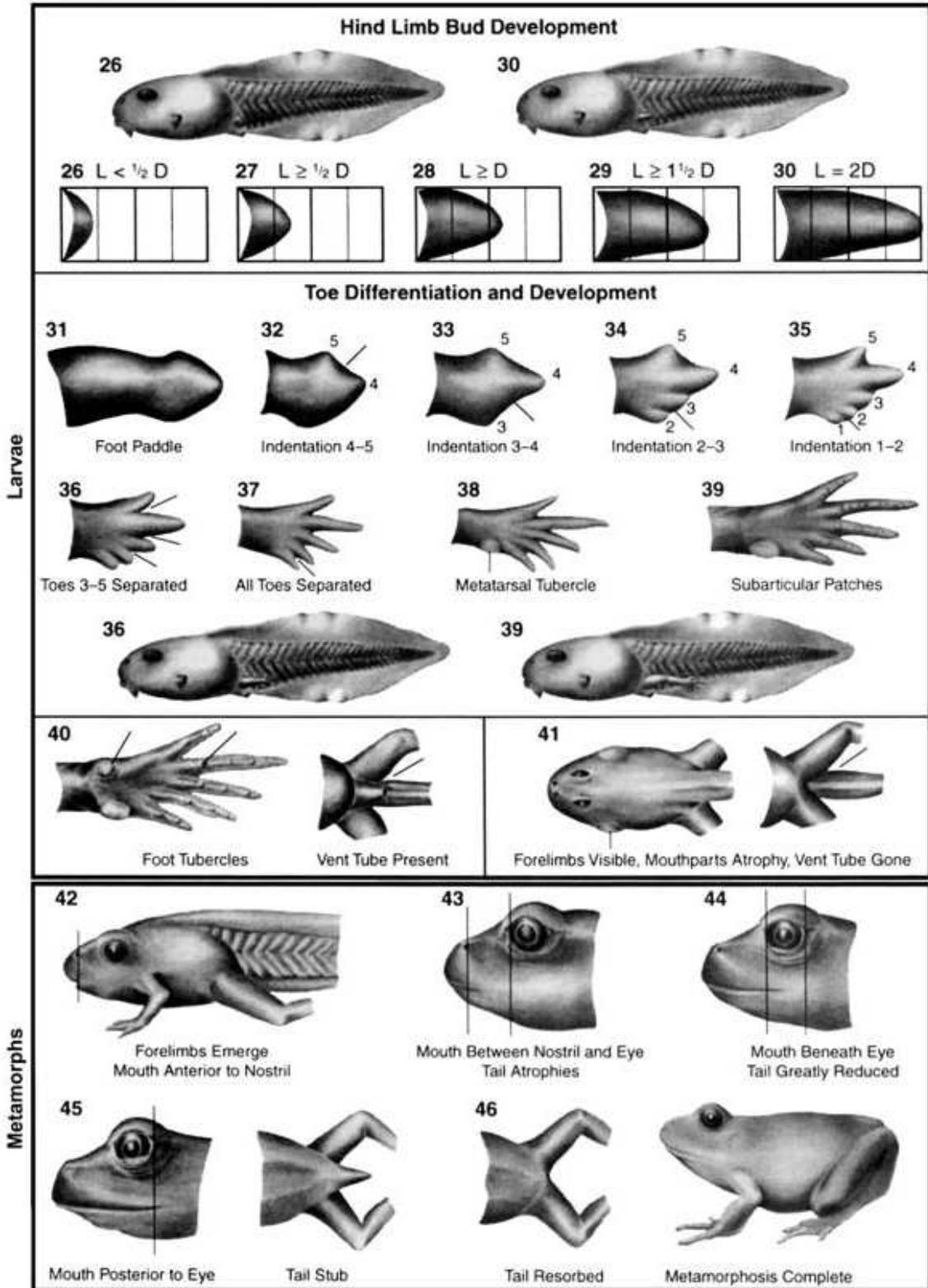
- FIGIEL, C. R., JR.; SEMLITSCH, R. D.. Effects of nonlethal injury and habitat complexity on predation in tadpole populations. **Canadian Journal of Zoology**. 1991, 69:830–34.
- FORMANOWICZ JR, D. R.; BRODIE JR, E. D.,. Relative palatabilities of a larval amphibian community. **Copeia** 1982:91-97.
- FROST, DARREL R. Amphibian Species of the World: American Museum of Natural History, New York, USA. 2011. Disponível em: <<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>>, Acesso em 9 de março de 2011
- GOSNER, K. L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica** 16:183-190, 1960
- HADDAD, C.F.B.; TOLEDO, L.F.; PRADO, C.P.A. Anfíbios da Mata Atlântica. São Paulo: Editora Neotropica, 2008
- KUZMIN . **The amphibians of the former Soviet Union**. Sofia, Bulgaria: Pensoft. 1999
- LAUDER, G. V. . The argument from design. In *Adaptation* (ed. M. R. Rose and G. V. Lauder), pp. 55–91. New York: Academic Press. 1996
- LAWLER S.P., Behavioural responses to predators and predation risk in four species of larval anurans. **Animal Behavior** 38:1039 1047, 1989.
- LUTZ; B. Brazilian species of Hyla. Austin: Univ. Texas Press, 1973, 403p.
- NOMURA, F.; V. PRADO. H. M. ; SILVA, F. R., BORGES R. E. 3, DIAS N. Y. N. 4 & ROSSA-FERES, D. C. Are you experienced? Predator type and predator experience trade-offs relation to tadpole mortality rates. **Journal of Zoology**, no. doi: 10.1111/j.1469-7998.2011.00791.x;:1–7, 2011
- RICHARDSON, J.M.L. A comparative-study of activity levels in larval anurans and response to the presence of different predators. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. 12(1): 51–58. (2001):
- RODEL, M.-O.; LINSENMAIR K. E... Predator-induced swarms in the tadpoles of an African savanna frog, *Phrynomantis microps*. **Ethology** 103:902–14. 1997
- SINERVO, B. AND BASOLO, A. L. **Testing adaptation using phenotypic manipulations**. *Adaptation* (ed. M. R. Rose and G. V. Lauder), pp. 149–185. New York: Academic Press. 1996
- SPIELER, M.L., LINSENMAIR, K.E.. Aggregation behavior of *Bufo maculatus* tadpoles as an antipredator mechanism. **Ethology** 105(8): 665–686. 1999

