



Reprodução de anuros (Amphibia) em duas lagoas de altitude na Serra da Mantiqueira

Marcos Gridi Papp

Orientador: Dr. Adão José Cardoso (*in memoriam*) *

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo (a) candidato (a):
Marcos Gridi Papp

Prova da Comissão Julgadora

25/06/97
[Handwritten Signature]

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Ecologia).

Campinas
Estado de São Paulo
1997

UNICAMP

P198r
31712/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE	73C		
N.º CHAMADA:	71071CAM7 P1A82		
V.	Ex.		
T. MNO	BC/31712		
PROC.	281197		
C	<input type="checkbox"/>	D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00		
DATA	18/09/97		
N.º CPD			

CM-00100722-8

Este trabalho é dedicado a

Imre e Veronika, meus queridos pais.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP

Papp, Marcos Gridi

P198r

Reprodução de anuros (Amphibia) em duas lagoas de altitude na Serra da Mantiqueira/ Marcos Gridi Papp.–Campinas, SP: [s.n.] , 1997.
62 f: ilus.

Orientador: Adão José Cardoso (In memoriam)
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.
Instituto de Biologia.

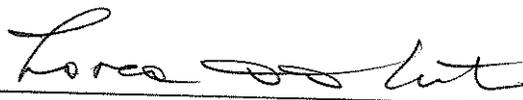
1. Anura - Reprodução. 2. Ecologia. 3. Herpetologia. I. Cardoso, Adão José. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Campinas, 25 de junho de 1997

BANCA EXAMINADORA:

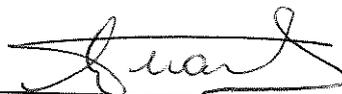
TITULARES:

Profa. Dra. Fosca Pedini Pereira Leite
(orientadora)



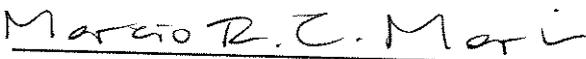
assinatura

Prof. Dr. Luiz Francisco Lembo Duarte



assinatura

Prof. Dr. Márcio Roberto Costa Martins



assinatura

SUPLENTE:

Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva

assinatura

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Adão José Cardoso (*in memoriam*), pela dedicação, paciência e amizade com que me orientou por praticamente todo o trabalho.

Ao Dr. Márcio R. C. Martins, pelo empenho, paciência e prontidão com que leu e discutiu cada trecho do manuscrito inicial e cada modificação realizada.

À Dra. Fosca P. P. Leite pela presidência da banca para a defesa da tese.

Aos Drs. Luiz F. L. Duarte e Wesley R. Silva pela leitura meticulosa do manuscrito na pré-banca e pelas valorosas sugestões.

Ao amigo Ariovaldo A. Giaretta, pelos conselhos e identificação dos animais.

Ao Ricardo Sawaya, Márcio S. Araújo e Tomás G. Papp pelo auxílio no campo.

Ao Aparecido de J. Soares e à Fátima M. de Souza pelos inúmeros favores prestados ao longo deste trabalho.

A Richard S. Horne pelas informações e por dispor seu programa Spectrogram 3.2 para uso gratuito.

Ao Dr. Mário Donalísio e a sua esposa Maria Olímpia, que generosamente ofereceram sua casa para ser usada como base de pesquisa (espero que não tenham se arrependido).

Especialmente a Cristina Oishi, pelo companheirismo, paciência, entusiasmo e trabalho, com que me ajudou em todas as etapas da tese. E por achar interessante observar *Hyla prasina* cantando à 01:00 h da madrugada, a 3° C.

Ao CEPAGRI (UNICAMP), pelo empréstimo do psicrômetro e fornecimento de tabelas e programa de previsão de horário de pôr-do-sol.

À Companhia Melhoramentos de Papel, que cedeu dados meteorológicos coletados na Fazenda Levantina (Camanducaia-MG).

Ao CNPq, pela bolsa de estudos e taxa de bancada.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	3
ÁREA DE ESTUDOS	4
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS	14
Espécies encontradas	14
Períodos de vocalização e reprodução	14
Número de espécies e indivíduos nas lagoas	19
Turno de vocalização	21
Sítio de canto	25
Vocalizações	25
Tamanhos	30
Número de ovos	30
Observações adicionais	33
DISCUSSÃO	34
Composição de espécies	34
Períodos de vocalização e reprodução	36
Comparação entre as lagoas	37
Turno de vocalização	41
Sítio de canto	42
Vocalizações	44
Tamanho e número de ovos	49
Conclusão e Sugestões para trabalhos futuros	51
RESUMO	54
SUMMARY	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

INTRODUÇÃO

Temperatura e umidade são fatores climáticos importantes na vida dos anfíbios anuros e podem limitar sua distribuição geográfica (Owen, 1989; Lee, 1993). Por terem a pele permeável, estes animais são muito suscetíveis à desidratação. Isto os impede de se exporem ao sol, como os répteis, para manter a temperatura do corpo acima da do ambiente. Também não possuem mecanismos de produção interna de calor, ou retenção do calor metabólico. Desta forma, seus metabolismos ficam restritos às condições do local em que se encontram (Zug, 1993).

Em florestas equatoriais, onde o clima é quente e úmido durante todo o ano, são encontradas mais espécies de anuros e em maior equidade do que na zona temperada. As espécies tropicais têm desenvolvimento ótimo em temperaturas superiores às das espécies de clima temperado e também têm maiores temperaturas letais mínima e máxima (Duellman & Trueb, 1994). Alguns trabalhos têm mostrado que a capacidade de aclimação das espécies é semelhante em latitudes altas e baixas, mas outros estudos têm verificado que algumas espécies tropicais são incapazes de aclimação (Christian et al. 1988; Zug, 1993).

Em locais de umidade e temperatura constantemente altas, os anuros tendem a se reproduzir durante todo o ano, enquanto que em locais que apresentam períodos secos ou frios, a reprodução é concentrada no período mais favorável (Duellman & Trueb, 1994). Nos trópicos a chuva é o fator mais importante afetando a época e a duração do período reprodutivo (Galatti, 1992; Donnelly &

Guyer, 1994). Em regiões de clima temperado, a temperatura (Briggs, 1987), a chuva (Caldwell, 1987) ou ambos os fatores (Sinsch, 1988; Salvador & Carrascal, 1990) são os que mais influenciam a reprodução de anuros.

Os efeitos da altitude sobre os anuros têm sido considerados muito semelhantes aos da latitude, influenciando a diversidade de espécies e tolerâncias a temperaturas (Stevens, 1992). Esta influência pode ocorrer diretamente, por restrições dos animais à temperatura e umidade, ou indiretamente, através da disponibilidade de ambientes criados pela formação vegetal existente (Heyer, 1967). Nos trópicos as oscilações de temperatura são mais brandas do que em clima temperado e os animais são adaptados a faixas mais estreitas de temperatura. Por isso, com um mesmo deslocamento vertical podem ser registradas diferenças maiores na fauna tropical do que na de clima temperado (Huey, 1978).

Estudos considerando os efeitos da altitude em populações de uma mesma espécie são mais escassos. Entretanto, têm sido encontradas diferenças de tamanho, velocidade de crescimento, tamanho da desova, período reprodutivo e padrão de canto entre populações de locais altos e baixos (Breuil & Thireau, 1985; Howard & Wallace, 1985; Narins & Smith, 1986; Beattie 1987; Hemelaar, 1988). Estas diferenças são importantes pois podem alterar o sucesso reprodutivo (Narins & Smith, 1986; Martínez-Rica & Reiné-Viñales, 1988).

No Brasil, a ecologia de anuros não tem abordado variações entre populações devidas à altitude. Mas levantamentos faunísticos e estudos da estrutura de taxocenoses de anfíbios tornam disponíveis informações sobre a distribuição e biologia reprodutiva dos anuros. Estes estudos foram realizados em

maior número na região sudeste do Brasil e enfocam principalmente a partição de recursos e a história natural das espécies.

Em São Paulo, algumas áreas foram estudadas no interior do estado (Jim, 1980; Caramaschi, 1981; Cardoso, 1981; Rossa-Ferrez & Jim, 1994), na Serra de Paranapiacaba (Bertoluci, 1991; Pombal-Jr., 1995), na Serra do Japi em Jundiá-SP (Andrade, 1987; Haddad & Sazima, 1992), na Serra do Itapetinga em Atibaia-SP (Giaretta, 1994) e na Serra do Mar em Boracéia (Heyer et al., 1990). Pombal-Jr. (1995) comparou a fauna de anuros de dez áreas serranas nos estados de São Paulo e Minas Gerais e concluiu que a semelhança entre a fauna de duas áreas é determinada pela distância entre elas, pelo tipo de vegetação presente em cada uma e pelo relevo das mesmas.

Neste trabalho, foi estudada a reprodução dos anuros a 1.600 m de altitude e os dados foram comparados com os disponíveis em literatura para locais próximos, em diferentes altitudes, com a finalidade de detectar eventuais variações entre as populações.

OBJETIVOS

Caracterizar a reprodução das taxocenoses de anuros em duas lagoas de diferentes tamanhos a 1.600 m de altitude na região de Monte Verde, Camanducaia (MG) quanto à atividade de vocalização, amplexo, postura e tamanho dos adultos.

Identificar possíveis variações em características reprodutivas de populações de anuros em diferentes altitudes.

ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado na Vila Monte Verde, município de Camanducaia, estado de Minas Gerais. A vila fica situada a 22°52' S e 46°02' W, a 1.600 m de altitude, tendo ao lado picos que ultrapassam 2.000 m (Fig. 1). A Serra da Mantiqueira é formada por um enorme bloco montanhoso de rochas intrusivas, que foi soerguido por movimentos epirogenéticos, embasado em rochas do complexo cristalino (Galvão, 1977). A vegetação predominante entre 1.500 e 2.000 m é a floresta ombrófila densa alta-montana (Brasil, 1983).

Dados coletados pela estação meteorológica da Companhia Melhoramentos de Papel, na Fazenda Levantina, distante cerca de 17 km por estrada da área de estudo, conferem uma temperatura média anual de 14,7°C e uma pluviosidade de 1.417 mm/ano à região (Fig. 2). Atualmente, em Monte Verde, as áreas de encosta de morro mais altas e íngremes permanecem conservadas, enquanto que nas baixadas ocorre um mosaico de áreas com mata e urbanizadas.

Duas represas foram selecionadas como área de estudo, considerando dados preliminares sobre a atividade de anuros na área (Fig. 3). A primeira tem forma de trapézio, com os lados medindo 12 x 10,2 x 10 x 5,2 m e uma profundidade máxima de 0,6 m. Situa-se a 1.610 m de altitude em propriedade privada ao final da rua Bavária e é circundada por mata secundária de um lado e um pasto com árvores do outro. Fica sobre uma nascente e é perene, embora apresente uma diminuição de nível durante a estação seca. Apresenta abundância de plantas aquáticas (macrófitas) que ocupam quase todo o fundo e desenvolvem-

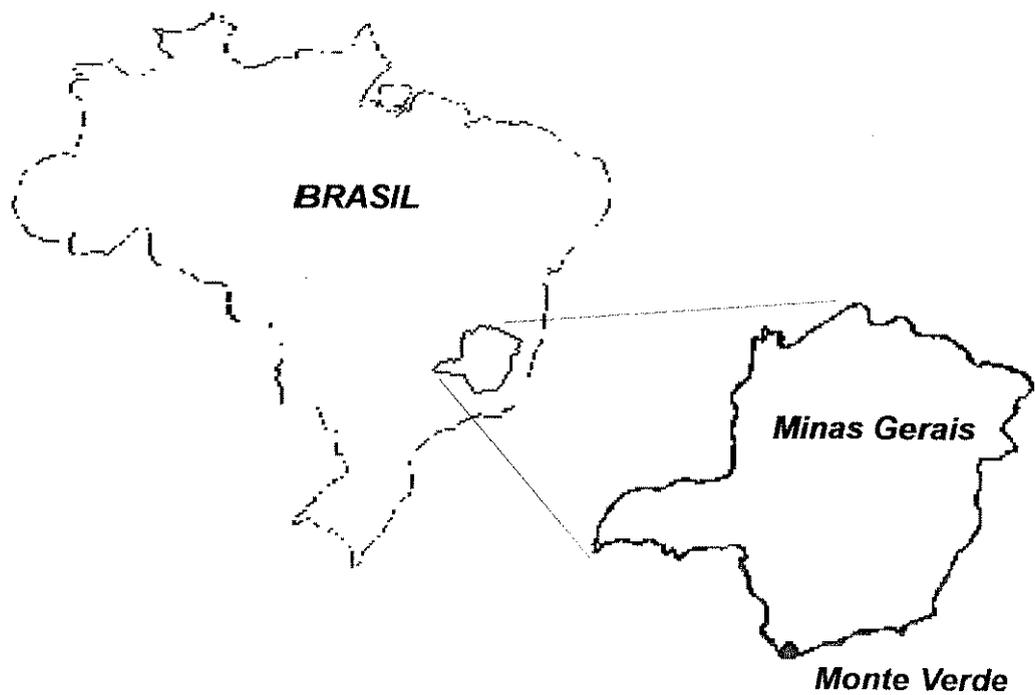


Figura 1 - Localização de Monte Verde, Camanducaia-MG e vista da mata na região.

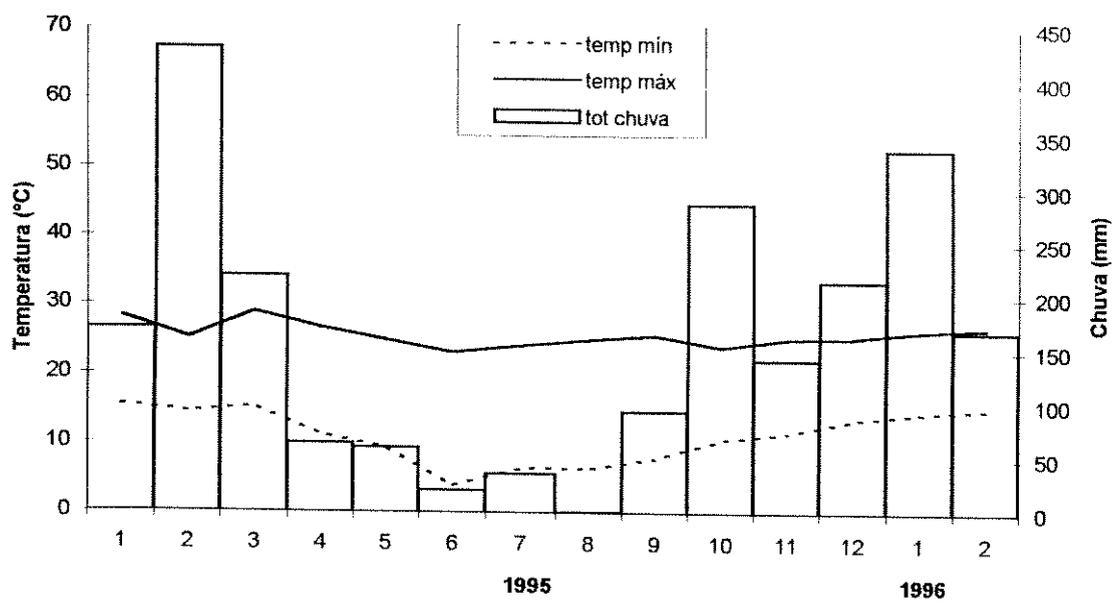


Figura 2 - Médias mensais dos dados meteorológicos da Fazenda Levantina da empresa Melhoramentos de Papel. Situa-se a 17 km de distância (por estrada) da área de estudo.



Lagoa pequena



Lagoa grande

Figura 3 - Vistas das duas lagoas que compuseram a área de estudo em Monte Verde, Camanducaia-MG.

se verticalmente até a superfície. A água é cristalina e parece não haver peixes. A segunda tem forma de “8”, medindo 60 x 30 m com profundidade de mais de 2 m. Situa-se a 1.610 m de altitude, na rua da Represa Nova; é circundada por mata secundária, casas, pasto e ruas. É alimentada por um riacho perene que mantém o nível constante durante todo o ano. Apresenta vegetação aquática nas margens, predominando gramíneas, juncáceas e arbustos de melastomatóceas. A água é cristalina na estação seca, fica turva com as chuvas e apresenta peixes.

