

MITZI OLIVEIRA DA SILVA

**HISTÓRIA NATURAL DE *Trachycephalus mesophaeus* (HENSEL, 1867)  
(ANURA: HYLIDAE) NO PARQUE FLORESTAL DO RIO DA ONÇA, MUNICÍPIO  
DE MATINHOS, ESTADO DO PARANÁ.**

CURITIBA

2006

MITZI OLIVEIRA DA SILVA

**HISTÓRIA NATURAL DE *Trachycephalus mesophaeus* (HENSEL, 1867)  
(ANURA: HYLIDAE) NO PARQUE FLORESTAL DO RIO DA ONÇA, MUNICÍPIO  
DE MATINHOS, ESTADO DO PARANÁ.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia.

Orientador: Prof. Titular Vinalto Graf

CURITIBA

2006

MITZI OLIVEIRA DA SILVA

**HISTÓRIA NATURAL DE *Trachycephalus mesophaeus* (HENSEL, 1867)  
(ANURA: HYLIDAE) NO PARQUE FLORESTAL DO RIO DA ONÇA, MUNICÍPIO  
DE MATINHOS, ESTADO DO PARANÁ.**



Macho de *Trachycephalus mesophaeus*. Foto: Mitzi O. Silva.

CURITIBA

2006

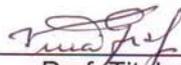
Termo de aprovação

**HISTÓRIA NATURAL DE *Trachycephalus mesophaeus* (HENSEL, 1867)  
(ANURA: HYLIDAE) NO PARQUE FLORESTAL DO RIO DA ONÇA, MUNICÍPIO  
DE MATINHOS, ESTADO DO PARANÁ.**

por

**Mitzi Oliveira da Silva**

Dissertação aprovada em 21 de fevereiro de 2006, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



---

Prof. Titular Vinalto Graf



---

Prof. Dr. Reginaldo Assêncio Machado - UFAC



---

Prof. Dr. Emygdio Leite de Araújo Monteiro Filho - UFPR

## AGRADECIMENTOS

Professor Vinalto Graf, pela orientação e exemplo profissional, paciência e principalmente por todo apoio concedido no decorrer do curso.

Ao professor Emygdio Leite de Araújo Monteiro-Filho, pelo incentivo constante, sugestões ao trabalho e empréstimo de literatura.

Ao professor Reginaldo Assêncio Machado, pelo incentivo ao trabalho com anfíbios e *Trachycephalus*, discussões referentes ao projeto e auxílio durante atividades de campo.

Ao professor Marco Fábio Maia Corrêa, pelo auxílio com o tratamento estatístico dos dados, discussões e sugestões ao trabalho. Ao amigo Miodeli Nogueira Jr. pelas sugestões e discussões sobre análise estatística de dados.

Fernando Antonio Sedor pela paciência, incentivo constante e por me ajudar em todos os momentos em que precisei. Também agradeço ao Professor Euclides, pelo incentivo e sempre ceder o espaço e equipamentos do Museu que foram imprescindíveis para a conclusão deste trabalho.

Ao CNPq pela bolsa de Mestrado concedida durante todo o período do curso.

Aos pesquisadores Carlos Conte, Célio Haddad, Marília Hartmann, Reginaldo Machado e Rodrigo Lingnau por disponibilizarem literatura.

Ao Rodrigo Domit pela rápida execução dos *abstracts* e à Kirana da seção de periódicos pela prestatividade e rapidez nos pedidos do Comut.

Todos aqueles que me auxiliaram em atividades de campo – Ana Kely Carvalho, Daniele Miranda, David Silva, Gabriela Almeida, Igor de Oliveira, Manoela Cardoso e Marco Silva.

Eros Ferreira, Laudicéia da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Matinhos e Ozéas Gonçalves do IAP pelo incentivo à realização do trabalho e apoio logístico ao projeto.

Ao Senhor Fabrício e família, e a todos os moradores na região do Parque Florestal do Rio da Onça, cujo apoio foi fundamental para a realização deste estudo.

Agradeço aos meus amigos Antonio Aguiar, Camila Domit, Daniel Lewis, David Morimoto, Elis Ribas, Fernando Straube, Gislaine Otto, Helen Pichler, Igor de Oliveira, Jean Vitule, Júlio Leite, Kelly Martins, Lisa Oliveira, Márcia Cziulik, Maria Antônia Michels, Renato Garcia, Rodrigo Martins, Simone Dala Rosa, Simone Umbria, Tânia Zaleski e Tayla Coelho com os quais pude repartir os bons e os maus momentos da vida acadêmica.

Camila Domit, Elis Ribas, Igor de Oliveira e Simone Umbria pelo “suporte emocional” e por me fazerem acreditar na minha capacidade como pesquisadora.

Em especial ao amigo Marcos Di-Bernardo, por sempre arrumar tempo para as minhas prosas herpetológicas e me incentivar profissionalmente.

## SUMÁRIO

<b>Capítulo I – Atividade reprodutiva de <i>Trachycephalus mesophaeus</i> (Hensel, 1867), (Anura: Hylidae) no Parque Florestal do Rio da Onça, Floresta Atlântica do Estado do Paraná.....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
Área de estudo.....	6
Métodos de amostragem e análise.....	7
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>9</b>
Atividade anual, ocupação de microhabitats e sítios reprodutivos.....	9
Dimorfismo sexual.....	12
Comportamento de machos e fêmeas no coro.....	17
Comportamento de oviposição.....	20
Estratégias defensivas.....	22
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>33</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Datas dos eventos reprodutivos de <i>Trachycephalus mesophaeus</i> no Parque Florestal do Rio da Onça e esforço amostral aproximado realizado (horas de campo) entre 2001 e 2004.....	10
Tabela 2. Sítios reprodutivos de <i>Trachycephalus mesophaeus</i> registrados para áreas litorâneas do Estado do Paraná. São apresentadas informações sobre os municípios, localidades de ocorrência e evidências da atividade reprodutiva nos locais mencionados.....	11
Tabela 3. Comparações (valores de $t$ ) das médias do comprimento rostro cloacal e largura do antebraço (mm) e média da massa (g) de 18 casais em amplexo de <i>Trachycephalus mesophaeus</i> durante a atividade reprodutiva ocorrida em 10 de dezembro de 2004, no Parque Florestal do Rio da Onça. * Massa das fêmeas antes da oviposição.....	16
Tabela 4. Comprimento total (mm), massa (g) e número de óvulos de quatro fêmeas maduras coletadas no período que antecede a atividade reprodutiva (14 de novembro a 08 de dezembro de 2004).....	22

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica do Parque Florestal do Rio da Onça.....	7
Figura 2. Padrão de colorido dorsal de machos e fêmeas de <i>T. mesophaeus</i> durante a reprodução.....	14
Figura 3. Medida do comprimento rostro cloacal (mm) de 18 casais em amplexo durante a reprodução.....	15
Figura 4. Medida da massa corporal (g) de 18 casais em amplexo antes da oviposição.....	15
Figura 5. Medida da largura do antebraço (mm) de 18 casais em amplexo durante a atividade reprodutiva.....	16
Figura 6. Combate entre machos de <i>T. mesophaeus</i> durante a atividade reprodutiva.....	19
Figura 7. Seqüência do comportamento de oviposição de <i>T. mesophaeus</i> .....	21
Figura 8. Seqüência do comportamento defensivo de um macho de <i>T. mesophaeus</i> .....	24

## SUMÁRIO

<b>Capítulo II – Biologia larval de <i>Trachycephalus mesophaeus</i> (Hensel, 1867)</b>	
<b>(Anura: Hylidae) em ambiente de Restinga no Município de Matinhos, Estado do Paraná.....</b>	<b>42</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>43</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>44</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
Área de estudo.....	47
Caracterização dos ambientes de desenvolvimento dos girinos.....	47
Métodos de amostragem e análise.....	48
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
Fórmula dentária dos girinos.....	50
Desenvolvimento ontogenético.....	51
Crescimento.....	53
Formação de cardumes.....	57
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>69</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparações (valores de <i>t</i> ) das médias da massa (g) e do comprimento total dos girinos de <i>T. mesophaeus</i> em ambiente florestal e aberto.....	57
---	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estágios de desenvolvimento, médias $\pm$ DP do comprimento total e massa corporal de <i>T. mesophaeus</i> em ambiente florestal.....	54
Figura 2. Estágios de desenvolvimento, médias $\pm$ DP do comprimento total e massa corporal de <i>T. mesophaeus</i> em ambiente aberto.....	54
Figura 3. Relação entre a massa (g) e o comprimento total (mm) das larvas de <i>T. mesophaeus</i> em ambiente florestal.....	55
Figura 4. Relação entre a massa (g) e o comprimento total (mm) das larvas de <i>T. mesophaeus</i> em ambiente aberto.....	55
Figura 5. Comparação entre as médias da massa (g) dos girinos de <i>T. mesophaeus</i> nos estágios de desenvolvimento 25 a 31 (GOSNER, 1960), comuns aos ambientes florestal e aberto.....	56
Figura 6. Comparação entre as médias do comprimento total dos girinos de <i>T. mesophaeus</i> nos estágios de desenvolvimento 25 a 31 (GOSNER, 1960), comuns aos ambientes florestal e aberto.....	57
Figura 7. Ambiente de desenvolvimento de <i>T. mesophaeus</i> no município de Antonina, Floresta Atlântica do Paraná.....	58

**CAPÍTULO I. Atividade reprodutiva de *Trachycephalus mesophaeus* (Hensel, 1867), (Anura, Hylidae) no Parque Florestal do Rio da Onça, Floresta Atlântica do Estado do Paraná.**



Atividade reprodutiva de *Trachycephalus mesophaeus* em poça de Restinga. Foto: acervo Parque Florestal do Rio da Onça.

**ATIVIDADE REPRODUTIVA DE *Trachycephalus mesophaeus* (HENSEL, 1867),  
(ANURA, HYLIDAE) NO PARQUE FLORESTAL DO RIO DA ONÇA, FLORESTA  
ATLÂNTICA DO ESTADO DO PARANÁ.**

RESUMO – A atividade reprodutiva de *Trachycephalus mesophaeus* foi estudada em ambiente de restinga entre os anos de 2001 e 2004, pelo acompanhamento de sete eventos reprodutivos. Neste trabalho, são apresentadas informações sobre a ocupação de microhabitats, dimorfismo sexual, atividade reprodutiva anual, comportamento e estratégias defensivas de *T. mesophaeus*. O dimorfismo sexual foi caracterizado através de dados morfométricos e colorido dorsal. *T. mesophaeus* apresenta padrão reprodutivo explosivo, ocupa poças temporárias e a reprodução pode durar de 48 a 60 horas. Fêmeas possuem maior comprimento rostro-cloacal e massa antes da oviposição e os machos, hipertrofia da musculatura do antebraço. Fêmeas sempre possuem linhas escuras marginando a moldura dorsal, e nos machos as linhas inexistem ou podem ser fracas e descontínuas. A maioria das fêmeas são marrons, enquanto os machos possuem colorido amarelo, que se relaciona ao aposematismo nesta espécie. Como estratégias defensivas, *T. mesophaeus* pode inflar os pulmões e sacos vocais e emitir vocalizações de agonia. Machos guardam as fêmeas por até oito horas consecutivas e ocorre sincronia no momento da oviposição. Combates de até 12 machos por uma fêmea foram comuns. Amplexos interespecíficos com fêmeas de *Hypsiboas albomarginatus* foram observados em cinco situações, e sua ocorrência deve ser eventual, dada a sobreposição espacial e temporal entre essas espécies.

PALAVRAS-CHAVES: dimorfismo sexual, comportamento reprodutivo, estratégias defensivas, ocupação de microhabitats, reprodução explosiva.

**BREEDING ACTIVITY OF *Trachycephalus mesophaeus* (HENSEL, 1867)  
(ANURA, HYLIDAE) IN PARQUE FLORESTAL DO RIO DA ONÇA, IN THE  
RAINFOREST IN PARANÁ STATE.**

ABSTRACT - The breeding activity of *Trachycephalus mesophaeus* was studied in restinga environments between the years of 2001 and 2004 through the accompaniment of seven reproductive events. In this study are exposed information on the occupation of microenvironments, sexual dimorphism, annual reproductive activity, behavior and defensive strategies of *T. mesophaeus*. The sexual dimorphism was characterized through morphometric and dorsal color data. *T. mesophaeus* is an explosive breeder that occupies temporary puddles and reproduction may last from 48 to 60 hours. Females have bigger snout-vent length and mass before oviposition while males have hypertrophy of the forearm muscles. Females always have dark lines on the edges of the dorsal frame while, in males, these lines does not exist or are too weak and discontinuous. Most of the females are brown while males are yellow, what is related to the aposematic coloration in this species. As defensive strategies, *T. mesophaeus* may inflate the lungs and vocal sacs and emit agony screams. Males cover the females for, approximately, eight consecutive hours. Movement synchrony occurs during the oviposition. Fights for a female involving until 12 males occurred normally. Inter-specific amplexus with females of *Hypsiboas albomarginatus* were observed in five different situations, and probably occurs frequently due to the space and time overcoming between these species.

KEY-WORDS: sexual dimorphism, breeding behavior, defensive strategies, microenvironments occupation, explosive breeding.

## INTRODUÇÃO

A atividade reprodutiva dos anuros pode ser caracterizada de acordo com dois padrões temporais, o explosivo e o prolongado (WELLS, 1977). Esses padrões são definidos como extremos dentro de um gradiente, no qual as espécies que apresentam atividade explosiva, possuem um período reprodutivo curto que pode durar de algumas horas a poucas semanas, enquanto aquelas que possuem atividade prolongada, apresentam período reprodutivo longo, que pode durar vários meses (WELLS, 1977; PETRANKA & THOMAS, 1995).

A reprodução explosiva *sensu* WELLS (1977) caracteriza-se pela utilização freqüente de ambientes temporários e a presença de coros que definem os locais de desova e atraem as fêmeas. Além disso, as agregações podem ser bastante densas, e incluir centenas de indivíduos. De modo geral, na reprodução explosiva as fêmeas tendem a chegar mais ou menos juntas ao sítio de reprodução (sincronia) e permanecem férteis por um curto período de tempo. Nessas condições, os machos exercem intensa procura pelas fêmeas no sítio reprodutivo e interações agressivas são comuns (STEBBINS & COHEN, 1995).

O padrão explosivo é observado em muitas espécies de bufonídeos, leptodactilídeos, hilídeos, microhilídeos, pelobatídeos e ranídeos (CRUMP, 1974; WELLS, 1977; FAIRCHILD, 1984; AICHINGER, 1987; RODRIGUES *et al.*, 2003). Dentre os hilídeos, as espécies do gênero *Trachycephalus* parecem compartilhar entre si o padrão reprodutivo explosivo. O gênero *Trachycephalus* Tschudi, 1838 possui dez espécies de anuros distribuídas desde as planícies do México, América Central e América do Sul, a leste dos Andes e nordeste da Argentina (FROST, 2004). Agregações de número variado de indivíduos ocupam poças temporárias para

reprodução e possuem semelhanças em relação ao modo reprodutivo (ZWEIFEL, 1964; PYBURN, 1967; SCHIESARI & MOREIRA, 1996). Para algumas espécies de anuros, a atividade de vocalização ou reprodução está frequentemente associada à ocorrência de chuvas fortes, como é o caso de *T. imitatrix* (KWET & Di-BERNARDO, 1999; BERTOLUCI, 2001) e *T. nigromaculatus* (RAMOS & GASPARINI, 2004). Somente *T. resinificatrix* apresenta discrepâncias em relação às demais espécies do gênero, que incluem o período de reprodução prolongado, com indivíduos vocalizando ao longo de vários meses e a ocupação de ocos de árvores preenchidos com água como sítios reprodutivos (ZIMMERMAN & RODRIGUES, 1990; SCHIESARI *et al.*, 2003).

Dentre as espécies de *Trachycephalus*, certamente *T. mesophaeus* (Hensel, 1867) apresenta o típico padrão explosivo e aspectos de sua biologia reprodutiva foram estudados em algumas áreas brasileiras (CARVALHO-E-SILVA *et al.*, 2002; PRADO *et al.*, 2003). *T. mesophaeus* apresenta distribuição atlântica, e ocorre desde o Estado do Rio Grande do Sul até o Recôncavo Baiano, no Estado da Bahia (BRANDÃO *et al.*, 1996). Ocupa ambientes florestados, e os indivíduos podem ser encontrados no interior de bromélias, buracos de árvores (COCHRAN, 1956; PEIXOTO, 1995) ou em abrigos fornecidos por residências (CARVALHO-E-SILVA *et al.*, 2002).

Neste trabalho, apresentamos informações sobre o padrão da atividade reprodutiva anual, a localização e ocupação de microhabitats reprodutivos, comportamento e as estratégias defensivas de *T. mesophaeus*. Também analisamos a existência de dimorfismo sexual para a espécie pela análise da coloração e morfologia dos indivíduos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo.

Situado na Floresta Atlântica paranaense, o Parque Florestal do Rio da Onça possui 118,5 hectares e localiza-se na região geográfica compreendida entre as baías de Paranaguá e Guaratuba, a leste da Serra da Prata, no Município de Matinhos (25°45' S, 48°30' W) (Figura 1).

A altitude varia entre 2 e 3 metros e a distância da orla marinha cerca de 400 metros. A área está situada em uma zona de transição vegetacional, na qual a Floresta Ombrófila Densa intercala-se em faixas com áreas de formações pioneiras – caxetais, brejos graminóides e restingas. Intensas alterações ambientais decorreram durante a década de 80 como o plantio de coníferas exóticas, culturas de subsistência e uso como depósito de lixo urbano. Atualmente, o Parque se encontra em processo de recuperação, e é uma área protegida com papel na contenção do avanço urbano sobre os remanescentes florestais da região.

As amostragens da atividade reprodutiva de *T. mesophaeus* restringiram-se a um ambiente temporário localizado no interior do Parque Florestal do Rio da Onça, com área total de 567 m<sup>2</sup> (27m x 21m) e profundidade da lâmina d'água variando entre 20 e 120 cm, podendo alcançar 140 cm logo após a ocorrência de chuvas. Este local apresentou as melhores condições para amostragem, devido a facilidades de acesso, pouca interferência humana sobre os microhabitats ao longo do ano e grande número de indivíduos em atividade reprodutiva. Três outros ambientes de reprodução desta espécie foram localizados nas imediações da área de estudo, junto às divisas do Parque Florestal do Rio da Onça com moradias e seu monitoramento foi realizado esporadicamente durante o período de estudo.

