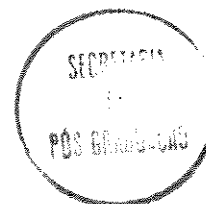


CLAUDIA DE BARROS E AZEVEDO-RAMOS



Este exemplar corresponde à ~~edição~~
final da tese defendida pela candidata
Cláudia de Barros e Azevedo-Ramos e
aprovada pela Comissão Julgadora.

19 de março de 1991

Cardoso

ECOLOGIA POPULACIONAL DE ~~Hyla geographica~~ SPIX, 1824 E SO-
BREVIVÊNCIA DE SUAS LARVAS EM AMBIENTE COM INFLUÊNCIA DE ÁGUAS
SALOBRAS, ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA JURÉIA, SÃO PAULO (AMPHIBIA, ANU-
RA, HYLIDAE).

ORIENTADOR: Dr. ADÃO JOSÉ CARDOSO

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual de Campinas,
como requisito parcial para a obtenção do grau
de Mestre em Ciências Biológicas - Ecologia.

BC/9103047

Az25e

13486/BC

Campinas

1991

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

4

A Paulo e a Lucas

AGRADECIMENTOS:

Gostaria de agradecer especialmente algumas pessoas e instituições que muito contribuíram para a realização deste trabalho:

Ao Dr. Adão José Cardoso pela orientação, críticas e sugestões durante as fases deste trabalho.

A vários amigos que me ajudaram nas exaustivas coletas noturnas, Georgia Ramos, Helena Bergallo, David, Kleber del Claro, Fred Rocha e Cica.

Aos funcionários da Estação Ecológica da Juréia, Malvino, Waldir, Dalva, Nilce, Miguel, Cléris, Ana e Carlinhos pela amizade, informações naturalísticas e apoio logístico, os quais facilitaram o trabalho e tornaram ainda mais agradável a estadia na Estação Ecológica da Juréia.

Ao Dr. João Vasconcellos por sugestões na coleta dos dados e discussões em dinâmica de populações.

Ao Dr. Woodruff Benson por gentilmente me ceder um espaço em sua sala.

Ao Dr. Paulo Oliveira pela cuidadosa revisão dos resumos em inglês.

Aos membros da minha pré-banca de tese, Dr. Ivan Sazima, Dr. João Vasconcellos e Dr. Jorge Jim, por valiosas sugestões que aperfeiçoaram o manuscrito.

Aos colegas das turmas de Mestrado e Doutorado por proporcionarem um ambiente de amizade e de enriquecedoras discussões.

A SEMA e ao IBAMA por autorizar a realização deste trabalho na Estação Ecológica da Juréia.

Ao Departamento de Zoologia da UNICAMP e a gentileza de seus funcionários.

A meus familiares que sempre me incentivaram na escolha de minha profissão e ao longo do meu amadurecimento profissional.

A Paulo Roberto Moutinho que participou ativa e valiosamente em todas as fases deste trabalho, inclusive nos bastidores, com carinho, amizade, tranquilidade e paciência, contribuindo para uma importante base emocional.

A Lucas Moutinho, meu filho, cujo bom humor e serenidade muito facilitaram o trabalho no campo e a confecção de vários rascunhos da tese.

Este trabalho foi financiado pela bolsa de mestrado da CAPES.

ÍNDICE:

INTRODUÇÃO GERAL AO ESTUDO DE ECOLOGIA DE <i>Hyla geographic</i> (ANURA, HYLIDAE)	1
1- Introdução	1
1.1- Objetivos gerais	3
1.2- Objetivos específicos	3
2- Posição taxonômica e características da espécie estudada ...	4
3- Descrição geral da área de estudo	6
 CAPÍTULO 1: DINÂMICA POPULACIONAL E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE <i>Hyla geographic</i> (ANURA, HYLIDAE)	11
1- Introdução	11
2- Área de estudo	13
3- Materiais e métodos	15
3.2- Coleta e análise dos dados	15
3.3- Densidade da população reprodutiva.....	18
3.3.1- Estimativa populacional	19
4- - Resultados	21
4.1- Condições metereológicas.....	21
4.2- Premissas do método de marcação e recaptura.	21
4.3- Densidade da população reprodutiva	24
4.4- Reprodução	28
4.5- Tamanho, crescimento e idade	36
5 - Discussão	42
5.1- Densidade da população reprodutiva e condições metereológicas	42
5.2- Reprodução	44

5.3- Tamanho, crescimento e idade	48
Resumo	50
Abstract	51

CAPÍTULO II: UTILIZAÇÃO DO MICROHABITAT, SOBREVIVÊNCIA E TOLERÂNCIA A SALINIDADE DE GIRINOS DE *Hyla geographica*

(ANURA, HYLIDAE)	52
1- Introdução	52
2- Área de estudo	53
3- Materiais e métodos	55
3.1- Salinidade da água do rio.....	55
3.2- Tolerância a salinidade	55
3.3- Microhabitat dos girinos	56
4- Resultados	58
4.1- Salinidade da água do rio	58
4.2- Tolerância a salinidade	60
4.3- Microhabitat dos girinos	63
5- Discussão	64
Resumo	70
Abstract	71

CONCLUSÕES GERAIS	72
-------------------------	----

PERSPECTIVAS PARA ESTUDOS ADICIONAIS	74
--	----

REFERÊNCIAS	76
-------------------	----

rais ainda são raros (Kluge, 1981). Apesar de existirem cerca de 4000 espécies de anfíbios, pesquisadores em busca de padrões entre populações ou grupos de organismos, em geral, reclamam por mais dados de campo e de pesquisa básica. O problema se intensifica na região tropical. Dados sobre populações tropicais são sempre requisitados devido a sua escassez, comparada aos de região temperada (Tinkle et al., 1970; Ryan, 1985). Este desequilíbrio no número de informações entre as duas regiões é um contrasenso se considerarmos que a diversidade de espécies de anuros é maior nos trópicos do que em áreas temperadas (Duellman & Trueb, 1986). Mesmo os trabalhos que abordam aspectos da ecologia de anuros tropicais não possuem o detalhamento necessário para um aprofundamento no conhecimento da espécie estudada (Ryan, 1985). No entanto, trabalhos bem elaborados como os realizados com *Hyla rosenbergi* por Kluge (1981) e *Physalaemus pustulosus* por Ryan (1985) mostram as potencialidades de estudos em ecologia básica no enriquecimento das teorias ecológicas. Essas razões e a falta de conhecimento sobre a ecologia da maioria das espécies de anfíbios brasileiros, incentivaram-me a estudar uma dada espécie de anuro em condições naturais, procurando obter informações sobre seu modo de vida adulto e larvário.

Hyla geographica foi escolhida como objeto deste trabalho por reunir qualidades que facilitam seu estudo. Esta espécie possui uma estação reprodutiva longa, é considerada de tamanho grande entre os hilídeos, demonstra poucas modificações no seu comportamento na presença de um observador e é facilmente capturada e manipulada. Além disso, o estudo das larvas desta espécie é fa-

4- Verificar a tolerância dos girinos a diferentes concentrações de salinidade e relacioná-la com sua sobrevivência em um rio com periódicas invasões do mar.

2- POSIÇÃO TAXÔNOMICA E CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE ESTUDADA:

Hyla geographica Spix, 1824 é uma das 630 espécies incluídas na família Hylidae (Duellman & Trueb, 1986). Esta família possui 37 gêneros distribuídos entre 4 subfamílias (Amphignathodontinae, Hemiphractinae, Hylinae, Phyllomedusinae). Os hílideos ocupam o terceiro lugar entre as famílias da ordem Anura com maior distribuição geográfica, sendo precedidos pelas famílias Ranidae e Bufonidae. Ocorrem na América do Norte, América Central, Índias Ocidentais, América do Sul, Austrália, Tasmânia, Nova Guiné, Ilhas Solomon, Eurásia, Japão e extremo norte da África (Duellman & Trueb, 1986).

A principal característica da família é a falange terminal em forma de garra com uma cartilagem intercalar entre esta e a penúltima falange. A maioria das espécies possui discos digitais que estão diretamente associados ao hábito arbóreo ou semi-arbóreo. A pupila é horizontal, com algumas exceções verticalmente elípticas (Goin et al., 1978).

As espécies da subfamília Hylinae e do gênero Hyla possuem a mesma distribuição geográfica da família (Goin et al., 1978). Entretanto, o número de espécies deste gênero é maior na região Neotropical do que em qualquer outra região (Lutz, 1973).

As espécies do gênero *Hyla* possuem uma grande variedade de tamanhos (desde menos de 20 mm a mais de 120 mm). Durante o período reprodutivo, os machos agregam-se próximo a corpos d'água e vocalizam para atrair as fêmeas e/ou para marcação de território. Vocalizações ocorrem geralmente durante o período reprodutivo, que pode variar desde o ano inteiro a poucas semanas (Lutz, 1973). Em geral, seus ovos são colocados na água, no entanto, algumas espécies os colocam na vegetação sobre poças ou riachos (Duellman & Trueb, 1986).

Hyla geographica (fig. 1) é encontrada no Brasil, Bolívia, Equador e Guianas (Lutz, 1973). No Brasil, excetuando-se um hiato entre Belém e Alagoas, ocorre desde o Amazonas até Santa Catarina, em geral, próximo a pequenas elevações (Lutz, 1973). É uma espécie considerada de tamanho grande entre os hílideos (40 - 46 mm para machos e até 63 mm para fêmeas) e tem como características principais a presença de arabescos dourados e pontuações na membrana nictitante e apêndice cutâneo triangular nos calcanhares (Lutz, 1973). Sua coloração varia em torno de tons de marrom e é distinta entre o dia (bege) e a noite (marrom). A distinção entre os sexos é feita quase que exclusivamente pelo tamanho, no entanto, alguns machos apresentam asperidades nupciais marrom-escuro no primeiro dedo anterior. Reproduzem-se, em geral, em riachos ou poças permanentes. Os girinos são negros, formam grupos que podem atingir várias centenas de indivíduos, geralmente aparentando uma massa esférica, e estão constantemente nadando para o centro do agrupamento (Caldwell, 1989). Os jovens recém metamorfoseados são bem diferentes dos adultos, possuindo inicialmente cor preta e,



Figura 1: Macho adulto de *Hyla geographica* Spix, 1824, proveniente da Estação Ecológica da Juréia, São Paulo (foto A.J. Cardoso).

após um a dois dias, passam a apresentar coloração marrom com pontuações pretas no dorso (obs. pes.). Esta diferença marcante na coloração de jovens e adultos foi responsável por numerosas redescrições da espécie (Lutz, 1973).

Vale a pena notificar que devido as variações morfológicas populacionais encontradas ao longo da distribuição geográfica de *H. geographica*, alguns especialistas suspeitam da existência de um grupo de espécies agregados sob um mesmo nome específico. Recentemente, as populações da mata Atlântica foram denominadas de *Hyla semilineata* (U. Caramaschi, não publ.). Entretanto, a alta variabilidade intrapopulacional das vocalizações, com sobreposição de diversos parâmetros acústicos, dificultam o reconhecimento de populações distintas como unidades isoladas, ao nível específico (A.J. Cardoso, com. pes.). Enquanto as dificuldades taxonômicas deste grupo permanessem, optei por manter o nome *Hyla geographica* como sendo aplicável à população em estudo.

Apesar de apresentar ampla distribuição geográfica, estudos sobre a ecologia e comportamento desta espécie são desconhecidos e, além de algumas revisões taxonômicas, os trabalhos disponíveis sobre *H. geographica* abordam aspectos de fisiologia e morfologia (Garboggini et al., 1975; Tahin et al., 1977; Tahin et al., 1979), de endoparasitismo (Dyer & Altig, 1977; Dyer, 1976; 1986), impalatabilidade dos girinos a peixes (Caldwell, 1989; Hero, não publicado), deslocamento de girinos (Caldwell, 1989; C. Azevedo-Ramos, M. Van Sluys, M. Hero e W. E. Magnusson; não publ.) e ocorrência de girinos em ambientes salinos (Guix & Lopes, 1989).

3- DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO:

O trabalho de campo foi realizado na Estação Ecológica da Juréia (24° 30'S; 47° 14'W), município de Iguape, litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil (Fig. 2). Esta Estação é uma reserva natural de 20.000 ha, com altitude máxima de 800 m e caracterizada pela presença de três ecossistemas principais: restinga, mangue, e mata Atlântica.

O estudo foi realizado apenas na área de floresta (Fig. 3), aproximadamente ao nível do mar, as margens do Rio Verde. O rio corta os três ecossistemas até sua desembocadura na Praia do Rio Verde, aproximadamente a um quilômetro da área de floresta.

O clima da Estação Ecológica da Juréia é classificado como tropical sub-quente úmido (Nimer, 1972). A temperatura mensal média em um intervalo de 10 anos (1977 a 1986) foi de 21.8 °C (Nascimento & Pereira, 1988). A média pluviométrica mensal é alta na região (167.9 mm), sendo agosto o mês mais seco (92.2 mm) (Nascimento & Pereira, 1988).

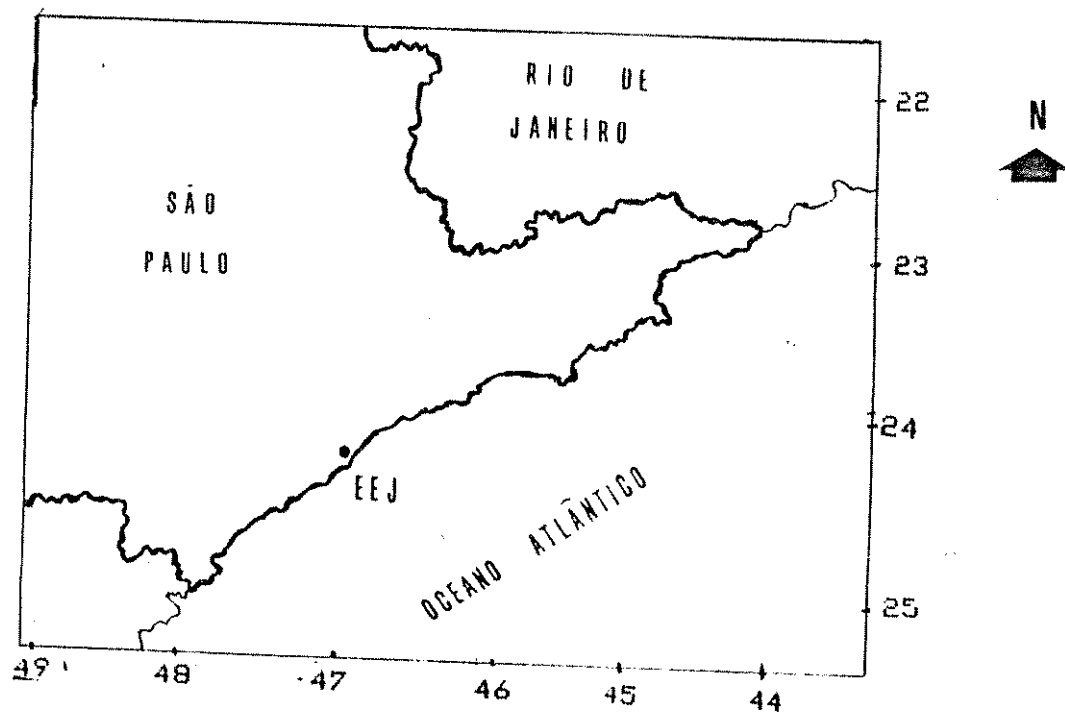


Figura 2: Localização da Estação Ecológica da Juréia (EEJ), município de Iguape, Estado de São Paulo, Brasil.