Daqui por diante, a primeira represa descrita será chamada de “lagoa pequena” e a segunda de “lagoa grande”. A distância entre as duas é de cerca de 300 m em linha reta.

Devido à distância em que se encontrava o posto meteorológico mais próximo, medidas de temperatura do ar e da superfície da água, de pressão atmosférica e umidade foram tomadas em cada lagoa. A precipitação acumulada no período entre visitas, foi medida no alojamento, a cerca de 300 m da lagoa pequena e 500 m da lagoa grande com um pluviômetro artesanal (Figs. 4 e 5).

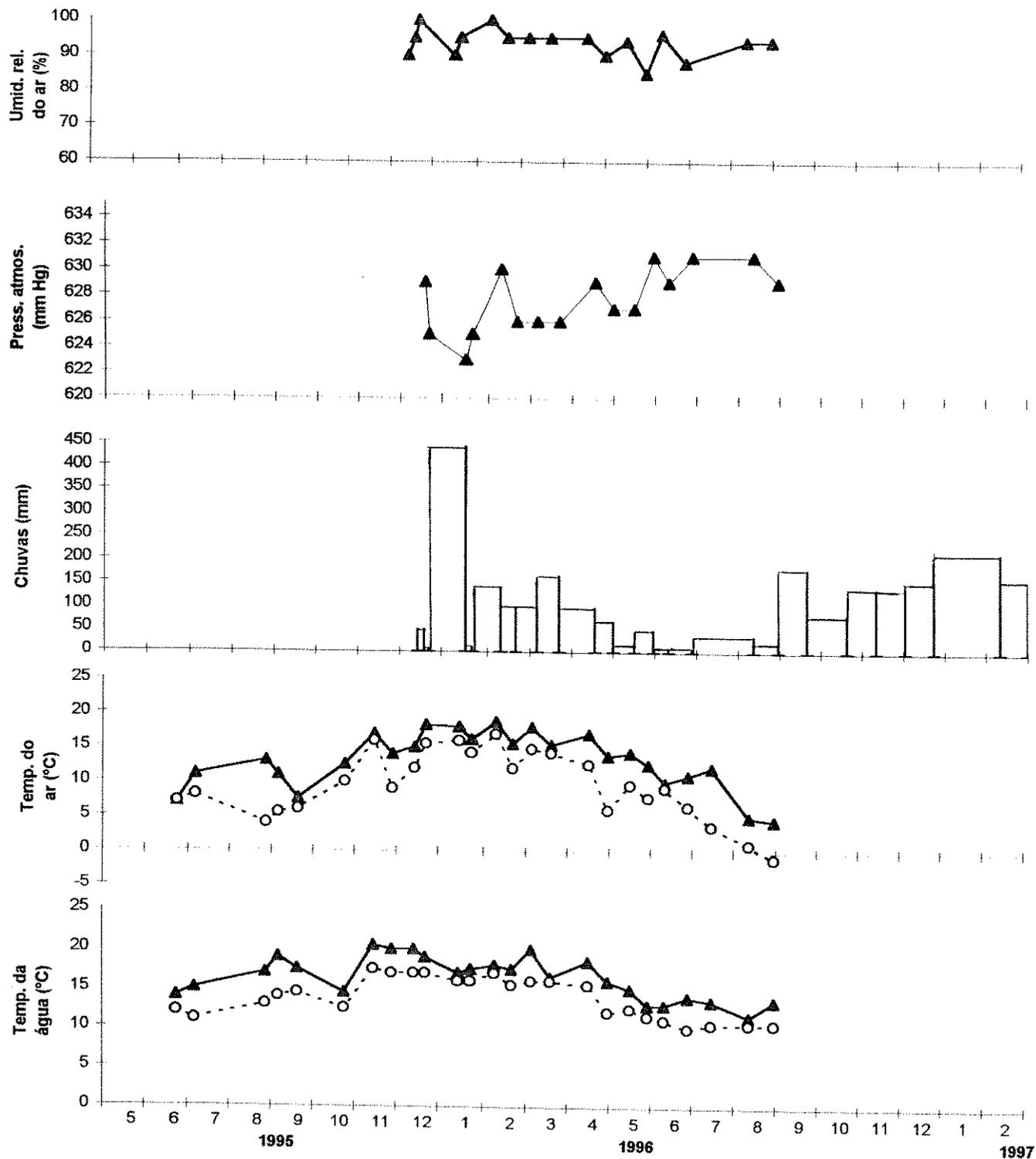


Figura 4 - Dados meteorológicos obtidos nas visitas à lagoa grande em Monte Verde, Camanducaia-MG. As temperaturas, a umidade e a pressão foram medidas na lagoa. Os triângulos cheios indicam medidas tomadas uma hora após o por-do-sol, e os círculos vazios indicam a menor temperatura obtida enquanto havia anuros vocalizando. A pluviosidade foi medida no alojamento, distante cerca de 500m.

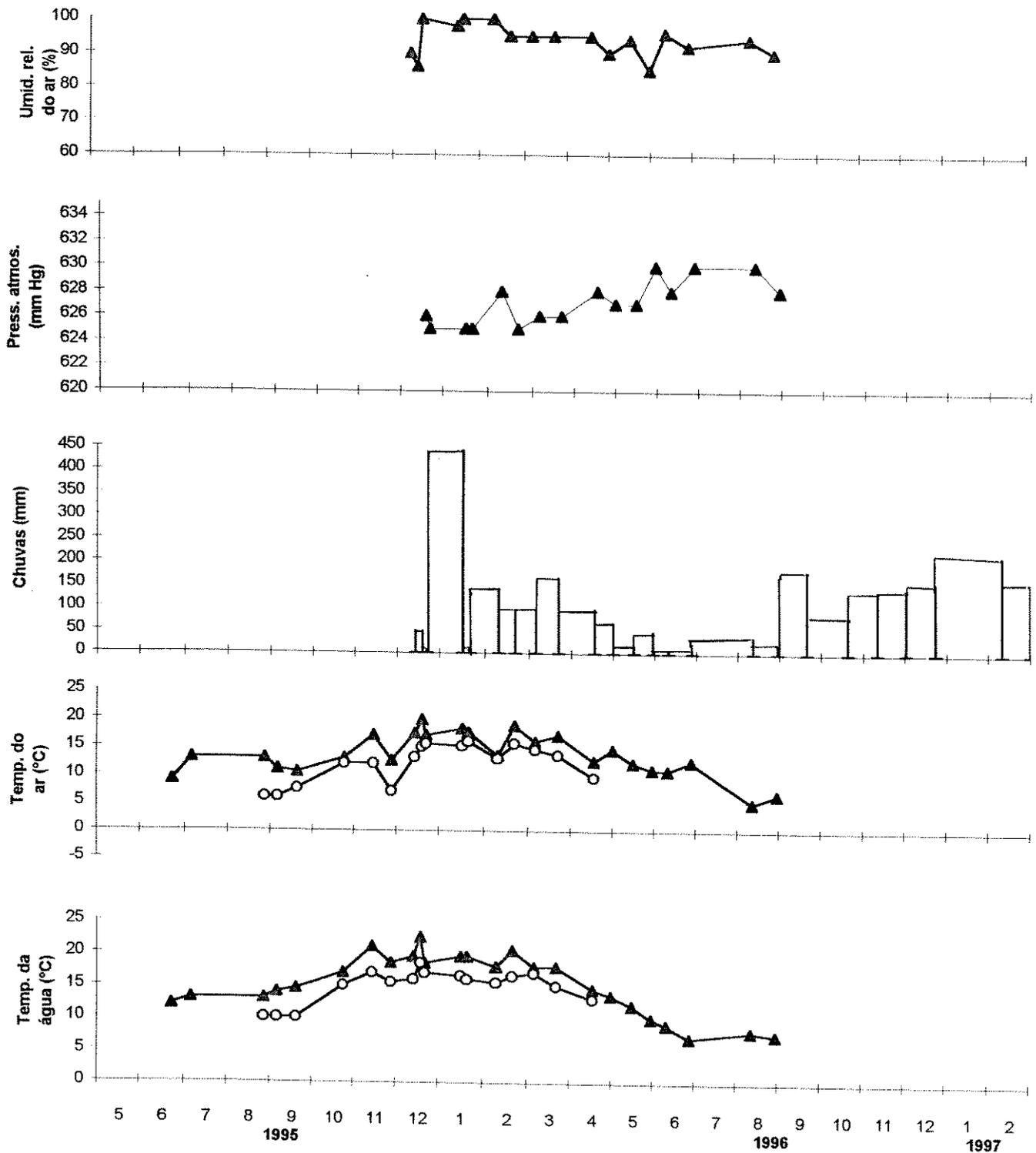


Figura 5 - Dados meteorológicos obtidos nas visitas à lagoa pequena em Monte Verde, Camanducaia-MG. As temperaturas, a umidade e a pressão foram medidas na lagoa. Os triângulos cheios indicam medidas tomadas uma hora após o por-do-sol, e os círculos vazios indicam a menor temperatura obtida enquanto havia anuros vocalizando. A pluviosidade foi medida no alojamento, distante cerca de 300m.

MATERIAIS E MÉTODOS

No período de 05/95 a 08/96, a área de estudo foi visitada quinzenalmente, e os dados foram tomados em separado para cada uma das duas lagoas em estudo. Estas foram escolhidas com base nas observações preliminares, que indicaram a ausência de uma lagoa que sozinha apresentasse todas as espécies da área e condições apropriadas para o estudo. Num período mais extenso (05/95 a 02/97) foram identificadas as espécies em atividade de vocalização nas duas lagoas em estudo e realizadas observações em outras áreas de Monte Verde.

Em cada visita, foi estimado o número de machos em vocalização, de casais e de fêmeas ovadas, de hora em hora, desde uma hora antes do pôr-do-sol até o final das atividades reprodutivas dos anfíbios. Para tanto, foram realizadas buscas audio-visuais ao redor das lagoas, com identificação e contagem de indivíduos.

Período de vocalização

Foi determinado reunindo-se os números máximos de machos em atividade estimados para cada noite, lagoa e para cada espécie ao longo do período de estudo.

Período reprodutivo

Foi estimado considerando-se os números totais de fêmeas ovadas e em amplexo encontradas a cada visita em ambas as lagoas. Não foi considerada a presença de desovas pois a vegetação aquática das lagoas as encobria, tornando

difícil e demorada a realização de buscas padronizadas. Além disso, a lagoa grande apresentava muita matéria orgânica em suspensão durante o verão, que ficava aderida às desovas, dificultando as suas identificações no campo.

Turno de vocalização na noite

O número de indivíduos vocalizando a cada hora foi estimado para cada noite, lagoa e espécie. A determinação do turno a cada noite foi necessária para saber se este é constante ao longo do período de vocalização.

Sítio de canto

A distribuição espacial dos machos foi registrada marcando-se, a cada noite, sua posição sobre um mapa esquemático da área, classificando o sítio de canto quanto à sua altura em relação ao chão, posição e tipo de vegetação.

Vocalizações

Vocalizações de cada espécie foram registradas com gravador UHER 4.200 Report Monitor e microfone UHER M518A com velocidade de fita de 19 cm/s. Os sons foram digitalizados com placa de som Sound Blaster 16 bits e suas características físicas foram analisadas no programa Spectrogram 3.2. Todos os sinais foram digitalizados com taxa de amostragem de 44,1 kHz a 16 bits e os sonogramas apresentados nas figuras foram preparados calculando FFTs (Fast Fourier Transformation) de 1.024 pontos com 5 ms de intervalo (Stoddard, 1990; Williams & Slater, 1991). As medidas de duração e frequência dos sons foram feitas

com o ponteiro do “mouse” do computador sobre sonogramas calculados do modo mais adequado para cada caso.

Tamanho dos adultos

Nas noites seguintes ao monitoramento de atividade reprodutiva, diversos indivíduos foram medidos, sendo registrado o comprimento rostro-cloacal. Sabe-se que as medidas não são repetitivas pois os animais foram marcados pelo método de extirpação de falanges (Donnely et al. 1994), para a realização de um estudo paralelo à tese.

Número de ovos

Diversos casais foram capturados em amplexo e mantidos com saco plástico com água para que realizassem a postura. Na manhã seguinte, os adultos tinham seu comprimento rostro-cloacal determinado e eram transferidos para um saco umedecido. As desovas eram contadas e permaneciam guardadas até o anoitecer, quando eram colocadas nas lagoas e os adultos eram liberados.

Comparações numéricas

As relações entre variáveis meteorológicas e a semelhança biogeográfica entre locais; e as relações entre altitude e parâmetros de canto e tamanho foram avaliadas através de correlação de Spearman (Zar, 1984; Sokal & Rohlf, 1995).

RESULTADOS

Durante este trabalho, foram encontradas 18 espécies de anuros (Tabela 1). Os resultados a seguir referem-se às 13 espécies encontradas nas duas lagoas em estudo com registros de mais de um indivíduo (marcadas com asterisco na Tabela 1).

Períodos de vocalização e reprodução

No período de 9/95 a 3/96 e a partir de 9/96, que é a época mais chuvosa e quente do ano, foi encontrado o maior número de espécies em atividade de vocalização e reprodução (Fig. 6). Entretanto, observou-se uma gradação na extensão dos períodos de vocalização dos anuros, variando do ano todo a um único mês. O período reprodutivo apresentou variações de posição no ano e embora estivesse sempre concentrado no verão, algumas espécies tiveram períodos bastante deslocados entre si: *Hyla microps*, *Odontophrynus americanus* e *Scinax* sp. (gr. *rubra*) no início do período mais chuvoso e *Physalaemus cuvieri*, *Hyla minuta* e *Hyla luctuosa* à partir de dezembro. Na maioria das espécies, fêmeas ovadas e casais foram encontrados durante um período mais curto do que o de vocalização, geralmente no início do mesmo. Os períodos de vocalização e reprodução tiveram início ou mantiveram-se praticamente os mesmos durante os dois verões observados (95-96 e 96-97).

Na lagoa grande, foram encontradas 12 espécies e na lagoa pequena 10 (Figs. 7 e 8). *Hyla prasina* e *Odontophrynus americanus* foram encontrados apenas

Tabela 1 - Espécies de anuros encontrados em Monte Verde (MG) entre maio de 1995 e fevereiro de 1997. Segundo Frost (1985) e Duellman (1993).

Família Bufonidae
* <i>Bufo ictericus</i> Spix, 1824

Família Hylidae
* <i>Aplastodiscus perviridis</i> B. Lutz, 1950
* <i>Hyla callipygia</i> Cruz & Peixoto, 1984
* <i>Hyla luctuosa</i> Pombal & Haddad, 1993
* <i>Hyla microps</i> Peters, 1972
* <i>Hyla minuta</i> Peters, 1872
* <i>Hyla polytaenia</i> Cope, 1869
* <i>Hyla prasina</i> Burmeister, 1856
* <i>Scinax duartei</i> (B. Lutz, 1951)
* <i>Scinax</i> sp. (gr. <i>rubra</i>)

Família Leptodactylidae
<i>Adenomera bokermanni</i> (Heyer, 1973)
<i>Eleutherodactylus guentheri</i> (Steindachner, 1864)
<i>Hylodes</i> sp
* <i>Leptodactylus</i> cf. <i>ocellatus</i> (Linnaeus, 1758)
* <i>Odontophrynus americanus</i> (Duméril & Bibron, 1841)
* <i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826
<i>Physalaemus olfersii</i> (Lichtenstein & Martens, 1856)
<i>Rana catesbeiana</i> Shaw, 1802

* Espécies encontradas dentro da área de estudo com mais de um registro.