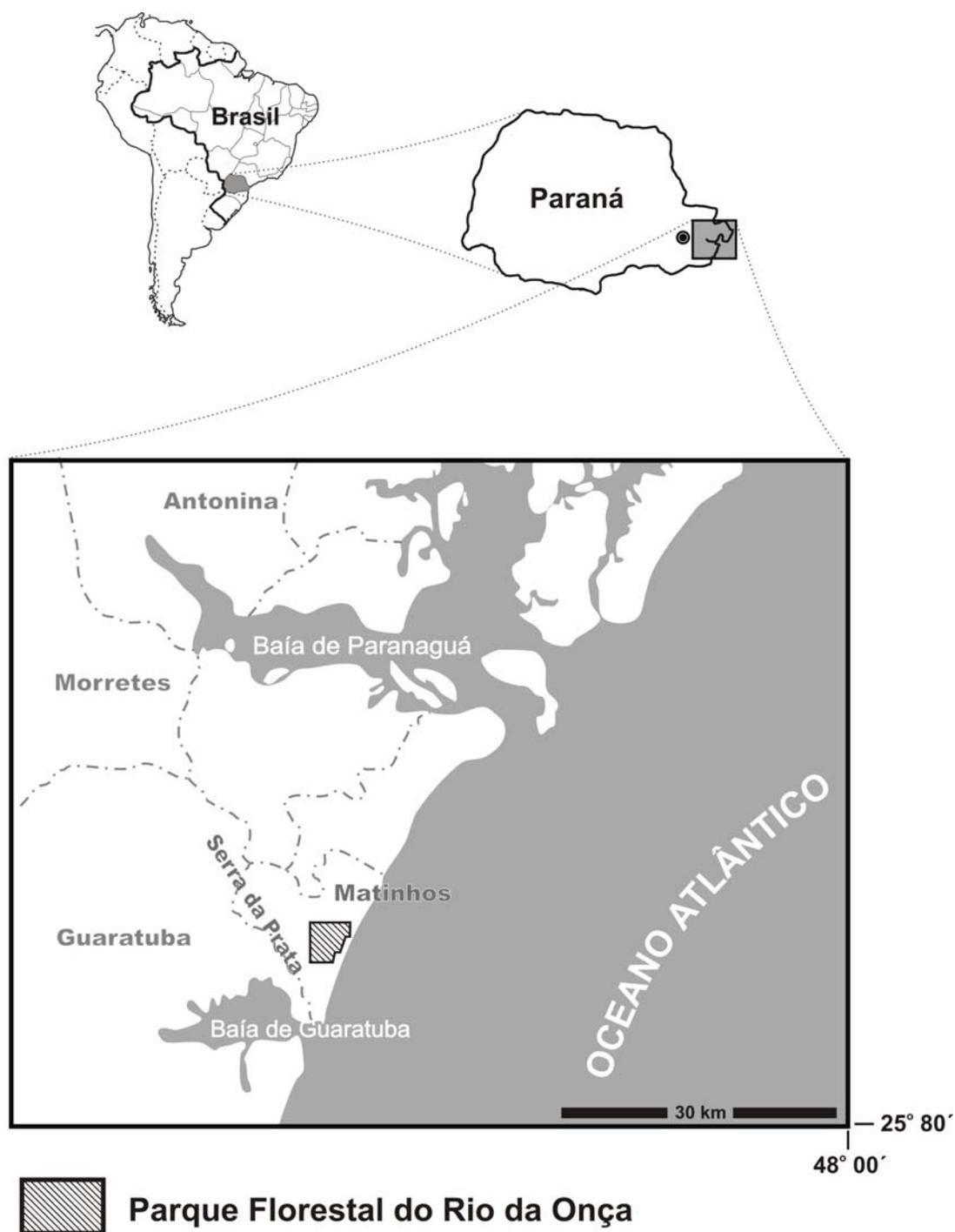


Figura 1. Localização geográfica do Parque Florestal do Rio da Onça, entre as Baías de Paranaguá e Guaratuba, a leste da Serra da Prata, planície litorânea do Município de Matinhos. Mapa elaborado por Rafael C. da Silva e modificado pela autora.

## Métodos de amostragem e análise

O acompanhamento da atividade reprodutiva de *T. mesophaeus* foi realizado na área de estudo entre os anos de 2001 a 2004. Dados comportamentais foram obtidos ao longo de todo o período, a exemplo do comportamento de oviposição, estratégias defensivas, combates entre machos pela posse das fêmeas, tentativas de amplexo entre machos e amplexos interespecíficos. No entanto, dados morfométricos de *T. mesophaeus* foram reunidos somente num evento ocorrido em 10 de dezembro de 2004, no qual a espécie foi monitorada por um período de 31 horas consecutivas.

Para caracterização do dimorfismo sexual da espécie, foram coletados aleatoriamente em campo 18 casais em amplexo, que foram mantidos vivos em sacos plásticos. Desses exemplares, foram anotadas de imediato a coloração dorsal, e as medidas do comprimento rostro-cloacal, largura do antebraço na região mediana e massa corporal antes da oviposição, pelo uso de paquímetro com precisão de 0,01mm e balança de 100g, precisão de 0,1g. Os casais foram devolvidos ao sítio reprodutivo logo após a obtenção dos dados. Também foram anotados aleatoriamente, o colorido dorsal de 50 machos solitários durante a atividade reprodutiva. Para comparação entre as médias do comprimento total, massa e largura do antebraço dos machos e fêmeas, foi utilizado o teste *t* de Student. O nível de significância considerado nas análises foi de 5%.

O número de óvulos produzidos foi determinado através da coleta de quatro fêmeas que apresentavam abdome distendido e óvulos visíveis por transparência na região inguinal, em datas anteriores à atividade reprodutiva (14 de novembro e 08 de dezembro de 2004). Os indivíduos foram sacrificados com injeção de Tiopental sódico na cavidade abdominal, fixados com formalina a 10% e conservados em

álcool a 70%. Exemplares testemunhos foram depositados na coleção herpetológica do Museu de Ciências Naturais da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba.

Saídas de campo ocasionais seguiram-se em várias localidades litorâneas do Estado, com intuito de localizar outros sítios de reprodução desta espécie e verificar as condições ambientais aos quais estão sujeitos. As evidências utilizadas para determinação dos sítios foram a ocorrência de adultos em atividade reprodutiva, presença de girinos nas poças ou jovens recém-metamorfoseados.

## **RESULTADOS**

### **Atividade anual, ocupação de microhabitats e sítios reprodutivos**

O padrão temporal de reprodução de *T. mesophaeus* é tipicamente do tipo explosivo *sensu* WELLS (1977). A atividade reprodutiva ocorre em ambientes temporários e possui curta duração; grande número de indivíduos compõe os agrupamentos e a busca ativa exercida pelos machos ocasiona interações agressivas pela posse das fêmeas.

Durante as observações realizadas entre os anos de 2001 a 2004, sete eventos de reprodução de *T. mesophaeus* foram acompanhados (Tabela 1). O período reprodutivo de *T. mesophaeus* se estende de outubro a janeiro, e de maneira geral, um evento de reprodução ocorre no mês de novembro e outro em janeiro, com duração máxima de 48 horas. Entretanto, diferentemente do observado em amostragens anteriores, durante a estação reprodutiva de 2004, apenas um evento ocorreu, restrito ao mês de dezembro e com duração prolongada para 60 horas.

Tabela 1. Datas dos eventos reprodutivos de *Trachycephalus mesophaeus* no Parque Florestal do Rio da Onça e esforço amostral aproximado realizado (horas de campo) entre 2001 e 2004.

<b>Data</b>	<b>Horas de campo</b>
29/11/2001	3
09/01/2002	12
30/10/2002	10
04/01/2003	3
25/11/2003	22
25/01/2004	26
10/12/2004	31
<b>Total</b>	<b>107</b>

*Trachycephalus mesophaeus* ocupa ambientes florestados, preferencialmente as baixadas alagáveis de restinga, mas pode ocorrer em florestas mais conservadas em algumas localidades na encosta da Serra do Mar. Os indivíduos habitam o interior das florestas e vivem em ocos de árvores e bromélias, mas quando em locais peridomiciliares, as moradias podem representar abrigos ao longo do ano. Durante a atividade reprodutiva, pode utilizar microhabitats efêmeros tanto no interior como na borda florestal, além de áreas abertas e alteradas pela ocupação humana.

Quatro sítios de reprodução de *T. mesophaeus* foram registrados para o Parque Florestal do Rio da Onça e adjacências; em todos foram encontrados adultos durante a atividade reprodutiva, girinos e jovens recém metamorfoseados. Nesses locais a atividade reprodutiva ocorre simultaneamente, dada a proximidade entre essas áreas e as semelhanças entre as condições microclimáticas locais.

A atividade reprodutiva de *T. mesophaeus* ocorre em poças temporárias situadas tanto no interior florestal quanto em locais alterados nas imediações de moradias. Embora esta espécie se encontre amplamente distribuída nos municípios litorâneos do Estado do Paraná, sítios de reprodução além daqueles registrados para o Parque Florestal do Rio da Onça, são conhecidos para 12 localidades, das quais apenas três correspondem a áreas de proteção (Tabela 2).

Todos os sítios reprodutivos encontram-se nos domínios da planície litorânea ou próximos da encosta da Serra do Mar, no Estado do Paraná e estão localizados em ambientes florestados, porém apresentam distintos graus de alterações ambientais. As melhores localidades para estudo desta espécie encontram-se no Parque Florestal do Rio da Onça (Matinhos) e Reserva Natural Morro da Mina (Antonina), devido a pouca interferência antrópica, mas também o grande número de indivíduos em atividade reprodutiva e qualidade dos microhabitats ocupados. Demais áreas, podem estar condenadas ao desaparecimento pelas pressões sofridas devido à proximidade do perímetro urbano e degradação dos ambientes florestais.

Tabela 2. Sítios reprodutivos de *Trachycephalus mesophaeus* registrados para áreas litorâneas do Estado do Paraná. São apresentadas informações sobre os municípios, localidades de ocorrência e evidências da atividade reprodutiva nos locais mencionados.

Sítio	Município	Localidade	Evidências reprodutivas
1	Paranaguá	Floresta Estadual do Palmito	Adultos em atividade reprodutiva
2	Antonina	Reserva Natural Morro da Mina	Girinos
3	Antonina	Bairro Alto	Girinos
4	Antonina	Rio do Nunes	Girinos
5	Morretes	Porto de Cima	Adultos em atividade reprodutiva*
6	Matinhos	Parque Florestal Rio da Onça	Adultos em atividade reprodutiva, Girinos
7	Matinhos	Parque Florestal Rio da Onça	Adultos em atividade reprodutiva, Girinos
8	Matinhos	Parque Florestal Rio da Onça	Adultos em atividade reprodutiva
9	Matinhos	Parque Florestal Rio da Onça	Adultos em atividade reprodutiva
10	Matinhos	Balneário Ipanema	Recém metamorfoseados**
11	Matinhos	Balneário Caiobá	Adultos em atividade reprodutiva***
12	Guaratuba	Proximidades do Iate Clube	Recém metamorfoseados

\* Informações de campo disponibilizadas por Fernando Costa Straube.

\*\* Exemplares cedidos por Juberson Fabiano do Prado.

\*\*\* Informações de campo disponibilizadas por Fernando Brock.

## **Dimorfismo sexual**

A análise dos dezoito casais em amplexo durante a atividade reprodutiva permitiu caracterizar o dimorfismo sexual para a espécie, mediante diferenças observadas no colorido dorsal, tamanho, massa corporal e largura do antebraço.

Os machos de *T. mesophaeus* possuem sacos vocais bem desenvolvidos, pareados, localizado em posição dorsal e posterior ao ângulo da boca. São facilmente reconhecidos quando buscam ativamente pelas fêmeas, momento em que vocalizam mais intensamente e permanecem com os sacos vocais parcial ou completamente inflados. Possuem calos nupciais decíduos, intumescidos, de coloração marrom escura, localizados na base dos dedos I e II das mãos. As fêmeas se caracterizam externamente por apresentarem abdome distendido, com óvulos muito pigmentados e visíveis por transparência na região inguinal. Fora da época de reprodução, a determinação do sexo torna-se mais difícil, pois machos e fêmeas são muito semelhantes em relação à morfologia e coloração.

## Coloração

*Trachycephalus mesophaeus* apresenta coloração que varia do verde acinzentado ao marrom escuro ao longo do ano, entretanto durante os meses que abrangem seu período reprodutivo, pode alterar sua coloração para o amarelo brilhante (Figura 2). O colorido amarelo é mais evidente no dorso, entretanto as regiões gular, lateral (desde a cabeça até a virilha) e ventral também são bastante pigmentadas.

Através da análise da coloração dos 18 casais em amplexo durante a atividade reprodutiva, foi possível reconhecer quatro classes de colorido dominantes – machos e fêmeas amarelos e machos e fêmeas marrons. A maioria dos machos

apresentou colorido amarelo brilhante (33%). As fêmeas em amplexo apresentaram predominância na coloração marrom-esverdeada (36%), enquanto machos marrons e fêmeas amarelas ocorreram em menor frequência amostral, 17% e 14% respectivamente. Os padrões de colorido durante a atividade reprodutiva são de fácil caracterização, e não foram detectados padrões intermediários de colorido, embora existam leves nuances de coloração entre os indivíduos. Todos os 50 machos solitários observados no campo apresentaram coloração amarela brilhante.

Os casais também foram analisados quanto ao aspecto da moldura dorsal. Todas as fêmeas de *T. mesophaeus* apresentaram uma estreita linha escura marginando interna e externamente toda a moldura clara e nos machos, as linhas escuras estavam ausentes (Figura 2). Entretanto, alguns machos solitários observados durante a atividade reprodutiva apresentaram linhas escuras ininterruptas e discretas marginando a moldura clara, mas as fêmeas, ao menos para a população observada, sempre possuem linhas bem marcadas. Jovens recém-metamorfoseados também possuem a moldura clara, entretanto, não apresentam sinais de linhas escuras marginais.

Cinco machos e cinco fêmeas removidos do amplexo foram colocados aleatoriamente na superfície da água em meio a vários machos solitários. As fêmeas, em todas as ocasiões foram imediatamente reconhecidas e combates foram estabelecidos para posse das mesmas. Todos os machos retirados do amplexo foram ignorados pelos demais.

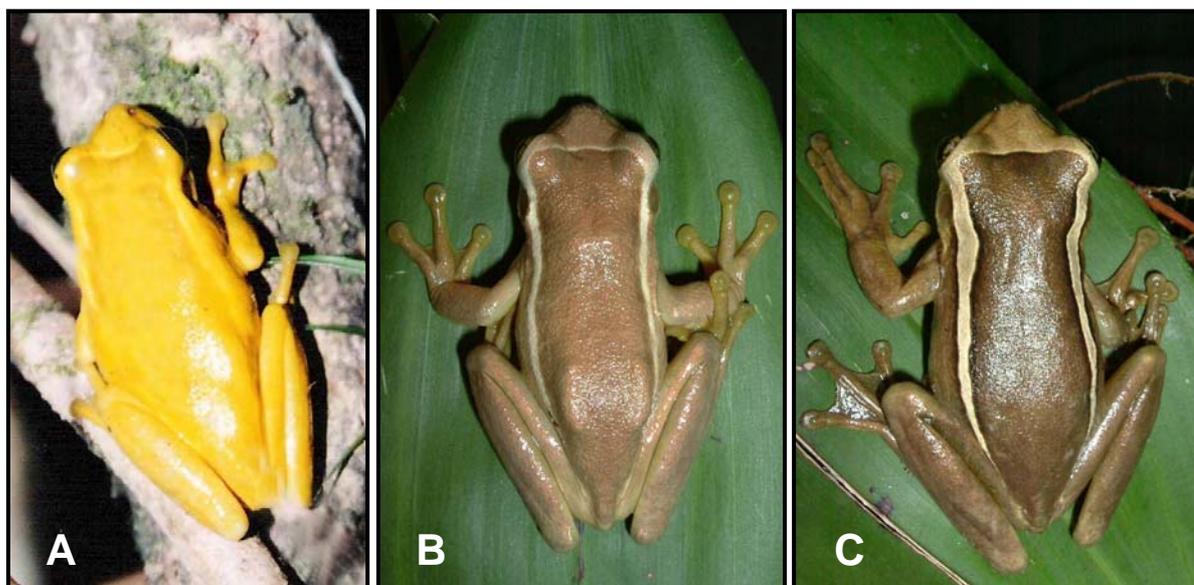


Figura 2. Padrão de colorido dorsal de machos e fêmeas de *Trachycephalus mesophaeus* durante a atividade reprodutiva (A) Macho com colorido nupcial amarelo brilhante. (B) Macho com colorido dorsal marrom escuro - notar ausência de faixa escura marginando a moldura. (C) Padrão predominante de colorido das fêmeas em amplexo. Notar a faixa escura bem marcada marginando a moldura. Fotos: (A) Acervo da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Matinhos. (B e C) Mitzi O. Silva.

#### Comprimento total, largura do antebraço e massa corporal.

A comparação entre as médias do comprimento rostro cloacal, largura do antebraço e massa, indicaram que as fêmeas em amplexo possuem maior comprimento rostro cloacal e massa corporal em relação aos machos (Figuras 3 e 4). Estes por sua vez, possuem hipertrofia da musculatura do antebraço quando comparados às fêmeas (Figura 5). A tabela 3 sumariza os valores de  $t$ , as médias e os desvios das medidas do comprimento rostro cloacal, largura do antebraço e massa.

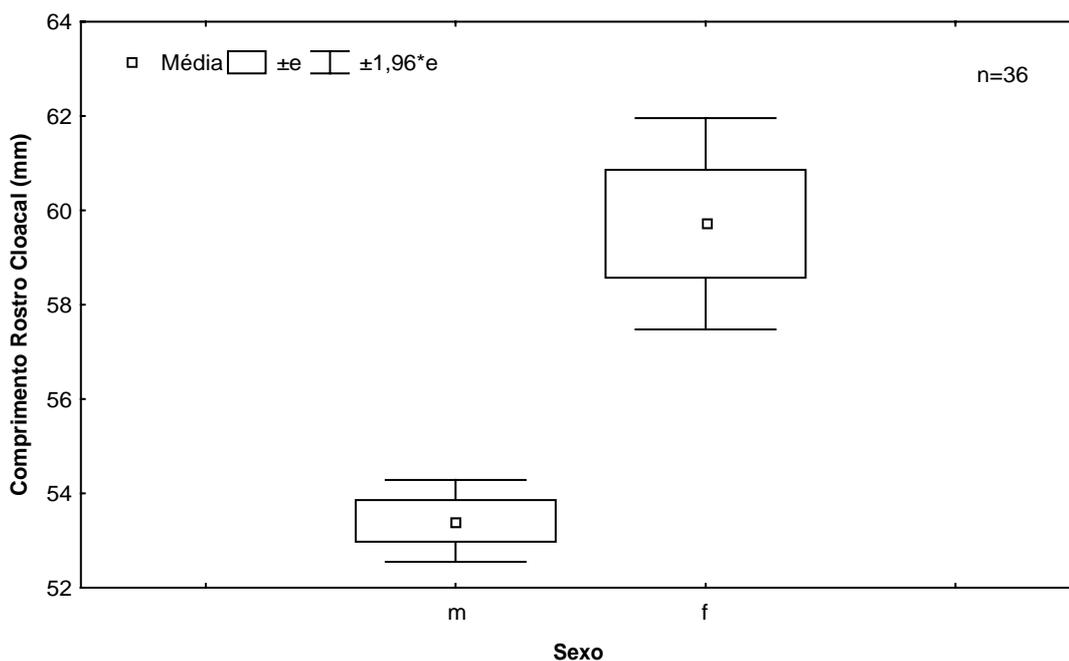


Figura 3. Medida do comprimento rostro cloacal (mm) de 18 casais de *Trachycephalus mesophaeus* em amplexo durante a atividade reprodutiva ocorrida em 10 de dezembro de 2004, no Parque Florestal do Rio da Onça.