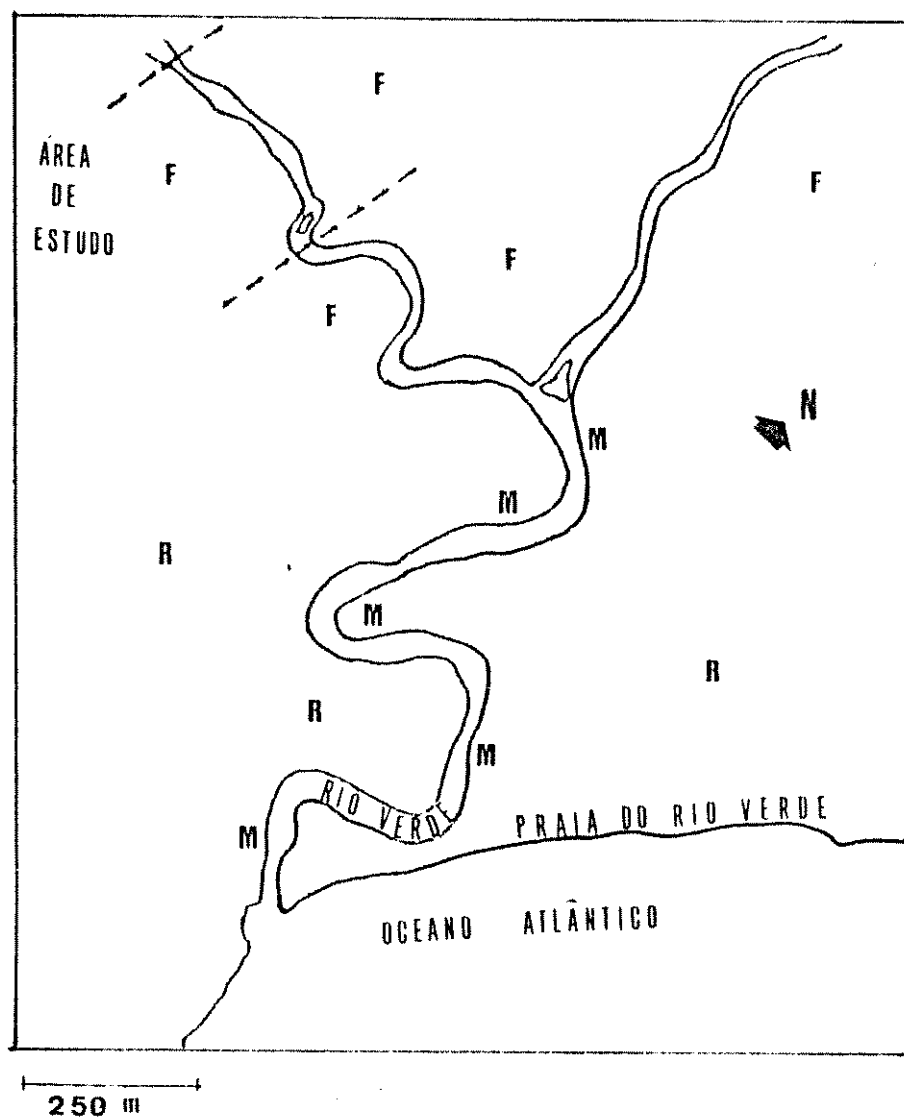


Figura 3: Localização da área de estudo no Rio Verde (área tracejada); Estação Ecológica da Juréia. F = floresta; M = mangue; R = restinga.

CAPÍTULO 1

DINÂMICA POPULACIONAL E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE Hyla geographica (ANURA, HYLIDAE).

1- INTRODUÇÃO:

O termo "dinâmica de populações" é empregado quando deseja-se estudar as variações no número populacional de uma espécie e os fatores que influenciam estas modificações (Solomon, 1980). Entre esses fatores podem ser citadas as taxas de mortalidade e natalidade, migração e fatores abióticos. As causas da variação no número populacional são muitas e comumente atuam em conjunto (e.g. variações sazonais de recursos, inimigos naturais, condições climáticas), porém são, geralmente, de difícil diagnóstico.

Desde a revisão de Turner (1962) sobre demografia de anfíbios, muitos trabalhos contribuíram para aumentar o número de informações sobre importantes parâmetros populacionais como densidade, taxa de crescimento, longevidade, taxa de mortalidade e fecundidade. A importância do estudo desses fatores para uma análise compreensível de qualquer população de organismos e para o entendimento da estrutura e dinâmica de comunidades tem sido constantemente ressaltada (e.g. Ricklefs, 1979; Duellman & Trueb, 1986).

No entanto, o estudo de dinâmica populacional de anfíbios, muitas vezes, esbarra em alguns problemas relacionados ao modo de vida desses animais: (1) estimativas de densidades limitadas a estação reprodutiva dos animais, uma vez que fora deste intervalo os indivíduos se dispersam ou hibernam (ou estivam) e dificilmente são encontrados; (2) dados de jovens são escassos por, geralmente, não permanecerem junto a população reprodutiva, o que prejudica as estimativas de recrutamento; (3) dificuldade em determinar as classes de idade e, conseqüentemente, a estrutura da população uma vez que, geralmente, não se pode contar com diferenças morfológicas relativas a idade. Apesar destas dificuldades, diversos trabalhos abordando a dinâmica populacional de anfíbios têm feito valiosas contribuições para o entendimento da ecologia destas espécies e dos fatores que regulam suas populações (e.g. Gittins et al. 1980, Dash & Hota, 1980; Jaeger, 1980; Gittins, 1983; Barbault, 1984).

A determinação dos fatores reguladores de populações é complexa. Tanto fatores independentes da densidade (e.g. variações climáticas) e dependentes da densidade (e.g. competição) já foram apontados como o principal agente atuando sobre a sobrevivência de larvas de anfíbios (Wilbur, 1972; Cardoso, 1981; Semlitsch, 1983) e adultos (Manion & Cory, 1952; Steward & Pough, 1983). Embora exista um melhor entendimento dos mecanismos reguladores das populações de girinos, o mesmo não pode ser dito para as populações de adultos (Duellman & Trueb, 1986).

Características demográficas estão fortemente correlacionadas com a estratégia reprodutiva dos animais. Por exemplo, anfí-

bios que possuem um grande intervalo de tempo para atingir a maturidade, mortalidade alta no primeiro ano de vida e alta expectativa de vida nos anos seguintes, tendem a se reproduzir várias vezes ao longo de sua vida (iteróparos), produzindo um número pequeno de descendentes a cada vez, enquanto que animais de maturidade precoce e baixa expectativa de vida, tendem a se reproduzir uma vez (semelparidade), porém produzindo um grande número de descendentes (Bell, 1977). O estudo de aspectos reprodutivos, conjuntamente com variáveis demográficas e características do ambiente, contribui para o desenvolvimento de diversas hipóteses sobre as estratégias adaptativas dos organismos (Barbault, 1984).

Este trabalho tem como objetivo o estudo da dinâmica populacional e características reprodutivas de *Hyla geographica* (Anura, Hylidae) durante dois anos de estudo em área de Mata Atlântica.

2- ÁREA DE ESTUDO:

A área selecionada para o estudo (25 x 50 metros) localiza-se na região de floresta da Estação Ecológica da Juréia, a cerca de um quilometro do estuário. A área abrange a margem direita do Rio Verde e um banco de areia formado pelo assoreamento do rio (Fig. 1). A vegetação predominante no banco de areia é de *Juncus* sp (Juncaceae) e algumas poucas árvores de, no máximo, seis metros de altura, ao passo que uma maior diversidade vegetal e em vários estratos arbóreos ocorre na margem do rio.

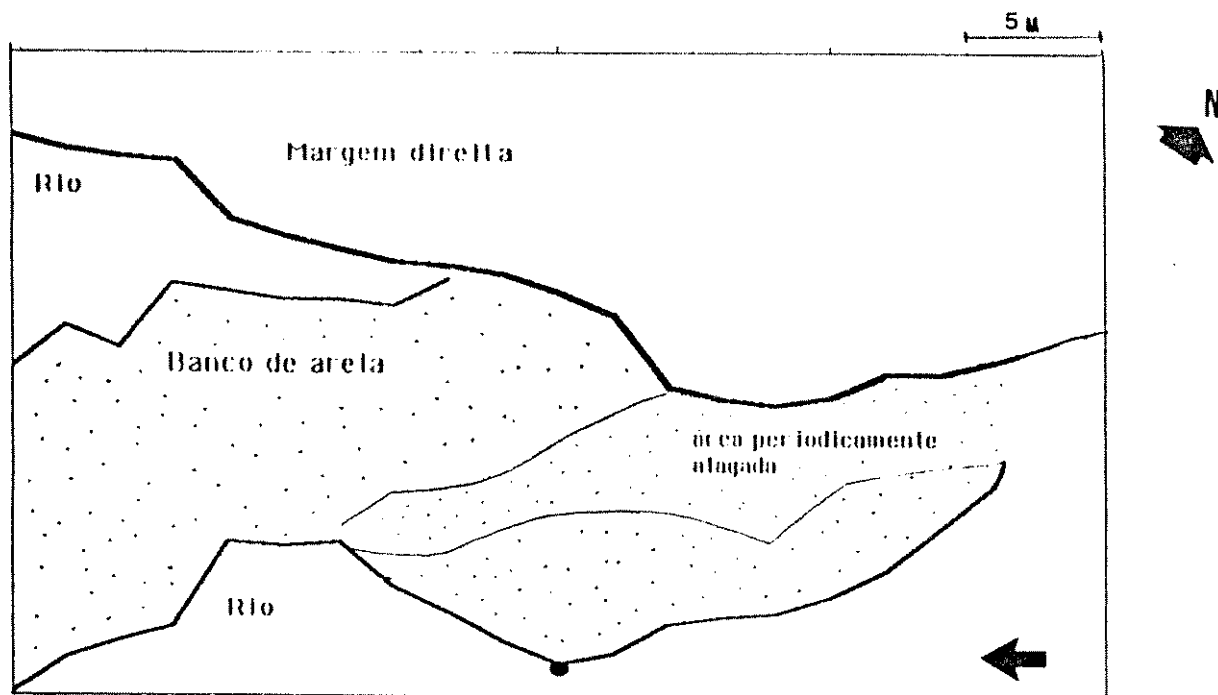


Figura 1: Diagrama da área de estudo no Rio Verde. A margem esquerda do rio não foi representada e está distante, do ponto assinalado no banco de areia, cerca de 10 metros. A seta indica a direção do fluxo da água do rio.

3- MATERIAIS E MÉTODOS:

3.1- Coleta e análise dos dados:

As visitas à área de estudo foram mensais, com duração média de 3 a 4 dias, entre julho de 1988 e julho de 1990.

A captura dos adultos foi realizada à noite, a partir das 20:00 h. O horário de término (máximo às 2:00 h) foi variável e dependente da densidade populacional na noite de amostragem. A área de estudo foi percorrida uma única vez a cada noite, alterando-se o início do caminho a ser percorrido entre um dos dois extremos, a fim de submeter os animais a semelhantes probabilidades de captura. Os animais foram localizados através do reflexo dos seus olhos à luz da lanterna de cabeça e, quando machos, através também de suas vocalizações. Os animais capturados foram marcados através do corte de falanges, seguindo a técnica de Martof (1953). Esta técnica de numeração possibilita a marcação de 6399 animais cortando-se com uma tesoura, no máximo, dois dedos de cada pata.

Para cada animal capturado foram registrados: (1) comprimento rostro-anal (paquímetro com precisão de 0,1 mm); (2) peso (balança Pesola com precisão de 1 g); (3) sexo; (4) ocorrência de vocalização; (5) altura do poleiro e (6) localização. A localização de cada indivíduo foi estimada através de um sistema cartesiano montado em relação a uma linha de 50 metros, numerada a cada cinco metros e estendida no meio da área de estudo.

A diferenciação entre os sexos foi feita, principalmente, pelo tamanho. A identidade de fêmeas pequenas, que pudessem ser confundidas com os machos, foi conferida através de presença de ovos no abdomen, peso e ausência de asperidade no primeiro dedo anterior.

Os animais foram soltos no mesmo local de captura. Aparentemente, a manipulação e a marcação não produziram modificações sensíveis no comportamento, uma vez que menos de cinco minutos após serem libertados os machos voltavam a vocalizar.

A distribuição espacial dos animais foi analisada através do "método do vizinho mais próximo" (Clark & Evans, 1954), onde a distância média observada entre os vizinhos mais próximos é comparada com a distância esperada caso a distribuição fosse ao acaso (para detalhamento do método ver Poole, 1974).

A existência (ou não) de comportamento territorial foi verificada seguindo a metodologia de Elmberg (1986). Territorialidade é aqui definida como defesa ativa de uma área preferida contra machos conspecíficos (Martof, 1953). A partir do quadriculamento (2,5 x 2,5 m) da área de estudo, foi calculada a medida relativa de fidelidade de sítio (R) e a medida de deslocamento para cada macho (d):

$$R = \frac{\text{número de quadrados em que um animal é capturado}}{\text{número total de capturas}}$$

d = distância, em metros, entre o centro dos dois quadrados mais distantes em que um macho foi capturado.

R possui um intervalo de 0 a 1. É esperado que animais territoriais possuam valores baixos de R e d (Elmberg, 1986).

A classe de idade dos animais foi estimada a partir de um modelo de crescimento (derivado por von Bertalanffy, 1951, 1957 e modificado por Faben, 1965). Este modelo foi usado com bons resultados em trabalhos com lagartos (Schoener & Schoener, 1978; Duham et al. 1978; Lin & Lu, 1982) e com a rã *Leptodactylus ocellatus* (Lima, 1979). O modelo é descrito pela equação:

$$L_2 = a - (a - L_1) \cdot e^{-rD}$$

onde, L_1 e L_2 são os comprimentos corporais no início e final do intervalo de tempo; a é o comprimento corporal máximo ou assintótico; D é a duração do intervalo em dias; r é a taxa característica de crescimento.

O período de crescimento foi pressuposto como contínuo ao longo do ano a partir da metamorfose dos primeiros girinos. Apenas indivíduos com intervalo maior que dez dias entre a primeira e última captura foram considerados para análise de crescimento. O peso dos animais não foi utilizado nesta análise devido a sua grande variação em relação ao conteúdo estomacal, o que desaconselha seu uso em estimativas de crescimento (Daugherty & Sheldon, 1982; Wheeler, 1985).

O desenvolvimento dos girinos no rio foi acompanhado mensalmente, principalmente em 1989 e 1990. Três categorias de estágio de desenvolvimento foram estabelecidas: (1) pequenos: de 12 a 16 mm de comprimento; estágio 25 a 28 de Gosner (1960); (2) médios:

de 29,5 - 42,0 mm; estágio 29 a 31 e (3) grandes: 52,0 a 88,5 mm; estágio 31 a 41.

A temperatura da água e do ar (termômetro de mercúrio Schultheis) foi registrada em intervalos de uma hora e a umidade relativa do ar (medida com um psicrômetro) foi registrada no início de cada amostragem. Dados referentes a temperaturas diárias máximas e mínimas e pluviosidade foram fornecidos pela Estação Ecológica da Juréia.

3.3- Densidade da população reprodutiva:

O tamanho populacional foi estimado mensalmente apenas durante o período reprodutivo, uma vez que fora deste intervalo os animais estão dispersos e são difíceis de serem encontrados. Portanto, os resultados se referem ao tamanho da população reprodutiva. O número populacional foi estimado através de marcações e recapturas. Existem basicamente três métodos de estimativa populacional que podem ser empregados para dados com marcações e recapturas múltiplas: Fisher & Ford (1947), Jolly (1965) e Manly & Parr (1968). Todos esses métodos pressupõem haver entradas (nascimento e imigração) e saídas (mortalidade e emigração) na população, fatores importantes para estudos de longa duração. Apesar dos dois últimos serem mais eficientes (a taxa de sobrevivência pode ser variável) e pressuporem um número menor de premissas para sua utilização (o que é um ganho em realidade), necessitam de um grande número de recapturas (Begon, 1979). Quando os dados são extensos, mas o número de recapturas individuais é escasso, como no presente caso, o método de Fisher & Ford é mais confiável que

os demais (Begon, 1979). Por essa razão, este foi o método escolhido para estimar a densidade populacional.

Quando se utiliza o método de marcação e recaptura, algumas premissas gerais devem ser obedecidas independentemente do modelo de estimativa populacional utilizado (Southwood, 1971; Begon, 1979) e outras são específicas do modelo escolhido. Os testes estatístico de cada premissa seguiram Begon (1979).

3.3.1- Estimativa populacional:

Os parâmetros populacionais foram estimados através das equações abaixo. O detalhamento do método de Fisher & Ford pode ser obtido em Begon (1979).

O número populacional (N_i) foi estimado através da equação:

$$N_i = \frac{(n_i + 1) M_i}{(m_i + 1)}$$

onde, M_i é o número de marcas em risco de captura no dia i , m_i é o número total de marcas capturadas no dia i e n_i é o número capturado no dia i .

O número de perdas, L_i , (morte + emigração) e o número de ganhos, B_i , (nascimento + imigração) foram estimados através das equações:

$$L_i = (1 - \sigma)N_i$$

$$B_i = N_{i+1} - \sigma N_i$$

onde σ é a taxa de sobrevivência. A idade total de todas as marcas é conhecida e a partir dela pode-se calcular o total de dias sobrevividos pelas marcas observado (TDS observado). A taxa de sobrevivência da população pode ser, então, estimada a partir da regressão entre taxas de sobrevivências inicialmente arbitrárias e o total de dias sobrevividos estimado (TDS estimado) respectivo (ver Begon, 1979 para equações). A melhor estimativa de σ será aquela que mais se aproximar do total de dias sobrevividos observado (TDS observado).

A permanência mínima dos machos na população pode ser estimada a partir do intervalo de tempo entre a primeira e última recaptura de um animal, supondo que não haja saídas da população durante este intervalo.

Todas as capturas durante o período de três a quatro dias consecutivos foram somadas e analisados mensalmente. O tamanho da amostra foi o número de diferentes indivíduos capturados, sem considerar as recapturas de dias consecutivos. Em geral, as densidades relativas da população são estimadas usando como medida indivíduos/hectare. No entanto, como a distribuição dos grupos de machos não foi uniforme ao longo do rio, uma transformação desse tipo superestimaria o número populacional. Adotou-se, então, uma estimativa baseada apenas na área amostrada.