- STORFER, A.; WHITE C... Phenotypically plastic responses of larval tiger salamanders, *Ambystoma tigrinum*, to different predators. **Journal of Herpetology**. 38:612–15. 2004
- TOLEDO, L. F., SILVA, R. R. & HADDAD, C. F. B. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. **Journal of Zoology**, 271: 170-177. 2007.
- WAGER, V. A. **The frogs of South Africa**. Capetown, South Africa: Purnell and Sons, 1965.
- WARKENTIN, K. M. Adaptive plasticity in hatching age: A response to predation risk trade-offs. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 92:3507–10. 1995.
- WASSERSUG, R. J., AND D. G. SPERRY.. The relationship of locomotion to differential predation on *Pseudoacris triseriata* (Anura: Hylidae). **Ecology** 58:830-839. 1977
- WELLS, K. D. **The Ecology and behavior of amphibians**. The University of Chicago Press, Chicago, 2007
- WILBUR, H.M. AND SEMLITSCH, R.D. Ecological Consequences of Tail Injury in *Rana* Tadpoles. **Copeia**, 1990, No. 1: 18-24, 1990. Disponível em < <http://www.jstor.org/stable/1445817>>. Acesso em 20 de março de 2010
- Zar J.H. **Biostatistical Analysis**, 4 ed. Prentice Hall, New Jersey. 1999.