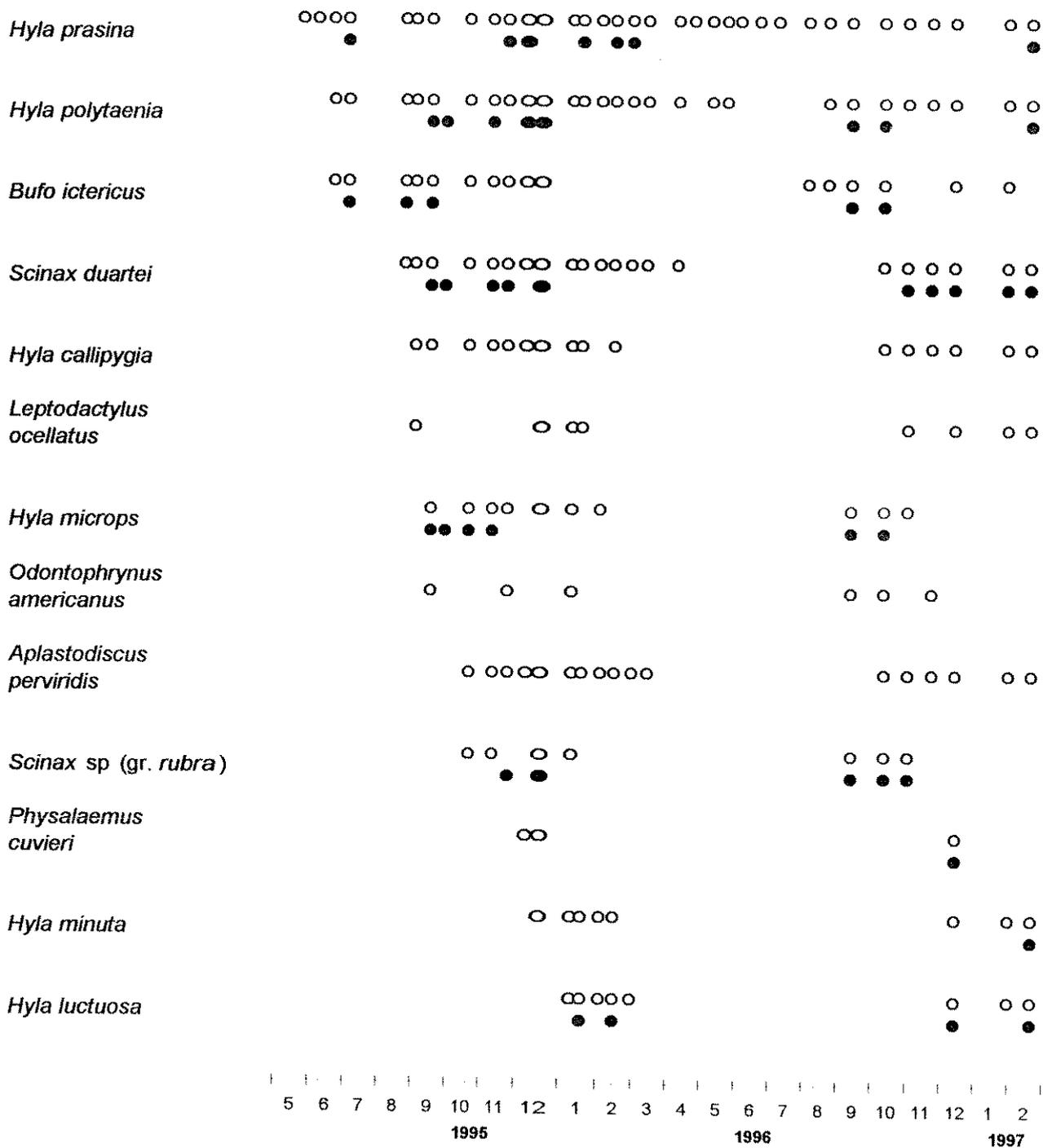


Figura 6 - Atividade reprodutiva de anuros em Monte Verde, Camanducaia - MG. Os círculos vazios representam a presença de machos em atividade de canto e os círculos cheios, a de fêmeas ovadas.

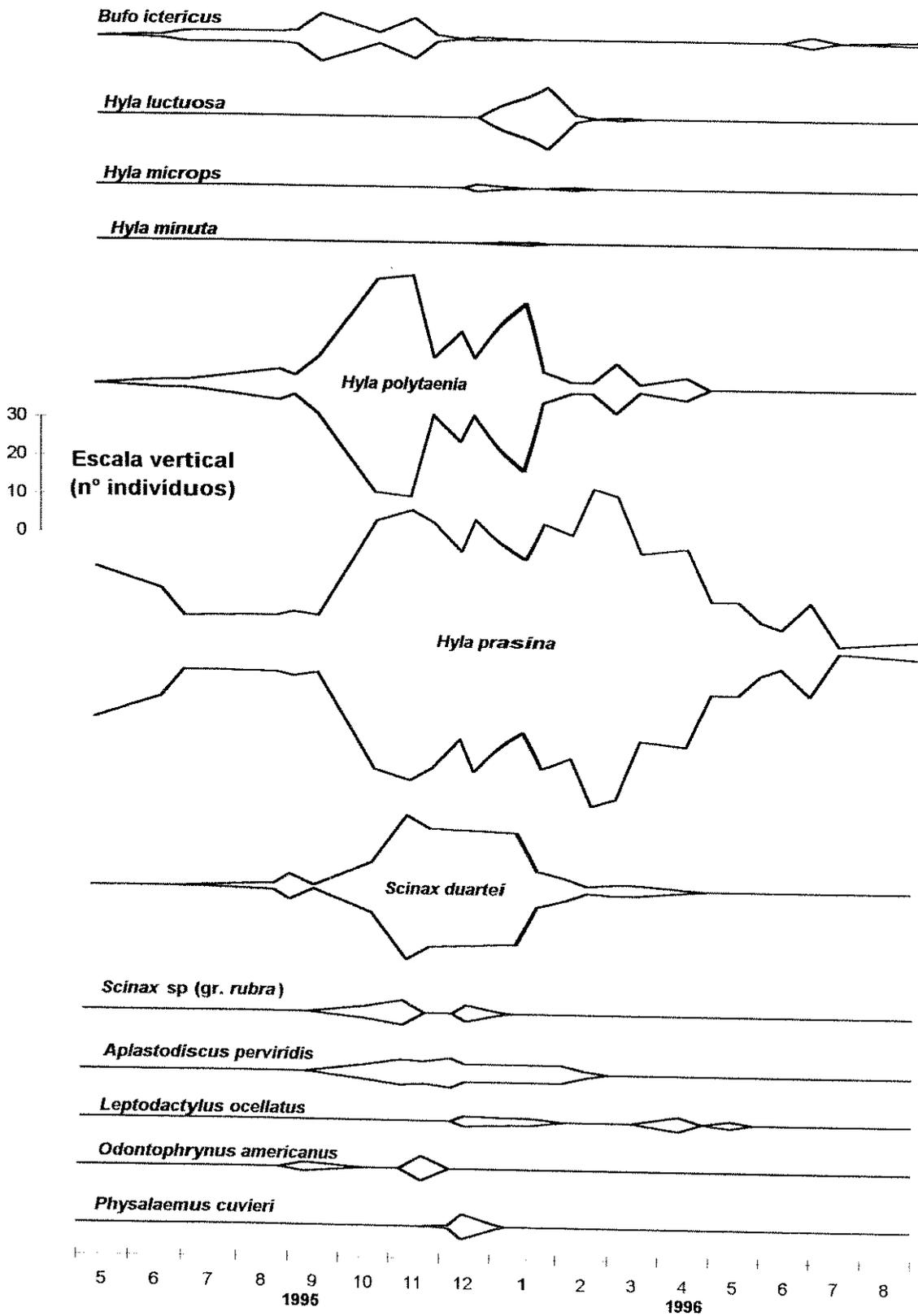


Figura 7 - Variação estacional do número de anuros vocalizando na lagoa grande em Monte Verde, Camanducaia-MG.

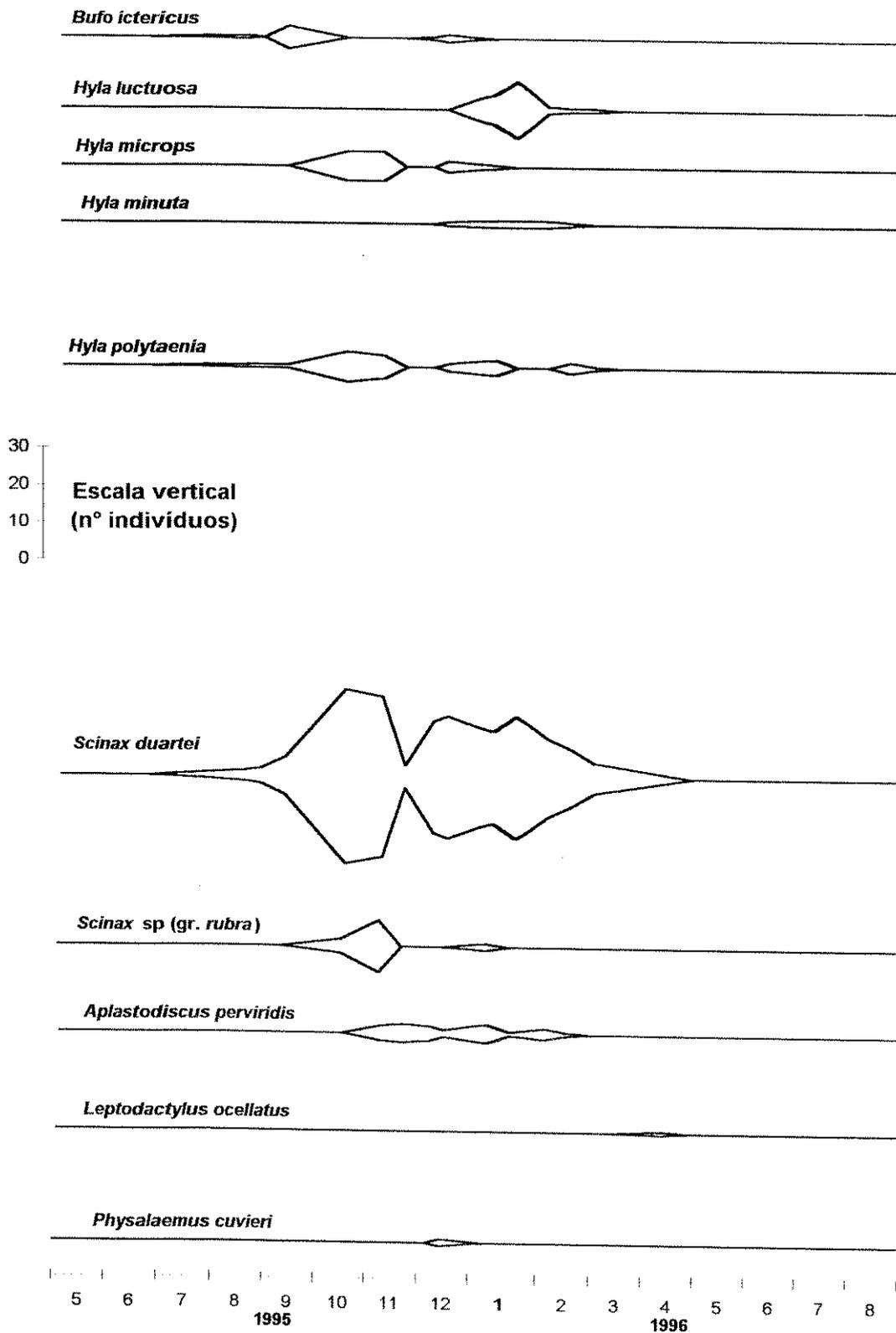


Figura 8 - Variação estacional do número de anuros vocalizando na lagoa pequena em Monte Verde, Camanducaia-MG.

na lagoa grande. Os períodos de vocalização das espécies comuns às duas lagoas foram praticamente os mesmos nas duas áreas. As espécies mais abundantes apresentaram períodos de vocalização mais longos, mas entre as espécies com abundância mediana, essa relação não foi clara. Algumas espécies tiveram poucos indivíduos vocalizando durante um período longo, outras tiveram a atividade muito concentrada num período curto e outras ainda apresentaram períodos disjuntos de vocalização.

Número de espécies e indivíduos nas lagoas

Em ambas as lagoas, a atividade de vocalização acompanhou o regime de chuvas (Fig. 9). Tanto o número de espécies como o de indivíduos aumentou com o início das chuvas, em 09/95, teve uma queda em 11/95, aumentou até 01/96 e caiu até o inverno de 96. Note-se entretanto que, em ambas as lagoas, o pico de número de indivíduos ocorreu no início de novembro e o de número de espécies em dezembro e janeiro.

Apesar de a lagoa grande ser muito maior em perímetro, superfície e volume, o número de espécies de anuros que ali vocaliza ($n = 9$) é quase o mesmo que na lagoa pequena ($n = 8$). Já o número total de indivíduos (máximo = 197) é 2,6 vezes maior do que o da lagoa pequena (máximo = 75), sendo essa proporção bem menor, entretanto, do que a do perímetro, superfície ou volume das lagoas (aproximadamente 4,5 vezes, 19 vezes e 38 vezes, respectivamente). As observações esporádicas realizadas em outras lagoas de Monte Verde reforçam o padrão encontrado na área de estudo.

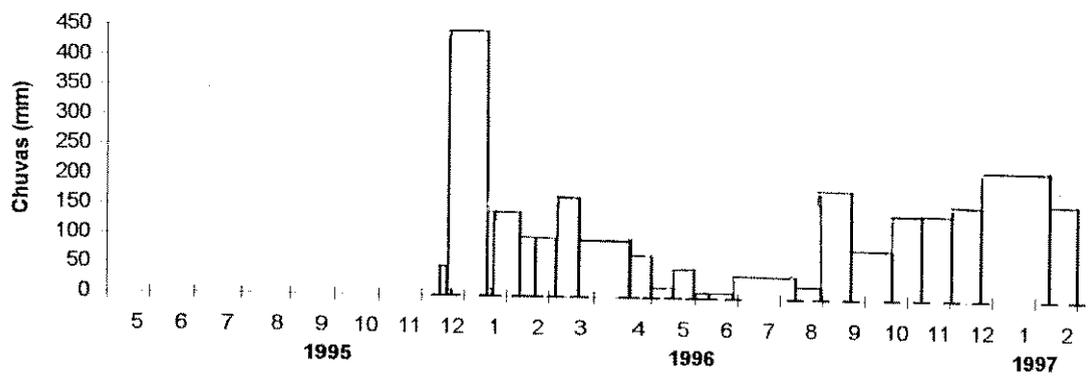
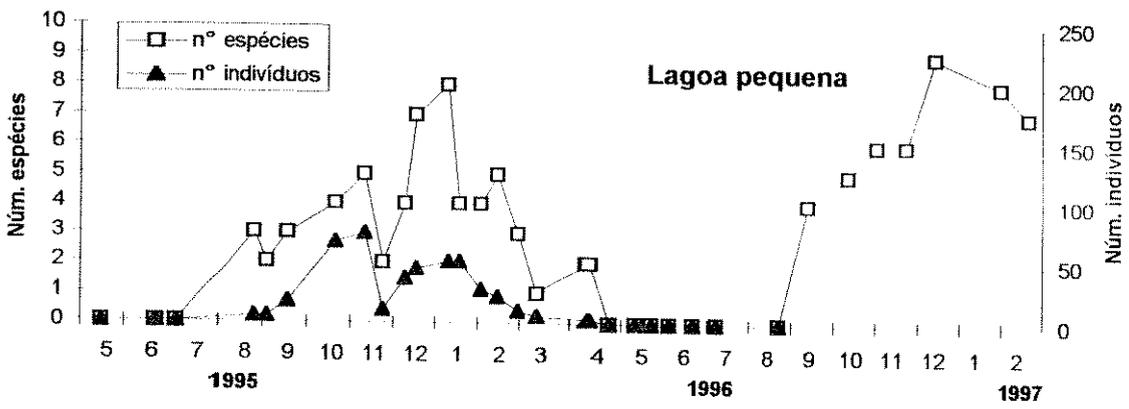
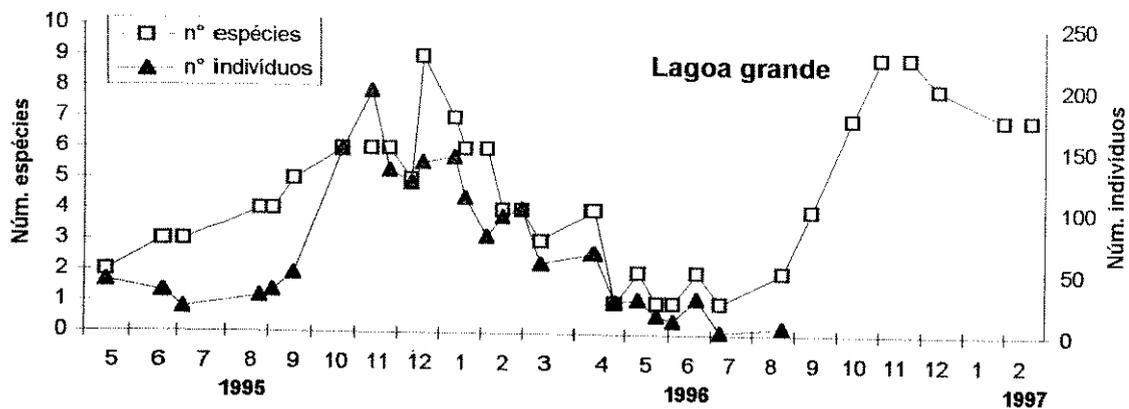


Figura 9 - Número de espécies e de indivíduos de anuros em atividade de vocalização ao longo do ano em duas lagoas em Monte Verde, Camanducaia-MG.