4- RESULTADOS:

4.1- Condições metereológicas:

No período reprodutivamente importante para *H. geographica* (entre agosto e março), houve maior variação na precipitação do que na temperatura média entre os dois anos de estudo (Fig. 2). A temperatura média do ar para o intervalo de agosto de 1988 a março de 1989 foi apenas cerca de um grau menor em relação ao mesmo período do ano seguinte (23,3 e 23,9 °C, respectivamente; $t = -2,652$; $p = 0,03$). A precipitação média foi semelhante entre os dois períodos (244,9 e 273,9 mm, respectivamente; $t = -0,532$; $p = 0,611$), no entanto nota-se uma variação pluviométrica mensal muito maior para o período de 1989/90. Durante este intervalo, os meses apresentaram uma distribuição irregular das chuvas, com poucos dias com muita chuva e seca no restante do mês. Agosto foi o mês de menor pluviosidade em 1988 e 1989 (28 e 49 mm, respectivamente) confirmando o padrão dos últimos anos para a região (Nascimento & Pereira, 1988).

A umidade relativa do ar foi constantemente alta nos dias de amostragem ($95,4 \pm 3,71$ %) durante todo o período de estudo.

4.2- Premissas do método de marcação e recaptura:

Os resultados não apresentaram desvios significativos das premissas do método de marcação e recaptura, o que favorecesse o seu uso. Abaixo estão enumeradas as premissas e, quando foi o ca-

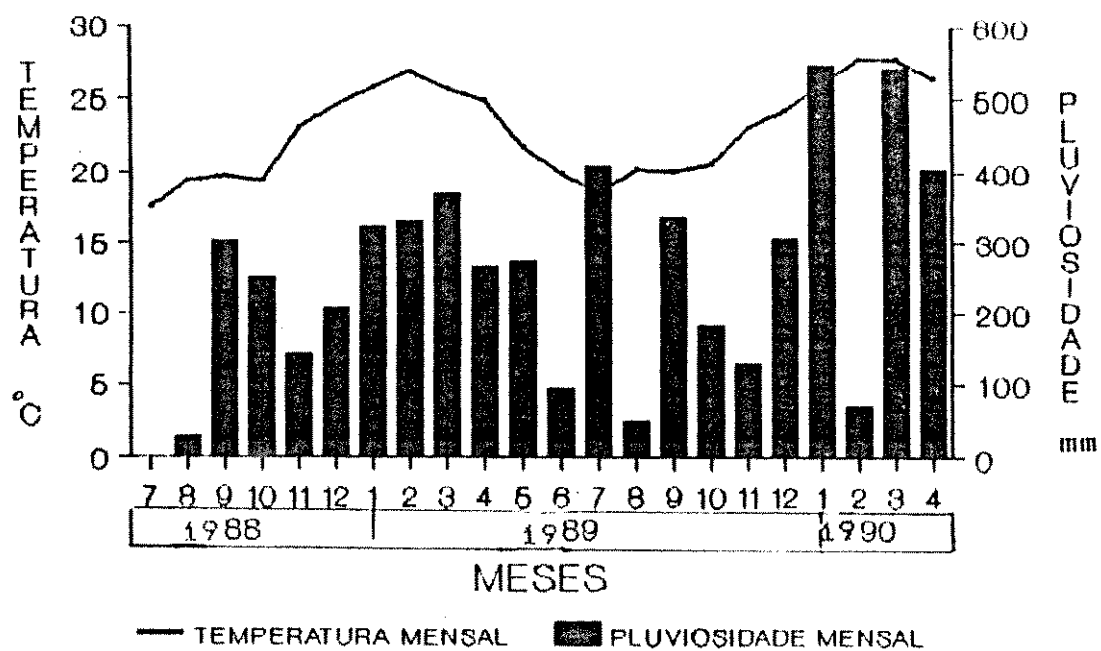


Figura 2: Temperatura média mensal e pluviosidade mensal durante o período de estudo na Estação Ecológica da Jureia, município de Iguape, Estado de São Paulo.

so, os resultados dos testes estatísticos.

a- *As marcas devem ser permanentes durante o período de estudo:* O método de corte de dedos em anuros tem se mostrado seguro quanto a duração das marcas, com indivíduos recapturados vários anos depois (e.g. Gittins, 1983), desde que o corte seja feito na altura da primeira articulação para evitar regenerações. Neste trabalho, apenas quatro casos de regeneração foram observados.

b- *Todos os indivíduos, marcados ou não, tem a mesma probabilidade de serem capturados:* Não foi possível testar estatisticamente esta premissa, uma vez que os dados não apresentam $G > 20$ (i.e. grupos de indivíduos vivos e susceptíveis a captura entre os tempos j e $j + t$, com três amostras entre esse intervalo). Entretanto, como os sexos foram tratados separadamente e havia igual acesso a toda área, considerou-se que os indivíduos tivessem a mesma probabilidade de captura. Entre subgrupos de uma população (e.g. sexos) podem existir diferenças na captura, mas dentro de cada subgrupo a captura é constante (Begon, 1979).

c- *Marcações e capturas sucessivas não afetam a probabilidade de um indivíduo ser capturado novamente:* $\chi^2 = 3,858$; $v = 4$; $0,25 < p < 0,5$. Para este teste e o seguinte, as análises foram feitas para todos os meses da primeira estação reprodutiva, excetuando-se outubro e novembro devido ao pequeno número da amostra.

d- *Marcações não afetam a sobrevivência dos indivíduos:* $\chi^2 = 3,467$; $v = 4$; $0,25 < p < 0,50$.

e- *A amostragem deve ser em intervalos de tempo discretos e o tempo de amostragem deve ser menor que o tempo total:* As amostragens foram feitas em três a quatro dias por mês dentro de um intervalo total de oito meses de estação reprodutiva, o que parece ser suficiente para evitar desvios nos parâmetros populacionais estimados.

f- *Premissa fundamental do método de Fisher & Ford:* A taxa de sobrevivência deve ser constante durante o período de estudo ($\chi^2 = 1,242$; $0,90 < P < 0,95$; $v = 5$).

4.3- Densidade da população reprodutiva:

O intervalo médio entre amostras mensais da população foi de 30,9 dias, com duração média de 3,6 dias (tab. 1).

Durante o período de julho de 1988 a julho de 1990, duas estações reprodutivas foram registradas, embora tenham sido bastante distintas em extensão e número de animais se reproduzindo (Fig. 3). A primeira teve duração de oito meses (de agosto de 1988 a março de 1989), ao passo que a segunda limitou-se a dois meses (outubro e novembro de 1989).

Na primeira estação, 414 animais foram capturados (177 recapturas). Na segunda estação, a população reprodutiva foi muito reduzida (37 indivíduos capturados e cinco recapturados), com

Tabela 1: Frequência das amostragens da população de *Hyla* geographica por mês na Estação Ecológica da Juréia, São Paulo.

Mês	Nº de dias de amostragem por mês.	Intervalo (em dias) entre amostras mensais consecutivas
junho/1988	3	53
agosto	3	10
setembro	4	37
outubro	3	20
novembro	4	29
dezembro	3	35
janeiro/1989	3	26
fevereiro	3	37
março	3	30
abril	3	18
maio	3	42
junho	3	41
julho	3	14
agosto	6	45
setembro	3	21
outubro	6	30
novembro	7	21
dezembro	5	49
janeiro/1990	3	22
fevereiro	3	39
março	3	24
abril	3	30
maio	3	30
junho	3	30
julho	3	---
média	3,6 ± 1,38	30,9 ± 11,04

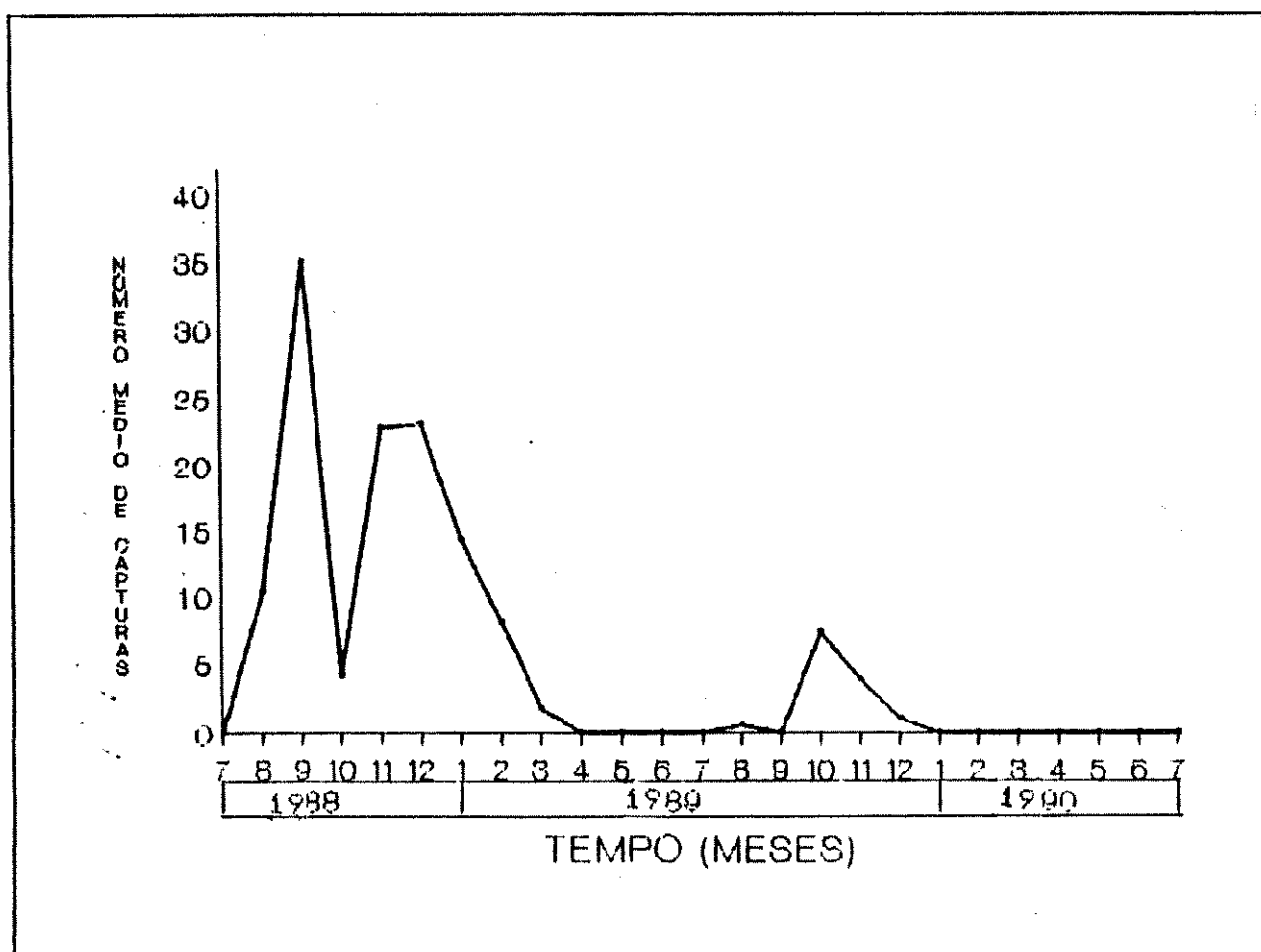


Figura 3: Número médio de indivíduos de *Hyla geographica* capturados por dia em cada mês de amostragem na Estação Ecológica da Ju-reia.

poucos indivíduos ativos por noite. Em áreas adjacentes, o número de animais vocalizando também foi nitidamente menor que na estação anterior. Contudo, a reprodução, apesar de reduzida, parece ter ocorrido de fato em 1989/90, uma vez que havia muitos girinos em diversos estágios de desenvolvimento no rio.

O número de fêmeas capturadas foi extremamente baixo (9 capturas na primeira estação e nenhuma na segunda), o mesmo ocorrendo para animais recém metamorfoseados (três e zero, respectivamente). Com base nesses resultados, a maioria das análises focalizou a população de machos da primeira estação reprodutiva.

Durante a primeira estação reprodutiva, a população de machos foi aproximadamente constante, com pico populacional em novembro e dezembro (Tab. 2). A taxa de sobrevivência foi constante (0,74) para todo o período reprodutivo. Entretanto, com exceção de dois meses (outubro e novembro), o número de perdas populacionais foi maior que o número de ganhos. A partir de dezembro, a população reprodutiva não recebeu mais novos indivíduos e só ocorreram perdas populacionais.

Os ganhos "negativos" observados para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (Tab. 2), são biologicamente impossíveis de serem interpretados e na realidade correspondem a adição de um erro negativo aos dados, devendo ser considerados como igual a zero (Begon, 1979). Durante o pico reprodutivo, a estimativa média foi de 0.2 ± 0.01 indivíduos/m² da área amostrada, o que na realidade é um reflexo da distribuição agregada observada no campo para esses animais.

Tabela 2: Estimativa pelo método de Fisher & Ford do tamanho da população reprodutiva de *Hyla geographica* (N_1) em 1250 m², na Estação Ecológica da Juréia. Ganho = natalidade + imigração; Perda = mortalidade + emigração. n = nº de animais capturados.

Fisher & Ford

mês	N_1	ganho	perda	n
agosto	-----	-----	-----	31
setembro	192,3	32,07	50,01	108
outubro	174,4	124,05	45,34	8
novembro	253,1	84,33	65,81	74
dezembro	271,6	-15,94	70,62	45
janeiro	185,1	-25,71	48,12	34
fevereiro	111,2	-34,47	28,92	19
março	48,2	-----	12,53	5

N_1 médio 139,0 ± 91,1

taxa de
 sobrevivência 0,74

Em média, 54 % dos animais capturados a cada amostragem foram de recapturas, havendo um aumento das recapturas ao final da estação (Fig. 4). No entanto, considerando-se apenas os animais recapturados em diferentes meses ($n = 67$), 66 % dos animais marcados foram recapturados uma vez e apenas 16,5 % mais de três vezes (Fig. 5). A maioria dos machos permaneceu na população de 40 a 60 dias (Fig. 6), podendo se estender até 80 dias. A permanência mais longa observada foi de 184 dias (ou 6,5 meses) para dois machos.

A análise de regressão linear simples demonstrou que o número de animais capturados por dia foi inversamente relacionado com a temperatura do ar do dia de coleta ($r = -0.43$; $F = 5,153$; $p < 0,05$; $n = 26$), no entanto não houve relação significativa com a pluviosidade ($r = -0,10$; $p = 0,618$; $n = 26$), temperatura da água ($r = -0,34$; $p = 0,095$) e umidade ($r = -0,08$; $p = 0,687$; $n = 26$).

4.4- Reprodução:

Na maioria das vezes, os machos foram encontrados vocalizando empoleirados sobre as folhas de Juncus sp. em posição horizontal e a $49,0 \pm 34,83$ cm de altura. Esta altura não pode ser interpretada como um posicionamento preferencial dos machos, mas como um reflexo da altura da vegetação disponível na área de estudo (aproximadamente, 50 a 70 cm de altura). No entanto, machos observados em outras áreas também foram encontrados empoleirados em uma altura próxima ao nível da água. Não foi encontrada rela-

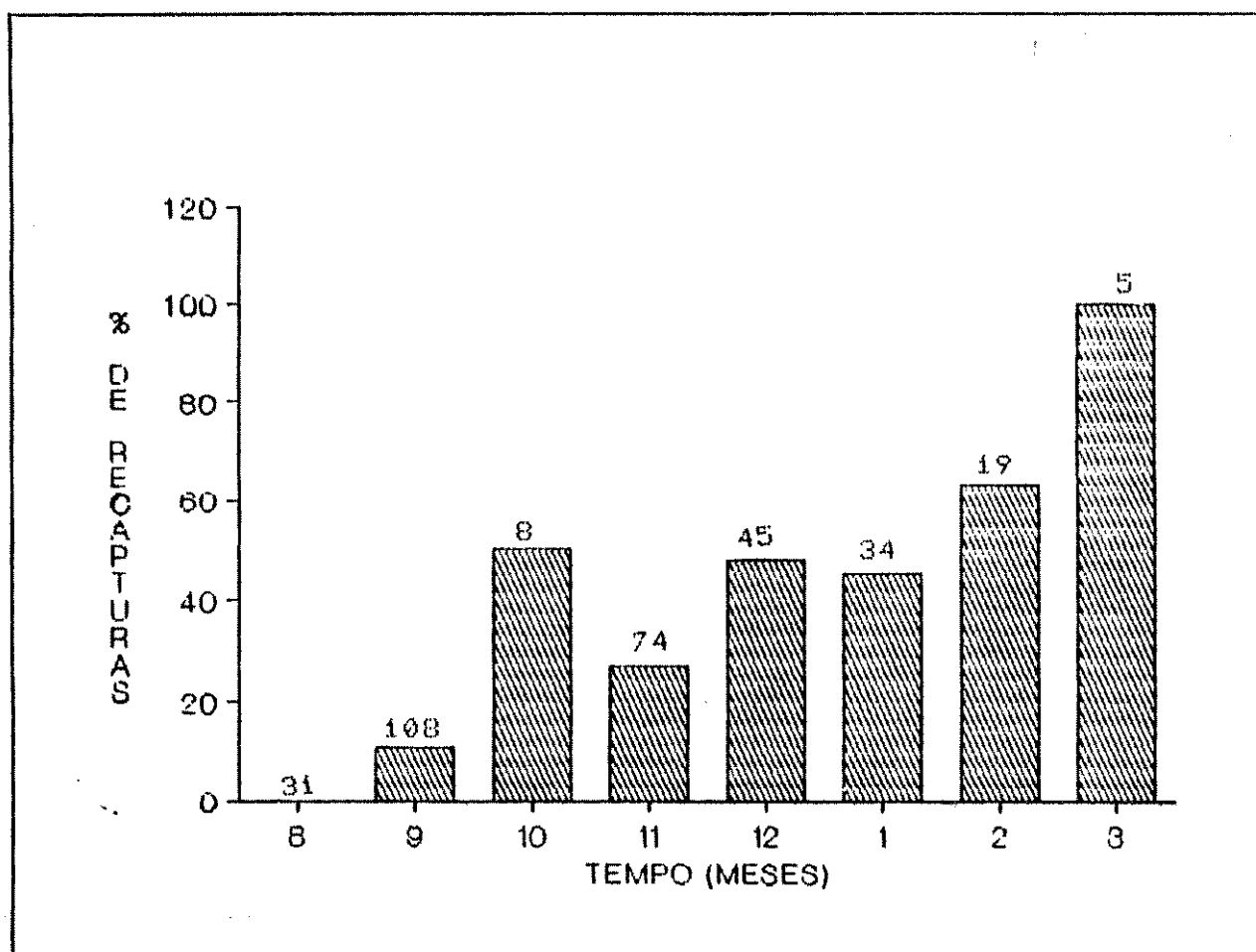


Figura 4: Percentagem de indivíduos de *Hyla geographica* recapturados a cada mês em 1250 m² durante a estação reprodutiva (agosto de 1988 a março de 1989). Os números acima das barras mostram o número total de capturas.