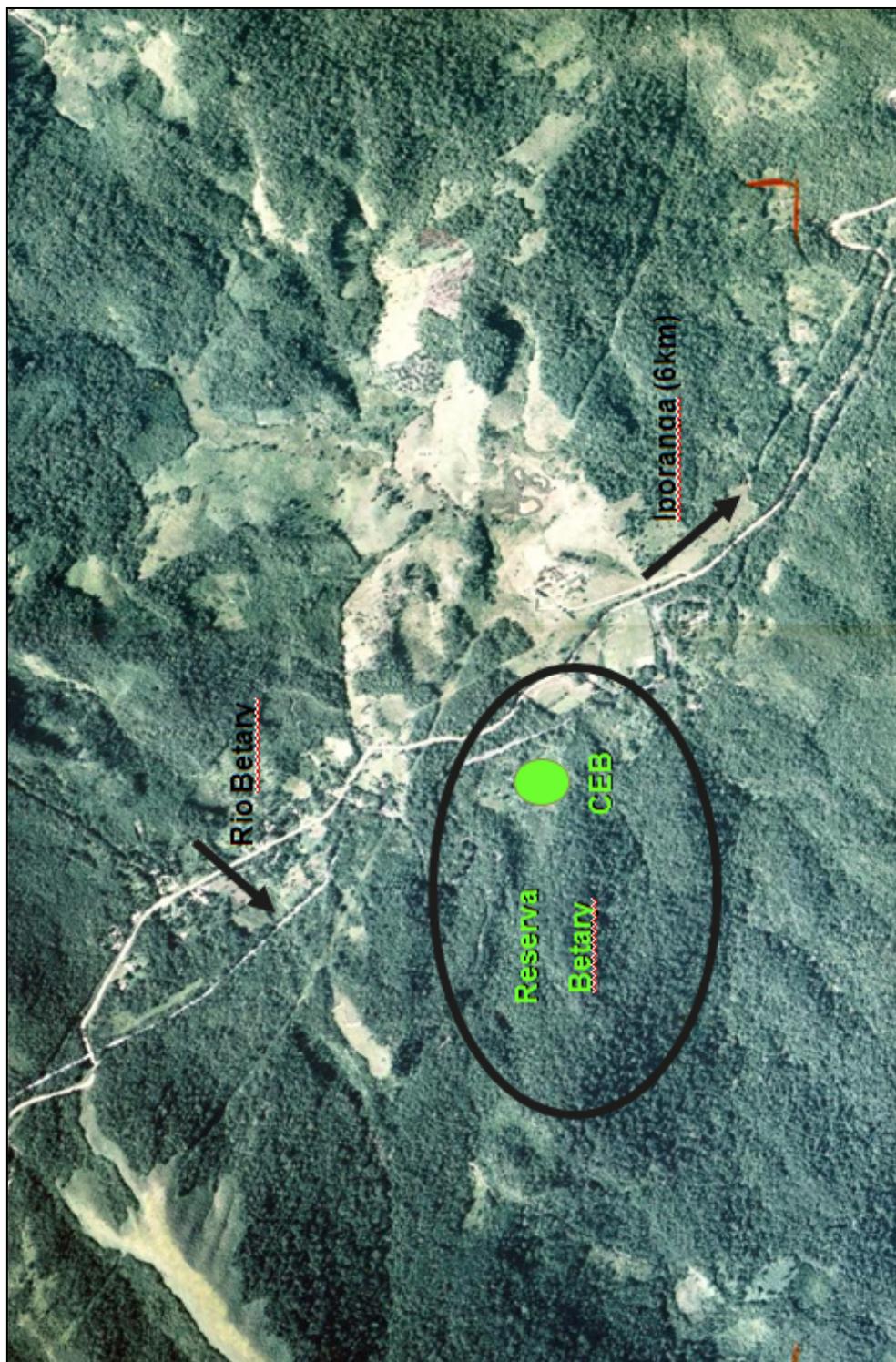
**ANEXOS**

Anexo I - Estágios de desenvolvimento de girinos de anuros segundo Gosner (1960).





Anexo II- Vista aérea da Reserva Betary e localização do CEB - Centro de Estudos da Biodiversidade.



Vista aérea da Reserva Betary e indicação da localização do Centro de Estudos da Biodiversidade