Turno de vocalização

A maioria dos anuros de Monte Verde começava a vocalizar um pouco antes, ou no momento do pôr-do-sol e permanecia ativa por oito a 11 horas, ocasionando uma grande sobreposição dos turnos de vocalização (Fig. 10). Com exceção de *Hyla luctuosa*, que teve o pico de atividade nove horas depois do ocaso, as espécies tiveram mais indivíduos ativos na primeira metade do turno de vocalização e da noite.

Algumas espécies tiveram um aumento rápido no número de indivíduos ativos no início da noite, mantiveram um número estável durante várias horas e depois tiveram uma forte queda e encerramento da atividade. Outras espécies tiveram um forte aumento de atividade no início da noite, atingiram um pico e depois tiveram uma diminuição gradual ao longo de toda a noite.

Hyla luctuosa foi a única a ter o início da atividade no meio da noite, com aumento lento e diminuição brusca pouco antes da aurora. *Scinax duartei* também se destacou pelo acentuado pico de atividade que atingia uma hora depois do ocaso, chegando à atividade mínima três horas depois, mas mantendo esta atividade pelo resto da noite.

Ao longo do período de vocalização, o turno de vocalização dos animais permaneceu razoavelmente constante (Figs. 11 e 12). Apesar das grandes alterações nos números de indivíduos ativos, os horários de início permaneceram praticamente os mesmos para as quatro espécies estudadas em detalhe. Exceto quando em densidade muito baixa (um ou dois indivíduos), *Hyla polytaenia*, *Hyla*

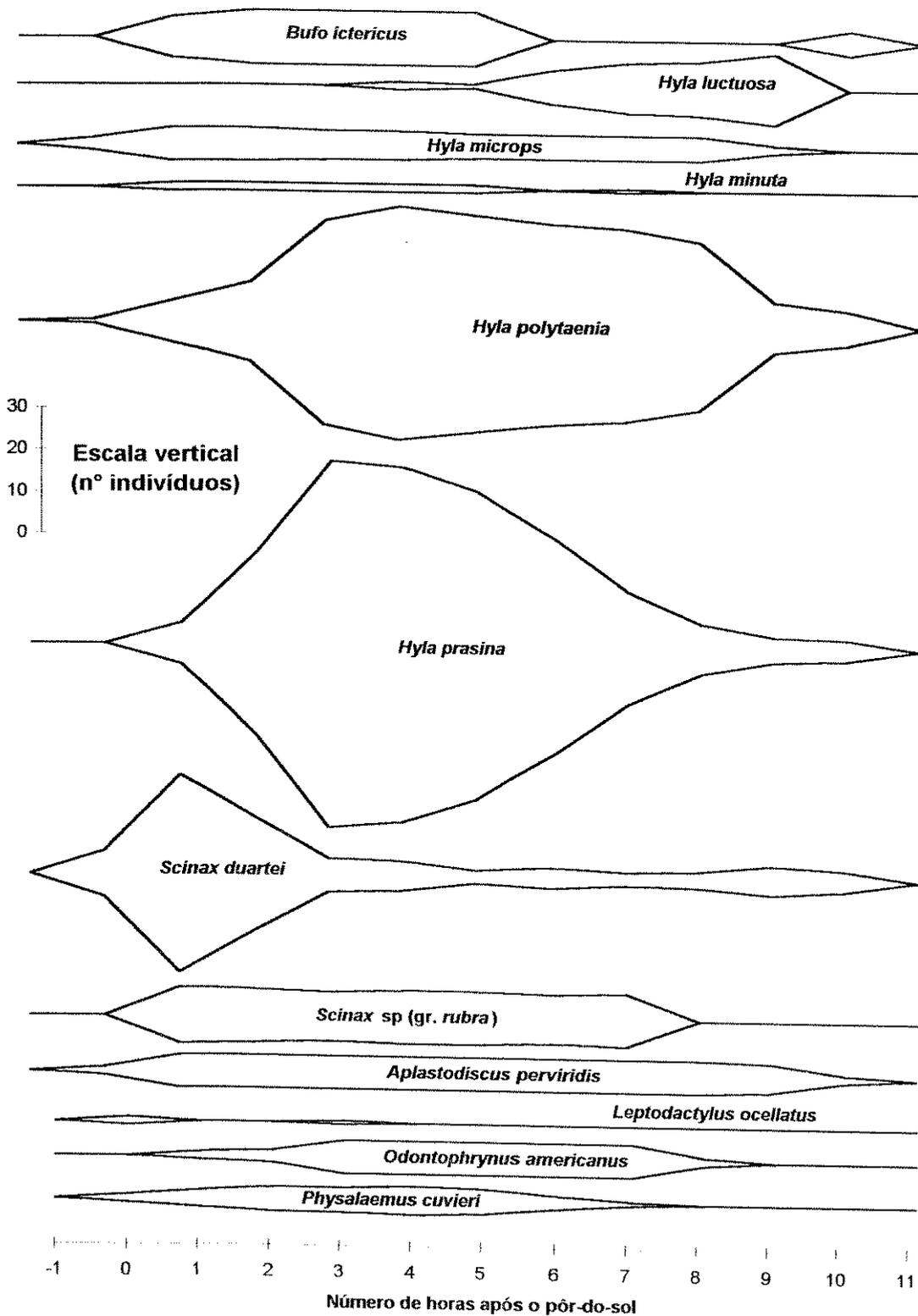


Figura 10 - Variação do número de anuros vocalizando ao longo da noite em Monte Verde, Camanducaia-MG. Para cada espécie, foram considerados apenas os dados da data e da lagoa em que se encontrou o maior número de indivíduos vocalizando.

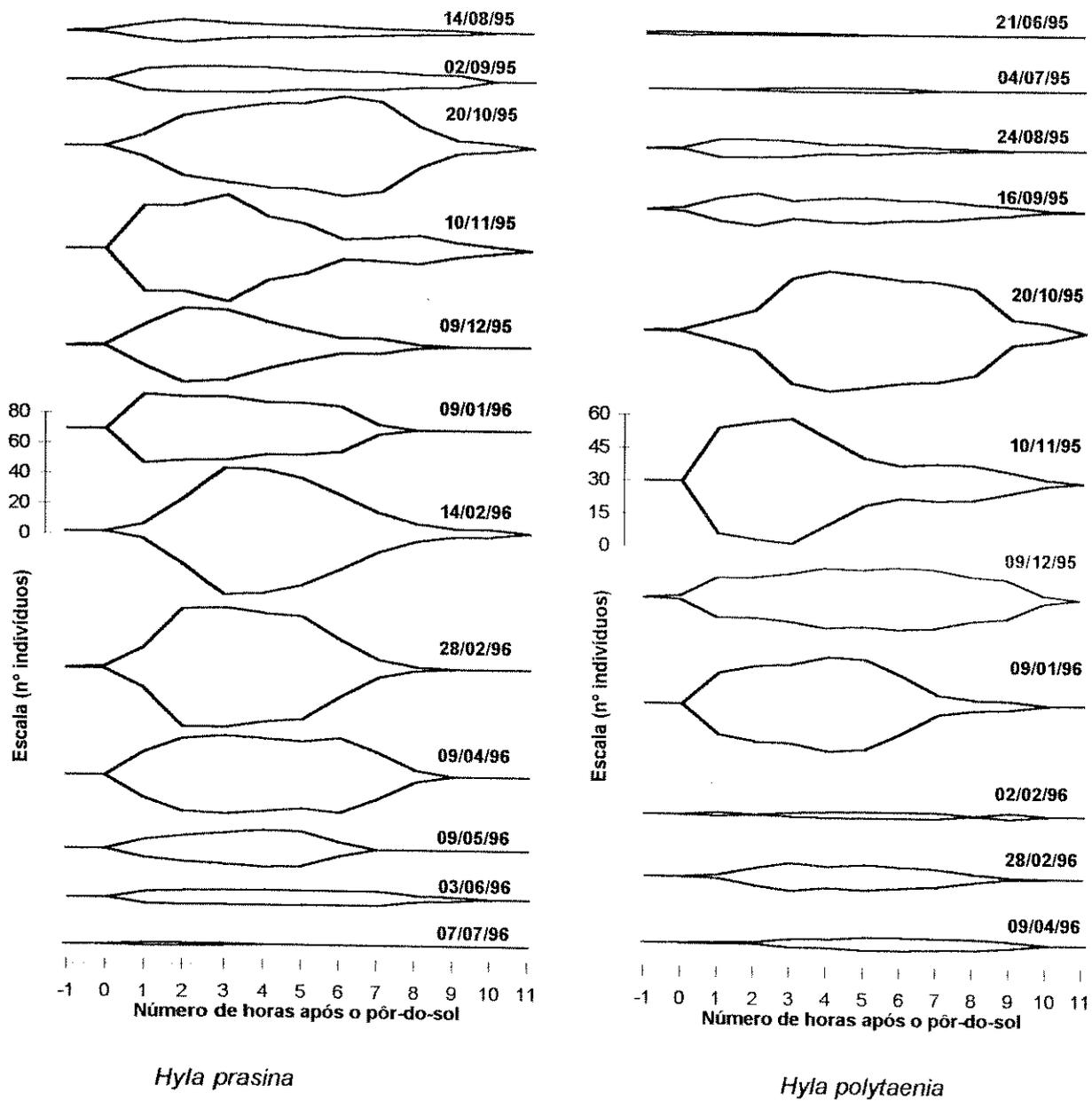


Figura 11 - Turno de vocalização de *Hyla prasina* e de *Hyla polytaenia* ao longo do ano na lagoa grande de Monte Verde, Camanduaia-MG.

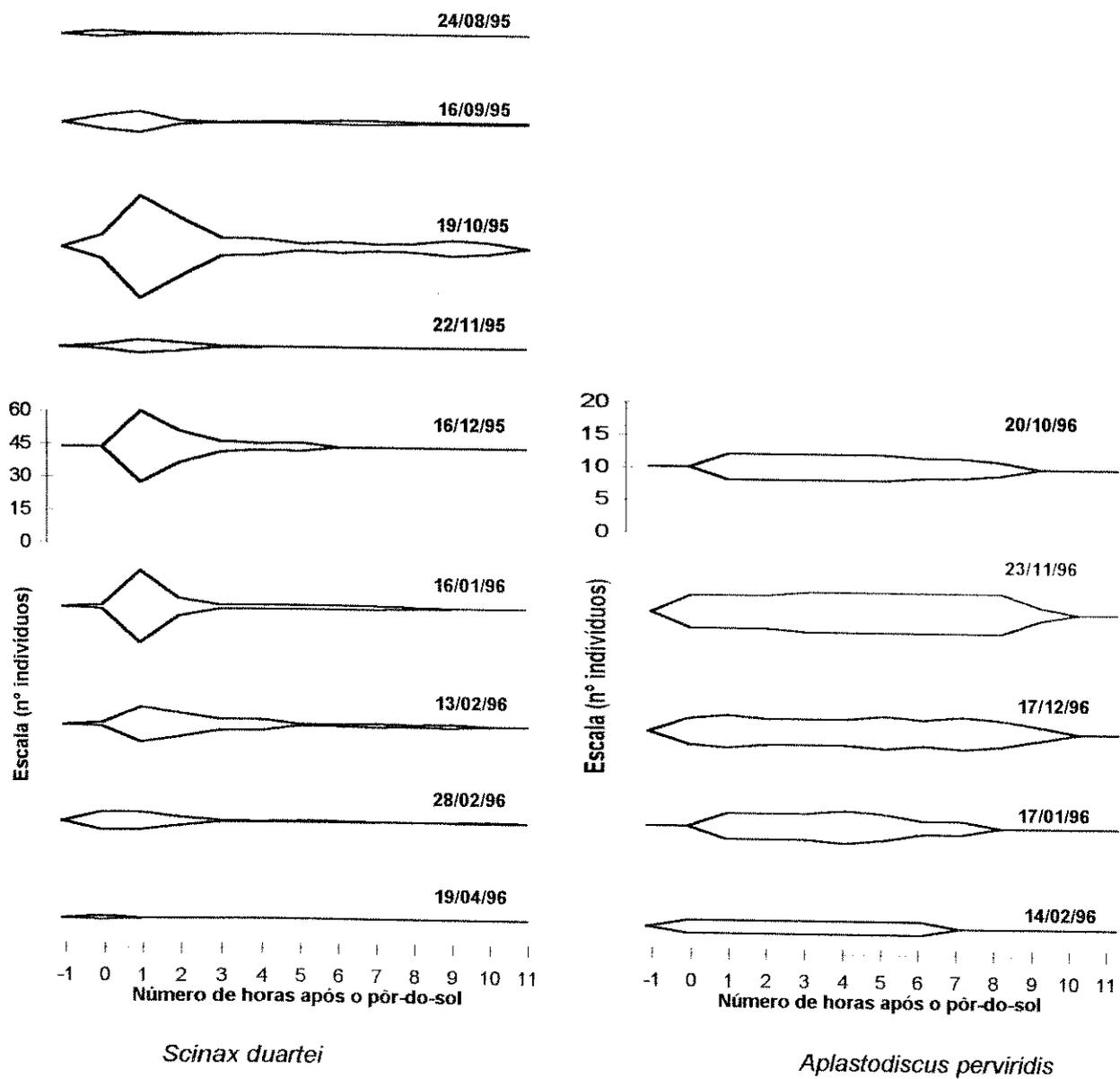


Figura 12 - Turno de vocalização de *Scinax duartei* e de *Aplastodiscus perviridis* ao longo do ano, na lagoa pequena de Monte Verde, Camanduacaia-MG.

prasina e *Aplastodiscus perviridis* mantiveram o horário de final do turno, variando de duas a quatro horas. *Scinax duartei* variou até oito horas, pois mesmo em noites de alta densidade poucos indivíduos permanecem ativos após quatro horas depois do ocaso. Os horários de pico de atividade de *Hyla prasina* e *Hyla polytaenia* variaram de uma a seis horas depois do ocaso, mas os de *Hyla polytaenia* e *Aplastodiscus perviridis* mantiveram seus padrões variando apenas uma hora durante o período reprodutivo.

Sítio de canto

Os machos de cada espécie vocalizaram em microambientes determinados, mas foi encontrada sobreposição freqüente de sítios de canto (Tabela 2). Foi observado com freqüência, em situações nas quais sítios diferentes eram próximos, que os machos de uma espécie atravessavam o sítio de outra espécie, quando se deslocavam para alcançar ou deixar o seu sítio de canto. Também foi visto que as fêmeas que entravam em amplexo apenas na borda da lagoa atravessavam os sítios de canto de machos de outras espécies em seu trajeto de aproximação.

Vocalizações

As características de duração do canto, ritmo e freqüência para as espécies encontradas em Monte Verde estão resumidas na Tabela 3. Exceto para *Hyla luctuosa*, as médias foram calculadas usando um canto de cada macho (n = número de machos gravados) para mostrar a variação na população. Em *Hyla luctuosa*, apenas as gravações de um único macho foram usadas (n = número de cantos).

Tabela 2 - Sítios de canto utilizados pelos anfíbios de Monte Verde, Camanducaia (MG).