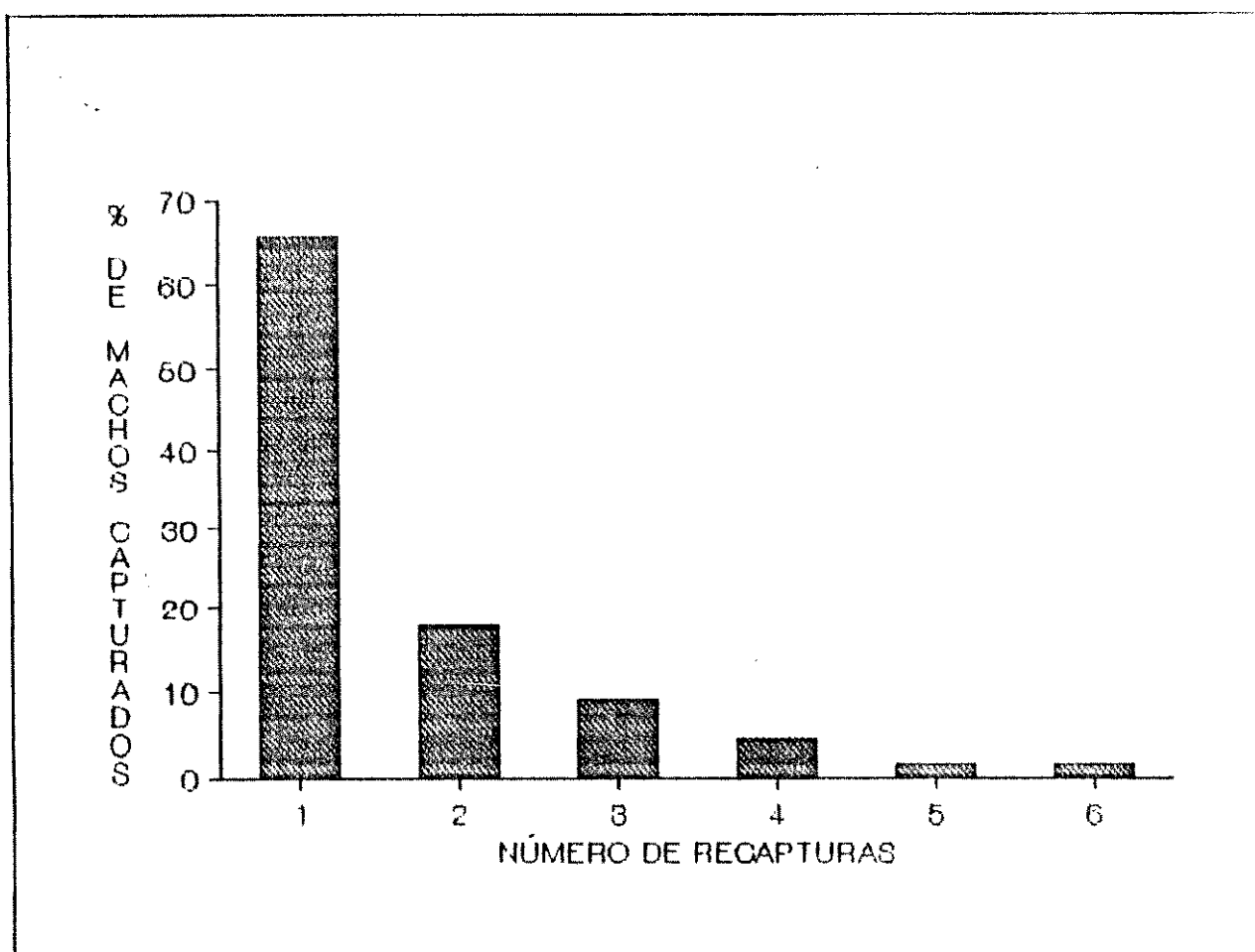


Figura 5: Numero de vezes em que os machos marcados de Hyla geographica foram recapturados durante a estação reprodutiva (agosto de 1988 a março de 1989). Considerou-se apenas os animais recapturados em diferentes meses (n = 67).

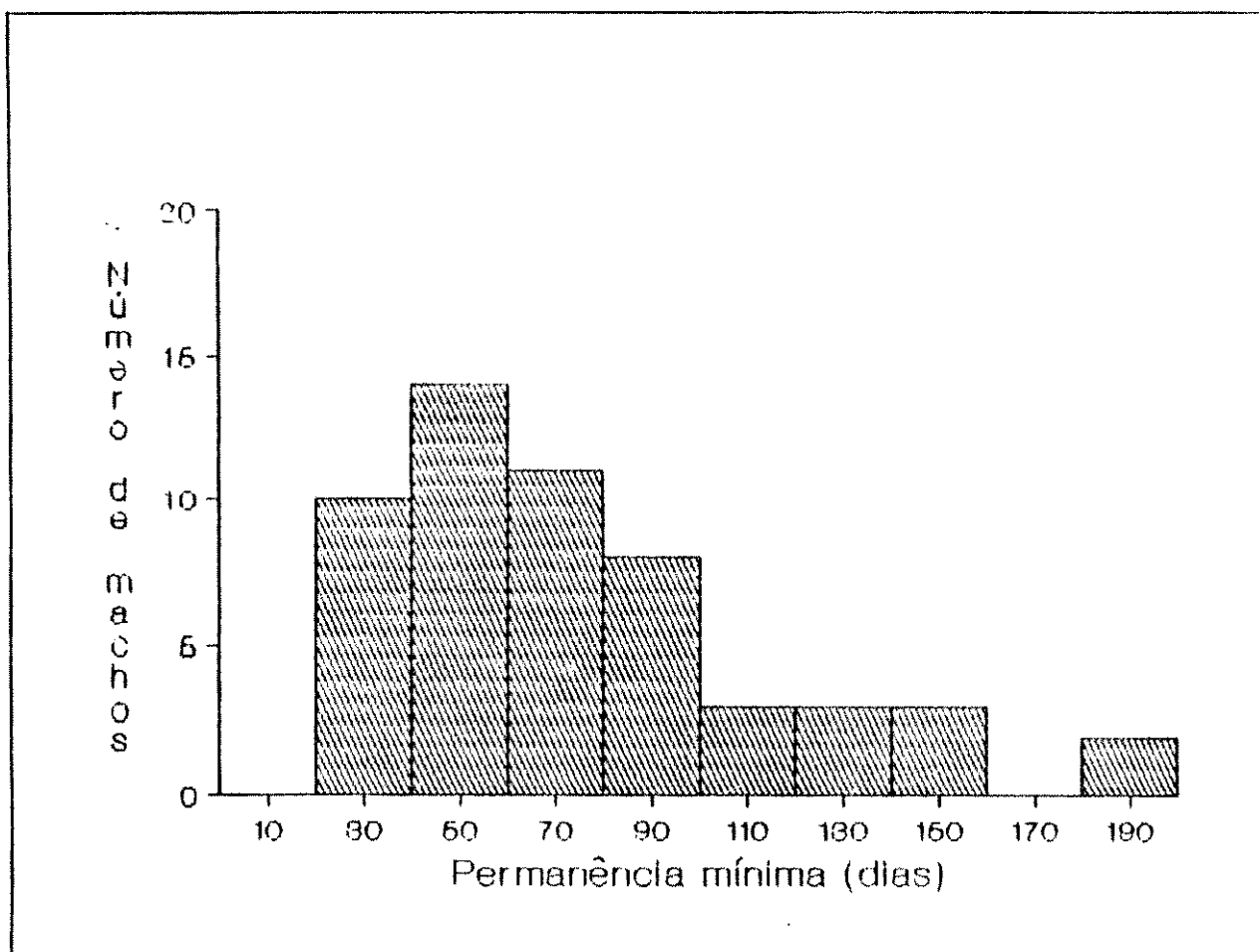


Figura 6: Permanência mínima dos machos de *Hyla geographica* na população reprodutiva (agosto de 1988 a março de 1989)

ção entre peso ($r = 0,019$; $F = 0,128$; $p > 0,05$; $n = 350$) ou comprimento ($r = 0,012$; $F = 0,047$; $p > 0,05$; $n = 353$) dos machos com a altura do poleiro, demonstrando não haver segregação vertical entre diferentes classes de tamanho. No entanto, machos que vocalizavam quando capturados foram encontrados em uma altura mais baixa ($41,8 \pm 27,01$ cm; $n = 124$) do que aqueles que não vocalizavam ($52,1 \pm 37,31$ cm; $n = 290$; $t = 2,762$; $p < 0,01$). O ato de vocalizar não estava relacionado ao tamanho dos machos, uma vez que não houve diferenças significativas entre o comprimento corporal médio dos machos que vocalizavam e que não vocalizavam ($t = 0,323$; $p > 0,05$).

A distribuição espacial dos machos na área de estudo (Fig. 7) demonstra sua preferência por sítios próximos a corpos d'água e entre esses sítios alguns são mais utilizadas do que outros. A análise do padrão de distribuição dos machos foi restringida aos meses onde houve maior refinamento no método de localização individual (setembro, novembro e dezembro). A análise pelo método do vizinho mais próximo revelou uma distribuição agregada para a população (Fig. 8). O distanciamento médio entre dois machos foi bastante variável ($1,3 \pm 1,1$ m).

A análise de medida relativa de fidelidade de sítio (R) e deslocamento dos machos (d) foi restrita a machos capturados mais de três vezes ($n = 11$). O R médio para esses animais foi de $0,8 \pm 0,23$ e o valor correspondente de d foi $10,5 \pm 9,19$ m. A relação entre R e d (fig. 9) indica não haver comportamento territorial

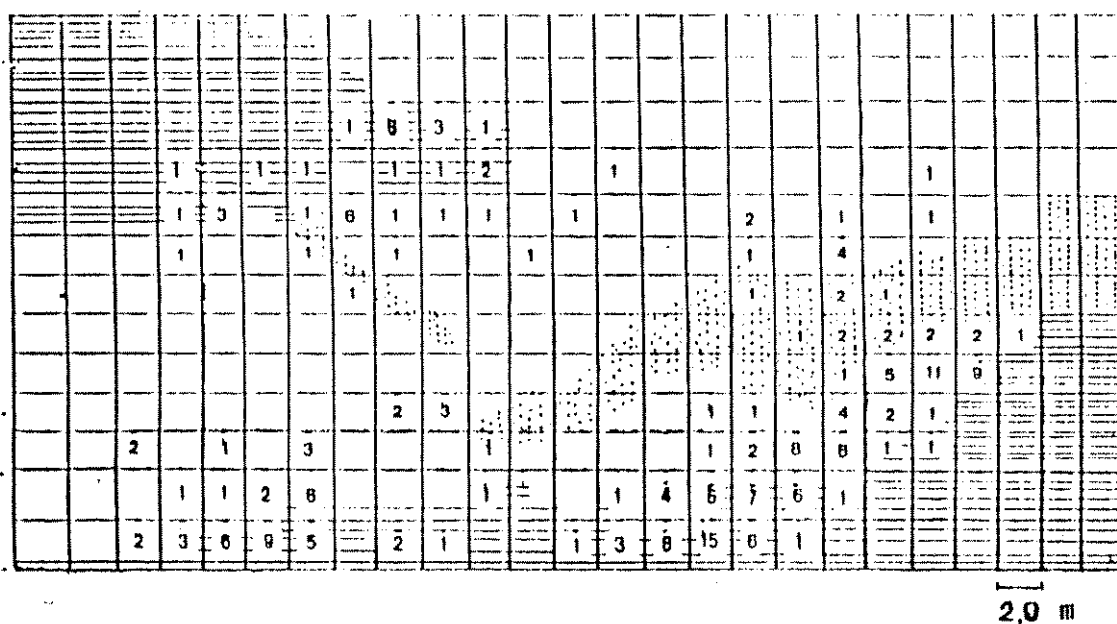


Figura 7: Localização dos machos de Hyla geographica capturados durante a primeira estação reprodutiva em 1250 m² e sua relação áreas próximas da água. Os números representam o número de animais capturados em cada sítio.  área com água;  área periodicamente inundada e  área seca.

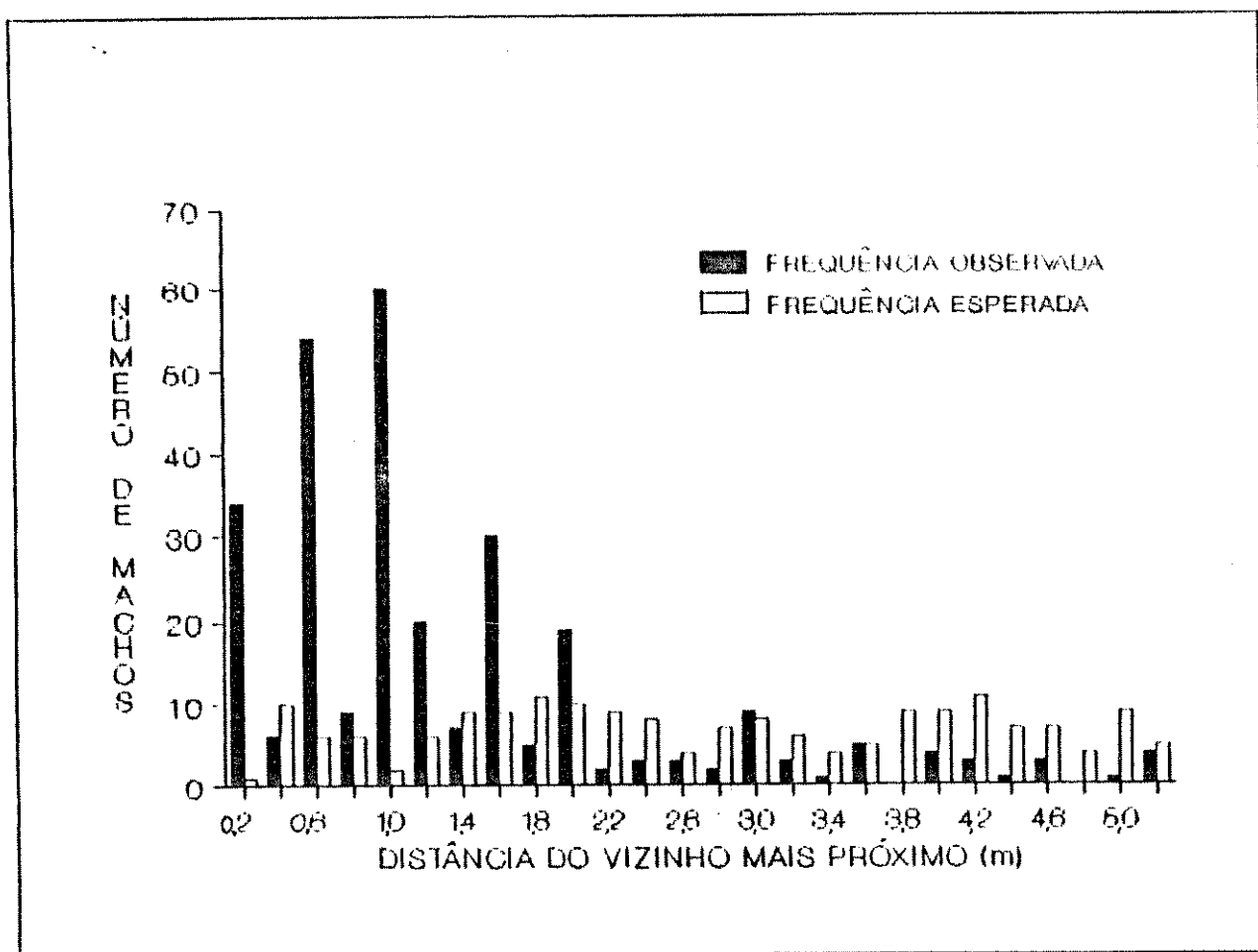


Figura 8: Distribuição espacial agregada dos machos de Hyla geographica em 1250 m², segundo o método do vizinho mais próximo. A distribuição esperada foi obtida a partir de uma tabela de números aleatórios (teste de Kolmogorov-Smirnov, $\chi^2 = 17,618$; $p < 0,001$).