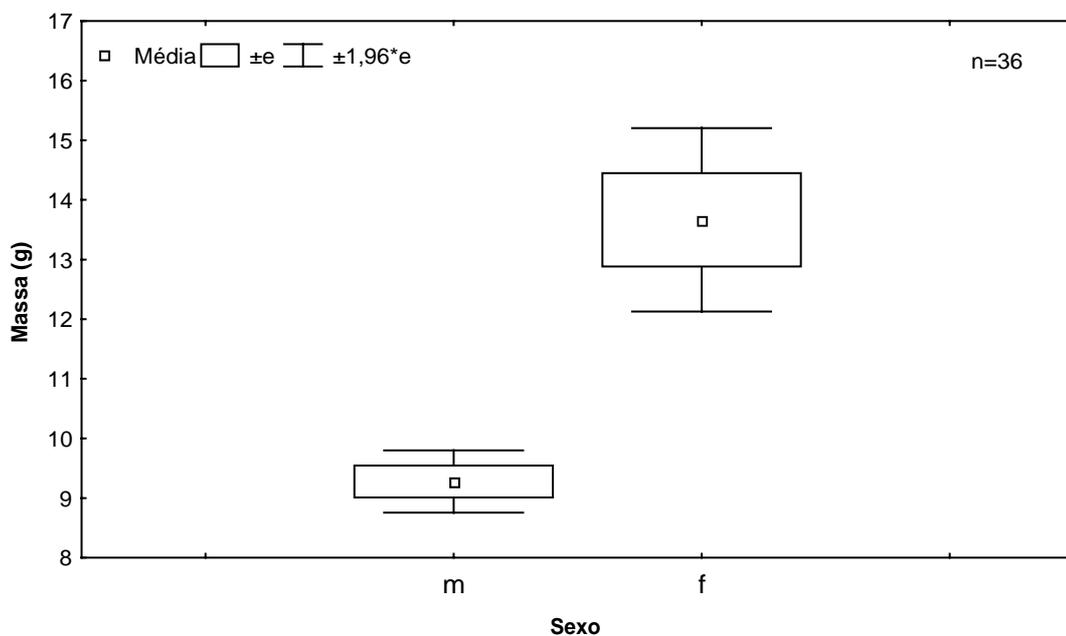


Figura 4. Medida da massa corporal (g) de 18 casais em amplexo de *Trachycephalus mesophaeus* antes da oviposição, durante a atividade reprodutiva ocorrida em 10 de dezembro de 2004, no Parque Florestal do Rio da Onça.

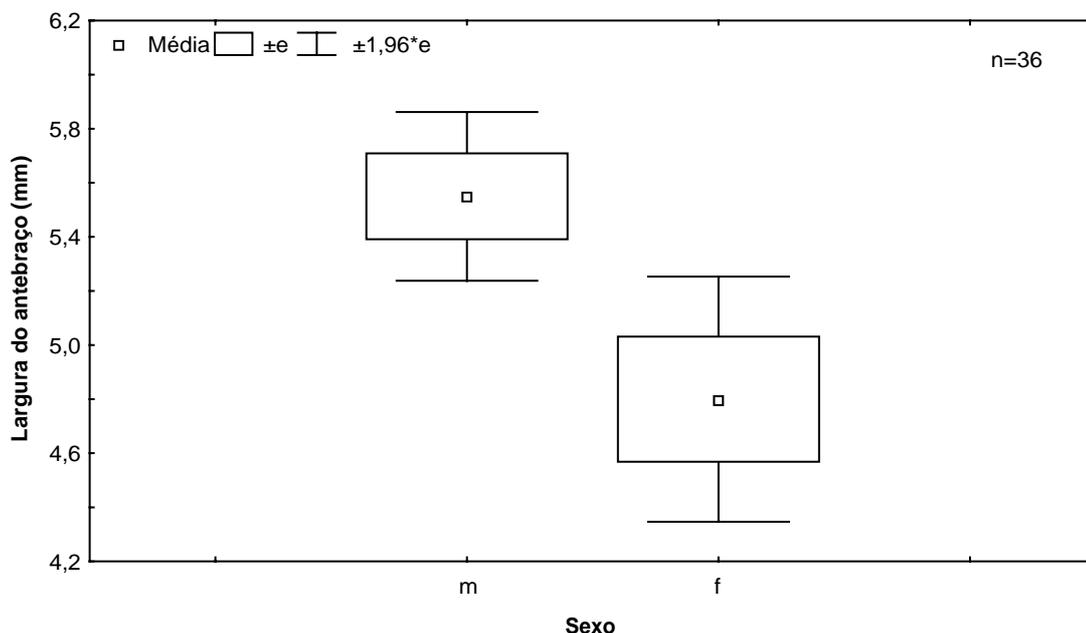


Figura 5. Medida da largura do antebraço (mm) de 18 casais de *Trachycephalus mesophaeus* em amplexo durante a atividade reprodutiva ocorrida em 10 de dezembro de 2004, no Parque Florestal do Rio da Onça.

Tabela 3. Comparações (valores de *t*) das médias do comprimento rostro cloacal e largura do antebraço (mm) e média da massa (g) de 18 casais em amplexo de *Trachycephalus mesophaeus* durante a atividade reprodutiva ocorrida em 10 de dezembro de 2004, no Parque Florestal do Rio da Onça. \* Massa das fêmeas antes da oviposição.

	Machos (n=18)		Fêmeas (n=18)		<i>t</i>	GL	P
	Média+DP	Intervalo	Média+DP	Intervalo			
<b>CRC (mm)</b>	53,4±1,8	50,4-56,7	59,7±4,8	53,8-72,3	5,1	34	0,00001
<b>LAntebraço (mm)</b>	5,5±0,6	5,0-7,1	4,8±0,9	1,6-6,4	2,7	34	0,01149
<b>Massa (g)</b>	9,2±1,1	7,0-11,0	13,6±3,3*	10-23*	5,3	34	0,00001

### **Comportamento de machos e fêmeas no coro.**

Não foi possível verificar se as fêmeas chegam sincronicamente aos locais de reprodução, pois as que estão maduras são rapidamente amplexadas e desse modo, sua chegada torna-se imperceptível. Devido a isso, a maioria das fêmeas maduras observadas em atividade reprodutiva encontrava-se amplexada. Fêmeas solitárias que acabaram de reproduzir, foram com frequência observadas nos substratos mais altos da vegetação ou na periferia dos sítios, possivelmente enquanto retornavam para seus abrigos. Estas fêmeas foram facilmente detectadas nos agrupamentos, por apresentarem silhueta esguia e serem ignoradas pelos machos.

Com a chegada das chuvas, os machos começam a vocalizar em coros no interior florestal, e lentamente deixam seus abrigos em direção aos locais de reprodução. Em um dos sítios de reprodução na periferia do Parque Florestal do Rio da Onça, após o início da chuva, ocorreu deslocamento de cerca de 50 metros até o sítio de reprodução. Nesse trajeto, os indivíduos deixaram o interior florestal, atravessaram um amplo canal de drenagem do município e seguiram em direção à moradias para ocupar uma pequena poça com 12m<sup>2</sup> (3m x 4m), sem cobertura florestal e comumente alterada pela ação humana. Machos e fêmeas utilizam os mesmos locais para reprodução ano após ano, entretanto não é possível afirmar se os mesmos indivíduos freqüentam as poças ou se podem se deslocar para áreas diferentes ao longo do ano e participar na estruturação de outras agregações.

Os machos buscam ativamente pelas fêmeas no ambiente de reprodução e embora sejam capazes de reconhecê-las quando próximas, podem tentar amplexar com machos coespecíficos ou fêmeas de outras espécies. As tentativas de amplexo entre machos de *T. mesophaeus* foram observadas durante a atividade reprodutiva,

no entanto, em todas as situações, a emissão de vocalizações de soltura acarretaram a separação imediata dos indivíduos. Os machos também puderam permanecer guardando as fêmeas nos substratos mais altos da vegetação por até oito horas. Após este período, aproximadamente das 20h10 às 23h10 de 11 de dezembro de 2004, foram observados muitos casais em amplexo reproduzindo sincronicamente. Os casais deixaram os estratos superiores da vegetação e se deslocaram para a superfície da lâmina d'água para reproduzir.

A busca intensa de fêmeas por parte dos machos, ocasionou disputas que incluíram sempre uma única fêmea e de dois a doze machos em tentativa de amplexo (Figura 6). Nessas situações, os machos agarraram-se uns aos outros e tentaram desalojar os rivais principalmente através de movimentos das pernas e pés. Geralmente, o macho que está em amplexo com a fêmea e numa posição mais privilegiada em relação aos demais, adota uma postura defensiva. O macho se posiciona de maneira a diminuir os espaços entre a sua região ventral e a dorsal da fêmea, através da estreita justaposição da superfície corporal de ambos.

O macho também encolhe sua cabeça junto ao dorso da fêmea, o que impede que outros machos possam desalojá-lo pela região gular. Nesse momento pode deferir chutes para garantir sua posição e dificultar as investidas dos demais.

A duração dessas disputas foi variável, de uns poucos minutos até cerca de duas horas, principalmente quando um número maior de machos estavam associados aos combates.

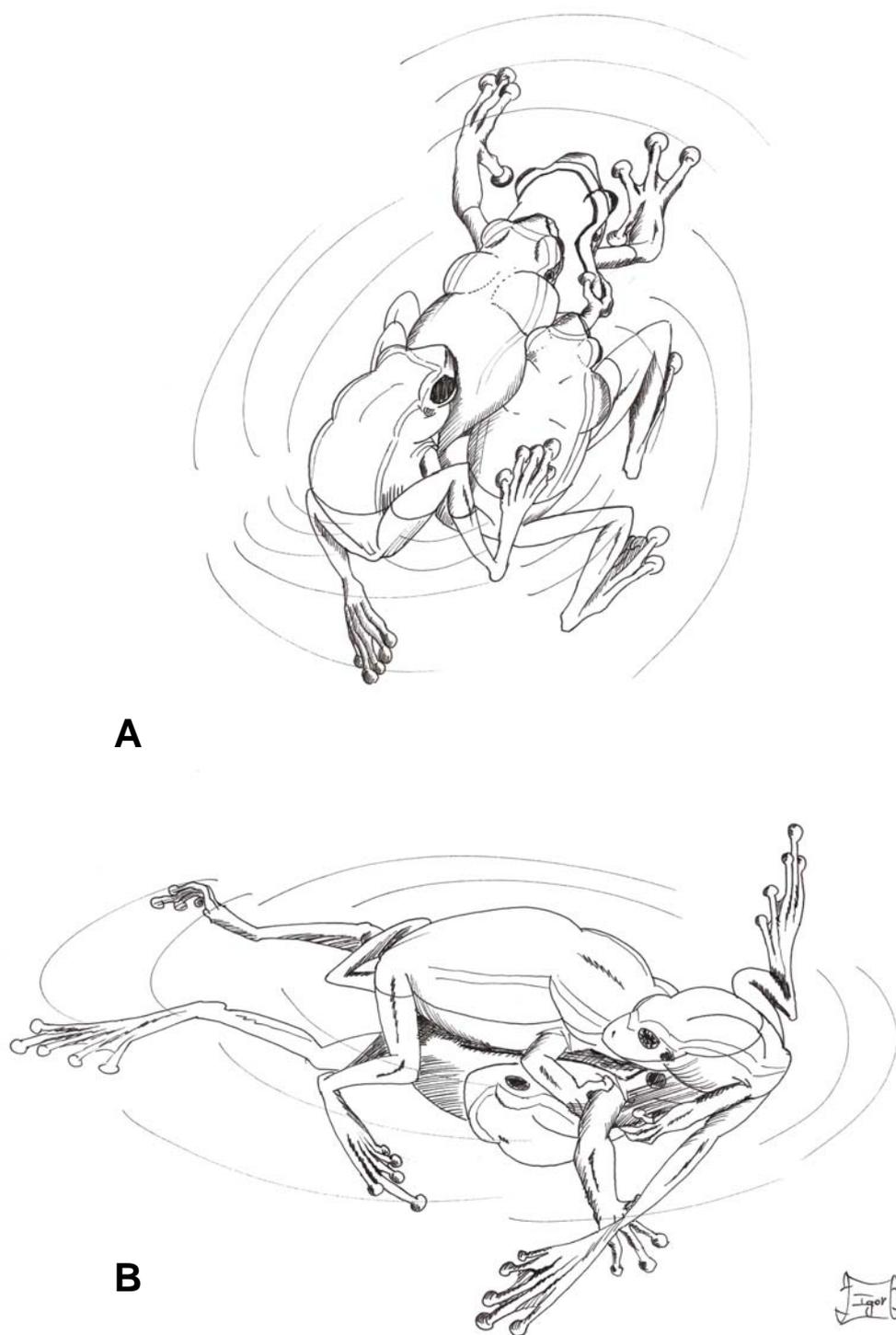


Figura 6. Combate entre *Trachycephalus mesophaeus* durante a atividade reprodutiva, envolvendo três machos e uma fêmea. (A) Macho no canto inferior esquerdo em tentativa de amplexo com outro macho, utiliza os pés para desalojar o rival à direita. (B) Macho da posição superior justapõe todo seu corpo com o da fêmea, principalmente a cabeça para evitar ser desalojado pelos demais. Fêmeas podem se afogar nesses momentos, pois podem ficar submersas por longos períodos. Ilustrações: Igor S. Oliveira.

As fêmeas podem se afogar em decorrência desses combates, pois podem acabar ficando submersas por longos períodos de tempo. Machos em combate por fêmeas afogadas de *T. mesophaeus* foram encontradas em quatro situações e apesar da liberação de óvulos não ter sido verificada nesses momentos, faz-se necessário um melhor acompanhamento dessas disputas, no sentido de verificar se esses machos podem apresentar algum sucesso reprodutivo. Também encontramos dois machos em combate por um macho morto e verificamos cinco machos disputando uma fêmea morta de *Hypsiboas albomarginatus* (Spix, 1824) espécie de hilídeo bastante comum na área de estudo. Amplexos interespecíficos foram registrados em mais cinco instâncias, mediante observação de machos de *T. mesophaeus* amplexados com fêmeas de *H. albomarginatus*. Esses casais foram encontrados sempre em locais periféricos, na transição com o ambiente de várzea.

Durante os combates, as tentativas de amplexo podem ocorrer em diversas regiões do corpo. Verificamos uma tentativa de amplexo pela região anterior do corpo de uma fêmea e em outra situação, o macho estava amplexado a uma fêmea com o ventre voltado para cima.

### **Comportamento de oviposição.**

O amplexo de *T. mesophaeus* é axilar e os casais permanecem durante a oviposição dentro d'água, com frequência flutuando sobre a superfície. Num primeiro momento, a fêmea arqueia o corpo posicionando a cloaca para cima e para fora d'água, enquanto o macho também arqueia levemente o dorso no sentido contrário, elevando a região anterior do corpo de maneira a justapor sua cloaca à da fêmea. Nesse momento, a fêmea fica praticamente submersa, exceto pela região cloacal que defere rápidos movimentos laterais enquanto os óvulos são liberados (Figura 7).

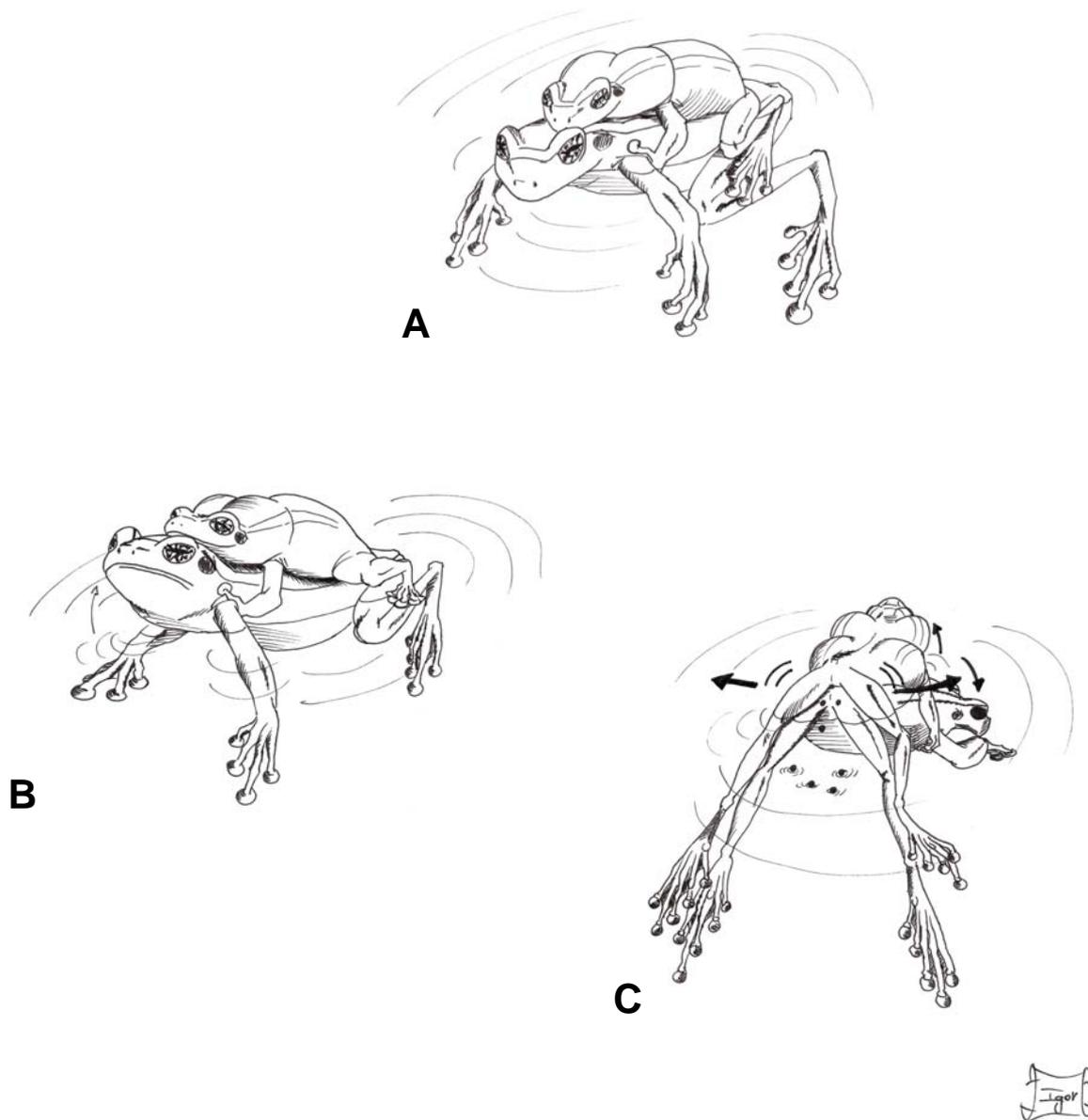


Figura 7. Seqüência do comportamento de oviposição de *Trachycephalus mesophaeus*. (A) Postura inicial. (B) A fêmea arqueia o dorso enquanto o macho arqueia o dorso no sentido contrário. (C) Macho justapõe sua cloaca à da fêmea e ambos vibram a região posterior do corpo enquanto ocorre liberação dos óvulos. Ilustrações: Igor S. Oliveira.