Sítio de canto	Espécie												
	<u>Hyla callipygia</u>	<u>Aplastodiscus perviridis</u>	<u>Hyla luctuosa</u>	<u>Odontophrynus americanus</u>	<u>Physalaemus cuvieri</u>	<u>Hyla minuta</u>	<u>Hyla polytaenia</u>	<u>Scinax duartei</u>	<u>Scinax sp. (gr. rubra)</u>	<u>Hyla microps</u>	<u>Hyla prasina</u>	<u>Leptodactylus ocellatus</u>	<u>Bufo ictericus</u>
Vegetação sobre riacho rápido	X												
Vegetação sobre filete de água lenta		X											
Solo encharcado, com gramíneas			X										
Poças de chuva				X	X	X	X	X					
Árvores na beira do lago							X	X	X	X			
Arbustos na beira do lago						X	X	X	X	X	X		
Chão na beira do lago							X	X	X		X	X	
Moitas de juncáceas dentro do lago						X	X	X	X	X	X		
Plantas aquáticas emergentes no lago						X	X						
Dentro da água na borda, apoiado no fundo													X
Dentro da água flutuando											X		
Dentro da água apoiado em plantas submersas											X	X	

Tabela 3 - Características do canto de anúncio de anuros de Monte Verde, Camanducaia (MG). São apresentados média \pm desvio padrão, número de indivíduos gravados (uma gravação por indivíduo) entre parênteses, mínimo e máximo em itálico, abaixo.

Espécie	Duração (ms)	Ritmo (notas/s)	Frequência (Hz)
<i>B. ictericus</i>	65,3 \pm 14,0 (3) <i>51 - 79</i>	7,576 \pm 0,000 (3)	621,5 \pm 33,1 (3) <i>592 - 657</i>
<i>A. perviridis</i>	157,9 \pm 22,7 (10) <i>127 - 188</i>	1,439 \pm 0,801 (10) <i>0,70 - 3,32</i>	2231,0 \pm 86,4 (10) <i>2057 - 2358</i>
<i>H. callipygia</i>	315,0 (2) <i>306; 324</i>	0,233 (2) <i>0,19; 0,28</i>	778,2 (2) <i>770; 786</i>
<i>H. luctuosa</i> *	4088 \pm 1569 (7) <i>2362 - 6247</i>	324,3 \pm 10,7 (7) <i>307 - 340</i>	0,29 \pm 0,10 (6) <i>0,15 - 0,44</i>
<i>H. microps</i>	1316 (1)	0,39 (1)	4468 (1)
<i>H. polytaenia</i>	2363 \pm 529 (10) <i>1825 - 3661</i>	1,11 \pm 1,06 (10) <i>0,22 - 3,66</i>	4116 \pm 160 (10) <i>3904 - 4328</i>
<i>H. prasina</i>	317,8 \pm 102,4 (10) <i>107 - 505</i>	3,274 \pm 4,878 (10) <i>0,21 - 12,99</i>	1495,6 \pm 112,6 (10) <i>1313 - 1626</i>
<i>S. duartei</i>	300,1 \pm 60,8 (10) <i>204 - 402</i>	0,488 \pm 0,268 (10) <i>0,22 - 1,12</i>	2822,8 \pm 257,5 (10) <i>2466 - 3304</i>
<i>Scinax</i> sp.	384 (1)	0,68 (1)	1163 (1)
<i>O. americanus</i>	792,8 \pm 135,3 (4) <i>600 - 901</i>	0,28 \pm 0,10 (4) <i>0,20 - 0,42</i>	828 \pm 41 (4) <i>796 - 882</i>
<i>P. cuvieri</i>	330 (2) <i>314; 346</i>	0,78 (2) <i>0,58; 0,98</i>	671 (2) <i>663; 679</i>

* Para *Hyla luctuosa* o número entre parênteses é o número de cantos de um único indivíduo.

Os cantos de anúncio da maioria das espécies encontradas em Monte Verde já foram descritos quanto aos seus parâmetros físicos (Cardoso, 1986; Heyer et al. 1990, Pombal-Jr., 1995, Haddad, 1987). São descritos a seguir os cantos de anúncio de *Hyla callipygia* e *Scinax* sp. (gr. *rubra*), que não foram encontrados em literatura e o de *Hyla luctuosa*, que foi mais complexo do que o encontrado por Pombal-Jr. & Haddad (1993).

O canto de *Hyla callipygia* apresentou uma única nota, emitida ao ritmo de 0,23 nota/s (DP = 0,046 nota/s, n = 2)(Figura 13A). A nota durava 315 ms (DP = 12,7 ms, n = 2) e concentrava a maior parte da energia na frequência fundamental e no terceiro harmônico, uma quantidade menor no segundo harmônico e ainda menos em quarto harmônico. A frequência fundamental apresentava uma leve modulação de 730 Hz (DP = 13 Hz, n = 2) para 773 Hz (DP = 35 Hz, n = 2).

O canto de *Scinax* sp. (gr. *rubra*) era composto de uma única nota de cerca de 380 ms contendo 18 pulsos de 20 ms cada (Fig. 13B). Cada pulso tinha a energia distribuída entre 900 Hz e 3.800 Hz.

Hyla luctuosa apresentou uma vocalização muito variável (Figura 13C). Para esta espécie, as medidas de dispersão referem-se a cantos emitidos em seqüência por um único indivíduo. Isto porque era impossível individualizar o som quando três ou mais indivíduos vocalizavam próximos. O canto era composto pela combinação de repetições de frases longas e curtas, com duração e intensidade variáveis. As frases longas tinham maior intensidade do que as curtas. Os cantos tinham duração de 4.087 ms (DP = 1.569 ms, n = 7) e os intervalos entre eles tinham 3.260 ms (DP = 1.479 ms, n = 6) o que dava a impressão de som contínuo com apenas dois

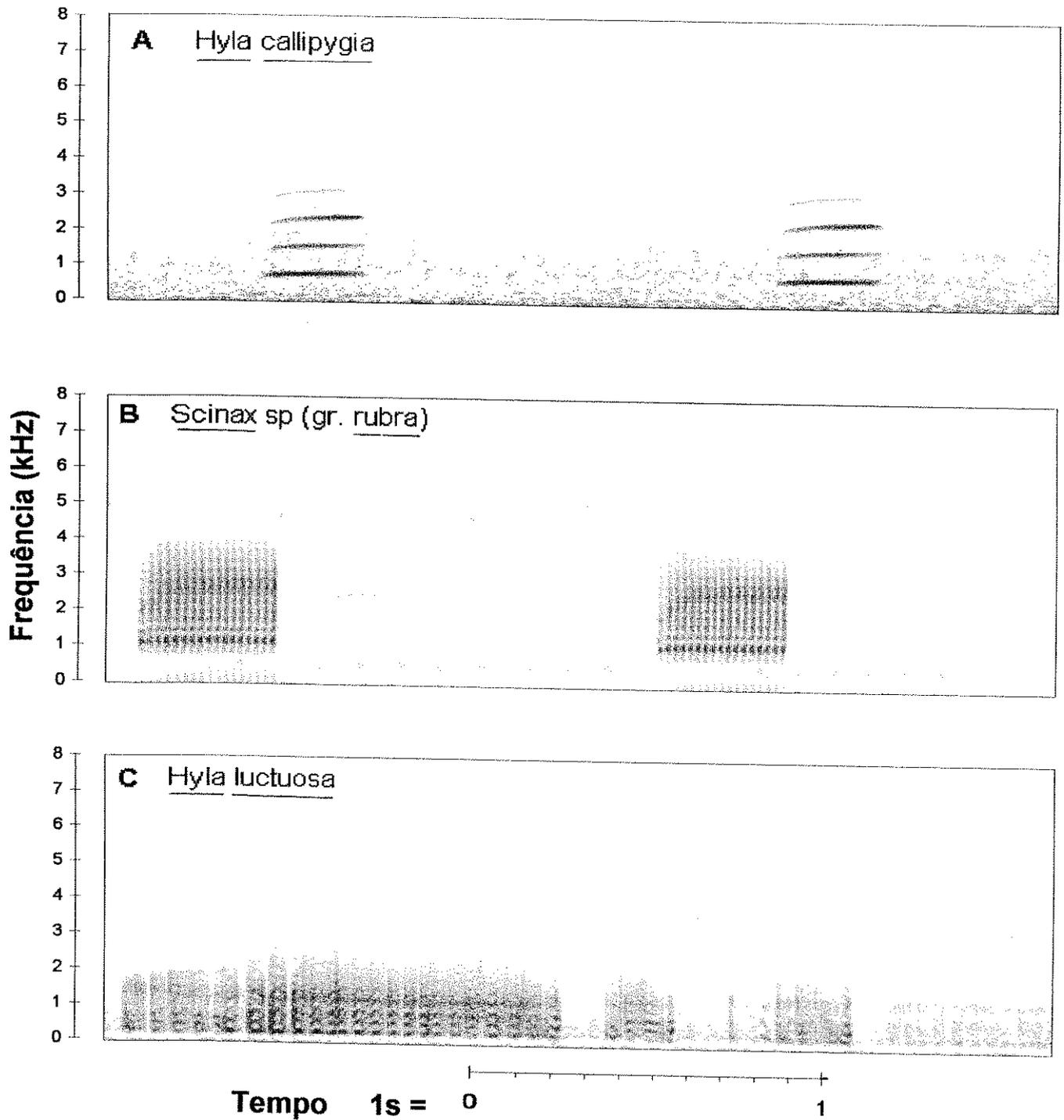


Figura 13 - Vocalizações de anfíbios de Monte Verde, Camanducaia-MG. Os sonogramas foram calculados com FFTs de 1024 pontos a intervalos de 5 ms.

indivíduos ativos. Cada canto era composto por três (DP = 1,2, n = 7) frases longas de 637 ms (DP = 111,0 ms, n = 7) e seis frases curtas de 145 ms (DP = 31,8 ms, n = 7) misturadas, com intervalos entre frases de 133 ms (DP = 105,8 ms, n=7). As frases eram compostas por várias notas curtas, tendo cada nota uma duração de 30 a 50 ms, com intervalos de 5 a 10 ms. O som era ruidoso, com a energia distribuída de cerca de 320 Hz a 1.640 Hz.

Tamanhos

Os tamanhos dos machos vocalmente ativos foram distintos para cada espécie estudada e as fêmeas tenderam a ser maiores do que os machos (Tabela 4). Os dados de *Leptodactylus cf. ocellatus* foram desconsiderados devido à raridade de vocalizações destes animais na área, que dificultava a distinção entre machos ativos e indivíduos juvenis. Além disso, houve indícios de que os animais eram eventualmente caçados por moradores da região.

Número de ovos

O número de ovos por desova foi obtido apenas para cinco espécies (Tabela 5). Ovos anormais (possivelmente inférteis) foram encontrados nas desovas de *Hyla prasina*, *Scinax duartei* e *Scinax sp. (gr. rubra)*, sendo muito mais comuns na desova da última.

Tabela 4 - Comprimento rostro-cloacal (mm) dos anuros medidos em 1995 em Monte Verde, Camanducaia-MG.

Espécie	Machos			Fêmeas		
	Média	DesvPad	n	Média	DesvPad	n
<i>Hyla microps</i>	23,37	1,94	37	34,00	3,03	6
<i>Hyla polytaenia</i>	30,87	4,21	41	37,46	3,61	5
<i>Scinax duartei</i>	30,91	1,75	76	36,26	2,10	8
<i>A. perviridis</i>	38,54	1,83	11			
<i>Scinax sp.</i>	40,51	4,18	66	43,39	1,48	8
<i>Hyla callipygia</i>	45,50	0,00	2			
<i>Hyla prasina</i>	49,06	3,74	108	51,55	3,47	4
<i>O. americanus</i>	51,00	3,61	3	57,00	-	1
<i>Hyla luctuosa</i>	62,58	3,62	12			
<i>Bufo ictericus</i>	107,71	10,38	16	131,50	7,78	2

Tabela 5 - Número de ovos depositados em laboratório, por fêmeas coletadas em amplexo em Monte Verde, Camanducaia-MG.

Espécie	n° de ovos normais			n° de ovos anormais		
	n desovas	média	DesvPad	n desovas	média	DesvPad
<i>Hyla microps</i>	4	366,50	148,87			
<i>Hyla polytaenia</i>	3	291,33	21,78			
<i>Hyla prasina</i>	3	928,33	216,92	3	3,67	6,35
<i>Scinax duartei</i>	4	398,25	79,37	4	6,75	7,89
<i>Scinax</i> sp.	6	1018,67	98,68	6	65,33	55,97

Observações adicionais

Não foi observada nenhuma interação agressiva entre machos de espécies diferentes. Combates físicos foram observados entre machos de *Hyla prasina*, *Hyla microps* e *Bufo ictericus* e uma disputa vocal entre machos de *Aplastodiscus perviridis*.

De modo geral, os dados coletados nas duas lagoas da área de estudo são concordantes com as observações esporádicas realizadas em outras áreas de Monte Verde, quanto às espécies encontradas, período de vocalização, sítio de canto e turno de vocalização. Entretanto, existe uma represa artificial de abastecimento de água localizada na Avenida da Montanha, no início da trilha para o Pico do Selado (2.080 m), onde o período e o turno de vocalização dos anuros foi diferente.

Esta represa se situa a 1.850 m de altitude, numa calha da serra com vegetação de mata de altitude, frequentemente sombreada e encoberta pelas nuvens que tocam a serra. Lá, *Hyla microps*, *Scinax duartei* e *Scinax* sp (gr. *rubra*) iniciaram seu período de vocalização até um mês antes do que nas lagoas da área de estudo. Além disso, por seis vezes, em dias de névoa densa, *Hyla microps*, *Hyla prasina*, *Bufo ictericus* e/ou *Scinax duartei* foram escutados vocalizando durante diversos horários do dia.

DISCUSSÃO

Composição de espécies

Embora alguns trabalhos apresentem nítidos gradientes latitudinais e altitudinais de diminuição de riqueza (Martinez-Rica & Reiné-Viñales, 1988; Duellman & Trueb, 1994), não foi encontrada relação significativa entre a altitude de locais já estudados no sudeste do Brasil e a riqueza de espécies ($n=10$; $r_s = - 0,513$)(Tabela 6). Apesar disto, o número de espécies encontrado em Monte Verde até o momento é pequeno, comparado ao das áreas baixas, o que tende a confirmar a menor riqueza em altitude.

Quanto às espécies encontradas, a fauna de Monte Verde é mais assemelhada à da Serra do Itapetinga, em Atibaia (SP), que é a região serrana mais próxima já estudada. Entretanto, a área seguinte de maior semelhança é a da Serra de Paranapiacaba, muito mais distante do que outras áreas em Jundiaí, na Serra do Mar ou no interior de SP. Aliás, a semelhança biogeográfica não foi explicada de modo significativo por relações de distância de outras áreas ($n = 10$, $r_s = - 0,098$), diferença de altitude ($n = 10$; $r_s = 0,251$) ou diferença de pluviosidade ($n = 7$; $r_s = - 0,464$). É interessante notar que a altitude não esteve associada à pluviosidade nas áreas comparadas ($n = 8$; $r_s = 0,595$).

O tipo de vegetação também não parece estar nitidamente ligado à semelhança na fauna de anuros. Isto porque as áreas de cerrado encontram-se intercaladas com as de mata atlântica se ordenadas por semelhança com Monte Verde.

Tabela 6 - Semelhança biogeográfica de Monte Verde, Camanducaia-MG com áreas previamente estudadas, considerando-se a fauna de anuros atualmente conhecida

Local	n° de espécies	n° sp comuns a Monte Verde	CSB	Altitude (m)	Distância reta a		Chuva (mm)
					Monte Verde	Monte Verde (km)	
1- Monte Verde, Camanducaia-MG	17*	17	1,00	1600	0		1891
2- Serra do Itapetinga, Atibaia-SP	32	13	0,53	1100	56		1488
3- Fazenda Intervales, Rib. Grande-SP	48	12	0,37	850	230		1665
4- S. de Paranapiacaba, Rib. Branco-SP	43	11	0,37	800	270		1573
5- Morro do Ferro, Poços de Caldas-MG	28	8	0,36	1400	102		1898
6- Serra do Japi, Jundiá-SP	24	7	0,34	870	96		1574
7- Botucatu	43	9	0,30	~670	200		1207
8- P. N. de Ibitipoca, Lima Duarte-MG	30	6	0,26	~1200	196		-
9- Serra do Mar, Boracéia-SP	65	10	0,24	900	96		3058
10- Picinguaba-SP	42	5	0,17	-	106		-
11- S. Canastra, S. Roque de Minas-MG	27	3	0,14	~1200	230		-

CSB = Coeficiente de Semelhança Biogeográfica (Dullman, 1990).