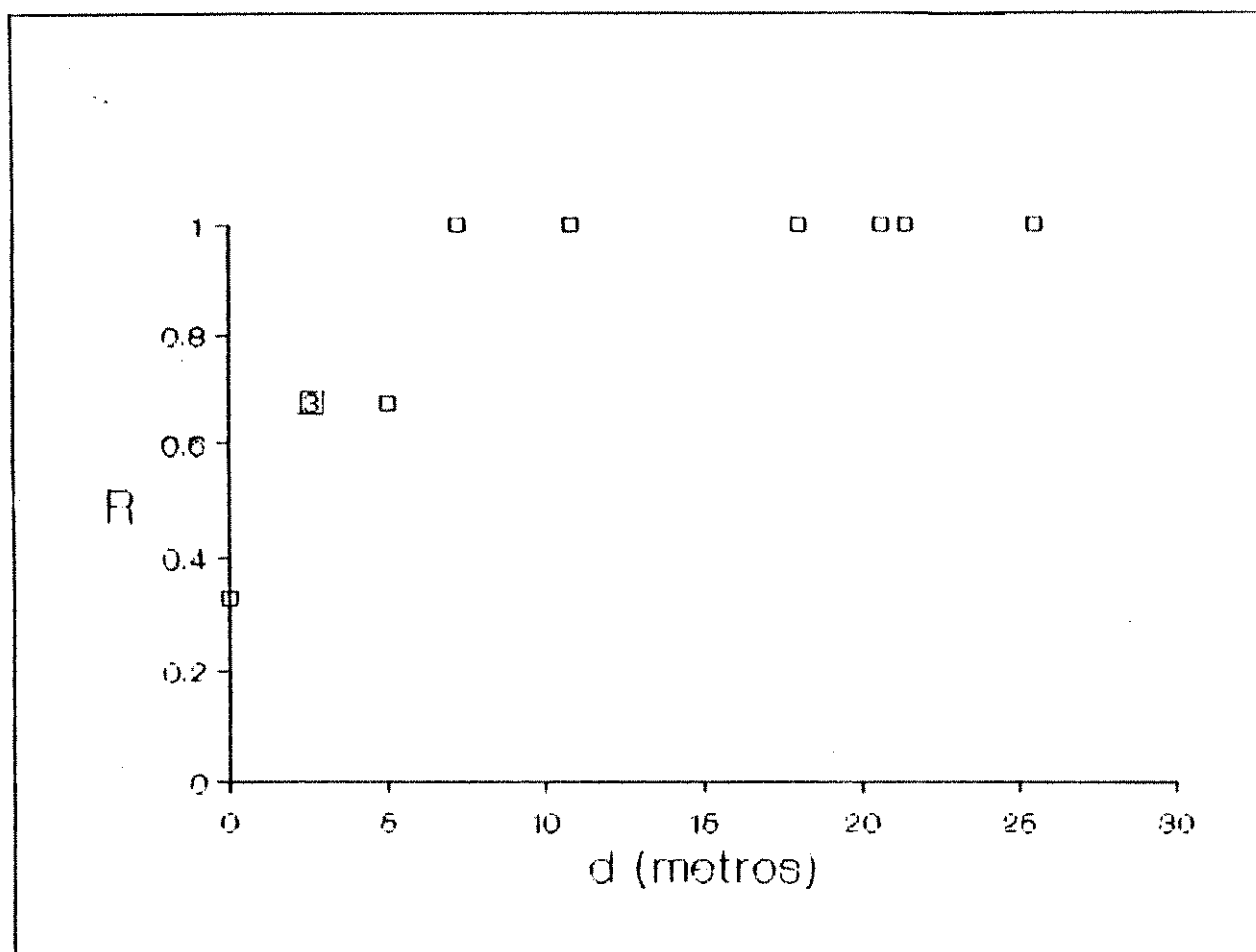


Figura 9: Relação entre R (índice de fidelidade de sítio) e d (medida de deslocamento) para cada macho de Hyla geographica capturado mais de três vezes ($n = 11$) durante a primeira estação reprodutiva. Teoricamente machos territoriais e com fidelidade de sítio aparecerão abaixo e à direita do gráfico.

nesta espécie. Os mesmos machos foram encontrados em diferentes sítios de vocalização durante noites sucessivas e não foi observado comportamentos agonísticos entre machos. Algumas vezes um macho mudava o tipo de vocalização quando outro macho se aproximava, mas se o segundo macho mantivesse sua posição, nenhuma outra mudança no comportamento do primeiro macho foi observada.

O pequeno número de fêmeas encontradas ao longo do período de estudo impossibilitou o detalhamento do comportamento reprodutivo das fêmeas. Não foi possível encontrar desovas no campo, entretanto três delas foram obtidas no laboratório com um número médio de $2.427,7 \pm 357,9$ ovos de aproximadamente 2,0 mm de tamanho. Imediatamente após a reprodução, as fêmeas tiveram seu peso reduzido em cerca de 3 g, ao passo que não houve alteração no peso dos machos. Esta diferença indica o investimento energético diferencial dos sexos em relação ao volume gamético produzido.

Girinos de *H. geographica* foram encontrados no Rio Verde de outubro até maio (Fig. 10). No entanto, estágios pequenos de desenvolvimento foram encontrados em intervalos discretos de dois meses, o que talvez indique uma reprodução sincronizada das fêmeas. Em novembro, nenhum girino foi encontrado no Rio Verde. Como as amostras foram realizadas 19 dias após uma forte chuva (100 mm em um dia), quando o rio sofreu transbordamento e havia forte correnteza, provavelmente, houve arrastamento e alta mortalidade dos girinos durante esta ocasião. Animais recém metamorfoseados foram observados pela primeira vez a partir de fevereiro, portanto o desenvolvimento larval, provavelmente, tem duração mínima de três meses. Os animais recém metamorfoseados deixavam a água du-

CLASSES DE
TAMANHO

grandes

médios

pequenos

set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun
1989				1990					

TEMPO

Figura 10: Época de ocorrência de girinos de Hyla geographica em diferentes estágios de desenvolvimento no Rio Verde. O eixo vertical mostra os girinos segundo sua classe de tamanho.

rante a noite e logo se dispersavam pela vegetação. Como possuem cor preta até a total reabsorção da cauda, dificilmente são percebidos e talvez o comportamento noturno lhes confira alguma proteção contra predadores (principalmente, os orientados visualmente) durante uma fase crítica do ciclo de vida.

4.5- Tamanho, crescimento e idade:

Hyla geographica apresentou um dimorfismo sexual conspícuo em relação ao tamanho corporal. Os machos possuem em média $43,7 \pm 2,63$ mm de comprimento (38,1 a 53,1 mm) e $4,2 \pm 0,79$ g de peso corporal (2,6 a 8,2 g), ao passo que as fêmeas possuem valores bem maiores de comprimento corporal ($55,6 \pm 5,2$ mm; intervalo de 46,1 a 62,1 mm) e peso ($9,7 \pm 3,3$ g; intervalo 4,7 a 14,0 g).

A taxa de crescimento individual dos machos ($n = 64$) foi calculada como a expressão do aumento do comprimento rostro-anal com o tempo. A correlação entre comprimento e peso foi altamente significativa ($r = 0,79$; $t = 24,55$; $p < 0,001$; $n = 315$).

O comprimento máximo ou assintótico (a) observado no campo para machos foi de 50,5 mm. A taxa média de crescimento característico foi de $0,003 \pm 0,0051$ mm. O tamanho mínimo de jovens recém-metamorfoseados ($30,9 \pm 1,38$ mm; $n = 4$) foi obtido a partir de indivíduos metamorfoseados no laboratório e medidos logo após a total reabsorção da cauda. O tamanho mínimo de indivíduos considerados maduros foi estimado para machos como sendo igual ao tamanho do menor macho encontrado vocalizando (38,8 mm) e para as fêmeas, como igual a menor fêmea encontrada com óvulos maduros

(46,1 mm). No entanto, as fêmeas foram excluídas da análise de crescimento por não fornecerem dados de recaptura.

O tempo necessário para um macho atingir a maturidade, segundo o modelo de crescimento adotado é de 172,0 dias (ou 5,7 meses). Como indivíduos recém metamorfoseados só foram encontrados a partir de fevereiro, os machos não se reproduzem na mesma estação em que nascem, mas já estarão maduros para participar da próxima estação reprodutiva a partir de agosto do ano seguinte.

Baseando-se na taxa de crescimento característico e na equação de crescimento, foi possível calcular o tamanho máximo dos indivíduos em cada faixa etária (Tab. 3). Esta estimativa, associada ao tamanho do maior macho encontrado, indica uma longevidade potencial de no mínimo três anos para os machos de *H. geographica*. O crescimento durante o primeiro ano foi muito maior que nos demais anos.

Apenas animais capturados uma vez foram analisados segundo as classes de idade (Tab. 4). Em média, 55,7 % dos animais capturados pertenciam a primeira classe, enquanto 38,5 % pertenciam a segunda e apenas 5,8 % a terceira. De forma geral, esta estrutura etária se manteve ao longo dos meses. A taxa de mortalidade provavelmente é alta no segundo ano, uma vez que poucos indivíduos chegam ao terceiro ano.

Tabela 3: Comprimento corporal máximo (mm) estimado para cada classe de idade de *Hyla geographica*. O aumento percentual de tamanho durante um ano foi calculado como a diferença entre o comprimento no final do ano (X_n) e no início (X_0), expresso como uma percentagem do comprimento no início do ano: $(X_n - X_0) \cdot 100 / X_0$.

	1º Ano	2º Ano	3º Ano
Comp. corporal	43,9	48,3	49,8
Aumento durante um ano (%)	42,1	10,0	3,1

Tabela 4: Percentagem de machos de *Hyla geographica* em cada classe de idade por ocasião de captura na primeira estação reprodutiva (agosto de 1988 e março de 1989). Tamanho da amostra entre parênteses.

IDADE	MESES							x (%)
	A	S	O	N	D	J	F	
1 Ano	41,4 (12)	56,2 (54)	75,0 (3)	64,9 (37)	65,2 (15)	58,8 (10)	28,6 (2)	55,7
2 Anos	48,3 (14)	38,5 (37)	25,0 (1)	35,1 (20)	30,4 (7)	35,3 (6)	57,1 (4)	38,5
3 Anos	10,3 (3)	5,3 (5)	— (0)	— (0)	4,5 (1)	5,9 (1)	14,3 (1)	5,8

5- DISCUSSÃO:

5.1- Densidade da população reprodutiva e condições meteorológicas:

As duas estações reprodutivas diferiram grandemente em relação ao número de machos participantes e duração do período reprodutivo. Apesar de não ter sido analisada a fisiologia reprodutiva desta espécie (e.g. exame de gônadas), não é provável que organismos com tempo de vida curto, como observado para *Hyla geographica*, reproduzam-se em anos alternados. Além disto, observações preliminares realizadas no ano anterior ao início deste estudo, embora não quantificadas, mostraram níveis populacionais semelhantes aos observados na estação reprodutiva de 1988/89. Assim, o reduzido número de animais reproduzindo-se na estação de 1989/90 poderia ser explicado por alterações climáticas durante a estação reprodutiva.

Durante a primeira estação reprodutiva não houve relação significativa entre o número de animais capturados e a pluviosidade, o que pode ser um reflexo de chuvas abundantes e constantes na região. A pequena variação mensal do número populacional estimado para a primeira estação reprodutiva e uma taxa de sobrevivência alta indicam a existência de um ambiente estável para *H. geographica* durante esse período. No entanto, a segunda estação reprodutiva foi caracterizada por chuvas com distribuição irregular, o que gerou períodos prolongados de seca e outros com fortes chuvas. Uma má distribuição das chuvas pode afetar direta e/ou

indiretamente a reprodução de uma população de anuros. Nos períodos de seca, o nível do rio ficou mais baixo, expondo as áreas de *Juncus* sp. anteriormente alagadas e conseqüentemente diminuindo os sítios propícios para a vocalização e desova. Nos períodos de alta precipitação (90 a 200 mm em um dia), o transbordamento e a forte correnteza do rio tornavam inviável a permanência dos machos na área de estudo, além de poder ser um fator de mortalidade dos adultos. Assim, a reprodução na segunda estação, provavelmente, foi afetada pelo padrão de distribuição de chuvas. Ciclos reprodutivos irregulares sob condições ambientais adversas também foram descritos para outras espécies de anuros (Bragg, 1940; Blair, 1943).

Durante o período estimado como favorável, a estação reprodutiva da população de *H. geographica* estudada teve duração de oito meses. No entanto, populações desta espécie no Equador reproduzem-se o ano todo, embora esporadicamente (Crump, 1974). No norte do Brasil, girinos desta espécie foram observados de maio a agosto (estação seca) em Rondônia (Caldwell, 1989) e de dezembro a março (estação chuvosa) em Manaus (obs. pes.), o que sugere uma reprodução contínua em populações desta região geográfica. Essas variações interpopulacionais provavelmente indicam a influência de padrões macroclimáticos no estabelecimento do intervalo reprodutivo.

Durante a primeira estação reprodutiva, o balanço entre ganhos e perdas populacionais indica que os machos entram na população a partir de agosto até novembro. A partir de dezembro até março, as perdas populacionais foram maiores do que os ganhos. A

dispersão deve ser a causa principal destas variações uma vez que (1) a taxa de mortalidade foi constante e baixa, (2) houve baixo número de recapturas individuais, (3) baixa permanência na área (30 % do período reprodutivo) e (4) novos indivíduos foram constantemente marcados. Entretanto, não foi possível determinar que fator ambiental influencia o intervalo do período reprodutivo.

5.2- Reprodução:

Considerando-se as estratégias reprodutivas dos anuros em relação ao padrão temporal, duas categorias podem ser distinguidas: reprodução explosiva e prolongada (Wells, 1977). De um modo geral, a primeira categoria é caracterizada por espécies com período reprodutivo anual curto e a segunda, por um período anual longo e machos com comportamento territorial (Emlen, 1976; Howard, 1978). *Hyla geographica* parece estar numa posição intermediária entre essas estratégias, pois apesar de sua longa estação reprodutiva, os machos apresentam um padrão de espaçamento irregular entre seus vizinhos, grandes deslocamentos e não são territoriais.

O período reprodutivo total de *H. geographica* foi estimado em oito meses baseado no agrupamento e vocalização dos machos. No entanto, as fêmeas foram raras e os girinos de pequeno estágio de desenvolvimento foram encontrados em intervalos de tempo discretos. Assim, a reprodução de fato deve ocorrer em um período menor.

O reduzido número de fêmeas encontradas durante o estudo poderia ser resultado de diferentes probabilidades de captura entre os sexos. No entanto, mesmo que as vocalizações favorecessem a captura dos machos, a magnitude das diferenças entre a captura dos dois sexos não poderia ser explicada unicamente por problemas amostrais. Além disto, um grande número de machos que não vocalizavam foram capturados. Assim, um intervalo curto de permanência das fêmeas na área reprodutiva e/ou uma razão sexual desviada para os machos são causas mais prováveis de explicarem o pequeno número de fêmeas capturadas.

O modo de reprodução adotado por uma espécie é resultado do equilíbrio entre taxas de crescimento, fecundidade futura, sobrevivência e previsibilidade do ambiente (Crump, 1982; Duellman & Trueb, 1986). Os machos de *H. geographica* atingem a maturidade rapidamente (5,7 meses) e possuem longevidade pequena (2 a 3 anos). As fêmeas colocam um grande número de ovos de pequeno tamanho e, pelo menos, três ocasiões de desovas foram observadas (apesar de não haver comprovação de que uma fêmea realize desovas múltiplas). Estas características reprodutivas demonstram um grande esforço reprodutivo. Um grande esforço reprodutivo relacionado à baixa expectativa de vida de larvas ou adultos foi descrito para diversas espécies de anfíbios como, por exemplo, *Hyla rosenbergi* (Kluge, 1981) e *Ambystoma tigrinum* (Wilbur, 1977). Em geral, a maturação precoce está relacionada à sobrevivência variável ou baixa dos jovens, condições reprodutivas incertas e/ou flutuações nas densidades populacionais (Duellman & Trueb, 1986). Provavelmente, as larvas de *H. geographica* estão sujeitas a mor-

talidades altas e/ou imprevisíveis devido as fortes correntezas e transbordamentos do rio após chuvas fortes, como foi observado em novembro de 1989. Uma estação reprodutiva mal sucedida pode acarretar quedas na densidade populacional. Neste tipo de ambiente, uma estação reprodutiva longa, possibilitando a oviposição em diferentes ocasiões, pode ser vantajosa na compensação de possíveis perdas devido a mudanças imprevisíveis do ambiente. O caráter permanente das águas do rio contribuiria para evolução do comportamento de ovipor em diferentes ocasiões ao longo da estação reprodutiva.