*Trachycephalus mesophaeus* apresenta modo reprodutivo do tipo 1, com ovos aquáticos, e girinos exotróficos que se alimentam em ambiente lântico (HADDAD & PRADO, 2005). As desovas são muito pigmentadas e foram depositadas sobre a superfície da água na forma de um filme flutuante, que se espalha por todo o ambiente reprodutivo. Quatro fêmeas coletadas num período que antecedia a atividade reprodutiva, produziram entre 1424 e 2578 óvulos (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento total (mm), massa (g) e número de óvulos de quatro fêmeas maduras coletadas no período que antecede a atividade reprodutiva (14 de novembro a 08 de dezembro de 2004).

<b>Fêmeas</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CRC (mm)</b>	58,1	58,8	61,8	71,1
<b>Massa (g)</b>	12	13	14	23
<b>Nº óvulos</b>	1424	1571	1657	2578

De maneira geral, o comportamento de oviposição durou cerca de 20 minutos, entretanto este tempo pode ser estendido pela competição de machos numerosos que permanecem na superfície da água buscando fêmeas durante toda duração da atividade reprodutiva. Estes tentam desalojar os casais em amplexo, o que pode prolongar a duração do período de oviposição para até 2 horas.

### **Estratégias defensivas.**

*Trachycephalus mesophaeus* apresenta algumas táticas de defesa, como por exemplo, a coloração de advertência amarela brilhante, secreção de um muco

viscoso e aderente com propriedades tóxicas e o comportamento de inflar os pulmões e sacos vocais.

A coloração amarela brilhante é exclusiva do período reprodutivo e predomina entre os machos, mas as fêmeas também podem alterar seu colorido. Quando manipulados, a variação de coloração ocorre rapidamente, e os indivíduos passam do padrão mais escuro para o amarelo brilhante num intervalo de 25 segundos a 1 minuto (n=16; 12 machos e 4 fêmeas).

Durante o manuseio de exemplares, foi possível verificar que estes podem adotar uma postura defensiva, inflando os pulmões e expandindo a região lateral do corpo enquanto secretam nas regiões axilar e inguinal, um muco viscoso, aderente e com propriedades tóxicas. Num momento seguinte, podem inflar os sacos vocais causando a expansão da região cefálica (Figura 8) e eventualmente emitir vocalizações semelhantes a um grito. Os machos exibem mais comumente este comportamento, enquanto as fêmeas podem permanecer com os pulmões inflados ou ficarem indiferentes ao manuseio.

Ao longo do ano, *T. mesophaeus* se abriga em meio a ocos de árvores, mas é preferencialmente bromelícola. Ao leve sinal de perturbação das bromélias, os indivíduos saltam rapidamente para fora e para dentro d'água, nadam em direção ao fundo lodoso, buscando abrigo entre o emaranhado de raízes e folhiço em decomposição. Os indivíduos podem se abrigar completamente ou permanecer sob o folhiço à espreita, somente com a cabeça à mostra. Nessas situações, permanecem submersos até que possam retornar para a mesma bromélia no qual se encontravam abrigados.

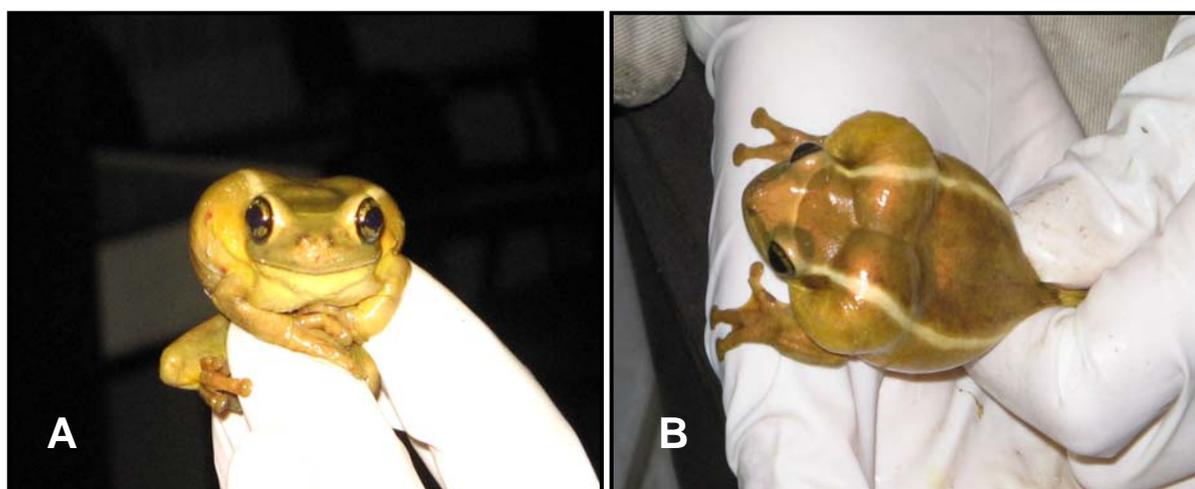


Figura 8. Seqüência do comportamento defensivo de um macho de *Trachycephalus mesophaeus* durante o período reprodutivo (notar colorido nupcial amarelo brilhante). (A) Postura de inflar os pulmões, com expansão lateral do corpo e liberação de grande quantidade de secreção viscosa nas regiões axilar e inguinal. (B) Postura com os pulmões e saco vocal inflados. Fotos: Igor S. de Oliveira.

## DISCUSSÃO

### Atividade anual, ocupação de microhabitats e sítios reprodutivos

*Trachycephalus mesophaeus* é tipicamente uma espécie florestal, que se abriga em bromélias ao longo do ano e que pode se deslocar para poças temporárias em locais florestados (CARVALHO-E-SILVA, 2002) ou áreas abertas alteradas para reproduzir (SAZIMA, 1974). Na área de estudo, a espécie ocupa esses dois microhabitats, com poças de rápida drenagem e sujeitas a interferências ambientais que podem ser desfavoráveis ao seu sucesso reprodutivo. Essas poças são ocupadas anualmente, na área estudada e os registros mais antigos de eventos reprodutivos segundo moradores locais, datam da década de 80, quando várias habitações já estavam instaladas na região. A presença de *T. mesophaeus* em áreas abertas alteradas deve ser produto da escolha do hábitat em um período em que

ainda preservava seus remanescentes de floresta. A plasticidade desta espécie em se adequar aos momentos em que as pressões seletivas causam impactos negativos sobre as populações, pode garantir que o sucesso reprodutivo seja alcançado.

Garantias da sobrevivência também envolvem a conservação dos remanescentes nos quais as populações se abrigam ao longo do ano. As poças temporárias da área de estudo localizam-se na planície litorânea, que tem sido muito impactada pela supressão da cobertura florestal para implantação de moradias. Das áreas mapeadas, o Parque Florestal do Rio da Onça abriga microhabitats com as melhores condições para a reprodução de *T. mesophaeus* e sua conservação pode assegurar a sobrevivência das populações locais. A investigação anual desses sítios pode fornecer um panorama sobre a qualidade das áreas ocupadas, tamanho das populações reprodutivas, desenvolvimento dos girinos e fidelidade dos adultos a esses sítios a cada ano.

### **Dimorfismo sexual**

Apesar da maioria dos machos em amplexo serem amarelos, e das fêmeas marrons, a coloração não é um bom fator para reconhecimento sexual, devido ao percentual de ocorrência das demais classes analisadas.

A maior frequência de machos amarelos durante o amplexo ou solitários deve estar relacionada à maior permanência e exposição nos sítios de reprodução durante o amplexo, busca ativa e combates pela posse das fêmeas. WELLS (1978) verificou que a alteração de coloração da garganta para amarelo brilhante em machos de ranídeos, estava relacionada à territorialidade, diferenciando machos residentes de machos satélites. A coloração amarela da garganta durante o período

reprodutivo, também foi reportada para várias espécies de bufonídeos e hilídeos (DUELLMAN & TRUEB, 1986).

As fêmeas por sua vez, têm poucas oportunidades de escolha de machos em agregações explosivas, pois são interceptadas logo que chegam ao sítio de reprodução (WELLS, 1977). Seu comportamento aparentemente mais estacionário nas agregações e sua coloração escura podem torná-las imperceptíveis aos predadores quando estão dentro d'água ou sobre a vegetação.

Ao descrever o padrão da coloração dorsal de machos e fêmeas de *T. mesophaeus*, LUTZ (1973) comentou que esta espécie apresenta bandas dorsolaterais brilhantes, variáveis na largura, coloração, brilho e no formato das bordas escuras interna e externa. COCHRAN (1956) e MIRANDA-RIBEIRO (1926) também se referem às essas linhas escuras, entretanto nenhum dos autores mencionados as relaciona com o dimorfismo sexual da espécie.

A presença de linha escura marginal à moldura dorsal clara, foi eficiente na área de estudo para o reconhecimento de machos e fêmeas de *T. mesophaeus* em amplexo durante a atividade reprodutiva. No entanto, a presença de alguns machos solitários com bandas incompletas e fracas, indica a necessidade de verificação de um número maior de indivíduos, para uma resposta conclusiva a respeito do assunto. O acompanhamento de outras populações de *T. mesophaeus* e análise de material disponível em coleções herpetológicas, também pode fornecer algumas respostas sobre a existência de dimorfismo sexual nesta espécie para outras populações brasileiras.

Como regra geral para os anuros, as fêmeas são maiores do que os machos da mesma espécie, o que freqüentemente se relaciona com a produção de grande número de óvulos (CRUMP, 1974). As fêmeas que apresentam maior tamanho

corporal são favorecidas pela seleção, pois podem aumentar o tamanho das posturas e dessa maneira alcançarem maior sucesso reprodutivo (CRUMP, 1974). A análise de quatro fêmeas coletadas antes da atividade reprodutiva indicou que aquelas que apresentam maior comprimento total e massa corporal produziram maior quantidade de óvulos, e, portanto, podem ser mais bem sucedidas em relação às demais. Embora uma pequena amostra tenha sido analisada, este provavelmente trata-se do padrão observado para as fêmeas de *T. mesophaeus* em momentos que antecedem a atividade reprodutiva.

As fêmeas apresentaram maior comprimento total em relação aos machos durante a atividade reprodutiva. Outros autores, também verificaram o dimorfismo em tamanho para *T. mesophaeus* em áreas do Sudeste do Brasil. PRADO *et al.* (2003) analisou exemplares dos estados de São Paulo (CRC 70,4 mm fêmeas e 61,4 mm machos) e Espírito Santo (CRC 91,3 mm fêmeas e 78 mm nos machos), enquanto CARVALHO-E-SILVA (2002) analisou espécimes oriundos dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (CRC 71 mm fêmeas e 62 mm machos). LUTZ (1973) examinou amostras dos estados de Santa Catarina (CRC 61 mm nas fêmeas e 52 mm nos machos) e Espírito Santo (CRC 100 mm nas fêmeas e 85 mm nos machos) e comentou que esta espécie deveria apresentar variação em tamanho conforme a região geográfica, com exemplares de maior porte sendo encontrados mais ao norte. Embora existam indícios da variação geográfica no tamanho para esta espécie, não estão disponíveis na literatura, dados para localidades do Nordeste do Brasil, o que não permite uma análise conclusiva a respeito do assunto. A análise de exemplares depositados em coleções científicas, oriundos de várias localidades ao longo da área de distribuição da espécie, pode trazer respostas e essa questão.

As fêmeas também apresentaram maior massa corporal em relação aos machos antes da oviposição, porém essa diferença foi atribuída à produção dos óvulos, que preencheram grande parte da cavidade abdominal. Já os machos, apresentaram a musculatura do antebraço hipertrófica durante a atividade reprodutiva, o que obviamente, auxilia durante o amplexo e nos combates pela posse das fêmeas (DUELLMAN & TRUEB, 1986). Machos analisados por LUTZ (1973) também apresentaram o antebraço bastante alargado.

### **Comportamento de machos e fêmeas no coro.**

O comportamento de guardar as fêmeas é conhecido em agregações explosivas e foi amplamente observado durante a atividade reprodutiva de *T. mesophaeus*, com os casais permanecendo em amplexo por longos períodos de tempo.

Quando os machos precisam esperar até que as fêmeas estejam prontas para reproduzir ou desejam mantê-las distantes de outros machos competidores, os casais podem permanecer em amplexo por até vários dias (WELLS, 1977). CRUMP (1974) relata que as fêmeas da maioria dos hilídeos que reproduzem em agregações não chegam até os locais de reprodução até que elas tenham ovulado e assim, menos tempo é gasto no amplexo, o que reduz sua vulnerabilidade aos predadores. No entanto, espécies de anuros de grande porte ou com secreções tóxicas na pele, como é o caso de *Bufo marinus* (Linnaeus, 1758) (Bufonidae) e dos representantes do gênero *Phyllomedusa* Wagler, 1830 (Hylidae), podem apresentar amplexos mais duradouros, visto que têm poucos predadores naturais (CRUMP, 1974).

Fêmeas de *T. mesophaeus* coletadas alguns dias antes da atividade reprodutiva já apresentavam abdome distendido e óvulos pigmentados visíveis por

transparência na região inguinal, o que indica que estas já devem chegar aptas aos locais de reprodução. Nesse caso, o comportamento de guardar as fêmeas por várias horas nos substratos mais altos da vegetação deve ter como finalidade principal, a manutenção das parceiras longe de potenciais competidores. Esse comportamento pode ser importante em agregações muito densas, onde a chance de conseguir uma parceira é limitada, e faz com que um macho passe a maior parte da atividade reprodutiva com uma mesma fêmea (WELLS, 1977).

A oviposição sincronizada dentre os machos que guardavam as fêmeas pode atenuar a competição frente àqueles que procuram ativamente por parceiras. A existência de muitos casais em oviposição simultânea pode diminuir as chances dos machos em amplexo de serem desalojados pelos rivais nos substratos mais baixos da vegetação e superfície da lâmina d'água. O comportamento de guardar as fêmeas durante um período de várias horas, deve ser favorecido pelos mecanismos defensivos de *T. mesophaeus* (ver discussão estratégias defensivas) e a quase ausência de predadores conhecidos para esta espécie.

As agregações reprodutivas de espécies que possuem padrão temporal explosivo são freqüentemente muito densas, o que determina a busca incessante e árdua competição dos machos pelas fêmeas. Garantir uma parceira nessas condições, assegura que o patrimônio genético dos machos seja perpetuado e por isso, as fêmeas são consideradas o recurso limitante de seu sucesso reprodutivo a cada estação (WELLS, 1977).

O número de machos nas agregações explosivas pode exceder o número de fêmeas ano após ano, apesar dos motivos pelos quais isso ocorre não serem completamente compreendidos (WELLS, 1977). Razões sexuais de sete ou oito machos por fêmeas não são incomuns em espécies de anuros que apresentam

reprodução explosiva e nesses casos, o sucesso reprodutivo é baixo (DUELLMAN & TRUEB; 1986). As agregações de *T. mesophaeus* da área estudada são bastante densas. Estimativas preliminares indicam que cerca de 400 indivíduos se agruparam simultaneamente para reproduzir em dezembro de 2004, e que a razão sexual deve ser próxima de 4:1 (obs. pess.). Embora uma análise mais apurada da estimativa e razão sexual ainda seja necessária, é possível que a intensidade observada nos combates pela posse das fêmeas, tentativas de amplexo com machos e fêmeas afogadas e a formação de pares interespecíficos possam resultar da menor disponibilidade de fêmeas ao longo da atividade reprodutiva.

Na área de estudo, verificamos a formação de pares entre as espécies de hilídeos *T. mesophaeus* e *Hypsiboas albomarginatus*. A formação de pares interespecíficos e a ocorrência de híbridos é reportada na literatura para algumas espécies de anuros (HADDAD *et al.*, 1990; HADDAD *et al.*, 1994; AZEVEDO *et al.*, 2003) e a possível hibridação entre *T. mesophaeus* e *T. nigromaculatus* foi sugerida para uma localidade do Sudeste do Brasil (RAMOS & GASPARINI, 2004). Embora tenhamos constatado amplexos entre *T. mesophaeus* e *H. albomarginatus*, nenhuma evidência da ocorrência de híbridos foi observada, pois esta aparentemente ocorre em espécies filogeneticamente próximas.

O período de reprodução de *H. albomarginatus* na área de estudo se estende de setembro a março. Os machos ocupam a periferia dos sítios reprodutivos de *T. mesophaeus*, nas proximidades das várzeas e vocalizam sobre as partes emersas e baixas da vegetação aquática. Essas espécies também compartilham o porte médio e a postura de suas desovas na superfície da água, sob a forma de filme flutuante (DUELLMAN & TRUEB, 1986). Em outras áreas atlânticas, *H. albomarginatus* é conhecida por reproduzir na estação chuvosa em corpos d'água temporários, com os

machos ocupando a vegetação marginal mais baixa até 80 cm de altura acima da água (HARTMANN *et al.*, 2005).

Os pares entre essas espécies foram observados sempre na transição com as várzeas e durante a atividade reprodutiva de *T. mesophaeus*. Dessa maneira, a interceptação de fêmeas de *H. albomarginatus* por machos de *T. mesophaeus* deve ocorrer ocasionalmente, dada a sobreposição espacial e temporal da atividade reprodutiva e da intensidade do padrão explosivo observado para *T. mesophaeus*.

### **Estratégias defensivas**

A mudança de coloração nos anuros é um processo que ocorre por ação hormonal, no qual hormônios produzidos pela hipófise são liberados na corrente sanguínea e atuam diretamente nos melanóforos, causando a dispersão ou contração dos pigmentos (STEBBINS & COHEN, 1995). A mudança de coloração ocorrida durante a época reprodutiva em *T. mesophaeus* pode refletir o grau de excitabilidade dos indivíduos, ou ser indicadora de aposematismo nesta espécie, embora sua presença até o momento, não tenha sido relatada para nenhuma das espécies deste gênero.

A produção de um muco viscoso, aderente e suas propriedades tóxicas são conhecidos dentre as espécies de *Trachycephalus* (MIRANDA-RIBEIRO, 1926; VELLARD, 1929; LUTZ & KLOSS, 1952; DUELLMAN, 1956; JANSEN, 1962; RODRÍGUEZ & DUELLMAN, 1994), incluso *T. mesophaeus* (LUTZ, 1973). Durante observações realizadas na área de estudo ao longo do ano foi possível constatar que as propriedades tóxicas e irritantes da secreção de *T. mesophaeus* parecem ser mais intensas durante o período reprodutivo, com grande quantidade de muco secretado. Nos demais meses do ano, os indivíduos são ativos apenas no período noturno, não

alteram sua cor e parecem secretar menores quantidades de muco quando retirados de seus abrigos para manuseio.

A alteração de cor em *T. mesophaeus* ocorre no período reprodutivo em três situações – quando os indivíduos estão ativos durante a noite, pela manipulação dos exemplares, e durante toda a atividade reprodutiva. Tendo em vista que grande parte da reprodução ocorre durante o dia, o colorido amarelo brilhante pode ser um mecanismo de advertência de seu potencial tóxico para predadores visualmente orientados. Este mecanismo confere proteção e assegura, por exemplo, que os machos possam se deslocar ativamente durante o dia em sua busca pelas fêmeas ou que os casais estejam seguros no momento da oviposição. Outros casos de aposematismo pela coloração amarela são conhecidos para as espécies de anuros *Brachycephalus ephippium* (Spix, 1824) (Brachycephalidae) (POMBAL *et al.*, 1994), *Atelopus zeteki* Dunn, 1933 (Bufonidae) e *Phyllobates terribilis* Myers, Daly and Malkin, 1978 (Dendrobatidae) (DUELLMAN & TRUEB, 1986).