CSB = $2A / (B + C)$. Onde A é o número de espécies comuns a duas localidades e B e C são as riquezas de espécies de cada localidade.

* *Rana catesbeiana* não foi considerada por ser uma espécie introduzida no ambiente pelo homem.

Fontes: 2- Giaretta, 1994; 3- Bertoluci, 1991; 4- Pombal-Jr., 1995; 5- Cardoso, 1986; 6- Haddad, 1991; 7- Jim, 1980; 8- Feio, 1990 apud Pombal-Jr., 1995; 9- Heyer et al. 1990; 10- Haddad (dados não publicados) apud Pombal-Jr., 1995; 11- Haddad et al. 1988. Considerando atualizações por Pombal-Jr (1995).

Estes dados não confirmam o sugerido por Pombal-Jr. (1995), quanto à explicação das semelhanças através da distância, vegetação e relevo. É possível que isso ocorra devido ao fato de que os estudos comparados analisaram áreas de tamanhos diferentes, algumas com variação altitudinal relevante e com esforço amostral heterogêneo. O grau de perturbação antrópica desigual entre áreas também pode ter prejudicado as comparações. Um levantamento mais aprofundado das espécies de Monte Verde deve ainda aumentar a riqueza conhecida para a região mas não deve alterar de maneira importante a comparação de semelhança com outras áreas.

Será necessário obter informações de composição de espécies de um número muito maior de localidades do que dispomos hoje, para entender a distribuição dos anuros, que não parece seguir padrões simples o suficiente para serem identificados numa abordagem geral como esta.

Períodos de vocalização e reprodução

A maior concentração dos períodos de vocalização e reprodução no verão é característica da região de São Paulo (Haddad, 1991; Rossa-Ferrez & Jim, 1994) e sul de Minas Gerais (Cardoso, 1986) e está associada ao regime de chuvas e temperatura. A Serra da Mantiqueira, na região de Monte Verde, apresenta uma das altitudes mais elevadas do estado de São Paulo, que é refletida em temperaturas baixas (Monte Verde fica ao lado da divisa entre São Paulo e Minas Gerais). Poderia ser esperado que espécies comuns a áreas baixas e a Monte Verde, apresentassem, na serra, períodos de vocalização e reprodução mais curtos

ou deslocados para os meses mais quentes (Beattie, 1985; Howard & Wallace, 1985).

Comparando-se os períodos de vocalização dos anuros de Monte Verde com os de outras áreas, não foi possível visualizar nenhum padrão geral para as espécies, com relação à altitude (Figs. 14 e 15). Entretanto, algumas espécies parecem ter o período de vocalização diminuído (*Hyla minuta*, *Physalaemus cuvieri*), aumentado (*Hyla prasina*) ~~*Hyla luctuosa*~~ ou deslocado (*Odontophrynus americanus*). O detalhamento destas alterações só poderá ser feito no futuro, com o estudo de mais áreas de ocorrência das espécies.

O período reprodutivo esteve concentrado no início do período de vocalização. Isto é explicado pelo longo período sem reprodução no inverno, que sincroniza seu ciclo de maturação de óvulos das fêmeas, fazendo com que estas fiquem prontas para reproduzir no início da atividade vocal dos machos (Duellman & Trueb, 1994).

Comparação entre as lagoas

As duas lagoas foram mais desiguais tamanho (perímetro, superfície e volume) do que em número de espécies e de indivíduos em atividade vocal. Isto indica que a densidade de indivíduos em uma lagoa reflete a disponibilidade de locais de reprodução, com relação ao tamanho da área onde a população vive. Ambas as lagoas se dispõem no limite entre o vale, que contém áreas abertas e os morros com áreas de mata, que podem abrigar populações consideráveis de anuros.

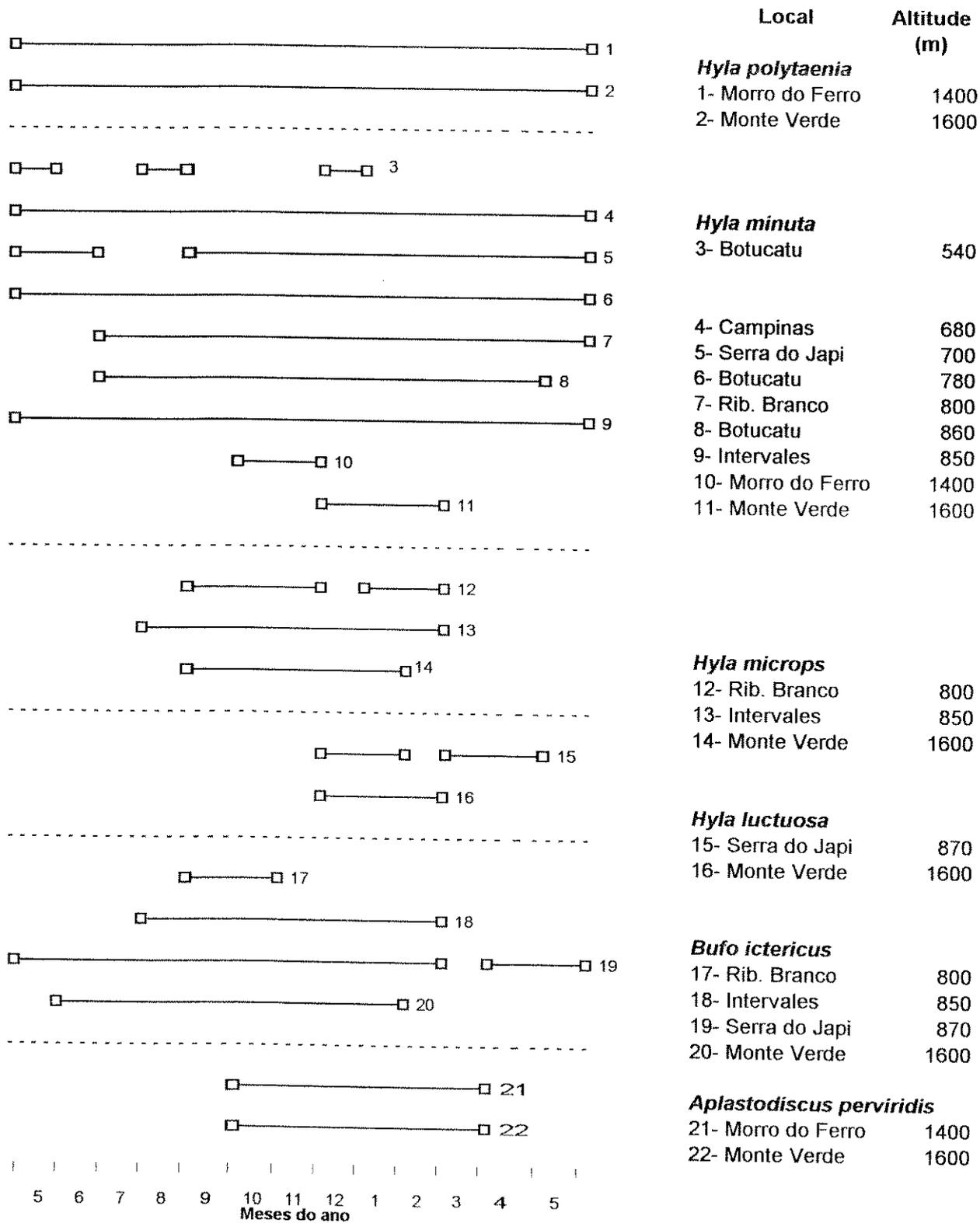


Figura 14 - Comparação entre regiões, dos períodos de vocalização de anuros que ocorrem em Monte Verde, Camanducaia-MG. Fontes: 5 Andrade, 1987; 8 Caramaschi, 1981; 1, 10 e 21 Cardoso 1986; 4 Haddad, 1987; 9, 13 e 18 Bertoluci, 1991; 15 e 19 Haddad & Sazima, 1992; 3 e 6 Rossa-Ferrez & Jim, 1994, 7, 12 e 17 Pombal-Jr., 1995.

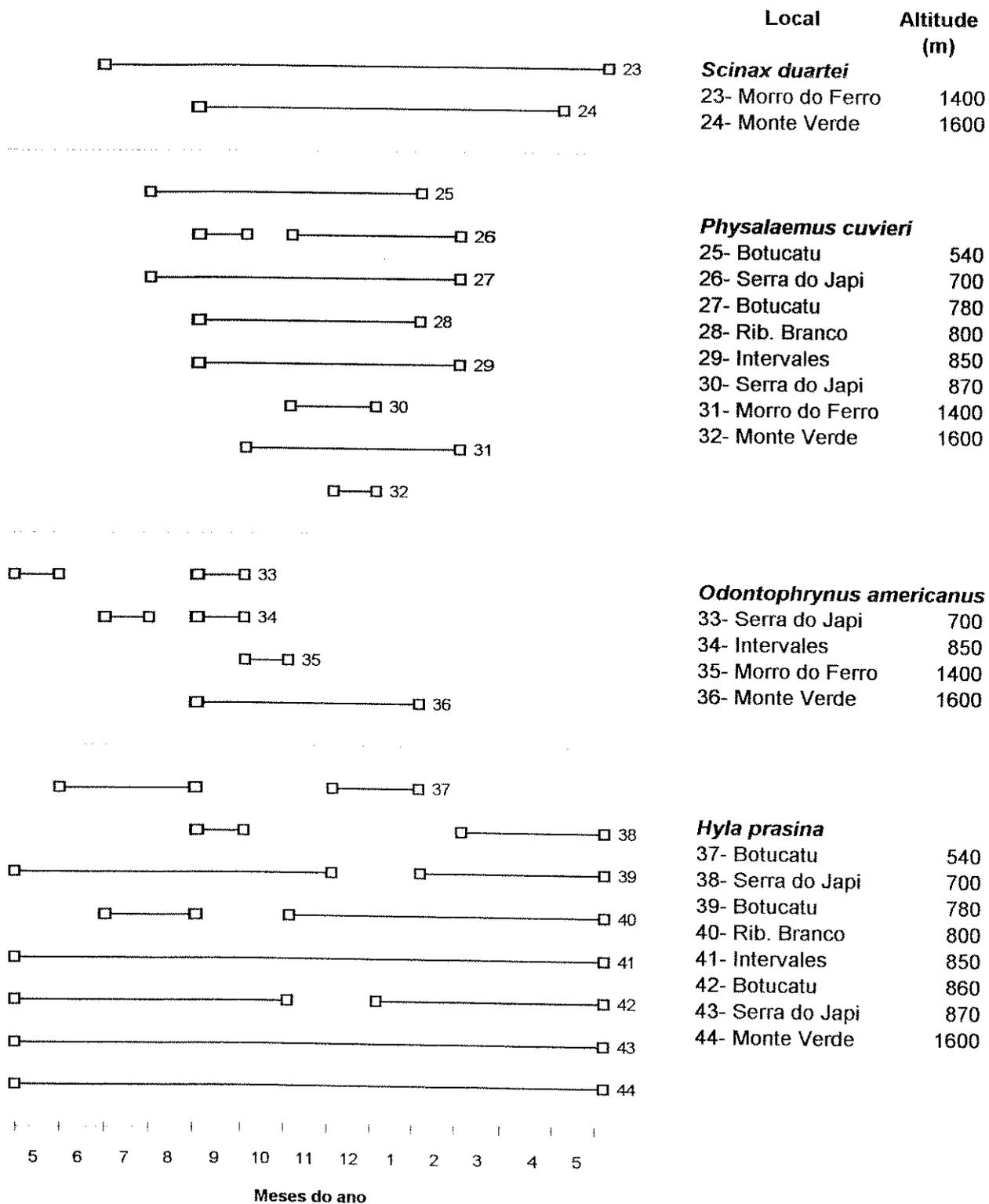


Figura 15 - Comparação entre regiões, dos períodos de vocalização de anuros que ocorrem em Monte Verde, Camanducaia-MG. Fontes: 26, 33, 38 Andrade, 1987; 42 Caramaschi, 1981; 23, 31 e 35 Cardoso, 1986; 29, 34 e 41 Bertoluci, 1991; 30 e 43 Haddad & Sazirma, 1992; 25, 27, 37 e 39 Rossa-Ferrez & Jim, 1994; 28 e 40 Pombal-Jr., 1995.

A diferença de número de indivíduos em vocalização seria ainda menor, se *Hyla prasina* não estivesse presente apenas na lagoa grande. Este anuro chegou a ter mais de 80 indivíduos ativos por noite. A exclusividade de *Hyla prasina* na lagoa grande não pôde ser explicada neste estudo. A espécie foi vista em diversas outras lagoas de Monte Verde, algumas de tamanho até menor do que o da lagoa pequena. Entretanto, esta lagoa foi a única a não ser alimentado por riacho, apresentando água parada.

A ausência de *Hyla prasina* na lagoa pequena poderia ser devida a: 1- acúmulo de alguma substância química não tolerada na fase larval; 2- esfriamento, no inverno, até temperaturas não suportadas pelas larvas (em 22/08/96 havia gelo na superfície da lagoa ao meio-dia); 3- teor de oxigênio abaixo do necessário para o desenvolvimento larval. Seria interessante conhecer como os adultos desta espécie selecionam os sítios de canto e postura.

O não-aparecimento de *Hyla minuta* na lagoa grande e *Odontophrynus americanus* na lagoa pequena pode ser circunstancial, devido às baixas densidades observadas.

Os períodos de vocalização e reprodução e os turnos de vocalização das espécies foram muito similares nas duas lagoas. Isto indica que *Hyla prasina* não interfere na reprodução dos anuros na lagoa grande, apesar de sua alta abundância, atividade vocal e diversidade de sítios de canto ocupados (ver também Hödl, 1977 e Cardoso et al. 1989).

As observações adicionais realizadas na lagoa a 1.850 m de altitude reforçam a idéia de que, para *Hyla microps*, *Scinax duartei* e *Bufo ictericus*, o

aumento da umidade em setembro é fundamental para o início das atividades de vocalização e reprodução.

Os picos de número de indivíduos anteriores aos picos de número de espécies nas duas lagoas refletem o grande aumento no número de indivíduos ativos de *Hyla polytaenia* e *Scinax duartei* neste período. Devido à alta abundância dessas duas espécies com relação às demais na área, a diminuição de sua atividade em dezembro e janeiro não é compensada pelo aparecimento de outras espécies.

Turno de vocalização

As espécies estudadas apresentaram turnos de vocalização característicos e constantes ao longo do período reprodutivo. Algumas hipóteses foram sugeridas para explicar a maior concentração dos picos de atividade no início da noite: 1 - utilização do restante da noite para alimentação; 2 - exploração de uma maior disponibilidade de fêmeas no início da noite, que se aproximariam neste horário para ter mais tempo para desovar ainda no escuro; 3 - o declínio da temperatura ao longo da noite poderia tornar as primeiras horas mais favoráveis à vocalização (Pombal-Jr, 1995). Entretanto, nenhuma delas prevê casos como o de *Aplastodiscus perviridis*, que apresentou atividade constante durante a maior parte da noite e *Hyla luctuosa*, que teve a maior atividade no final da noite. É possível os turnos de vocalização dos anuros sejam moldados por mais de um fator, sendo, talvez, mais eficiente uma abordagem experimental para solucionar a questão.

As comparações com outras áreas mostram uma tendência de os turnos serem mais longos em maior altitude e de começarem mais tarde (Fig. 16). Não foi encontrado relato ou explicação para esta tendência na literatura nem pôde ser imaginada uma hipótese plausível. A constância encontrada nos turnos de vocalização dos anuros ao longo do período reprodutivo indica que o turno de vocalização é uma característica intrínseca de cada espécie. O conhecimento do turno das espécies é importante para facilitar estudos de biologia das espécies e levantamentos de anurofauna. Heyer et al. (1990) sugerem que *Hyla circumdata* de Boracéia-SP seja muda ou vocalize tarde da noite. *Hyla luctuosa*, encontrada em Monte Verde e pertencente ao mesmo grupo, teve seu pico de atividade vocal por volta das 3:00 h.

As observações adicionais da lagoa a 1.850 m de altitude indicam que, em Monte Verde, os anuros não costumam vocalizar durante o dia para evitar a dessecação. A umidade do ar pode ser, então, um fator mais importante do que a predação em restringir a vocalização dos anuros para a noite (ver Duellman & Trueb, 1994; Pombal-Jr, 1995).