Outro fato interessante é a sincronização observada nas ocasiões de desovas. Experimentos demonstraram que altas densidades de girinos podem saciar mais facilmente os predadores (Heyer & Huedeking, 1976), permitindo o desenvolvimento de alguns girinos a dimensões corporais que os tornam menos vulneráveis. No entanto, *H. geographica* é impalatável a peixes (Caldwell, 1989; J.M. Hero, não publicado), importantes predadores em águas permanentes. A não ser que outras espécies de animais (e.g. aves) possam ter um papel importante na predação dos girinos, outras causas para a oviposição sincronizada devem ser investigadas.

Machos ativos vocalizavam em alturas mais baixas do que os não ativos. Este comportamento pode estar relacionado à oviposição, uma vez que a preferência observada por sítios de vocalização próximos a água indica que a desova, provavelmente, não é colocada longe do local de amplexo. Entretanto, o fator que determina a atividade de vocalização de um macho não está claro, já que machos de diferentes tamanhos não apresentaram segregação

quanto a altura do sítio de vocalização, nem diferenças em relação ao ato de vocalizar. A permanência de machos que não vocalizam na população reprodutiva pode ser explicada pela espera de um sítio abandonado por um macho que se acasala (Wells, 1977) e/ou pela tentativa de interceptar fêmeas a caminho de machos que vocalizam (Ferril et al. 1978).

O tempo de permanência dos machos na área de reprodução é um bom indicativo da possibilidade de haver estabelecimento de territórios em anuros (Elmberg, 1986). Os machos de *H. geographica* permaneceram na área apenas cerca de 25 a 30 % do período reprodutivo total. Nestas circunstâncias, possivelmente não é vantajoso o gasto de energia envolvido no estabelecimento e manutenção do território. A distribuição agregada e a grande variação no espaçamento entre os indivíduos também não são compatíveis com comportamento territorial. Espécies de anuros com comportamento territorial mostraram um espaçamento regular entre os machos como, por exemplo, em *Rana clamitans* (Hartof, 1953) e *Rana catesbeiana* (Emlen, 1968).

O valor médio de R indica um baixo grau de fidelidade de sítio e a medida absoluta de deslocamento (d) também foi em média alta, embora muito variável. Esses indicadores, associados a não observação de encontros agonísticos entre machos, reforçam a hipótese de não haver territorialidade nesta espécie.

5.3- Tamanho, crescimento e idade:

Hyla geographica apresentou grande dimorfismo sexual em relação ao tamanho, com fêmeas apresentando comprimento corporal 1,3 vezes maior do que machos. Em anuros, as fêmeas são, em geral, maiores do que os machos (Duellman & Trueb, 1986). Em alguns casos contrários, foi possível correlacionar tamanhos grandes em machos com presença de combates físicos e de espinhos e presas nos machos (Shine, 1979; mas veja Cardoso & Haddad, 1984, para exceções). Em espécies em que comportamentos agressivos não são observados, há correlação positiva entre aumento da fecundidade e o comprimento das fêmeas (Davies & Halliday, 1977). No entanto, é interessante notar que populações de *H. geographica* do Equador (Crump, 1974) são 1,1 mm maiores em comprimento corporal que a população estudada neste trabalho, entretanto o número médio de ovos produzidos por fêmea é semelhante. Isto, provavelmente, indica que outras pressões seletivas, além do aumento em fecundidade, devem determinar o tamanho das fêmeas. Por outro lado, é difícil imaginar que condições ambientais fixariam o comprimento dos machos abaixo das fêmeas, se são elas que possuem os maiores gastos energéticos com a produção de ovos (Gittins et al. 1980). Este fato pode ser observado neste trabalho quando fêmeas de *H. geographica* perderam cerca de 3 g do seu peso após a reprodução, enquanto os machos mantiveram seu peso. Algumas hipótese para explicar o menor tamanho em machos foram propostas, como por exemplo, (i) maiores taxas de mortalidade neste sexo, devido a maior exposição a predadores durante a reprodução, e assim não ter tem-

po de vida suficiente para alcançar tamanhos grandes (Shine, 1979), (2) menores gastos de energia na manutenção corporal (Crump, 1974) e (3) menor probabilidade de competir com fêmeas grandes (Crump, 1974).

Machos recém metamorfoseados levam, aproximadamente, seis meses para atingir a maturidade, considerando-se um crescimento contínuo ao longo do ano. Esta estimativa pode ser aumentada ou diminuída de acordo com o grau de desvio desta premissa. No entanto, para os animais provenientes das primeiras desovas e metamorfoseados em fevereiro, o modelo reflete bem de perto o início do período reprodutivo em agosto do mesmo ano. Este fato, provavelmente, indica que a taxa média de crescimento não deve ser muito diferente da estimada neste trabalho qualquer que seja o período anual de crescimento. Aplicando-se o modelo para os animais provenientes de desovas tardias, estes atingirão a maturidade de dois a três meses após aqueles provenientes das primeiras desovas, considerando-se a mesma taxa de crescimento. Se a razão sexual for realmente desviada a favor dos machos, machos de desovas tardias têm uma probabilidade relativamente menor de reprodução, devido a sua menor permanência na população reprodutiva e, assim, menor probabilidade de encontrar fêmeas ainda ovadas.

RESUMO:

Hyla geographica apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil, no entanto, pouco é conhecido sobre a sua ecologia. Este trabalho investigou a dinâmica populacional e aspectos reprodutivos desta espécie em uma reserva de floresta Atlântica do Estado de São Paulo, Brasil, de 1988 a 1990. Duas estações reprodutivas foram observadas durante este período, com marcante diferença no número de machos participantes e extensão do período reprodutivo. A primeira estação reprodutiva foi caracterizada por pequenas variações no número populacional, oito meses de duração e ambiente estável, enquanto a segunda apresentou uma pequena densidade de indivíduos, dois meses de duração e períodos alternados de seca e chuva intensa. Provavelmente, o padrão de chuvas durante a segunda estação afetou o comportamento reprodutivo dos animais. Os machos desta espécie apresentaram distribuição agregada, grande deslocamento e baixa fidelidade de sítio. Essas características, associadas a aparente não existência de comportamentos agonísticos entre os machos, indicam que esta espécie não apresenta comportamento territorial. Através do modelo de crescimento de von Bertalanffy, estimou-se que a população de machos é formada principalmente por animais de um ano de idade e de baixa longevidade. A maturidade é alcançada seis meses após a metamorfose. As fêmeas foram raras, sugerindo uma razão sexual desviada a favor dos machos e/ou um pequeno período de permanência das fêmeas na área reprodutiva.

ABSTRACT:

Hyla geographica is an anure with a widespread geographic distribution in Brazil. Its ecology is unknown. This work investigated the population dynamics and some reproductive aspects of this species in an Atlantic Forest Reserve of São Paulo state, Brazil, from 1988 to 1990. Two reproductive seasons were observed during this period, with marked differences in the number of breeding males in the duration of reproductive period. The first reproductive season lasted eight months and was characterized by few variations in the population number and a stable environment. The second season lasted two months and present a low density of individuals, alternating dry and heavy rainy periods. Probably, the rain pattern during the second season affected the reproductive behavior of the animals. The males present an aggregated distribution in their habitat, high movement and low site fidelity. These characteristics and the fact that there were no observations of agonistic interactions between males indicate that this species does not have territorial behavior. The von Bertalanffy growth model estimated that the male population had mostly one year old animals and low longevity. The maturity was reached six months after the metamorphosis. The females were rare, suggesting a bias in the sex rate and/or that they stay a small period in the breeding population.

CAPÍTULO 11

UTILIZAÇÃO DO MICROHABITAT, SOBREVIVÊNCIA E TOLERÂNCIA A SALINIDADE DE GIRINOS DE Hyla geographica SPIX (ANURA, HYLIDAE).

1- INTRODUÇÃO:

Taxas de sobrevivência durante o desenvolvimento embrionário e larval são fatores importantes na determinação do tamanho e da estrutura etária em populações de anfíbios (Beebee, 1985). Muitas vezes, mudanças na composição química da água podem afetar o sucesso reprodutivo de espécies que se reproduzem em ambientes aquáticos. Espécies de anuros que vivem próximas ao litoral podem sofrer influência da salinidade do mar através de respingos e inundações periódicas de seu habitat. Em geral, anfíbios são intolerantes a condições salinas, porém algumas exceções já foram descritas. Adultos de Rana cancellata toleram salinidades artificiais de 28 ‰, ao passo que suas larvas toleram salinidades naturais de 39 ‰ (Gordon et al., 1961); girinos de Bufo viridis vivem em salinidades de 20 ‰ (Gislén & Kauri, 1959) e os de Bufo calamita sobrevivem por uma semana em diluições de 30 ‰ de água do mar (Beebee, 1985). Girinos de Bufo bufo foram encontrados desenvolvendo-se em 0,35 ‰ de NaCl (Hagstrom, 1981).

Hyla geographica é uma espécie que se distribui do norte ao sul do Brasil e que, em geral, se reproduz em águas doces e permanentes. A ocorrência das suas larvas em ambientes salinos foi recentemente descrita no Rio Verde, na Estação Ecológica da Juréia (24° 32'S, 47° 15'W), município de Iguape, São Paulo (Guix & Lopes, 1989). Nada é conhecido sobre as estratégias de sobrevivência e o grau de tolerância a salinidade desses girinos nestes ambientes. Neste trabalho, foram investiguadas (1) a utilização do microhabitat pelos girinos durante variações de salinidade do rio em decorrência das oscilações de marés e (2) a tolerância dos girinos a diferentes concentrações de salinidade.

2- ÁREA DE ESTUDO:

O estudo de campo foi realizado na Estação Ecológica da Juréia de outubro de 1989 a abril de 1990. Os girinos de *Hyla geographica* foram observados no Rio Verde, a aproximadamente 1 Km do estuário. A partir desse local em direção a nascente, uma área do rio de 230 metros de comprimento e seis metros de largura foi selecionada e dividida em 23 setores de 10 metros de comprimento, onde o setor 1 era o mais próximo do estuário (Fig. 1). Todos os setores estavam aproximadamente ao nível do mar. Devido a proximidade com o mar, esta área do rio sofre constantes variações de salinidade entre as marés.

A maioria dos setores tinha pouca profundidade (aproximadamente, 50 cm), com exceção do setor 1 que possuía cerca de três metros de profundidade. A distância entre as margens é variável

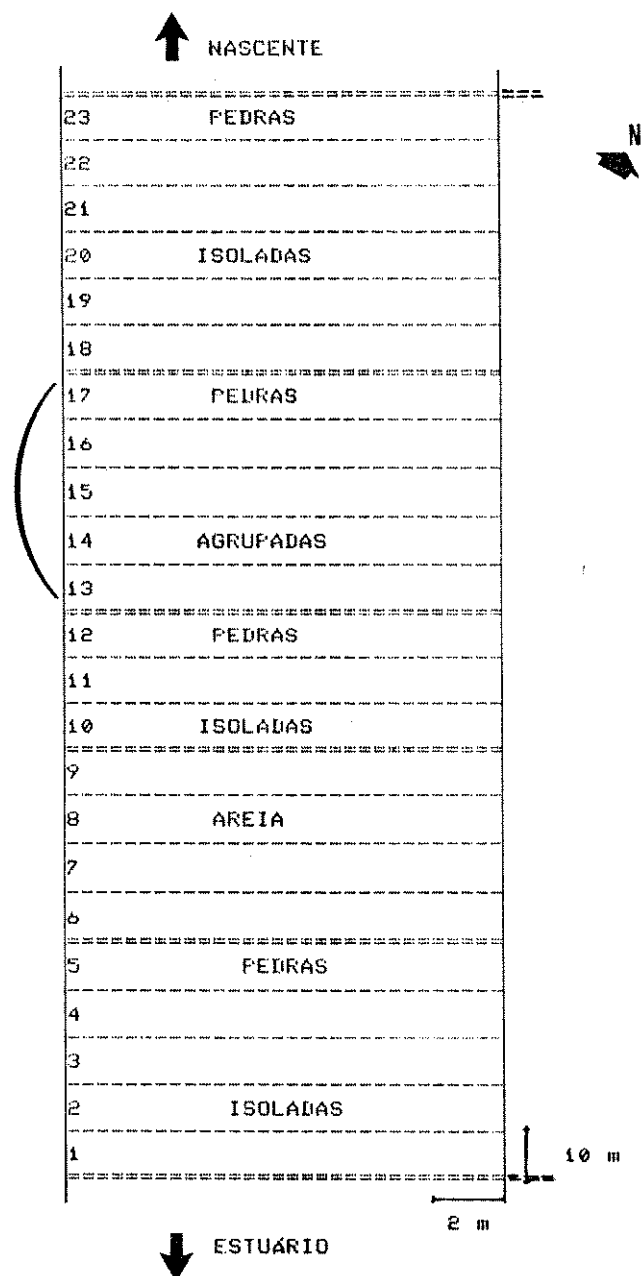


Figura 1: Disposição dos setores demarcados na margem direita do Rio Verde e caracterização do fundo do rio em cada setor. A área assinalada corresponde aos setores que possuem pequenas corredeiras. A margem esquerda não foi representada.

(de 6 a 50 metros) e o fundo do rio é coberto por pedras e/ou areia. As águas são transparentes e tranquilas, com exceção de um pequeno trecho onde as pedras do rio emergem e formam pequenas corredeiras (setor 13 ao 17).

3- MATERIAIS E MÉTODOS:

3.1- Salinidade da água do rio:

Para verificar as variações de salinidade nos setores, foram feitas coletas sistemáticas de água em seis dias com grandes amplitudes de maré (0.0 a 1.1 m). A cada 50 metros (setor 1, 3, 8, 13, 18 e 22), com exceção do setor 1 ao 3 que tem 20 metros, duas amostras de água (vidros de 5 ml) em duas profundidades (20 e 40 cm) foram coletadas em intervalos de uma hora das 7:00 às 19:00 h. No setor 1, foi tomada uma amostra adicional a 70 cm de profundidade. A salinidade da água foi medida com um refratômetro Goldberg I/C, modelo 10419 (precisão de 1 %.).

3.2- Tolerância a salinidade:

Para se avaliar a tolerância dos girinos as variações de salinidade do ambiente, foi medido o tempo de sobrevivência de grupos de girinos de *H. geographica* submetidos a diferentes concentrações de salinidade e a um controle com água doce do rio. As diluições das concentrações de salinidade foram feitas a partir da água do mar (30 %) e amostras das diluições foram conferidas

com um refratômetro. Duas classes de tamanho foram utilizadas, girinos pequenos ($17,4 \pm 4,07$ mm; estágio 25 a 28 de Gosner, 1960) e girinos grandes ($60,9 \pm 4,07$ mm; estágio de 31 a 41 de Gosner, 1960). Os girinos pequenos foram submetidos a seis concentrações de salinidade (5, 10, 15, 20, 25 e 30 %), no entanto apenas quatro concentrações de salinidade (10, 15, 20, 30 %) foram utilizadas para girinos grandes.

Independentemente da classe de tamanho, os girinos foram coletados no dia anterior a cada bateria de testes e deixados em água doce do rio até o início dos experimentos. Os testes foram realizados em bacias redondas de 27,5 cm de diâmetro e 10 cm de profundidade. Grupos de dez girinos de uma mesma classe de tamanho foram selecionados ao acaso e colocados em dois litros de água de cada concentração e em um controle com o mesmo volume de água doce. Em seguida, foi anotado o tempo necessário para que 50 % dos girinos morresse em cada salinidade. Os experimentos foram terminados cinco horas após seu início. Girinos sobreviventes não foram utilizados em outros testes.

3.3- Microhabitat dos girinos:

Os setores foram percorridos duas vezes por dia, na maré alta (0,9 a 1,1 m) e na maré baixa (0,0 a 0,4 m), durante dois a três dias consecutivos por mês. Os horários das observações foram estabelecidos de acordo com a tabela de marés de São Sebastião, São Paulo, fornecida pela Marinha.

Para cada grupo de girino observado foi registrado o estágio de desenvolvimento dos indivíduos, o número do setor em que se encontravam e as categorias de microhabitat previamente estabelecidas (veja adiante). Um grupo de girinos foi considerado independente de outro grupo quando distante mais de cinco metros e não existissem girinos isolados nadando entre os grupos.

Os estágios de desenvolvimento dos girinos foram classificados como (1) pequenos (12 a 16 mm de comprimento total; estágio 25 a 28 de Gosner, 1960) e (2) grandes (52 - 88,5 mm de comprimento; estágio de 31 a 41).

As categorias estabelecidas para os microhabitats foram: (1) fundo do rio: areia; pedras isoladas e pedras agrupadas; (2) profundidade do rio: 0 - 20 cm; 20 - 100 cm e > 100 cm; (3) posição vertical do grupo de girinos em relação à lâmina d'água: superfície; meio e fundo; (4) distância da margem: na linha d'água; 0 - 2 m; 2 - 4 m e 4 - 6 m; (5) no sol ou na sombra.