Devido à presença de secreções tóxicas, poucos são os predadores conhecidos para as espécies de *Trachycephalus*, que incluem serpentes anurófagas (PRADO, 2003; SILVA Jr. *et al.*, 2003), das quais *Liophis miliaris* (Linnaeus, 1758) (Colubridae) é o único predador conhecido para *T. mesophaeus* (OLIVEIRA & SILVA, no prelo). No entanto, é provável que outras espécies possam ser predadores em potencial, a exemplo de alguns mamíferos carnívoros. Durante a atividade reprodutiva, dois machos de *T. mesophaeus* parcialmente ingeridos foram encontrados, curiosamente pela região anterior e dorsal do corpo, que é a que mais produz secreções tóxicas (DUELLMAN, 1956). Embora seus predadores não tenham sido identificados, sabe-se que *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766) (Procyonidae), é um

mamífero que se alimenta de anuros na área de estudo, e freqüentemente abandona suas presas parcialmente ingeridas (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Inflar os pulmões é um comportamento conhecido dentre os bufonídeos para evitar a predação por algumas serpentes xenodontíneas (SAZIMA & HADDAD, 1992; VANZOLINI *et al.*, 1980). Ao inflar os pulmões e permanecer com os sacos vocais inflados *T. mesophaeus* aumenta grandemente sua superfície corporal e dessa maneira pode dificultar a ingestão, caso o colorido aposemático ou a ação das secreções tóxicas não sejam suficientes para afugentar seus predadores.

Alguns autores têm comentado que as vocalizações de agonia apresentam função de comunicação intraespecífica (SMITH, 1977; HÖDL & GOLLMANN, 1986) e para algumas espécies, tais vocalizações estariam associadas a sinais de aviso para coespecíficos, semelhante às observações realizadas por LEARY & RAZAFINDRATSITA (1998) para *T. venulosus*. LUTZ (1973) comentou que *T. mesophaeus* emitiu vocalizações semelhantes a gritos durante uma tentativa de predação pela serpente *Liophis poecilogyrus* (Wied, 1925) (Colubridae). É provável que a emissão de gritos de agonia por *T. mesophaeus*, represente um comportamento deimático, na qual há uma resposta individual em situações de ameaça com a finalidade de espantar seus predadores.

A realização de estudos futuros que permitam um maior detalhamento da reprodução de *Trachycephalus mesophaeus* como um todo, podem auxiliar na compreensão de um padrão de reprodução muito pouco explorado e comum a várias famílias de anuros.

## AGRADECIMENTOS

Sou grata a Marco Fábio Maia Corrêa pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados e sugestões ao manuscrito. Emygdio L.A. Monteiro-Filho pelas sugestões e incentivo. Igor S. Oliveira pelas ilustrações comportamentais e Rafael C. da Silva pela versão do mapa. Aos pesquisadores Cristine G. Donha, Fernando Brock e Juberson F. do Prado que contribuíram com informações sobre a reprodução da espécie para algumas áreas do Paraná. Simone Umbria e Jean Vitule pela revisão e leitura crítica do texto. Ozéas Gonçalves do Instituto Ambiental do Paraná; à Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Matinhos e Museu de Ciências Naturais da Universidade Federal do Paraná, pelo apoio logístico e de pessoal à pesquisa científica. Gabriela A. Silva, Manoela W. Cardoso, Marco A. Silva, David D. Silva, Igor S. Oliveira e Elis R. Ribas pelo auxílio durante as atividades de campo. Ao CNPq pela bolsa de Mestrado cedida à MOS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AICHINGER, M. 1987. Annual activity patterns o anurans in a seasonal neotropical environment. **Oecologia**, **71**: 583-592.
- AZEVEDO, M.F.C.; F. FORESTI; P.R.R. RAMOS & J. JIM. 2003. Comparative cytogenetic studies of *Bufo ictericus*, *B. paracnemis* (Amphibia: Anura) and an intermediate form in sympatry. **Genetics and Molecular Biology**, **26** (3): 289-294.

- BERTOLUCI, J. 2001. Anfíbios Anuros. p.158-167. *In*: LEONEL, C. (Ed.). **Intervalos**. Fundação para a conservação e a produção florestal do Estado de São Paulo, 240p.
- BRANDÃO, R.A.; M.A. FREITAS & A. SEBEN. 1996. Geographic distribution notes: *Phrynohyas mesophaea* (NCN). **Herpetological Review**, **27**(2): 86.
- CARVALHO-E-SILVA, S.P., A.L.C. PINTO & A.M.P.T. CARVALHO-E-SILVA. 2002. Aspectos da reprodução, da vocalização e da larva de *Trachycephalus mesophaeus* Hensel (Amphibia, Anura, Hylidae). **Aquarium**, 19-24.
- COCHRAN, D.M. 1956. Frogs of Southeastern Brazil. **United States National Museum Bulletin**, **206**:1- 423.
- CRUMP, M.L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. **Miscellaneous Publication Museum of Natural History University of Kansas**, **61**: 1-68.
- DUELLMAN, W.E. 1956. The frogs of the hylid genus *Phrynohyas* Fitzinger, 1843. **Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan**, Michigan, **96**:1-47.
- DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB. 1986. **Biology of amphibians**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. XIX+670p.

- FAIRCHILD, L. 1984. Male reproductive tactics in an explosive breeding toad population. **American Zoologist**, **24**: 407-418.
- FROST, D.R. 2004. Amphibian species of the world: an online reference. Versão 3.0. (22 de agosto de 2004) Banco de dados acessado em <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. **American Museum of Natural History**, New York, USA.
- HADDAD, C.F.B., A.J. CARDOSO & L.M. CASTANHO. 1990. Hibridação natural entre *Bufo ictericus* e *Bufo crucifer* (Amphibia: Anura). **Revista Brasileira de Biologia**, **50** (3): 739-744.
- HADDAD, C.F.B.; J.P. POMBAL JR. & R.F. BATISTIC. 1994. Natural hybridization between diploid and tetraploid species of leaf-frogs, genus *Phyllomedusa* (Amphibia). **Journal of Herpetology**, **28** (4): 425-430.
- HADDAD, C.F.B. & C.P.A. PRADO. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. **Bioscience**, **55** (3): 207-217.
- HARTMANN, M.T.; L.O.M. GIASSON; P.A. HARTMANN & C.F.B. HADDAD. 2005. Visual communication in Brazilian species of anurans from Atlantic forest. **Journal of Natural History**, **39** (19): 1675-1685.
- HÖDL, W. & G. GOLLMANN. 1986. Distress call in neotropical frogs. **Amphibia-Reptilia**, **7**:11-21.

- JANSEN, D. H. 1962. Injury caused by toxic secretions of *Phrynohyas spilomma* Cope. **Copeia**, 3: 651.
- KWET, A. & M. DI-BERNARDO. 1999. **Pró-Mata – Anfíbios, Amphibien, Amphibians**. EDIPUCRS, Porto Alegre, 107p.
- LEARY, C.J. & V.R. RAZAFINDRATSITA, 1998. Attempted predation on a hylid frog, *Phrynohyas venulosa*, by an indigo snake, *Drymarchon corais*, and the response of conspecific frogs to distress calls. **Amphibia-Reptilia**, 19: 442-446.
- LUTZ, B. 1973. **Brazilian species of *Hyla***. University of Texas Press. Austin and London, XX+265p.
- LUTZ, B. & G.R. KLOSS. 1952. Anfíbios anuros do alto Solimões e Rio Negro: apontamentos sobre algumas formas e suas vicariantes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 50: 625-678.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. 1926. Notas para servirem ao estudo dos Gymnobatrachios (Anura) brasileiros. Tomo primeiro. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, 27: 1-227.
- OLIVEIRA, M.; E.R. RIBAS & J.C. MOURA-LEITE. 2004. Natural History Notes: *Leposternon microcephalum* (NCN). Predation. **Herpetological Review**, 35 (2): 170-171.

- OLIVEIRA, I.S. & M.O. SILVA. No prelo. Natural History Notes: *Phrynohyas mesophaea*. **Herpetological Review**.
- PEIXOTO, O.L. 1995. Associação de anuros a bromeliáceas na Mata Atlântica. **Revista da Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, **17** (2): 75-83.
- PETRANKA, J.W. & D.A.G. THOMAS. 1995. Explosive breeders reduces egg and tadpole cannibalism in the woods frog, *Rana sylvatica*. **Animal Behaviour**, **50**: 731-739.
- POMBAL JR., J.P.; I. SAZIMA & C.F.B. HADDAD. 1994. Breeding behaviour of the pumpkin toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Brachycephalidae). **Journal of Herpetology**, **28** (4): 516-519.
- PRADO, C.P.A. 2003. Natural History Notes: *Leptodactylus chaquensis* (NCN), *Pseudis paradoxa* (paradox frog) and *Phrynohyas venulosa*. Predation. **Herpetological Review**, **34** (3): 231-232.
- PRADO, G.M.; J.H. BORG, P.A. ABRUNHOSA, & H. WOGEL, 2003. Comportamento reprodutivo, vocalização e redescrição do girino de *Phrynohyas mesophaea* (Hensel, 1867) no sudeste do Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). **Boletim do Museu Nacional**, **510**: 1-11.

- PYBURN, W.F. 1967. Breeding and larval development of the hylid frog *Phrynohyas spilomma* in southern Vera Cruz, Mexico. **Herpetologica**, **23** (3): 184-194.
- RAMOS, A.D. & J.L. GASPARINI. 2004. **Anfíbios do Goiapaba-Açu, Fundão, Estado do Espírito Santo**. Gráfica Santo Antônio, Vitória, 75p.
- RODRIGUES, D.J.; F.S. LOPES & M. UETANABARO. 2003. Padrão reprodutivo de *Elachistocleis bicolor* (Anura, Microhylidae) na Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, **93** (4): 365-371.
- RODRÍGUEZ, L. O. & DUELLMAN, W. E. 1994. Guide to the frogs of the Iquitos Region, Amazonian Peru. **University of Kansas Publications, Natural History Museum**, special publication **22**:1-80.
- SAZIMA, I. 1974. An albino hylid frog, *Phrynohyas mesophaea* (Hensel). **Journal of Herpetology**, **8** (3): 264-265.
- SAZIMA, I. & C.F.B. HADDAD. 1992. Répteis da Serra do Japi: notas sobre história natural. p.212-236. *In*: L.P.C. MORELLATO (Ed.). **História Natural da Serra do Japi**. Campinas, UNICAMP/FAPESP, 321p.
- SCHIESARI, L.; M. GORDO & W. HÖDL. 2003. Treeholes as calling, breeding, and developmental sites for the Amazonian Canopy Frog, *Phrynohyas resinifictrix* (Hylidae). **Copeia**, **2**: 263-272.

- SCHIESARI, L.C. & G. MOREIRA. 1996. The tadpole of *Phrynohyas coriacea* (Hylidae) with comments on the species reproduction. **Journal of Herpetology**, **30** (3): 404-407.
- SILVA JR. N.J.; FRANÇA E SOUZA, I; SILVA, W.V & SILVA, H.L.R. 2003. Natural History Notes: *Liophis poecilogyrus*. Diet. **Herpetological Review**, **34** (1): 69-70.
- SMITH, A.K. 1977. Attraction of bullfrogs (Amphibia, Anura, Ranidae) to distress calls of immature frogs. **Journal of Herpetology**, **11**: 234-235.
- STEBBINS, R.C. & COHEN, N.W. 1995. **A Natural History of amphibians**. Princetown, New Jersey: Princetown University Press. XX+316p.
- VANZOLINI, P.E.; A.M.M. RAMOS-COSTA & L.J. VITT. 1980. **Répteis das caatingas**, Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 161p.
- VELLARD, J. 1929. Sobre as propriedades das secreções cutâneas de algumas hylidae dos arredores do Rio de Janeiro. **Boletim do Instituto Vital Brazil**, **8**: 1-38.
- WELLS, K.D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**, **25**: 666-693.
- WELLS, K.D. 1978. Territoriality in the green frog (*Rana clamitans*): vocalizations and agonistic behaviour. **Animal Behaviour**, **26**: 1051-1063.

ZIMMERMAN, B.L. & M.T. RODRIGUES. 1990. Frogs, snakes and lizards of the INPA-WWF Reserves near Manaus, Brazil. p. 426-454. *In*: GENTRY, A.H. **Four Neotropical Rain Forests**. Yale University Press, New Haven, nº total de pág.

ZWEIFEL, R.G. 1964. Life History of *Phrynohyas venulosa* (Salientia: Hylidae) in Panamá. **Copeia**, 1: 201-208.

**CAPÍTULO II. Biologia larval de *Trachycephalus mesophaeus* (Hensel, 1867)  
(Anura: Hylidae) em ambiente de Restinga no Município de Matinhos, Estado  
do Paraná.**



Girinos de *Trachycephalus mesophaeus* em ambiente florestal. Foto: acervo SPVS.

**BIOLOGIA LARVAL DE *Trachycephalus mesophaeus* (HENSEL, 1867) (ANURA: HYLIDAE) EM AMBIENTE DE RESTINGA NO MUNICÍPIO DE MATINHOS, ESTADO DO PARANÁ.**

RESUMO – Neste capítulo são apresentadas informações sobre a biologia larval de *Trachycephalus mesophaeus* em dois habitats temporários (florestal e aberto) de restinga do Estado do Paraná. As diferenças detectadas em relação a ontogenia e crescimento devem ser produto das características físicas e bióticas que os microhabitats apresentam. Diferenças significativas no incremento de massa foram observadas entre os girinos da área aberta e florestal, diferentemente do observado para o comprimento total. *T. mesophaeus* pode responder às condições ambientais, e em momentos desfavoráveis, pode acelerar seu período embrionário ou permanecer mais tempo no início da fase alimentar. Isto evita o efeito negativo de predadores e temperatura sobre os estágios iniciais de desenvolvimento, e proporciona maior vigor no momento da metamorfose. A duração mais curta do período larval deve ser reflexo da restrição do alimento e maior competição intraespecífica devido à drenagem natural da poça. Nessas condições, o canibalismo oportunista observado em cativeiro, pode ocorrer de maneira semelhante nos habitats analisados garantindo que alguns indivíduos completem seu ciclo de vida no ambiente aquático. Também foi constatado que os girinos de *T. mesophaeus* podem formar cardumes em áreas abertas e bordas de clareiras em florestas, comportamento atribuído à proteção contra predadores e termorregulação.

PALAVRAS-CHAVES: canibalismo, cardumes, crescimento, desenvolvimento ontogenético, girinos.

**LARVAL BIOLOGY OF *Trachycephalus mesophaeus* (HENSEL, 1867) (ANURA: HYLIDAE) IN RESTINGA ENVIRONMENT IN MATINHOS MUNICIPALITY, PARANÁ STATE.**

ABSTRACT - In this article are exposed information on the larval biology of *Trachycephalus mesophaeus* in two temporary environments (forest and open) of restinga habitat in the state of Paraná. The detected differences related to ontogeny and development must be a result of the physical and biotic characteristics of the microenvironments. Significant differences in mass increment were observed among tadpoles from open area and from forest area, differently from the observed in total length. *T. mesophaeus* may respond to environment conditions and in unfavorable moments, may accelerate the embryonic period or remain a little longer in the beginning of foraging phase. This way, they avoid the negative effect of predators and temperature over the initial phases of development and provide more strength in the moment of metamorphosis. The shorter duration of the larval period may be reflex of the restriction of food and biggest competition between species due to the natural drying of the puddle. In these conditions the opportunity cannibalism, observed in captivity, may occur in a similar way on the studied environments guarantying that some individuals will complete the aquatic environment life cycle. It was also observed that tadpoles of *T. mesophaeus* may form schools in open areas and on the edges of bare places in forests, this behavior is attributed to protection against predators and temperature regulation.

KEY-WORDS: cannibalism, schools, growing, ontogenetic development, tadpoles.

## INTRODUÇÃO

Dentre algumas das características observadas para as espécies de anuros que apresentam reprodução explosiva, estão a curta duração e a sincronia da atividade reprodutiva, a utilização de ambientes temporários e o rápido desenvolvimento dos girinos (DUELLMAN & TRUEB, 1986). O desenvolvimento e o crescimento de embriões e larvas de anuros, podem ser influenciados tanto por fatores do ambiente biótico quanto do ambiente físico (ALFORD, 1999), que atuam diferentemente nos habitats temporários e permanentes. Nos ambientes temporários, a dessecação é um dos fatores que mais causam a mortalidade dos girinos devido à completa drenagem das poças (CRUMP, 1974). A ação de predadores também é conhecida por causar interferências sobre as populações de girinos e ampla literatura está disponível sobre o assunto (VORIS & BACON, 1966; BROCKELMAN, 1969; HEYER *et al.*, 1975; BABER & BABBITT, 2003). As pressões seletivas exercidas pela dessecação e presença de predadores nestes habitats podem interferir no desenvolvimento, crescimento e sobrevivência dos girinos. De maneira semelhante, atuam outros fatores como a densidade da população e a limitação do alimento (SEMLITSCH & CADWELL, 1982, NEWMAN, 1987), competição intra e interespecífica (WOODWARD, 1982), canibalismo (CRUMP, 1983), temperatura (BACHMANN, 1969) e pH (PIERCE & MONTGOMERY, 1989).

O gênero *Trachycephalus* Tschudi, 1838 possui dez espécies de anfíbios anuros, que possuem sacos vocais pareados e localizados posteriormente ao ângulo da boca quando inflados (FAIVOVICH *et al.*, 2005). *Trachycephalus* apresenta distribuição Neotropical, com ocorrência nas planícies do México, América Central e América do Sul, a leste dos Andes e nordeste da Argentina (CARVALHO-E-SILVA *et al.*,

2002, FROST, 2004). A maior parte dos estudos realizados com girinos de *Trachycephalus* referem-se às descrições taxonômicas de algumas espécies (ZWEIFEL, 1964; LUTZ, 1973; HERO, 1990; McDIARMID & ALTIG, 1990; GRILLITSCH, 1992; SCHIESARI & MOREIRA, 1996; WOGEL *et al.*, 2000), enquanto que informações sobre sua biologia larval estão restritas à reprodução de *T. coriaceus* (SCHIESARI & MOREIRA, 1996), *T. venulosus* (ZWEIFEL, 1964; PYBURN, 1967), *T. resinifictrix* (SCHIESARI *et al.*, 2003) e *T. mesophaeus* (CARVALHO-E-SILVA *et al.*, 2002; PRADO *et al.*, 2003).

*Trachycephalus mesophaeus* ocorre ao longo da Floresta Atlântica, desde o Estado do Rio Grande do Sul até o Recôncavo Baiano, no Estado da Bahia (BRANDÃO *et al.*, 1996), apresenta reprodução tipicamente explosiva e o desenvolvimento das larvas ocorre em habitats temporários. Dados sobre a biologia larval desta espécie são escassos e limitados a informações sobre o desenvolvimento ontogenético e descrição do girino (LUTZ, 1973), que foi figurado e redescrito posteriormente por CARVALHO-E-SILVA *et al.* (2002) e PRADO *et al.* (2003). Além disso, SAZIMA (1974) comparou o desenvolvimento de girinos normais com o de um albino de *T. mesophaeus* em cativeiro, a partir de exemplares do Sudeste do Brasil.