Sítio de canto

A grande sobreposição dos sítios de canto das espécies e a invasão dos sítios não sobrepostos durante o deslocamento dos anuros indica que, em Monte Verde, o sítio de canto não auxilia o isolamento reprodutivo entre as espécies. Além disso, nenhum pareamento híbrido foi visto em 71 amplexos observados e nenhuma interação agressiva entre espécies foi observada durante as invasões de sítios de

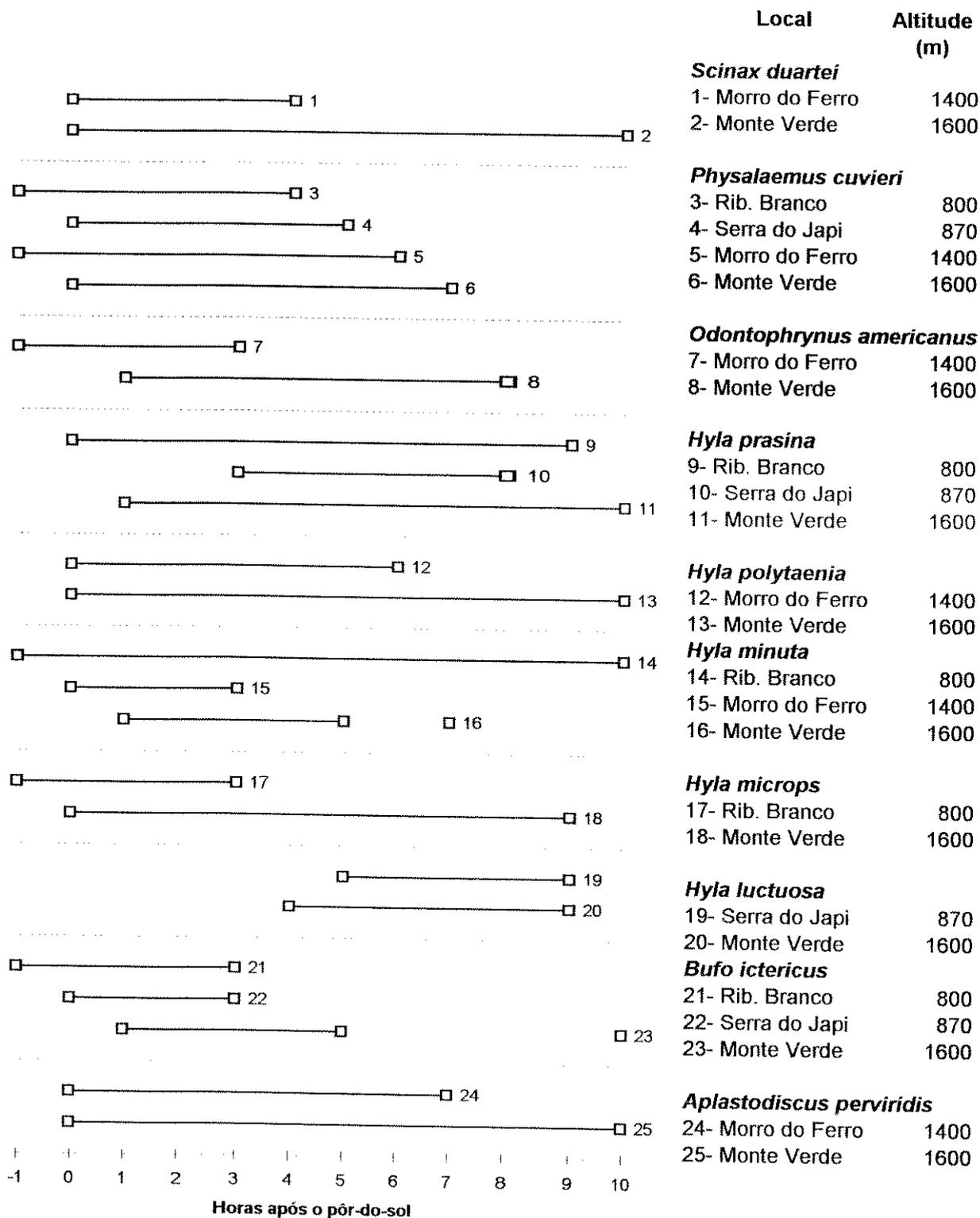


Figura 16 - Comparação entre regiões, dos turnos de vocalização de anuros que ocorrem em Monte Verde, Camanducaia-MG. Fontes: 1, 5, 7, 12, 15 e 24 Cardoso, 1986; 4, 10, 19 e 22 Haddad, 1991; 3, 9, 14, 17 e 21 Pombal, 1995.

canto. Isto sugere que o sucesso da reprodução, para este conjunto de espécies, não depende da separação dos sítios de canto.

Outros estudos têm encontrado graus variáveis de sobreposição de sítio de canto, que tem sido apontado como um recurso partilhado por anuros, contribuindo para reduzir encontros heterospecíficos (Hödl, 1977; Bowker & Bowker, 1977; Cardoso & Vieliard, 1990). Crump (1982) observou uma diminuição da especificidade dos anuros ao sítio de canto quando aumentava o número de espécies ou a densidade de indivíduos Santa Cecília, no Equador. Este autor atribuiu suas observações à competição por sítio de canto, com deslocamento de indivíduos para sítios menos interessantes. Entretanto, por esta lógica, seria de se esperar que em Monte Verde fossem observadas interações interespecíficas devidas à sobreposição dos sítios de canto, mas isto não ocorreu.

É possível que as espécies de Monte Verde apresentem isolamento reprodutivo eficiente através de outros fatores, como reconhecimento específico do canto de anúncio e sejam tolerantes à sobreposição do sítio de canto. Este poderia ser influenciado por fatores intrínsecos de cada espécie, como: tamanho corpóreo, grupo taxonômico, fisiologia ou modo reprodutivo.

Vocalizações

As vocalizações dos anuros encontrados em Monte Verde, apresentaram diferenças de duração, ritmo e frequência. Este padrão tem sido encontrado em quase todos os estudos de comunidades de anfíbios indicando que diferenças na vocalização constituem o mais importante mecanismo de isolamento reprodutivo em

anuros (Duellman & Pyles, 1983; Cardoso & Vielliard, 1990). Quando as vocalizações são muito parecidas, pode ocorrer a hibridação (Pombal-Jr., 1995).

A comparação das vocalizações dos anuros com as gravações em museu é limitada, pois sabe-se que o canto destes animais pode variar em duração, frequência e ritmo de acordo com a temperatura (Duellman & Trueb, 1994). Como a temperatura num mesmo local varia ao longo da noite e do ano, seria necessário que todas as gravações fossem tomadas num mesmo período e num mesmo horário, para realizar comparações seguras. Ou então, seria necessário conhecer com que intensidade o canto de cada espécie é influenciado pela temperatura, mas esta informação ainda não é disponível.

As comparações foram realizadas de modo exploratório, considerando que os efeitos da falta de padronização das gravações devem ser aleatórios. Assim, havendo padrões fortes relacionando parâmetros do canto com a altitude, estes poderiam ser detectados.

Segundo Duellman e Trueb (1994), seria esperado que em altitudes elevadas, os sons tivessem duração aumentada, ritmo desacelerado e frequência mais grave. Quatro das seis espécies analisadas quanto à duração do canto mostraram tendência de aumento de duração com a altitude ($r_s > 0$)(Fig. 17), enquanto que cinco de seis espécies analisadas apresentaram tendência de diminuição do ritmo com o aumento da altitude ($r_s < 0$)(Fig. 18). Três das cinco espécies analisadas quanto à frequência do som emitido tenderam a apresentar sons mais graves em altitudes mais elevadas e duas dessas relações foram altamente significativas (Fig. 19).

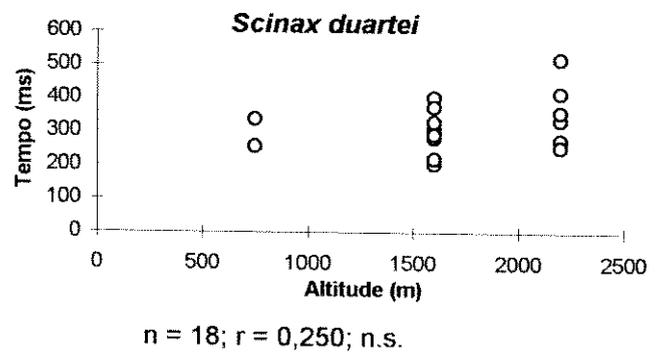
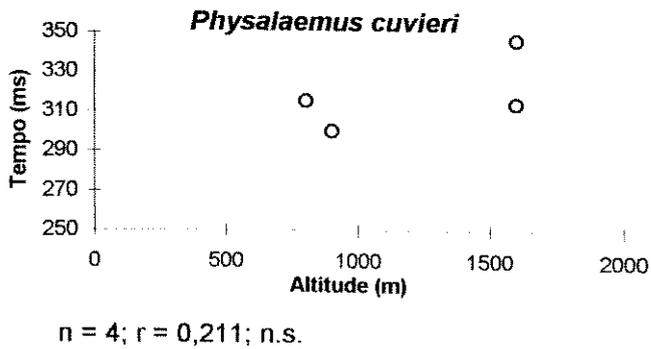
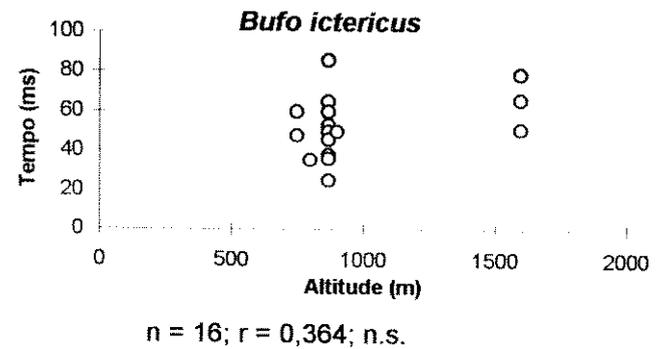
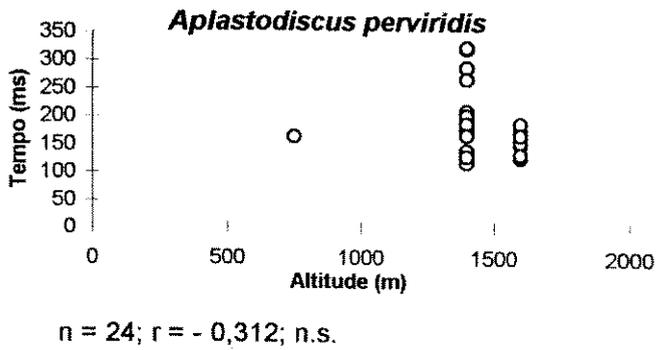
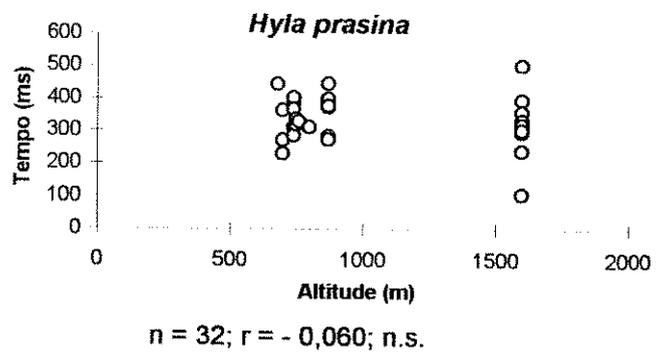
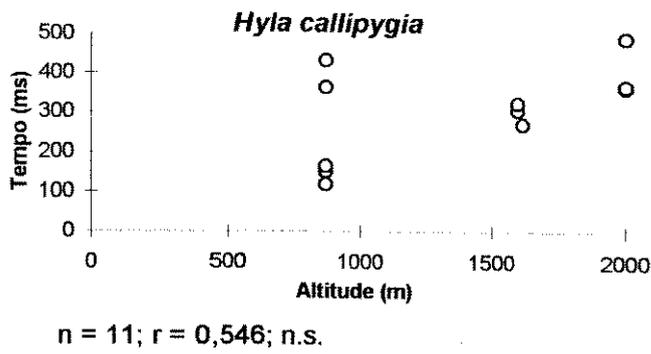


Figura 17 - Relação entre duração do canto e altitude, entre populações de anuros do leste do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais. Fontes: Heyer et al. 1990; Pombal-Jr, 1995; coleção de gravações do Museu de História Natural da UNICAMP.

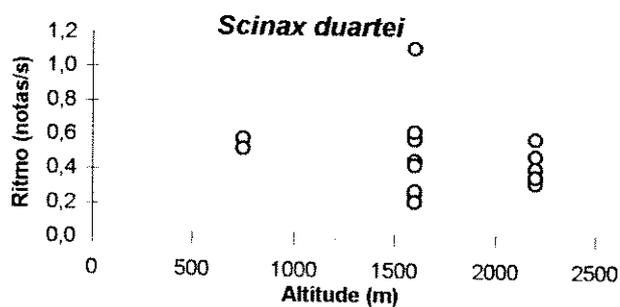
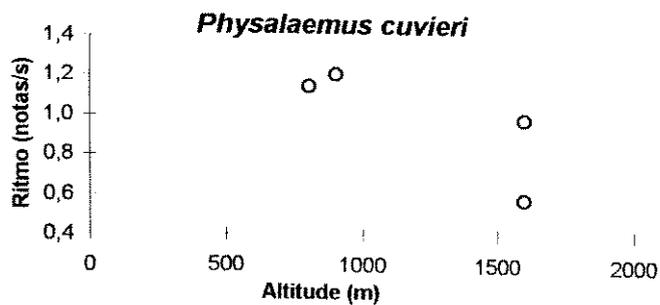
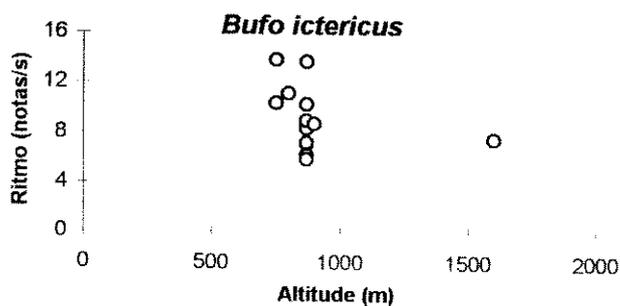
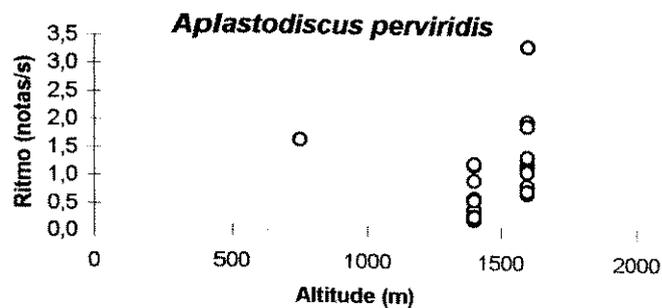
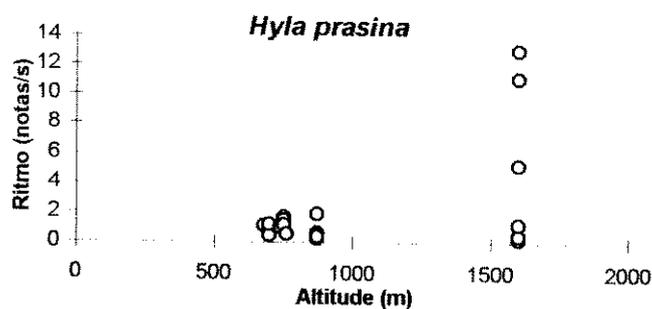
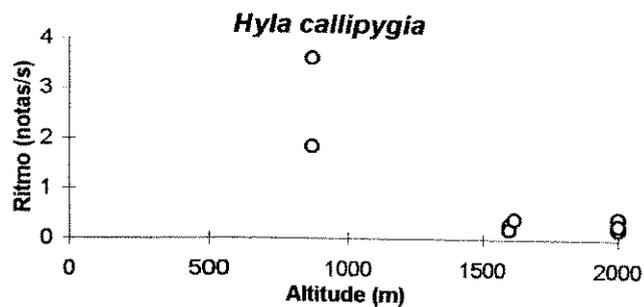
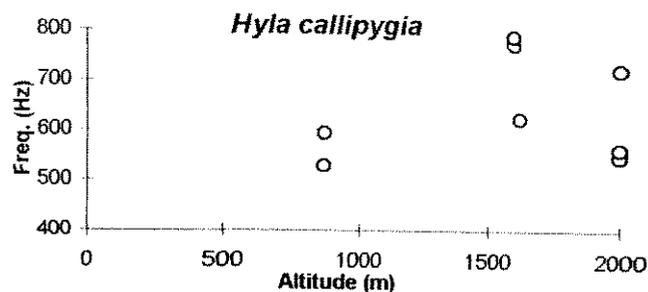
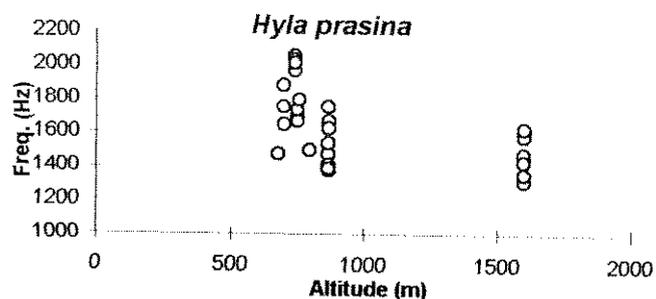


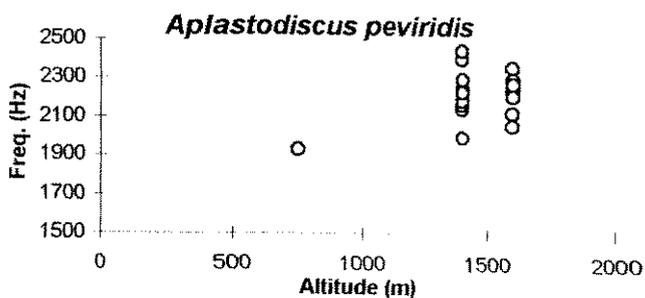
Figura 18 - Relação entre ritmo do canto e altitude, entre populações de anuros do leste do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais. Fontes: Heyer et al. 1990; Pombal-Jr, 1995; coleção de gravações do Museu de História Natural da UNICAMP.