A ocorrência dos grupos de girinos em determinados locais do habitat e sua relação com a temperatura do microhabitat foi verificada comparando a temperatura da água do rio (termômetro de mercúrio Schulteis) de um local pré-estabelecido com a temperatura do microhabitat onde cada grupo de girino foi encontrado. O local do rio escolhido para os registros de temperatura possuía características semelhantes àsquelas encontradas na maior parte da área de estudo (cerca de 50 cm de profundidade e fraca correnteza).

Os resultados foram analisados através de testes estatísticos paramétricos, como Análise de Variância (ANOVA) e testes de

comparação múltipla (teste de Tukey), após normalização dos dados e homogeneização das variâncias através de transformação logaritmica. Nos casos em que a normalização não foi conseguida, a estatística não paramétrica foi empregada (teste de Mann-Whitney).

4- RESULTADOS:

4.1- Salinidade do rio:

Apesar das coletas de água terem sido feitas ao longo de seis períodos de 12 horas, as amostras de dois períodos foram descartadas por sucederem dia de forte chuva, o que resultou em salinidade zero para todos os setores amostrados, mascarando, assim, a influência da salinidade na área de estudo durante as marés altas desses dois dias.

Apenas os primeiros 120 metros da área de estudo sofrem alguma influência da salinidade do mar (Tab. 1). A partir do setor 18, a água do rio foi sempre doce. Abaixo deste setor, as salinidades médias foram baixas, no entanto, a variação foi muito grande, alcançando salinidades ocasionais superiores a 15 ‰. Em geral, as salinidades das camadas mais profundas foram maiores que as das camadas mais superficiais, possivelmente devido a maior densidade das águas salobras que antes de se misturarem com a água doce tendem a ocupar estratos mais inferiores. A 40 cm de profundidade, a salinidade média registrada por setor foi significativamente diferente (ANOVA, $F = 7,466$; $gl = 3$; $p < 0,01$), exceto entre os setores 1 e 3 e entre os setores 8 e 13 (teste de

Tabela 1: Salinidade média ($\pm$ desvio padrão) da água do Rio Verde registrada em três profundidades e em intervalos de, aproximadamente, 50 metros. Tamanho da amostra por profundidade e por setor igual a 48. Intervalo das medidas entre parênteses.

PROFUNDIDADE (cm)	SALINIDADE MÉDIA (%)					
	SETOR					
	1	3	8	13	18	22
20	0,7 $\pm$ 1,09 (0 - 2 %.)	1,2 $\pm$ 2,55 (0 - 5 %.)	0	0	0	0
40	5,5 $\pm$ 7,38 (0 - 26 %.)	5,8 $\pm$ 7,09 (0 - 22 %.)	2,1 $\pm$ 3,98 (0 - 15 %.)	2,1 $\pm$ 4,08 (0 - 16 %.)	0	0
70	19,1 $\pm$ 7,89 (0 - 30 %.)	---	---	---	---	---

Tukey; $p < 0,05$). No setor 1, 81 % das amostras de água possuíram salinidades maior do que 15 ‰ a 70 cm de profundidade. No entanto, a 40 cm de profundidade, esse percentual cai para 20 % nos setores 1 e 3 e para 4 % nos demais. O tempo médio em que a salinidade permaneceu alta nessa profundidade foi de 92,0 min para salinidades maiores que 15 ‰ e de 76,1 min. para salinidades acima de 20 ‰. (Tab. 2).

4.2- Tolerância a salinidade:

Os girinos de *H. geographica* apresentaram tolerâncias distintas a diferentes concentrações de salinidade e entre as classes de tamanho (Tab. 3). Em nenhum experimento houve morte nas bacias controle. Nas concentrações em que não houve mortes durante as cinco horas de duração dos testes, o tempo de sobrevivência foi indicado como > 300 min. Girinos pequenos começaram a morrer a partir de 15 ‰ de salinidade. Metade dos girinos morreu após 3,5 h, 1,5 h, 1,0 h, e 40 min quando submetidos a salinidades de 15, 20, 25 e 30‰, respectivamente. O tempo em que 50 % dos girinos pequenos demoraram para morrer em cada concentração foi significativamente diferente (ANOVA; $F = 35,485$; $gl = 3$; $p < 0,01$), exceto entre as salinidades de 20 e 25 ‰. (teste de Tukey, $P < 0,05$).

Girinos grandes foram mais tolerantes ao aumento na salinidade, morrendo apenas a partir de 20 ‰ de salinidade. A tolerância a salinidade de 30 ‰ foi significantemente menor que a 20 ‰. ($t = 6,363$, $gl = 14$; $p < 0,01$). Quando girinos grandes com patas

posteriores foram submetidos a salinidades de 15 ‰, apesar de não ocorrerem mortes, em alguns casos, houve uma antecipação do rompimento da pele do corpo pelas patas anteriores, seguido do abandono da água pelos girinos. Indivíduos em estágio de desenvolvimento semelhante (com patas posteriores) nas bacias controle, permaneceram neste estágio por mais um ou dois dias. Experimentos em que alguns dos girinos abandonaram a água antes do seu término foram descartados da análise por não mais possuírem o número padronizado de girinos por bacia.

Os girinos grandes sobreviveram mais tempo a salinidades de 20 e 30 ‰. (Teste de Mann-Whitney; $U' = 81$ e 56 , respectivamente; $p < 0,05$) do que girinos pequenos. A morte dos girinos provavelmente ocorreu através de perda d'água do corpo para um meio hipertônico. O "ressecamento" do girino foi nitido ao longo dos experimentos através, primeiro, do enrugamento da cauda e, a seguir, da pele do corpo.

4.3- Microhabitat dos girinos:

Quinze observações foram feitas na maré baixa e nove na maré alta. Esta diferença no número de observações entre as marés foi devido a algumas ocasiões em que a saída do estuário ficou assoreada, não permitindo a entrada da água do mar. Cinquenta e quatro grupos de girinos foram observados durante marés baixas e 40 grupos durante marés altas. Não houve diferenças significativas (teste de Kolmogorov-Smirnov; $D_{\max} = 0,174$; $p = 0,838$) entre a distribuição dos grupos de girinos ao longo dos setores na maré

alta e na maré baixa (Fig. 2). Em geral, os girinos foram mais comuns abaixo do setor 14.

A preferência por determinados microhabitats do rio foi bem nítida entre os estágios de desenvolvimento, no entanto, não houve diferenças na escolha do microhabitat entre as marés altas e baixas (Tab. 4). Na maioria das vezes, os girinos foram observados nadando próximo ao fundo do rio e nas áreas cobertas por pedras isoladas. A região de pedras agrupadas foi utilizada apenas durante as marés altas. Girinos pequenos preferiram lugares mais rasos (0 - 20 cm) e mais próximos à margem (0 - 2 m) em relação aos girinos e grandes (20 - 100 cm e 2 - 4 m, respectivamente). Nos dias ensolarados, a maioria dos girinos foi encontrada no sol, indicando uma preferência por lugares, provavelmente, mais quentes.

Girinos pequenos ocuparam microhabitat mais quentes ($0,8 \pm 1,87^{\circ}\text{C}$ maior do que a temperatura da água do rio; intervalo de - $0,3$ a $6,7^{\circ}\text{C}$) do que girinos grandes ($0,1 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$; intervalo de - $0,5$ a $1,1^{\circ}\text{C}$).

5- DISCUSSÃO:

Girinos de *Hyla geographica* não apresentaram diferentes táticas de utilização do microhabitat em função das variações de maré. No entanto, diferentes estágios de desenvolvimento ocuparam microhabitats distintos. Girinos pequenos foram frequentes em áreas rasas e próxima à margem, ocorrendo o inverso para girinos grandes. A temperatura do microhabitat pode ser um estímulo a es-

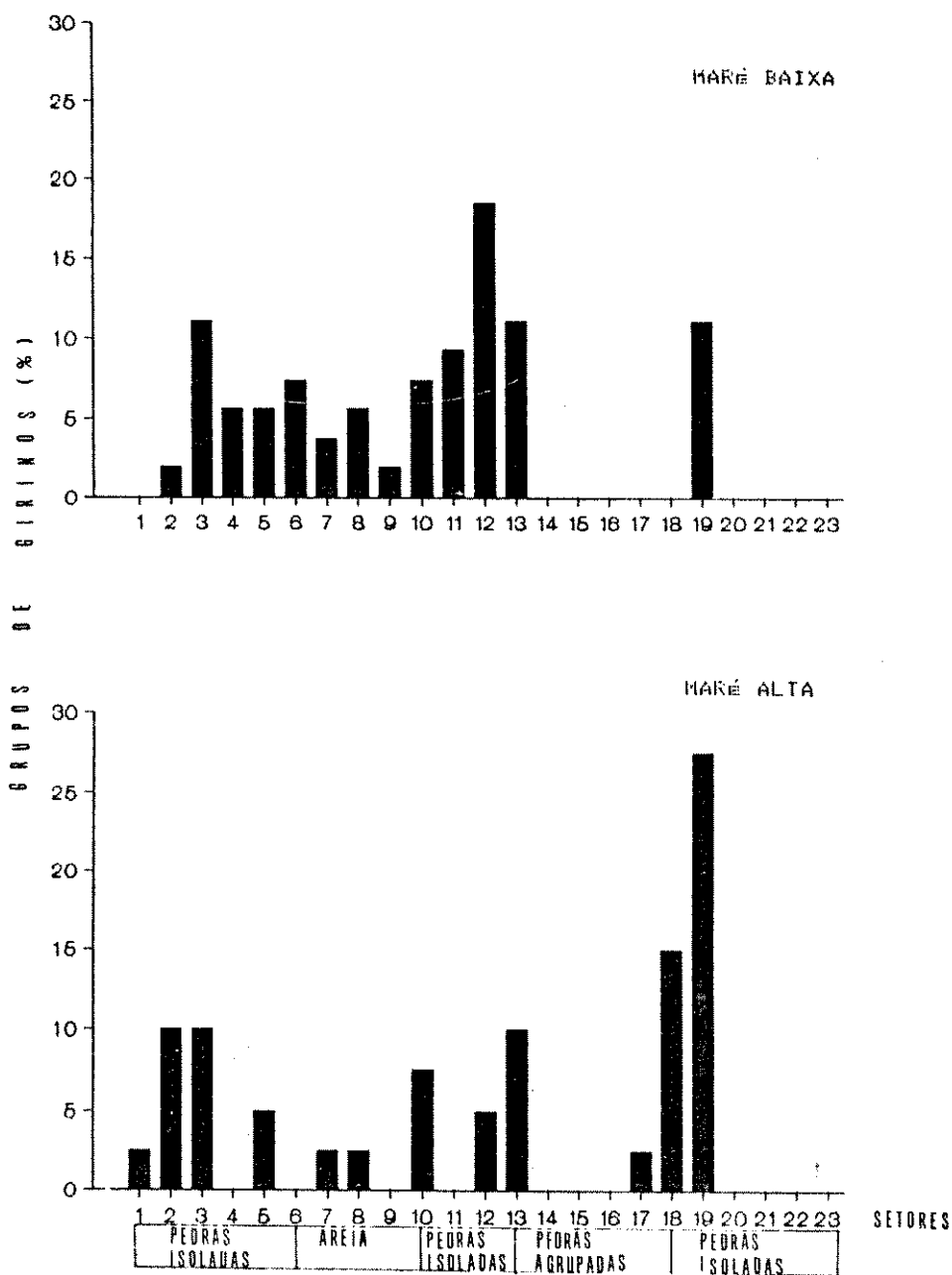


Figura 2: Frequência de grupos de girinos de Hyla geographica durante a maré baixa e a maré alta nos 23 setores demarcados no Rio Verde. A caracterização do fundo do rio em cada setor é mostrada abaixo do eixo horizontal.

Tabela 4: Percentagem de grupos de girinos de *Hyla geographica* observados em cada categoria de microhabitat por estágio de desenvolvimento.

categoria de microhabitat	Maré baixa		Maré alta	
	pequeno	grande	pequeno	grande
Fundo do rio:				
areia	33,3	16,7	4,5	22,2
pedras isoladas	66,7	83,3	63,6	77,8
pedras agrupadas	0	0	31,8	0
Profundidade (cm):				
0 - 20	100	12,5	90,9	11,1
20 - 100	0	81,3	9,1	77,8
> 100	0	6,3	0	11,1
Posição vertical:				
superfície	16,7	10,4	0	16,7
meio	16,7	6,3	0	16,7
fundo	66,7	83,3	100	66,7
Distância da margem (m):				
na linha d'água	0	0	54,5	0
0 - 2	100	22,9	36,4	44,4
2 - 4	0	66,7	4,5	44,4
4 - 6	0	12,5	4,5	11,1
Total de grupos (n)	6	48	22	18
No sol		24		
Na sombra		15		

ta separação. Girinos pequenos foram observados em microhabitats com temperatura aproximadamente 1 °C maior que a água do rio, enquanto diferenças de 0,1 °C foram observadas para girinos grandes. Temperaturas altas aceleram o desenvolvimento de girinos em anuros (Beiswenger, 1977). Atingir tamanhos maiores em menos tempo é vantajoso, uma vez que a vulnerabilidade a predadores (e.g. Travis, 1985) e a variações do meio (e.g. salinidade; presente estudo) provavelmente diminui com o aumento de tamanho. A ocorrência de girinos grandes em áreas de maior profundidade pode estar relacionada ao aumento do deslocamento do grupo e a tendência de formar longos cardumes (às vezes, 50 m de comprimento; obs. pes), o que exigiria um maior volume de água. A segregação de microhabitat entre classes de tamanho pode ser vantajosa na diminuição da competição entre diferentes estágios de desenvolvimento.

De modo geral, os girinos foram encontrados nadando, principalmente, no fundo do rio. Este fato, possivelmente, está relacionado com atividade de alimentação, uma vez que foi comum observar os girinos raspando as pedras cobertas por algas. As áreas cobertas por pedras agrupadas estavam associadas a pequenas corredeiras e esta parece ser a principal razão para o reduzido número de girinos observados nesta região. Quando o nível do rio sobe com a maré alta, as pedras submergem e então os girinos podem explorar esta região.

Girinos de *Hyla septentrionalis* possuem baixa tolerância a salinidades altas, quando comparados a girinos de outras espécies comumente encontradas em águas salobras. *Bufo viridis*, por exemplo,

sobrevive por vários dias a salinidades de 15 ‰, e por 6 a 24 h em salinidades de 20 ‰. (Gordon, 1962), e *Bana cancellata* sobrevive a salinidades de 38 ‰. (Gordon et al., 1961). Girinos pequenos de *H. geographica* possuem tolerâncias mais semelhantes a espécies estritamente de água doce, como é o caso de *Bana limnochalis* (sobrevivência abaixo de 10 ‰; Gordon & Tucker, 1965). Essas comparações sugerem que girinos de *Hyla geographica* não apresentam alta tolerância fisiológica a salinidade.

A área de distribuição dos girinos no rio apresenta, em geral, baixa salinidade e provavelmente apresenta maiores salinidades somente durante marés muito altas. Durante essas ocasiões, como os girinos não apresentaram o comportamento de se deslocar para setores com água mais doce (i.e. subir o rio), a sobrevivência dos girinos em águas salobras poderia estar relacionada ao tempo em que ficam expostos a altas salinidades. As águas do rio permaneceram com salinidade acima de 15 ‰, em média 92,5 minutos e acima de 20 ‰, durante 76 minutos. Portanto, os intervalos de tempo em que o rio permanece com salinidades potencialmente letais, são menores que o tempo médio tolerado pelos girinos nestas concentrações (mas veja também os intervalos máximos de permanência da água nestas salinidades na Tab. 2). No setor 1, onde as salinidades foram constantemente altas a apenas 70 cm de profundidade, um único grupo de girinos foi observado.

Essas observações sugerem que a ocorrência de girinos de *H. geographica* abaixo do setor 1 e em áreas de mangue, como relatado por Guix & Lopes (1989), provavelmente é acidental e resultado do seu carreamento pela correnteza do rio após fortes chuvas. Duran-

te essas ocasiões, esses grupos devem sofrer altas mortalidades, devido ao maior tempo de exposição a regiões de altas salinidades.

A inibição da metamorfose a partir do aumento de salinidade do meio foi descrita para *Hyla cancrivora* (Gordon & Tucker, 1965). No caso de girinos de *H. geographica*, aparentemente, houve uma antecipação do rompimento da pele pelas patas anteriores quando em salinidades de 15 ‰. Esta capacidade possibilitaria o abandono do meio aquático caso concentrações letais de salinidades perdurassem por um tempo maior que o tolerado. No entanto, mais testes são necessários para verificar se esses indivíduos já seriam capazes de viver em terra.

Girinos de *H. geographica* parecem não possuir adaptações fisiológicas especiais a salinidade. Sua sobrevivência no Rio Verde parece ser assegurada restringindo sua distribuição a áreas que sofrem menor influência da salinidade. Os altos índices pluviométricos registrados para a região (cerca de 2000 mm de chuva anuais; Nascimento & Pereira, 1988), certamente atuam na dessalinização da água (como observado neste trabalho), influenciando a sobrevivência dos girinos no Rio Verde.