Estudos sobre a ontogenia dos girinos desta espécie e sua relação com fatores físicos e bióticos inexistem. Nesse capítulo, são apresentados dados sobre o desenvolvimento ontogenético e crescimento dos girinos de *T. mesophaeus* em dois microhabitats efêmeros de restinga do Sul do Brasil. As diferenças observadas são aqui discutidas com base nos principais fatores ecológicos atuantes na ontogenia dos girinos de microhabitats temporários.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Compreende o Parque Florestal do Rio da Onça, situado na planície litorânea paranaense, região geográfica localizada entre as baías de Paranaguá e Guaratuba, a leste da Serra da Prata, no Município de Matinhos (25°45' S, 48°30' W) (ver capítulo atividade reprodutiva).

A área possui 118,5 hectares constituídos em sua maioria de ambientes de restinga, floresta secundária e várzeas, com grande variedade de habitats temporários. Esses ambientes são caracterizados principalmente pelas baixadas alagáveis que se intercalam as linhas de acumulação arenosa formadas pelo recuo do mar durante o período geológico do Quaternário recente. Algumas áreas do Parque Florestal Rio da Onça encontram-se atualmente em recuperação, devido à intensa exploração sofrida durante a década de 80 para finalidades como o depósito de lixo urbano, coníferas exóticas e instalação de moradias e roças de subsistência.

### Caracterização dos ambientes de desenvolvimento dos girinos

O estudo foi desenvolvido em dois ambientes de restinga distantes entre si cerca de 100 metros, que apresentam características fitofisionômicas distintas, descritas a seguir:

Ambiente florestal Poça temporária de drenagem lenta, alagada por influência das chuvas e várzea. Em alguns períodos de maior estiagem pode secar completamente. A área total é de 567 m<sup>2</sup> (27m x 21m), e a cobertura florestal é de

restinga; com predominância de raízes, troncos de árvores e cipós submersos, que formam um emaranhado de difícil acesso.

Nas proximidades da várzea e locais mais abertos, o ambiente é rico em vegetação aquática. Fundo lodoso, profundidade da lâmina d'água varia entre 20 e 120 cm e pode chegar até 140 cm em locais mais próximos à várzea ou logo após chuvas intensas. A média da temperatura da água foi de 23,5°C durante as datas de amostragem. Ambiente com poucas interferências antrópicas, situado no interior do Parque Florestal do Rio da Onça.

Ambiente aberto Poça temporária de rápida drenagem, que pode secar completamente num curto período de tempo. A área total é de 12m<sup>2</sup> (3m x 4m) sem cobertura vegetal e com pouca vegetação às margens e dentro da poça. Fundo lodoso, profundidade variando entre 10 e 60 cm e média da temperatura da água de 26,3 °C durante o período de amostragem dos girinos. Localizada em região peridomiciliar e freqüentemente alterada pela realização de dragagens.

### **Métodos de amostragem e análise**

Os girinos de *Trachycephalus mesophaeus* foram coletados com peneira de aquário nos ambientes descritos durante o período de 12 de dezembro de 2004 a 11 de janeiro de 2005. A peneira apresentava 20 cm de largura e 15 cm de altura e várias investidas foram realizadas por amostragem, sempre nos mesmos pontos. A coleta foi realizada nos intervalos de 48, 96, 144, 192, 264, 312, 432, 696 e 712 horas após a oviposição, sempre pela manhã (9h-10h). Foram tomadas com auxílio de termômetro, as medidas da temperatura da água em °C de cada poça no

momento da coleta, e anotadas eventuais alterações ocorridas nos microhabitats amostrados.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em placas de Petri, anestesiadas em solução de benzocaína 80mg/L e observadas com estereomicroscópio ainda no campo para caracterização dos estágios de desenvolvimento segundo GOSNER (1960). Com base na tabela de desenvolvimento proposta por esta autora, foram considerados três períodos na ontogenia dos girinos de *T. mesophaeus* – embrionário ou pré-alimentar (estágios 1 a 25), larval (estágios 26 a 40) e metamorfose (estágios 41 a 46). O termo “girino” foi utilizado para designar os indivíduos de *T. mesophaeus* de um modo geral, e não se refere, portanto, a estágios ontogenéticos específicos.

Os girinos foram sacrificados e fixados em formalina a 5% e acondicionados em tubos de ensaio, com as datas de fixação e poça de origem. Em laboratório, foram tomadas as medidas do comprimento total (mm) com auxílio de paquímetro com precisão de 0,01mm e massa corporal úmida (g) com uso de balança digital de precisão 0,0001g. A determinação taxonômica dos exemplares foi realizada com base na descrição proposta por PRADO *et al.* (2003). Para caracterização da fórmula dentária dos girinos foram utilizados dois indivíduos da área florestal no estágio de desenvolvimento 36 e dois da área aberta no estágio 34.

Ocasionalmente, foram reunidas informações sobre a posição dos girinos de *T. mesophaeus* nas poças ao longo do dia, a formação de cardumes e seus potenciais predadores. Alguns dados de comportamento foram obtidos em novembro de 2001, através da manutenção de girinos de *T. mesophaeus* coletados na área florestal e mantidos em condições de cativeiro até a completa metamorfose. Nessa ocasião, cem girinos foram mantidos em um aquário com capacidade para 2 litros de

água, sem aquecimento e aeração, sob condições limitadas de alimento. Coletas no campo também foram conduzidas no mesmo período, com a finalidade de investigar a duração do desenvolvimento ontogenético.

A utilização de uma análise de regressão permitiu determinar as equações de crescimento dos girinos de *T. mesophaeus* nas duas áreas estudadas. Esta análise também foi utilizada com a finalidade de detectar possíveis diferenças em relação ao incremento de massa e comprimento total dos girinos nos ambientes estudados. Na área florestal foram desconsiderados da análise de regressão os indivíduos em estágios finais da metamorfose (41-46). Nesse período, os girinos de *T. mesophaeus* apresentam um padrão de crescimento diferenciado, pois o processo de regressão da cauda implica na redução do comprimento total e da massa corporal.

Foi utilizado o teste *t* de Student para verificar as diferenças entre as médias da massa (g) e do comprimento total (mm) das amostras, no intervalo entre os estágios de desenvolvimento comuns a ambas as poças (25 a 31). O nível de significância considerado nas análises foi de 0,05.

Espécimes testemunhos foram depositados na coleção de herpetologia do Museu de Ciências Naturais da Universidade Federal do Paraná (MCN UFPR), em Curitiba.

## **RESULTADOS**

### **Fórmula dentária do girino**

A morfologia e número de séries de dentículos dos girinos coletados nos dois ambientes conferem com o padrão geral observado para o gênero *Trachycephalus* (ZWEIFEL, 1964; ALTIG & McDIARMID, 1999) e com a descrição apresentada por

PRADO *et al.* (2003) para os girinos de *T. mesophaeus*. Indivíduos da área florestal e aberta utilizados para a caracterização da fórmula dentária, apresentaram quatro fileiras de dentículos córneos dispostas no lábio superior, as quais a primeira e a segunda amplamente interrompidas e também a quarta fileira interrompida. Seis fileiras de dentículos foram reconhecidas no lábio inferior, das quais apenas a primeira mostrou-se interrompida: 4(1,2,4) / 6 (1).

### **Desenvolvimento ontogenético**

De modo geral, a atividade reprodutiva de *Trachycephalus mesophaeus* nas áreas de amostragem ocorre duas vezes ao ano, entre os meses de novembro e janeiro, que representam o período mais quente e chuvoso do ano (obs. pess.). Agregações formadas por um grande número de indivíduos adultos são observadas no início e no término da estação e a atividade reprodutiva ocorre simultaneamente no ambiente florestal e aberto, durante um período máximo de 48 horas. Como produto da atividade reprodutiva, até duas linhagens de girinos se desenvolvem num curto intervalo de tempo a cada estação. O desenvolvimento dos girinos está associado sempre aos mesmos locais, pois os adultos são extremamente fiéis aos seus sítios de reprodução. Excepcionalmente, apenas um evento reprodutivo de *T. mesophaeus* ocorreu durante a estação de novembro de 2004 a janeiro de 2005 (10 a 12 de dezembro de 2004), com duração máxima de 60 horas e somente uma geração de girinos se desenvolveu durante o período reprodutivo em questão.

O modo de reprodução de *T. mesophaeus* é o do tipo 1, considerado mais primitivo, com ovos aquáticos, depositados na água, com larvas exotróficas que vivem em ambientes lênticos (HADDAD & PRADO, 2005) e nectônicas (MCDIARMID & ALTIG, 1999). As desovas são muito pigmentadas, foram depositadas sobre a

superfície da água, recobriram todo o ambiente e apresentaram aspecto de filme flutuante (LUTZ, 1973), características comuns a espécies que reproduzem em habitats temporários (ZWEIFEL, 1968). A eclosão dos embriões ocorreu no estágio 18, de maneira similar ao observado para *Trachycephalus venulosus* (ZWEIFEL, 1964; PYBURN, 1967) que apresenta semelhanças com *T. mesophaeus* no modo reprodutivo e ocupação de habitats temporários. Foi verificado grande sincronismo na atividade reprodutiva dos adultos, e também no desenvolvimento dos girinos, haja vista a homogeneidade entre os estágios amostrados.

No ambiente florestal, nas primeiras 48 horas após a oviposição, foi constatada a maior variação entre os estágios de desenvolvimento amostrados. Este ambiente também foi considerado como controle para caracterização do desenvolvimento e crescimento de *T. mesophaeus*, devido às poucas interferências ambientais ao qual se encontra sujeito, mas também por permitir o completo desenvolvimento dos girinos. Devido a isso, foi utilizado como padrão para a comparação com o ambiente aberto.

Em 2001, a duração do desenvolvimento no campo foi de 38 dias, enquanto que no cativeiro, os girinos levaram até 60 dias para metamorfosear. Em 2004, os girinos de *T. mesophaeus* completaram seu desenvolvimento na área florestal em 32 dias, desde a data da oviposição até o término da metamorfose. Nos estágios finais da metamorfose, os girinos começam a deixar o ambiente aquático e os recém-metamorfoseados são freqüentemente vistos durante o dia se deslocando sobre a superfície de troncos, raízes e plantas aquáticas. Com o passar dos dias, ocorre nítida inversão na atividade diária, e os indivíduos são visualizados mais facilmente durante o período noturno. Observa-se também neste período a ocupação das bromélias, desde as mais próximas à superfície da água, quanto àquelas de

substratos mais altos na vegetação. Vários indivíduos podem ocupar uma mesma bromélia nesta fase, diferentemente do observado para os adultos desta espécie. Dados sobre os estágios de desenvolvimento e o tempo decorrido após a oviposição, médias do comprimento total (mm) e massa (g) das larvas no ambiente florestal em 2004, são apresentados na Figura 1.

No ambiente aberto, a duração do desenvolvimento foi de apenas 18 dias e os girinos não completaram a metamorfose, pois todos os indivíduos morreram em decorrência da drenagem do ambiente. A comparação entre os estágios de desenvolvimento de ambas as áreas indica que no ambiente aberto, ocorre uma aceleração do período embrionário principalmente dos estágios que antecedem o início da fase alimentar (1 a 24), e os girinos permanecem no estágio 25 no intervalo entre 48 e 144 horas após a oviposição. Durante o período larval ocorre maior lentidão na diferenciação dos estágios da área aberta em relação ao controle, principalmente a partir do estágio 27 (Figura 2). O desenvolvimento nesse local culmina com a drenagem da poça e morte de todos os indivíduos cerca de 432 horas depois de iniciada a atividade reprodutiva.

Os girinos de *T. mesophaeus* mantidos em cativeiro em 2001 e sob condições de limitação de alimento, consumiram freqüentemente coespecíficos mortos ou predaram indivíduos visivelmente debilitados em estágios ontogenéticos avançados.

### **Crescimento**

A análise de regressão indicou que o padrão de crescimento dos girinos de *T. mesophaeus* é exponencial, tanto para a área florestal quanto aberta (Figuras 3 e 4) e as diferenças observadas no crescimento dos girinos para os dois microhabitats, estão relacionadas ao incremento de massa corporal.

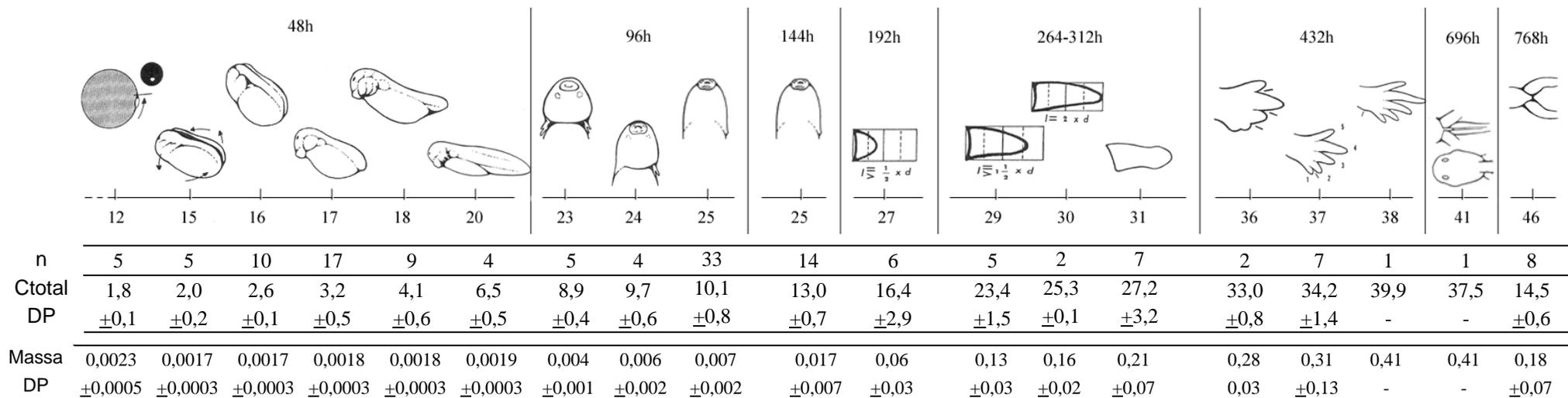


Figura 1. Estágios de desenvolvimento, médias±DP do comprimento total e massa corporal de *Trachycephalus mesophaeus* em ambiente florestal. Amostragens realizadas entre 48 e 768 horas após o início da atividade reprodutiva. Ilustrações dos estágios de desenvolvimento foram adaptadas de GOSNER (1960).

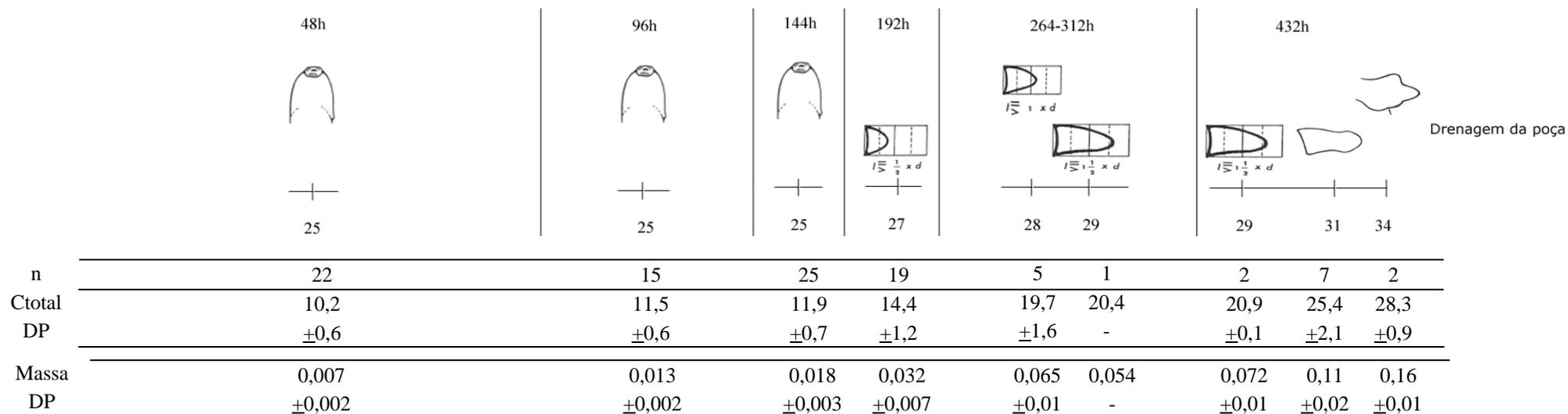


Figura 2. Estágios de desenvolvimento, médias±DP do comprimento total e massa corporal de *Trachycephalus mesophaeus* em ambiente aberto. Amostragens realizadas entre 48 e 432 horas após o início da atividade reprodutiva, devido à drenagem da poça. Ilustrações dos estágios de desenvolvimento foram adaptadas de GOSNER (1960).

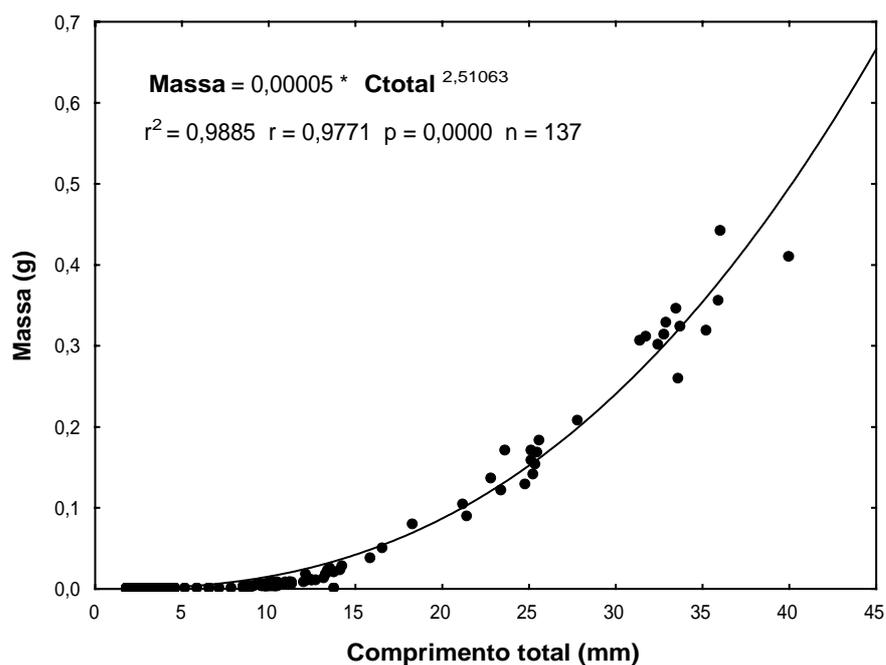


Figura 3. Relação entre a massa (g) e o comprimento total (mm) dos girinos de *Trachycephalus mesophaeus* em ambiente florestal. Indivíduos nos estágios finais da metamorfose (estágios 41 a 46) foram suprimidos da análise.