RESUMO:

Girinos de *Hyla geographica*, que comumente vivem em água doce, foram encontrados em um rio (Rio Verde, Estação Ecológica da Juréia, Iguape, São Paulo) que sofre periódicas invasões da água do mar durante as marés altas. O objetivo deste trabalho é investigar a tolerância a diferentes níveis de salinidade e a utilização do microhabitat entre marés altas e baixas por diferentes classes de tamanho. Girinos pequenos foram menos tolerantes a salinidade que girinos grandes, mas a tolerância desta espécie é menor que a de outras espécies de anuros descritas na literatura como normalmente encontradas em águas salobras. Não foi encontrada diferença na utilização do microhabitat entre marés altas e baixas, mas diferentes classes de tamanho utilizaram microhabitats distintos. Girinos pequenos ocorreram em áreas rasas e próximas a margem, enquanto girinos grandes ocorreram em áreas fundas e longe da margem. Diferenças na temperatura da água entre os dois microhabitats provavelmente estimulam esta separação. Os girinos vivem em locais do rio com baixa salinidade média, mas que ocasionalmente sofre influência de altas salinidades. Geralmente, o tempo de exposição dos girinos a essas altas concentrações é menor que o tempo tolerado pelos girinos. Aparentemente, os girinos não apresentam alta tolerância fisiológica a salinidade e sua sobrevivência neste rio parece ser devida a sua distribuição restrita à áreas de baixa influência da salinidade.

ABSTRACT:

Hyla geographica tadpoles which commonly live in freshwater, were found in a river (Rio Verde, Estação Ecológica da Jureia, Iguape, São Paulo) that periodically suffers invasion of brackish water during high tides. The purpose of this study is to investigate the tadpole tolerance to different levels of salinity and the utilization of the microhabitat between low and high tides among different size classes. Small tadpoles had lower tolerance to salinity than large tadpoles, but the tolerance of this species is smaller than other species of tadpoles reported in the literature as normally living in brackish water. There were no differences in the microhabitat utilization between low and high tides, but different size classes used distinct microhabitat. Small tadpoles usually occurred in shallow areas and near the border, while large tadpoles occurred in deep water and away from the border. The different water temperatures between the two microhabitat may stimulate that separation. The tadpoles live in river locations with low mean salinity, but which have eventual influence of high salinities. Generally the tadpole exposition time to high concentrations is shorter than the one tolerated by the tadpoles. Apparently the tadpoles do not have high physiological tolerances to salinity and their survival in this river appear to be due to their limited distribution to locations of low influence of salinity.

CONCLUSÕES GERAIS:

- 1- *Hyla geographica* é uma espécie de estação reprodutiva longa, compreendendo os meses de agosto a março.
- 2- Fatores climáticos, como pluviosidade, podem influenciar o ciclo reprodutivo desta espécie alterando a densidade populacional e a duração da estação reprodutiva.
- 3- A densidade populacional média estimada durante períodos favoráveis foi de 139 indivíduos/1250 m². A taxa de sobrevivência foi constante e igual a 0,74. Entradas e saídas de indivíduos na área de estudo foram comuns durante o período reprodutivo.
- 4- Não foi observado comportamento territorial nesta espécie.
- 5- A longevidade dos machos foi estimada em três anos. A estrutura da população dos machos é formada, principalmente por animais de um ano de idade, com alta mortalidade após o segundo ano. A maturidade ocorre após 6 meses de idade.
- 6- Durante a época reprodutiva, machos possuem distribuição agregada, grande variação no espaçamento entre vizinhos e preferência por sítios de vocalização próximos a água.
- 7- Entre seis comportamentos considerados como defensivos, a tatonose foi o mais comum em animais recém capturados.

8- Aparentemente, as fêmeas possuem oviposição sincronizada com intervalos de dois meses.

9- Os girinos possuem um período de desenvolvimento mínimo de três meses.

10- Girinos pequenos ocorrem em áreas rasas e próximas a margem, enquanto girinos grandes preferem áreas mais profundas e no meio do rio. Diferenças na temperatura do microhabitat de cada classe de tamanho pode ser um dos estímulos responsáveis por esta separação.

11- Girinos pequenos apresentaram menor resistência a variações de concentração de salinidade que girinos grandes. Entretanto, girinos de *H. geographica* possuem baixa tolerância a salinidade quando comparados a outras espécies de anuros comumente encontrados em águas salobras.

12- A sobrevivência dos girinos em ambiente com influências da água do mar é assegurada limitando sua distribuição a áreas onde altas salinidades só ocorrem esporadicamente e por um intervalo de tempo tolerável para os indivíduos.

PESPECTIVAS PARA ESTUDOS ADICIONAIS:

A partir dos resultados encontrados neste trabalho, novas questões foram levantadas. Abaixo estão enumeradas algumas sugestões para estudos adicionais que podem ajudar no aprofundamento do conhecimento desta espécie.

- 1- Obter dados comparáveis a este estudo em populações de outras regiões geográficas, permitindo assim estudar as variações interpopulacionais e os efeitos climáticos sobre o período reprodutivo.
- 2- Aprofundar o conhecimento da biologia reprodutiva das fêmeas, principalmente a nível fisiológico, abordando aspectos relacionados a tamanho e número de desovas, tamanho dos ovos, correlação entre comprimento corporal e tamanho de postura e esforço reprodutivo. Dados relacionados a taxa de crescimento, idade da primeira reprodução e longevidade das fêmeas são igualmente necessários para uma comparação com os dados obtidos para machos, e assim, facilitar a compreensão da tática reprodutiva utilizada por esta espécie.
- 3- Estudar a vocalização desta espécie a partir de gravações e sonogramas, procurando relacionar as modificações do canto com contextos comportamentais.
- 4- Verificar quais os principais fatores ambientais responsáveis pela presença (ou ausência) de atividade reprodutiva a cada noite.

REFERÊNCIAS:

- BARBAULT, R. 1984. Stratégies de reproduction et démographie de quelques amphibiens anoures tropicaux. Oikos, 42:77-87.
- BEEBEE, T.J.C. 1985. Salt tolerances of natterjack toad (Bufo calamita) eggs and larvae from coastal and inland populations in Britain. Herpetol. J. 1:14-16.
- BEGON, M. 1979. Investigating animal abundance: capture-recapture for biologists. Edward Arnold, London. 96 pp.
- BEISWENGER, R.E. 1977. Diel patterns of aggregative behavior in tadpoles of Bufo AMERICANUS, in relation to light and temperature. Ecology, 58:98-108.
- BELL, G. 1977. The life of the smooth newt (Lithurus vulgaris) after metamorphosis. Ecol. Monogr., 47:279-299.
- BLAIR, A.P. 1943. Population structure in toads. Amer. Nat., 77:563-568.
- BRAGG, A.N. 1940. Observations on the ecology and natural history of Anura. I. Habits, habitat and breeding of Bufo cornutus Say. Amer. Nat., 74:424-438.

- CALDWELL, J.P. 1989. Structure and behavior of *Hyla geographica* tadpole schools, with comments on classification of group behavior in tadpoles. Copeia 1989:938-950.
- CARDOSO, A.J. 1981. Biologia e sobrevivência de *Phyllomedusa* *oxleyi* Fitz., 1826 (Amphibia, Anura) na natureza. Ci. e Cult., 33:1224-1228.
- CARDOSO, A.J. e HADDAD, C. 1984. Variabilidade acústica em diferentes populações e interações agressivas de *Hyla minuta* (Amphibia, Anura). Ci. e Cult., 36:1393-1399.
- CLARK, P.J. and F.C. EVANS. 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. Ecology, 35:445-453.
- CRUMP, M. 1982. Amphibian reproductive ecology on the community level. in N.J. SCOTT Jr. (ed). Herpetological communities. Wildlife Res.Rept., 13:1-239; pp 21-36.
- DASH, M.C. and A.K. HOJA. 1980. Density effects on the survival, growth rate, and metamorphosis of *Rana tigrina* tadpoles. Ecology, 61:1025-1028.
- DAUGHERT, C.H. and L. SHELDON. 1982. Age-determination, growth and life history of a montana population of the tailed frog (*Ascaphus truei*). Herpetologica, 38:461-468.

- DAVIES, N.B. and T.R. HALLIDAY. 1979. Competitive mate searching in male common toads *Bufo bufo*. Anim. Behav., 27:1257-1267.
- DUELLMAN, W. E. and L. TRUEB. 1986. Biology of Amphibians. McGraw-Hill, Inc. New York. 670 pp.
- DUNHAN, A.E.; D.W. TINKLE and J.W. GIBBONS. 1978. Body size in island lizards: a cautionary tale. Ecology, 59:1230-1238.
- DYER, W. G.; R. ALTIG. 1976. Redescription of *Cosmocerca brasiliensis* travassos (Nematoda:Cosmocercidae) from Ecuadorian frogs. J. Parasit., 62(2):262-264.
- 1977. *Dehiofaenia olsenii* n. sp. (Cestoda: Proteocephalidae) from *Hyla geographica* Spix, 1824 in Ecuador. J. Parasit., 63(5):790-792.
- DYER, W. G. 1986. *Dehiofaenia ecuadorensis* n. sp. (Cestoda: Proteocephalidae) from *Hyla geographica* Spix, 1824 in Ecuador. Journal Parasit., 72(4):599-601.
- ELMBERG, J. 1986. Apparent lack of territoriality during the breeding season in a boreal population of common frogs *Rana temporaria* L. Herpetol J., 1(2):81-85.

- EMLEN, S.F. 1968. Territoriality in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. Copeia, 1968:240-243.
- , 1976. Lek organization and mating strategies in the bullfrog. Behav. Ecol. Sociobiol., 1:283-313.
- FABEN, A.J. 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. Growth, 29:265-289.
- FISHER, R.A. and E.B. FORD. 1947. The spread of a gene in natural conditions in a colony of the moth *Panaxia dominella* (L.). Heredity 1:143-174.
- GARBOGGINI, S. B.; N. C. MEIRELLES; Q. S. TAHIN. 1975. Estudos comparativos sobre a excreção da amônia e uréia de anfíbios anuros aquáticos (*Elae calvaihoi*) e terrestres (*Hyla geographica*). Ci. e Cult., 27: 225-226.
- GISLÉN, T. and H. KAURI. 1959. Zoogeography of the Swedish amphibians and reptiles with notes on their growth and ecology. Acta Vertebrat. 1:197-397.
- GITTINS, S.F. 1983. Population dynamics of the common toad (*Bufo bufo*) at a lake in Mid-Wales. J. Anim. Ecol., 52:981-988.

- GITTINS, S.F.; A.G. PARKER e F.M. SLATER. 1980. Population characteristics of the common toad (*Bufo bufo*) visiting a breeding site in Mid-Wales. J. Anim. Ecol. 49:161-173.
- GOIN, C. J.; O. B. GOIN; G. R. ZUG. 1978. Introduction to Herpetology. W. H. Freeman and Company, New York. 378 pp.
- GORDON, M.G. 1962. Osmotic regulation in the green toad (*Bufo viridis*). J. Exp. Biol., 39:261-270.
- GORDON, M.G. and V.A. TUCKER. 1965. Osmotic regulation in the tadpoles of the crab-eating frog (*Rana cancrivora*). J. Exp. Biol., 42:437-445.
- GORDON, M.G.; K. SCHMIDT-NIELSEN and H.M. KELLY. 1961. Osmotic regulation in the crab-eating frog (*Rana cancrivora*). J. Exp. Biol., 38:659-678.
- GOSNER, K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. Herpetologica 16:183-190
- GUIX, J. C. and R. M. LOPES. 1989. Occurrence of *Hyla geographica* Spix and *Bufo crucifer* Wied tadpoles in brackish water environments in the Jureia region (São Paulo, SE Brazil). Amphibia-Reptilia, 10:185-192.

- HAGSTROM, I. 1981. Tadpoles of the common toad Bufo bufo found in brackish water. Amphibia-Reptilia, 2:187-188.
- HEYER, R.W. e M.H. MUDEKING. 1976. Notes on tadpoles as prey for naiads and turtles. J. Wash. Acad. Sci., 66(4):232-239.
- HOWARD, R.D. 1978. The evolution of mating strategies in Bullfrogs (Rana catesbeiana). Evolution, 32(4):850-871.
- JAEGER, R.G. 1980. Density-dependent and density-independent causes of extinction of a salamander population. Evolution, 34(4):617-621.
- JOLLY, G.M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. Biometrika, 52:225-247.
- KLUGE, A. G. 1981. The life history, social organization, and parental behavior of Hyla rosemergi Boulenger, a nest-building gladiator frog. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan, 160:1-170.
- LIMA, S.L. 1979. Crescimento, Relações Biométricas e Dinâmica Populacional de Leptodactylus ocellatus (Linnaeus, 1758) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) Viçosa (MG) e Curitiba (PR), Brasil. Tese de Mestrado. Univ. Federal de Viçosa. Minas Gerais. Brasil.

- LIN, J-Y; K-H. LU. 1982. Population ecology of *Lepidodactylus swinhonis formosensis* (Sauria: Agamidae) in Taiwan. Copeia, 1982(2):425-434.
- LUTZ, B. 1973. Brazilian Species of Hyla. Univ. of Texas press, Austin & London. 259 pp.
- MARTOF, B. S. 1953. Territoriality in the green frog, *Rana clamitans*. Ecology, 34:165-174.
- MANION, J.J. and L. CORY. 1952. Winter kill of *Rana pipiens* in shallow ponds. Herpetologica, 8:32.
- MANLY, B.F.J. and M.J. PARR. 1968. A new method of estimating population size, survivorship and birth-rate from capture-recapture data. Trans. Soc. Brit. Ent., 18:81-89.
- NASCIMENTO, C. M. e M. A. M. G. PEREIRA. 1988. Atlas Climatológico do Estado de São Paulo (1977 - 1986). Fundação Cargill, Campinas, Brasil.
- NIMER, E. 1972. Climatologia da região sudeste do Brasil: introdução à climatologia dinâmica. R. Bras. Geog., 34 (1):3-48.
- PERRIL, S.A.; H.C. GERHARDT e R. DANIEL. 1978. Sexual parasitism in the green tree frog (*Hyla cinerea*). Science, 200:1179-1180.

POOLE, R.W. 1974. An Introduction to Quantitative Ecology.

McGraw-Hill, Inc. U.S.A.

RICKLEFS, R.E. 1979. Ecology. Thomas Nelson and Sons Ltd. U.S.A.

RYAN, M.J. 1985. The Tungara Frog: A Study in Sexual Selection and Communication. The University of Chicago Press. U.S.A.

SEMLITSCH, R.D. 1983. Struture and Dynamics of two breeding populations of the eastern tiger salamander, Ambystoma tigrinum. Copeia, 1983:603-616.

SCHOENER, T.W. and A. SCHOENER. 1978. Estimating and interpreting body-size growth in some Anolis lizards. Copeia, 1978:390-403.

SHINE, R. 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. Copeia, 1979 (2):297-306.

SOLOMON, M. E. 1980. Dinâmica de populações. Ed. Edit. Pedagógica e Universitária Ltda, São Paulo. 78 pp.

SOUTHWOOD, T. R. E. 1971. Ecological Methods: a Particular Reference to the Study of Insect Populations. Chapman and Hall, London. 391 pp

- STEWART, M.M. and F.H. POUGH. 1983. Population density of tropical forest frogs: relation to retreat sites. Science, 221:570-572.
- TAHIN, Q. S.; MEIRELLES, N. C.; GARBOGGINI, S. B. 1979. Ammonestelism and urotelism of terrestrial and aquatic amphibians. Ci. e Cult., 31: 771-774.
- TINKLE, W.; H.M. WILBUR and S.G. TILLEY. 1970. Evolutionary strategies in lizard reproduction. Evolution, 20:55-74.
- TRAVIS, J.; W.H. KEEN and J. JULIANNNA. 1985. The role of relative body size in a predator-prey relationship between dragonfly and larval anurans. Oikos, 45:59-65.
- TURNER, F.B. 1962. The demography of frogs and toads. Quart. Rev. Biol., 37:303-314.
- VELOSO, M.A. 1977. Aggressive behavior and the generic relationships of *Craudoxerhara caudoxerhara* (Amphibia: Leptodactylidae). Herpetologica, 33:434-442.
- von BERTALANFFY, L. 1951. Metabolic types and growth types. Amer. Natur., 85:111-117.
- , 1957. Quantitative laws in metabolism and growth. Quart. Rev. Biol., 32:217-231.

WELLS, K.D. 1977. The social behaviour of Anuran amphibians. An.
Behav., 25:666-693.

WHEATER, C.P. 1985. Size increase in the common toad Bufo bufo
from Cheshire. Herpetol. J., 1:20-22.

WILBUR, H.M. 1972. Competition, predation and the structure of
the Ambystoma-Rana sylvatica community. Ecology, 53:3-21.

-----, 1977. Propagule size, number and dispersion pattern
in Ambystoma and Asclepias. Amer. Nat., 111:43-68.