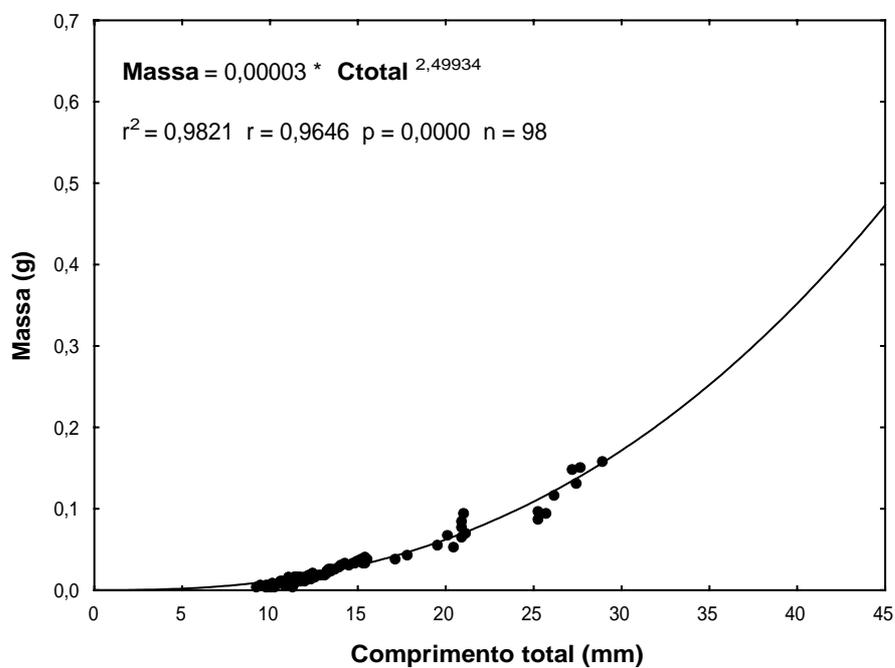


Figura 4. Relação entre a massa (g) e o comprimento total (mm) dos girinos de *Trachycephalus mesophaeus* em ambiente aberto.

Os resultados do teste *t* indicaram diferenças significativas entre as médias da massa dos girinos da área florestal e aberta no intervalo dos estágios de desenvolvimento comuns a ambos os ambientes (25 a 31) (Figura 5). Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas entre as médias do comprimento total dos girinos no mesmo intervalo de desenvolvimento considerado (Figura 6). A tabela 1 sumariza os valores de *t*, as médias e os desvios das medidas da massa corporal e comprimento total dos girinos.

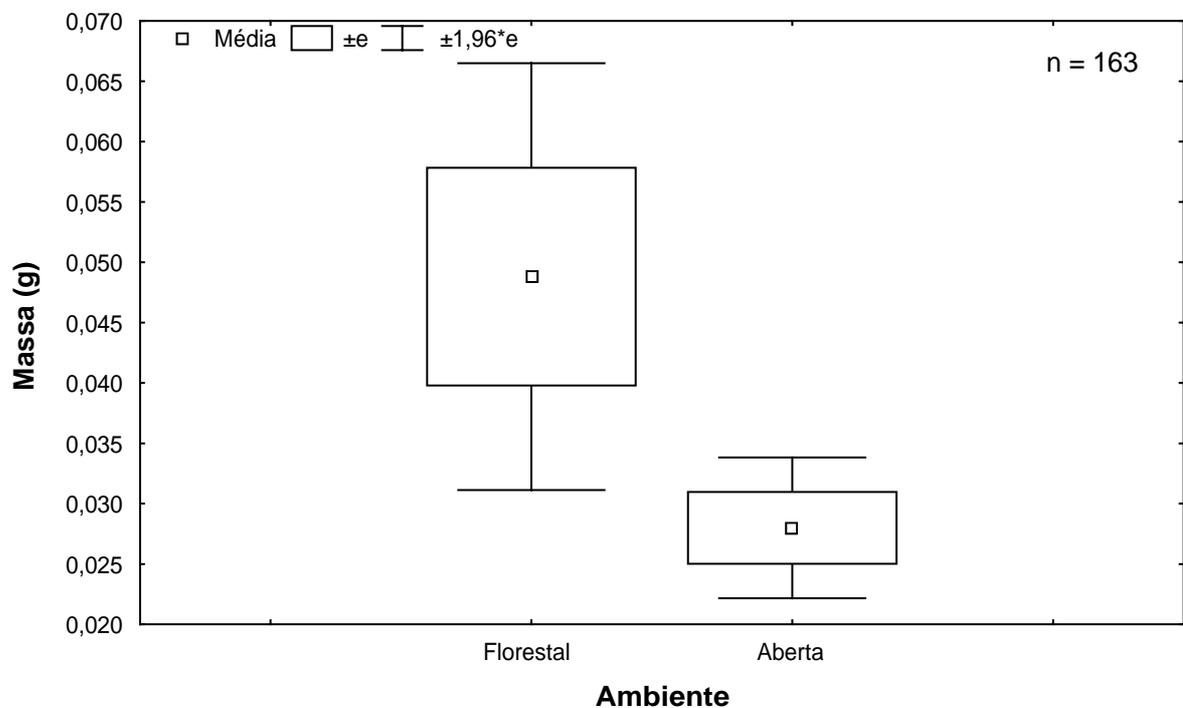


Figura 5. Comparação entre as médias da massa (g) dos girinos de *Trachycephalus mesophaeus* nos estágios de desenvolvimento 25 a 31 (GOSNER, 1960), comuns aos ambientes florestal e aberto.

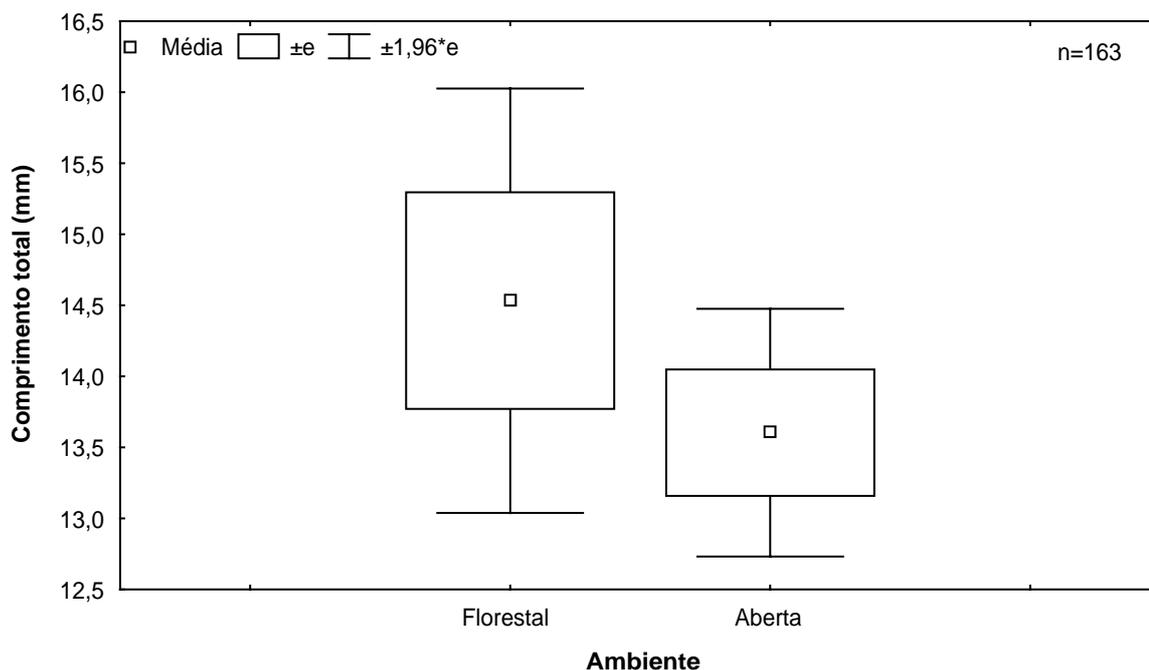


Figura 6. Comparação entre as médias do comprimento total dos girinos de *Trachycephalus mesophaeus* nos estágios de desenvolvimento 25 a 31 (GOSNER, 1960), comuns aos ambientes florestal e aberto.

Tabela 1. Comparações (valores de *t*) das médias da massa (g) e do comprimento total dos girinos de *Trachycephalus mesophaeus* em ambiente florestal e aberto.

	Florestal (n = 67)		Aberto (n = 96)		<i>t</i>	GL	P
	Média+DP	Intervalo	Média+DP	Intervalo			
<b>Massa (g)</b>	0,049±0,07	0,004-0,208	0,028±0,03	0,003-0,149	2,5	161	0,01
<b>Ctotal (mm)</b>	14,5±6,2	8,5-31,7	13,6±4,3	9,2-27,4	1,12	161	0,26

### Formação de cardumes

Os girinos de *T. mesophaeus* são exotróficos e nectônicos, e durante sua permanência no ambiente aquático, se alimentaram pela raspagem de detritos e matéria orgânica acumulada no fundo das poças ou em suspensão em toda a coluna

d'água. Apesar da realização de observações esporádicas, foi possível detectar algumas diferenças no comportamento em ambos os ambientes.

No ambiente aberto, os girinos foram observados em algumas situações agrupando-se em grandes cardumes durante os períodos mais quentes do dia (12 às 13 horas), principalmente junto à vegetação mais densa nas margens da poça.

No ambiente florestal, não foi observada a formação de cardumes e os indivíduos foram encontrados distribuídos na coluna d'água de maneira esparsa. Entretanto, a formação de agrupamentos bem definidos foi verificada durante amostragens de girinos de *T. mesophaeus* realizadas em poças temporárias no município de Antonina, também na Floresta Atlântica do Estado do Paraná. Os grupos foram observados em ambientes florestados, mas junto às bordas de clareiras no interior florestal (Figura 7).

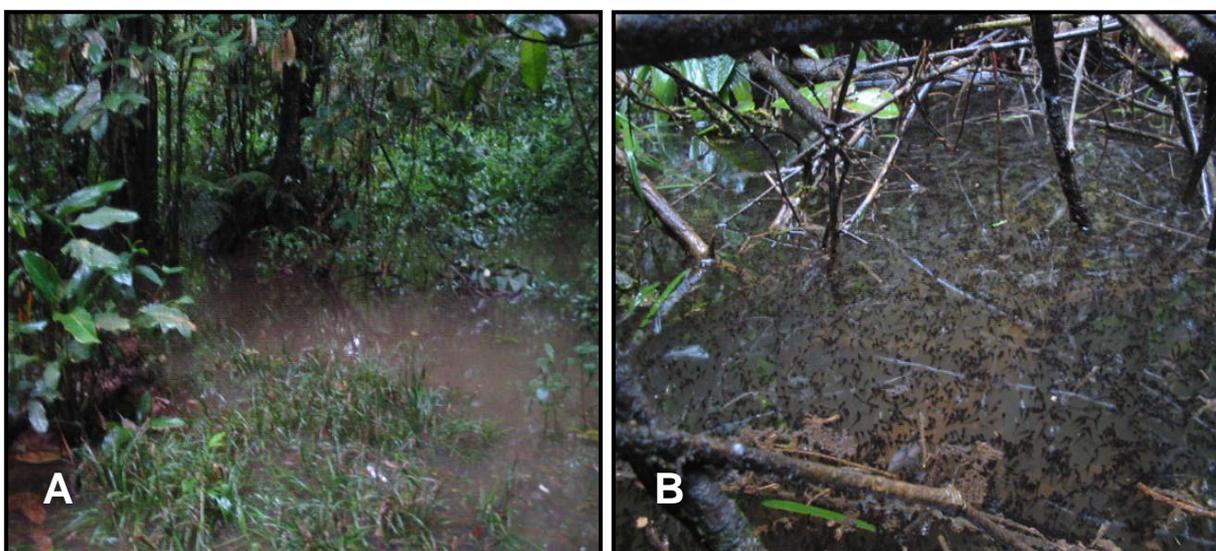


Figura 7. Ambiente de desenvolvimento dos girinos de *Trachycephalus mesophaeus* no município de Antonina, Floresta Atlântica do Paraná. (A) poça temporária em clareira, no interior florestal e (B) cardume de girinos de *Trachycephalus mesophaeus*.

## DISCUSSÃO

### Desenvolvimento ontogenético

Embora a atividade reprodutiva de *T. mesophaeus* tenha ocorrido apenas uma vez na estação de dezembro de 2004 a janeiro de 2005, esta ocorre preferencialmente duas vezes ao ano, com duas gerações anuais de girinos. Alguns estudos com comunidades de anuros desenvolvidos na Amazônia Central (HERO, 1990) e Tailândia (HEYER, 1973) verificaram a existência de dois picos de reprodução anuais para algumas espécies, que estariam relacionados à garantia da sobrevivência dos girinos. Acredita-se que para *T. mesophaeus*, a ocorrência de um segundo pico da atividade reprodutiva deva estar relacionada com a maior garantia de sobrevivência dos girinos, caso a primeira geração seja inviabilizada, por exemplo, pela rápida drenagem dos microhabitats temporários. O segundo evento reprodutivo anual, quando ocorre, inicia-se apenas após a completa metamorfose dos girinos da geração anterior; e desse modo, o ambiente torna-se disponível para que a segunda geração possa se desenvolver sem interferências da primeira.

Para espécies que apresentam padrão de reprodução explosivo, a atividade reprodutiva pode ocorrer apenas uma única vez, ou mesmo na forma de vários eventos reprodutivos de curta duração ao longo do ano (NEWMAN, 1987). De acordo com CRUMP (1983) e PETRANKA & THOMAS (1995), quando ocorrem num curto intervalo de tempo, os embriões que eclodiram durante o primeiro evento e aumentaram de tamanho, tendem a exercer alta taxa de canibalismo sobre as oviposturas depositadas posteriormente. A ocorrência de dois picos reprodutivos anuais de *T. mesophaeus* com ausência de sobreposição temporal, permite que duas linhagens anuais se desenvolvam e evita possíveis pressões negativas

ocasionadas pelo canibalismo. Esta pode ser uma estratégia de *T. mesophaeus* para assegurar o sucesso reprodutivo anual das populações nos dois microhabitats estudados.

O sincronismo reprodutivo é umas das características do padrão explosivo de reprodução (WELLS, 1977) que se relaciona tanto com a simultaneidade da atividade reprodutiva dos adultos quanto do desenvolvimento dos girinos. Estudos com embriões de *Rana sylvatica* mostraram que num período de apenas três dias, 81% das desovas tinham sido depositadas e os embriões eclodiram relativamente juntos (PETRANKA & THOMAS, 1995). A duração da atividade reprodutiva de *T. mesophaeus* na área de estudo não excedeu 60 horas, o que denota intenso sincronismo reprodutivo dos adultos. Além disso, a pequena variação observada entre os estágios de desenvolvimento a cada amostragem, pode ser reflexo do sincronismo no desenvolvimento dos girinos de *T. mesophaeus*. A ocorrência de sincronia no desenvolvimento dos embriões de anuros, aumenta suas chances de sobrevivência, pois diminui o risco de canibalismo no ambiente natural (PETRANKA & THOMAS, 1995), o que pode favorecer o desenvolvimento das larvas de *T. mesophaeus* em seus habitats temporários.

A aceleração do período embrionário dos girinos que se desenvolvem na poça da área aberta foi atribuída principalmente aos efeitos exercidos pela temperatura da água e predação.

A taxa de desenvolvimento nos vertebrados ectotérmicos é diretamente afetada pela temperatura (CRUMP, 1974; DOWNIE *et al.*, 2004). A influência da temperatura sobre o desenvolvimento dos anfíbios, principalmente no que se refere à sua biologia larval, tem sido proposta por vários autores (ZWEIFEL, 1968; BACHMANN, 1969; ZWEIFEL, 1977; DOWNIE *et al.*, 2004). De acordo com ZWEIFEL

(1968; 1977), os girinos de anuros apresentam um limite de tolerância à temperatura do ambiente, que aumenta marcadamente durante a ontogenia. Isto significa que estágios mais avançados de desenvolvimento possuem maior tolerância às variações da temperatura da água em relação aos estágios embrionários. A rápida taxa de desenvolvimento embrionário é comumente uma adaptação ao desenvolvimento em ambientes efêmeros, pois funciona como um mecanismo para encurtar o período em cujos embriões são mais sensíveis às altas temperaturas ambientais (ZWEIFEL, 1968). Na área aberta, embriões e larvas estão expostos a temperaturas mais altas, e nesse caso, há curta duração do período embrionário.

Embriões em estágios iniciais de desenvolvimento apresentam menor tamanho e mobilidade, e podem estar mais suscetíveis à predação, principalmente por organismos aquáticos (CRUMP, 1974; HEYER *et al.*, 1975). Caso a eclosão dos embriões ocorra mais rapidamente, o risco de predação pode ser minimizado, pois estes indivíduos terão mais tempo para completar o período larval antes da completa drenagem dos habitats temporários (NEWMAN, 1987; PETRANKA & THOMAS, 1995).

A aceleração do período embrionário e rápida eclosão observadas para as larvas *T. mesophaeus* no ambiente aberto, devem ser respostas adaptativas que minimizam os efeitos da menor tolerância à temperatura e suscetibilidade à predação nos estágios iniciais de desenvolvimento. Estes mecanismos podem garantir o sucesso reprodutivo desta espécie, principalmente em condições ambientais menos favoráveis a sua sobrevivência.

Na área aberta, foi possível verificar que os girinos de *T. mesophaeus* permaneceram de 48 a 144 horas no estágio 25. De acordo com GOSNER (1960), o disco oral e fileiras de dentes labiais começam a se diferenciar no estágio 23, ao passo que o início da fase alimentar é marcado pelo estágio 25. Durante os estágios

finais da metamorfose (estágios 41 a 46), as larvas param de se alimentar e os indivíduos que apresentam maior vigor físico, podem efetuar a transição do meio aquático para o terrestre mais rapidamente (DOWNIE *et al.*, 2004). O término da metamorfose é considerado um período altamente vulnerável na história de vida dos anfíbios, pelo fato dos indivíduos conservarem características para o deslocamento em ambiente aquático e terrestre, o que pode diminuir suas habilidades locomotoras (WASSERSUG & SPERRY, 1977).

A permanência das larvas de *T. mesophaeus* da área aberta no início da fase alimentar, pode estar associada a um maior ganho em massa e aumento de tamanho nesse período, tornando os indivíduos mais vigorosos quando nos estágios finais da metamorfose. Para algumas espécies de anuros que utilizam habitats reprodutivos permanentes, como é o caso de *Hypsiboas faber* (Wied-Neuwied, 1821) (Hylidae), sabe-se que a duração do desenvolvimento larval pode demorar até oito meses, dos quais cerca de 90 % do crescimento ocorre no estágio 25 (MARTINS, 1993). Isto ocorre, pois em ambientes permanentes, as larvas precisam gastar mais tempo em relação àquelas de habitats temporários para alcançar o tamanho mínimo para metamorfosear (WASSERSUG, 1974).

Segundo ALTIG & JOHNSTON (1989), “o que os girinos podem fazer quando os recursos são limitados, não o que eles fazem rotineiramente”, é um dos questionamentos a serem respondidos na ecologia alimentar dos girinos. Embora poças temporárias sejam freqüentemente produtivas, altas densidades de girinos podem desencadear competição por alimento, o que pode diminuir a taxa de crescimento, a duração do período larval e a sobrevivência dos indivíduos (PETRANKA & THOMAS, 1995).

Embora não tenham sido realizadas estimativas da densidade de girinos de *T. mesophaeus* nos ambientes estudados, é provável que o retardo no desenvolvimento larval observado para os indivíduos da área aberta a partir do estágio 27, deva ter ocorrido em decorrência do efeito da densidade, drenagem, e limitação de alimento. Os girinos ocuparam toda a superfície da lâmina d'água, exceto por alguns momentos em que formaram cardumes. Com o passar dos dias, o volume de água e a superfície da poça diminuíram, e a quantidade de girinos na poça decresceu visivelmente até que todos morressem pela drenagem do ambiente. A limitação dos substratos de forrageio e da quantidade de alimento por indivíduo, podem desencadear a competição intraespecífica e resultar na mortalidade em massa, o que tem sido verificado por alguns autores (WILBUR 1976; WILBUR, 1977a,b; SEMLITSCH & CADWELL, 1982). Estudos com espécies de anuros que reproduzem em poças efêmeras de desertos, mostraram também, que em locais com alta densidade e mortalidade de girinos, estes raramente completaram seu desenvolvimento (NEWMAN, 1987).

No entanto, alguns outros fatores devem estar associados à morte dos girinos observada na área aberta. Informações da literatura indicam que a quantidade de oxigênio dissolvido pode interferir sobre a duração do desenvolvimento de girinos em microhabitats temporários, enquanto a alteração do equilíbrio iônico pela diminuição do pH pode ser letal (ALFORD, 1999; ULTSCH *et al.*, 1999) ou causar inibição do crescimento (PIERCE & MONTGOMERY, 1989). A atuação destes fatores no desenvolvimento e crescimento dos girinos de *T. mesophaeus* pode agregar novos conhecimentos à biologia larval desta espécie.

O canibalismo é uma estratégia adaptativa que pode favorecer espécies que apresentam padrão de reprodução explosivo, pois pode acelerar as taxas de

desenvolvimento e também o crescimento das larvas (CRUMP, 1983). A ocorrência de canibalismo é comum em populações naturais nas quais a densidade de indivíduos coespecíficos é alta, os recursos alimentares são limitados e as taxas de sobrevivência são baixas (POLIS & MYERS, 1985; PETRANKA & THOMAS, 1995). A predação dos coespecíficos ocorre principalmente nos estágios embrionários, mas pode ocorrer menos comumente durante o período larval de algumas espécies (CRUMP, 1986).

O canibalismo é conhecido apenas para *Trachycephalus resinifictrix* dentre as espécies do gênero, na qual a predação de ovos fertilizados aparentemente tem caráter oportunista, mas possui função mantenedora do desenvolvimento desta espécie (SCHIESARI *et al.*, 2003). Embora não tenhamos verificado a ocorrência de canibalismo nas larvas de *T. mesophaeus* no campo, é possível que possa ocorrer de maneira muito semelhante ao observado no cativeiro, dadas as restrições de espaço e alimento ao qual estão sujeitas na área aberta. Nessas condições, o canibalismo pode ocorrer de maneira oportunista, e proporcionar um fornecimento adicional de alimento, atuar na regulação do tamanho da população, na diminuição da competição intraespecífica e aumento das chances de sobrevivência durante a metamorfose (CRUMP, 1983). O canibalismo em estágios que antecedem a metamorfose ocorre em poucas espécies de anuros e pode ser uma tática freqüente associada às características dos ambientes temporários, se houver diminuição do período larval (CRUMP, 1986).

## **Crescimento**

As diferenças observadas em relação ao crescimento dos girinos de *T. mesophaeus* refletem a qualidade dos microhabitats analisados. Embora o padrão

de crescimento seja semelhante em ambos os ambientes, as diferenças no incremento em massa indicam que a área aberta deve apresentar menor disponibilidade de recursos alimentares e condições menos favoráveis à sobrevivência dos girinos. É fato que enquanto a população da área florestal completou seu desenvolvimento até a metamorfose, a geração da área aberta foi completamente perdida.

A manutenção do suprimento alimentar e o tempo até a drenagem da poça são fatores que exercem influência sobre o desenvolvimento ontogenético e sobrevivência dos girinos. Na poça da área aberta, poucos recursos devem estar disponíveis ao longo do ano, dada principalmente pela supressão da cobertura florestal. Na poça florestada, há constante reposição do alimento ao longo do ano, pois a matéria vegetal é depositada e decomposta, e em alguns pontos a camada orgânica do solo excede 1 metro de profundidade. Nos períodos de maior precipitação anual, é notável a interferência das várzeas sobre a profundidade da coluna d'água, que prolonga o tempo de duração da poça e permite mais seguramente que os girinos completem seu desenvolvimento. A maior disponibilidade de recursos alimentares na área florestal permite que os girinos apresentem maior incremento de massa corporal e sejam mais vigorosos ao metamorfosear.

O acompanhamento das relações entre o incremento de massa e do comprimento total durante várias estações reprodutivas pode auxiliar na caracterização do padrão de crescimento desta espécie, e determinação do sucesso reprodutivo dessas populações ao longo de anos subseqüentes.

## Formação de cardumes

As observações comportamentais permitiram verificar que os girinos de *T. mesophaeus* podem formar cardumes aparentemente estacionários e polarizados, com a região anterior do corpo orientada para cima. Um grande número de indivíduos se agrega com pequeno contato entre si, comumente junto à superfície. CADWELL (1989) se refere a um tipo diferente de comportamento social observado para girinos de *T. venulosus*, que formam cardumes polarizados na coluna d'água, de maneira muito semelhante ao observado para *T. mesophaeus*. Esta autora também discute a classificação do comportamento em grupo das larvas de anuros e que suas funções devem estar associadas à proteção, busca por alimento ou ainda à termorregulação (HOFF *et al*, 1999).

As diferenças comportamentais observadas para os girinos nas poças amostradas devem ser resultado das distintas características entre os microhabitats analisados. A supressão da cobertura florestal no ambiente aberto, pode deixar os girinos mais suscetíveis à predação ou expostos à temperaturas ambientes mais altas e devido a isso, os cardumes permaneçam mais próximos das margens da poça em determinados períodos do dia. De maneira geral, a posição dos cardumes de girinos nas partes mais rasas das poças, aparentemente funciona como uma resposta às variações de temperatura na água (DUELLMAN & TRUEB, 1986).

Os habitats temporários são repletos de predadores, que podem inclusive se deslocar para estes locais logo que eles estejam disponíveis ou em momentos em que os girinos estejam ameaçados pela dessecação (HEYER *et al.*, 1975; AICHINGER, 1987). Embora não tenhamos constatado a predação de girinos de *Trachycephalus mesophaeus*, constatamos através de imagens de vídeo, coletas e observações de campo, que aranhas, baratas d'água (Hemiptera, Belostomatidae) e caranguejos do

gênero *Trichodactylus* (Crustacea, Trichodactylidae) são importantes predadores de larvas de anuros em outras poças temporárias na área de estudo.

O agrupamento dos girinos de *T. mesophaeus* nas bordas da poça durante o dia, aparentemente possui função de termorregulação. Além disso, a formação de cardumes pode ser uma estratégia adotada por esta espécie para conferir maior proteção contra predadores, principalmente nos ambientes temporários em áreas abertas ou bordas de clareiras no interior da mata.

### **Plasticidade na ocupação de microhabitats**

*Trachycephalus mesophaeus* apresenta plasticidade em relação ao desenvolvimento ontogenético e crescimento dos girinos, o que deve ser produto da qualidade dos microhabitats ao qual estão confinados. O ambiente florestal apresentou condições favoráveis à sobrevivência dos girinos (e.g. abundância de alimento, poucas chances de secar), pois estes completaram seu desenvolvimento, ao passo que toda a geração da área aberta foi inviabilizada.

Sob condições desfavoráveis, *T. mesophaeus* pode acelerar seu período embrionário, possivelmente para evitar efeitos negativos de temperatura e predadores. Além disso, pode permanecer mais tempo no início da fase alimentar, provavelmente para maior incremento do tamanho e massa corporal, apresentando assim, mais vigor físico durante a metamorfose.

A alteração do ambiente aberto pela secagem da poça e ausência de chuvas periódicas causou a diminuição da área e dos substratos de forrageio, o que pode ter aumentado a densidade e competição por alimento, causando a morte dos indivíduos. É provável que de modo semelhante ao observado no cativeiro, os girinos de *T. mesophaeus* possam canibalizar seus coespecíficos sob condições

limitadas de espaço e alimento. Esta estratégia pode amenizar as pressões negativas, pela eliminação de competidores e reforço do suprimento alimentar, que pode assegurar que os indivíduos acumulem as reservas necessárias à metamorfose.

De acordo com ALFORD (1999), na ontogenia dos girinos deve-se levar em consideração que muitos caminhos podem ser escolhidos por uma espécie e em alguns casos, o produto final pode ser o mesmo. Devido a isso, alguns questionamentos fazem-se necessários: 1) Caso chovesse em intervalos mais regulares, os girinos de *Trachycephalus mesophaeus* completariam seu desenvolvimento na área aberta? 2) Nesse caso, a duração do desenvolvimento e os mecanismos para atingir a metamorfose seriam os mesmos? Somente pela continuidade deste estudo e a amostragem ao longo de anos consecutivos será possível responder de maneira mais concreta a estas perguntas, que permitirão elucidar muitos aspectos da biologia larval de *T. mesophaeus* e auxiliar na caracterização do padrão de desenvolvimento desta espécie.

## **AGRADECIMENTOS**

Somos gratos a Marco Fábio Maia Corrêa e Miodeli Nogueira Jr. pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados e sugestões ao manuscrito. Gabriela A. Silva pelo auxílio nas coletas e na determinação taxonômica dos girinos. Simone C. Umbria, Jean Vitule e Camila Domit pela leitura crítica do texto e sugestões. Ozéas Gonçalves do Instituto Ambiental do Paraná; à Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Matinhos e Museu de Ciências Naturais da Universidade Federal do Paraná, pelo apoio logístico e de pessoal à pesquisa científica. Emygdio L.A.

Monteiro-Filho pelas sugestões e incentivo. Gabriela A. Silva, Manoela W. Cardoso, Marco A. Silva, David D. Silva, Igor S. Oliveira e Elis R. Ribas pelo auxílio durante as atividades de campo. Ao CNPq pela bolsa de Mestrado cedida à MOS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AICHINGER, M. 1987. Annual activity patterns o anurans in a seasonal neotropical environment. **Oecologia**, **71**: 583-592.

ALFORD, R.A. 1999. Ecology: resource use, competition, and predation. p. 240-278. *In*: MCDIARMID, R.W. & R. ALTIG (Eds.). **Tadpoles: The biology of anuran larvae**. The University of Chicago Press, X+444p.

ALTIG, R. & G.F. JOHNSTON. 1989. Guilds of anuran larvae relationships among developmental modes, morphologies and habitats. **Herpetological Monographs**, **3**: 81-109.

ALTIG, R. & R.W. MCDIARMID. 1999. Diversity: Familial and generic characterizations. p. 295-337. *In*: MCDIARMID, R.W. & R. ALTIG (Eds.). **Tadpoles: The biology of anuran larvae**. The University of Chicago Press, XII+444p.

BABER, M.J. & K.J. BABBITT. 2003. The relative impacts of native and introduced predatory fish on a temporary wetland tadpole assemblage. **Oecologia**, **136**: 289-295.

- BACHMANN, K. 1969. Temperature adaptations of amphibian embryos. **The American Naturalist**, **103**: 115-130.
- BRANDÃO, R.A.; M.A. FREITAS & A. SEBEN. 1996. Geographic distribution notes: *Phrynohyas mesophaea* (NCN). **Herpetological Review**, **27**(2): 86.
- BROCKELMAN, W.Y. 1969. An analysis of density effects and predation in *Bufo americanus* tadpoles. **Ecology**, **50** (4): 632-644.
- CADWELL, J.P. 1989. Structure and behaviour of *Hyla geographica* tadpole schools, with comments on classification of group behaviour in tadpoles. **Copeia**, 4: 938-950.
- CARVALHO-E-SILVA, S.P., A.L.C. PINTO & A.M.P.T. CARVALHO-E-SILVA. 2002. Aspectos da reprodução, da vocalização e da larva de *Trachycephalus mesophaeus* Hensel (Amphibia, Anura, Hylidae). **Aquarium**, 19-24.
- CRUMP, M.L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. **Miscellaneous Publication Museum of Natural History University of Kansas**, **61**: 1-68.
- CRUMP, M.L. 1983. Opportunistic cannibalism by amphibian larvae in temporary aquatic environments. **The American Naturalist**, **121**: 281-287.

- CRUMP, M.L. 1986. Cannibalism by younger tadpoles: another hazard of metamorphosis. **Copeia**, 4: 1007-1009.
- DOWNIE, J.R.; R. BRYCE & J. SMITH. 2004. Metamorphic duration: an under-studied variable in frog life histories. **Biological Journal of the Linnean Society**, 83: 261-272.
- DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB. 1986. **Biology of Amphibians**. New York, McGraw Hill, XIX+670p.
- FAIVOVICH, J.; C.F.B. HADDAD; P.C.A. GARCIA; D.R. FROST; J.A. CAMPBELL & W.C. WHEELER. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 294:1-240.
- FROST, D.R. 2004. Amphibian species of the world: an online reference. Versão 3.0. (22 de agosto de 2004) Banco de dados acessado em <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. **American Museum of Natural History**, New York, USA.
- GOSNER, K.L. 1960. A simplified table for staging Anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica**, 16:183-190.

- GRILLITSCH, B. 1992. Notes on the tadpole of *Phrynohyas resinifictrix* (Goeldi, 1907). Buccopharyngeal and external morphology of a tree hole dwelling larva (Anura: Hylidae). **Herpetozoa**, **5**: 51-66.
- HADDAD, C.F.B. & C.P.A. PRADO. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. **Bioscience**, **55** (3): 207-217.
- HERO, J.M. 1990. An illustrated key to tadpoles occurring in the Central Amazonian rainforest, Manaus, Amazonas, Brasil. **Amazoniana**, **11** (2): 201-262.
- HEYER, W.R. 1973. Ecological interactions of frog larvae at a seasonal tropical location in Thailand. **Journal of Herpetology**, **7** (4): 337-361.
- HEYER, W.R.; R.W. MCDIARMID & D.L. WEIGMANN. 1975. Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics. **Biotropica**, **7** (2): 100-111.
- HOFF, K. VS.; A. BLAUSTEIN, R. MCDIARMID & R. ALTIG. 1999. Behaviour: interactions and their consequences. p. 215-239. *In*: MCDIARMID, R.W. & R. ALTIG (Eds.). **Tadpoles: The biology of anuran larvae**. The University of Chicago Press, IX+444p.
- LUTZ, B. 1973. **Brazilian species of *Hyla***. University of Texas Press. Austin and London, XX+265p.

- MARTINS, M. 1993. Observations on nest dynamics and embryonic and larval development in the nest building gladiator frog, *Hyla faber*. **Amphibia-Reptilia**, **14**: 411-421.
- MCDIARMID, R.W. & R. ALTIG. 1990. Description of a bufonid and two hylid tadpoles from Western Ecuador. **Alytes**, **8** (2): 51-60.
- MCDIARMID, R.W. & R. ALTIG. 1999. Research: Materials and Techniques. p. 7-23. *In*: MCDIARMID, R.W. & R. ALTIG. (Eds.). **Tadpoles: The biology of anuran larvae**. The University of Chicago Press, II+444p.
- NEWMAN, R.A. 1987. Effects of density and predation on *Scaphiopus couchi* tadpoles in desert ponds. **Oecologia**, **71**: 301-307.
- PETRANKA, J.W. & D.A.G. THOMAS. 1995. Explosive breeders reduces egg and tadpole cannibalism in the woods frog, *Rana sylvatica*. **Animal Behaviour**, **50**: 731-739.
- PIERCE, B.A. & J. MONTGOMERY. 1989. Effects of short-term acidification on growth rates of tadpoles. **Journal of Herpetology**, **23** (2): 97-102.
- POLIS, G.A. & MYERS, C.A. 1985. A survey of intraspecific predation among reptiles and amphibians. **Journal of Herpetology**, **19**: 99-107.

- PRADO, G.M.; J.H. BORGO, P.A. ABRUNHOSA, & H. WOGEL, 2003. Comportamento reprodutivo, vocalização e redescrição do girino de *Phrynohyas mesophaea* (Hensel, 1867) no sudeste do Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). **Boletim do Museu Nacional**, **510**: 1-11.
- PYBURN, W.F. 1967. Breeding and larval development of the hylid frog *Phrynohyas spilomma* in southern Vera Cruz, Mexico. **Herpetologica**, **23** (3): 184-194.
- SAZIMA, I. 1974. An albino hylid frog, *Phrynohyas mesophaea* (Hensel). **Journal of Herpetology**, **8** (3): 264-265.
- SCHIESARI, L.C. & G. MOREIRA. 1996. The tadpole of *Phrynohyas coriaceae* (Hylidae) with comments on the species reproduction. **Journal of Herpetology**, **30** (3): 404-407.
- SCHIESARI, L.; M. GORDO & W HÖDL. 2003. Treeholes as calling, breeding, and developmental sites for the Amazonian Canopy Frog, *Phrynohyas resinifictrix* (Hylidae). **Copeia**, **2**: 263-272.
- SEMLITSCH, R.D. & J.P. CADWELL. 1982. Effects of density on growth, metamorphosis, and survivorship in tadpoles of *Scaphiopus holbrooki*. **Ecology**, **63** (4): 905-911.
- ULTSCH, G.R.; D.F. BRADFORD & J. FRED. 1999. Physiology: resource use, competition, and predation. p. 189-214. *In*: MCDIARMID, R.W. & R. ALTIG (Eds.).

**Tadpoles: The biology of anuran larvae.** The University of Chicago Press, VIII+444p.

VORIS, H.K. & J.P. BACON. 1966. Differential predation on tadpoles. **Copeia**, 3: 594-598.

WASSERSUG, R.J. 1974. Evolution of anuran life cycles. **Science**, **185**: 377-378.

WASSERSUG, R.J. & D.G. SPERRY. 1977. The relationship of locomotion to differential predation on *Pseudacris triseriata* (Anura: Hylidae). **Ecology**, **58**: 830-839.

WELLS, K.D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**, **25**: 666-693.

WILBUR, H.M. 1976. Density-dependent aspects of metamorphosis in *Ambystoma* and *Rana sylvatica*. **Ecology**, **57**: 1289-1296.

WILBUR, H.M. 1977a. Density-dependent aspects of growth and metamorphosis in *Bufo americanus*. **Ecology**, **58**: 196-200.

WILBUR, H.M. 1977b. Interactions and food level and population density in *Rana sylvatica*. **Ecology**, **58**: 206-209.

WOGEL, H.; P.A. ABRUNHOSA & J.P. POMBAL JR. 2000. Girinos de cinco espécies de anuros do Sudeste do Brasil (Amphibia: Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae). **Boletim do Museu Nacional**, Nova Série, Zoologia, Rio de Janeiro, **427**: 1-16.

WOODWARD, B.D. 1982. Tadpole competition in a desert anuran community. **Oecologia**, **54**, 96-100.

ZWEIFEL, R.G. 1964. Life History of *Phrynohyas venulosa* (Salientia: Hylidae) in Panamá. **Copeia**, 1: 201-208.

ZWEIFEL, R.G. 1968. Reproductive biology of anurans of the arid southwest, with emphasis on adaptation of embryos to temperature. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, **140**: 1-64.

ZWEIFEL, R.G. 1977. Upper thermal tolerances of anuran embryos in relation to stage of development and breeding habitats. **American Museum Novitates**, **2617**: 1-21.