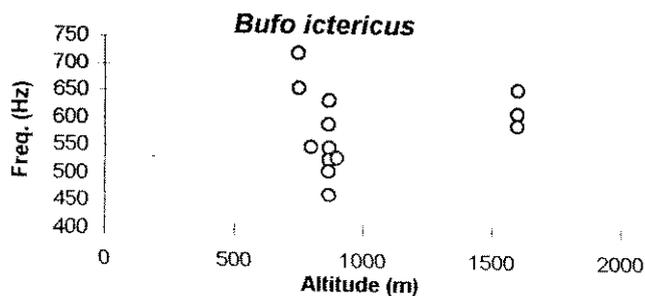
n = 8; r = 0,000; n.s.



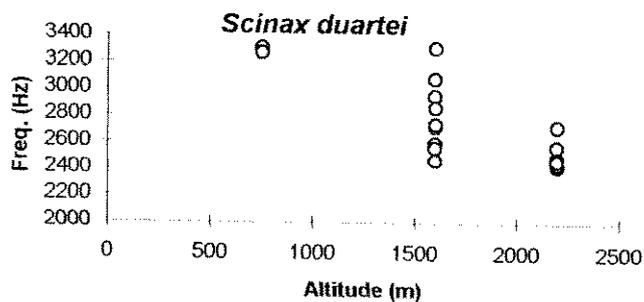
n = 32; r = - 0.654; p < 0,001



n = 24; r = 0,080; n.s.



n = 16; r = - 0,084; n.s.



n = 18; r = - 0,738; p < 0,001

Figura 19 - Relação entre freqüência do canto e altitude, entre populações de anuros do leste do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais. Fontes: Heyer et al. 1990; Pombal-Jr, 1995; coleção de gravações do Museu de História Natural da UNICAMP.

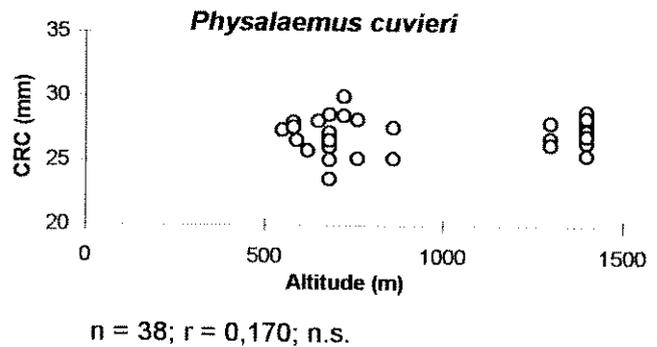
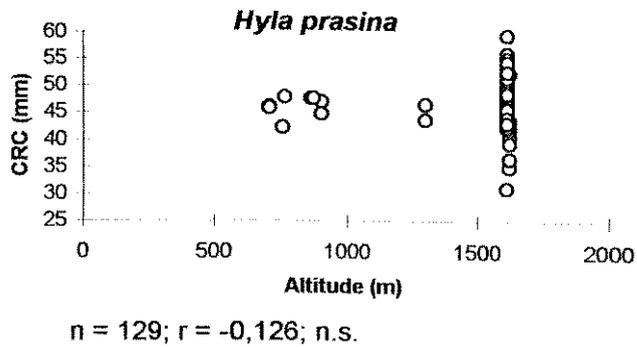
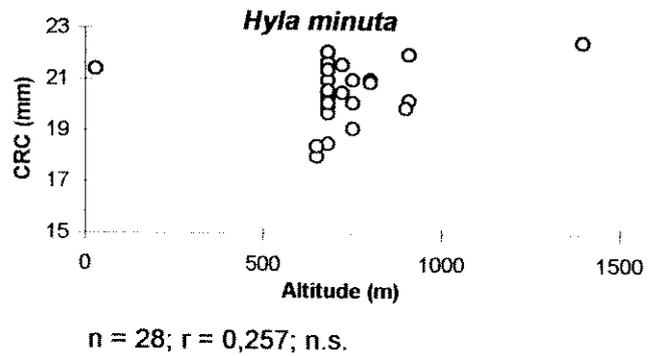
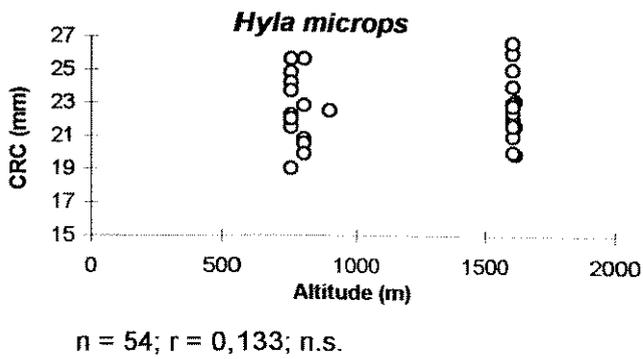
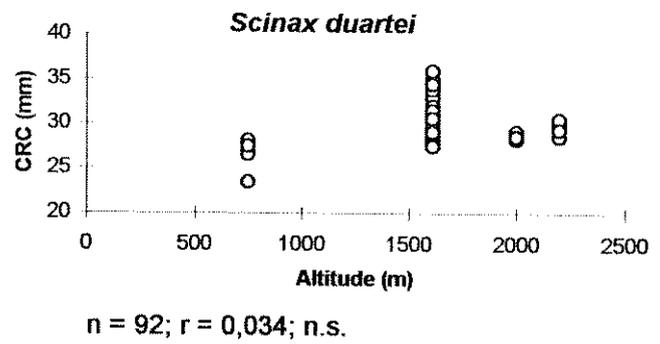
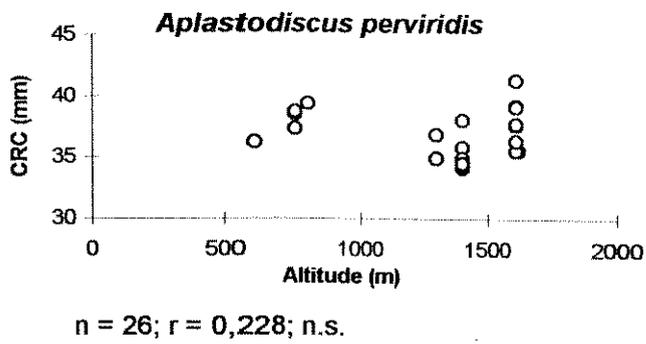


Figura 20 - Relação entre comprimento rostró-cloacal (CRC) e altitude para anfíbios anuros machos do leste do estado de SP e sul de MG. Fontes: Heyer et al., 1990; Haddad, 1991; coleção do Museu de História Natural da UNICAMP.

o mesmo acontece com o crescimento dos juvenis, quando indivíduos de uma mesma coorte são criados em temperaturas diferentes (Berven, 1982).

É interessante notar que *Hyla prasina* e *Scinax duartei*, que apresentaram canto significativamente mais grave em altitudes elevadas, não apresentaram tendências de tamanho aumentado em altitude. Isto seria esperado pois é característica de um animal maior produzir sons mais graves devido ao maior tamanho de todo o aparelho vocal (Duellman & Trueb, 1994). Em Porto Rico, *Eleutherodactylus coqui* forma uma clina, onde em altitudes elevadas os animais são maiores e os machos produzem sons mais graves. Narins & Smith (1986) mostraram que os machos apresentam resposta territorial mais freqüentemente a sons com a mesma freqüência comum em sua altitude. Isto indica que, nesta espécie, a freqüência do sinal é fundamental para o reconhecimento específico.

Conclusão e sugestões para trabalhos futuros

Neste estudo, os dados encontrados foram concordantes com diversos padrões apresentados na literatura para variações entre populações de anuros em resposta à altitude. Entretanto, a maioria das tendências não pôde ser confirmada estatisticamente. Isto pode ter acontecido devido a problemas na comparação dos dados de literatura ou porque na escala geográfica abordada, outros fatores ambientais encobrem os efeitos da altitude. Embora pouco provável, existe ainda a possibilidade de a altitude não provocar alterações interpopulacionais em espécies da região estudada.

Com relação aos dados de literatura, a diversidade de modos de coleta e apresentação de dados pelos diversos autores tornou necessário desconsiderar os números de indivíduos para os períodos e turnos de vocalização. Outro problema foi que as gravações e os animais fixados do Museu de História Natural da Unicamp não possuem informações de altitude do local de coleta. Muitas vezes a coleta é realizada no alto de um morro e a localidade registrada é a da cidade mais próxima, que fica no vale. Isto pode ter introduzido uma variabilidade aos dados de altitude que pode, por consequência, ter prejudicado as comparações.

Quanto à escala geográfica, a diferença de altitude abordada (540 a 2.000 m, para a maioria dos dados 700 a 1.600 m) pode ter sido pequena demais, ou a área (leste de SP e sul de MG) extensa demais. Entretanto, diversos estudos encontraram variações entre populações separadas por diferenças altitudinais de menos de 1.000 m (Berven, 1982; Beattie, 1985; Narins & Smith, 1986; Beattie, 1987). Quanto à extensão da área, de fato a maioria dos dados de literatura foi tomada em áreas próximas, a menos de 100 km de distância. É possível, portanto, que variações em regimes de chuvas, no relevo e nos microambientes formados pela vegetação local, tenham encoberto possíveis efeitos altitudinais neste estudo.

Recomenda-se, portanto, que em estudos futuros, todos os dados sejam coletados nas várias localidades a serem comparadas, de modo a padronizar a coleta e aumentar o poder das análises. O acompanhamento sazonal da atividade reprodutiva dos anuros possivelmente só poderá ser realizado em equipe, pois é praticamente impossível uma pessoa acompanhar simultaneamente diversas áreas. Mas diversas outras características poderão ser abordadas mesmo por uma única

pessoa, inclusive o turno de vocalização, que parece ser relativamente constante ao longo do período de vocalização (ver Resultados).

Sugere-se, ainda, que as áreas a serem comparadas sejam próximas, dispostas em um gradiente de altitude, como ocorre nas encostas de serras. Desse modo, o efeito das variáveis ambientais não controladas (chuva, vento, relevo, vegetação) deverá ser mais homogêneo sobre as áreas do estudo, reduzindo sua interferência nas análises.

RESUMO

Neste trabalho, foi avaliada a variação interpopulacional de parâmetros reprodutivos de anuros, em resposta a diferenças altitudinais, no leste do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais. A reprodução dos anuros de Monte Verde, Camanducaia (MG) foi estudada a 1.600 m de altitude e os dados foram comparados com os de estudos prévios realizados em outras localidades da região sudeste e acervos de gravações e animais fixados em museu.

Em Monte Verde, foram encontradas 18 espécies, das quais 13 foram estudadas em detalhe. A reprodução foi concentrada no verão, período mais quente e chuvoso na área. Houve grande sobreposição dos períodos e turnos de vocalização. Cada espécie apresentou um turno de vocalização característico, que se manteve relativamente constante durante o seu período de vocalização. Os sítios de canto foram bastante sobrepostos. Não foram observadas interações agressivas interespecíficas ou acasalamentos híbridos.

Em comparações com outros trabalhos foram encontrados indícios de que nos locais de altitude elevada os turnos de vocalização são mais estendidos e tardios, os machos são maiores e os cantos têm maior duração, ritmo mais lento e são mais graves do que em áreas baixas.

O poder das comparações foi diminuído pela escassez e falta de padronização dos dados em literatura, pela necessidade de estimar a altitude para o material de museu através da localidade de coleta e pela grande distância geográfica entre as áreas comparadas.

SUMMARY

In this study I tried to evaluate the interpopulational variation in reproductive parameters of anurans, in response to altitudinal differences, in the East of the state of São Paulo and the South of Minas Gerais. The reproduction of the anurans from Monte Verde, Camanducaia-MG, was studied at 1.600 m altitude, and the data were compared with studies conducted in other localities, tape recordings, and preserved museum specimens.

In Monte Verde, 18 species of anurans were found, and 13 were studied in detail. Reproduction was concentrated in the summer, the hottest and wettest period in the area. There were great overlaps in breeding seasons and in calling diel periods. Each species showed a characteristic calling diel period, that was held relatively constant during its reproductive season. There were high overlaps in calling sites. No interspecific aggression or hybridization was observed.

In comparison with other studies, evidences were found that in high elevations, the calling diel periods are longer and start later, males are larger and calls are longer, have slower rhythm and are deeper pitched than in lowlands.

The power of the comparisons was diminished by lack of studies, lack of standardization of the available data, need of altitude estimation through collection locality for the material in museums and by the great geographic distances separating the compared areas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, G. V. de. 1987. *Reprodução e vida larvária de anuros (Amphibia) em poça de água em área aberta na Serra do Japi, Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biologia. UNICAMP, Campinas. 157 p.
- BEATTIE, R. C. 1985. The date of spawning in populations of the common frog (*Rana temporaria*) from different altitudes in Northern England (UK). *Journal of Zoology (London)*, 205 (1): 137-154.
- BEATTIE, R. C. 1987. The reproductive biology of common frog (*Rana temporaria*) populations from different altitudes in Northern England (UK). *Journal of Zoology (London)*, 211 (3): 387-398.
- BERTOLUCI, J. A. 1991. *Partição de recursos associada à atividade reprodutiva em uma comunidade de anuros (amphibia) de mata atlântica*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências. USP, São Paulo. 118 p.
- BERVEN, K. A. 1982. The genetic basis of altitudinal variation in the wood frog *Rana sylvatica*. I. An experimental analysis of life history traits. *Evolution*, 36 (5): 962-983.
- BOWKER, R. G. & BOWKER, M. H. 1979. Abundance and distribution of anurans in a Kenyan pond. *Copeia*, 1979 (2): 278-285.
- BRASIL. 1983. Projeto Radambrasil. *Folhas SF. 23/24 Rio de Janeiro/Vitória; Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: PROJETO RADAMBRASIL, 1983. 780, p.

- BREUIL, M. & THIREAU, M. 1985. First evidence of an altitudinal variation in the brain size of *Triturus alpestris alpestris* (Amphibia, Caudata, Salamandridae). *Acta Zoologica (Stockholm)*, 66 (2): 89-96.
- BRIGGS, J. L. Sr. 1987. Breeding biology of the Cascade frog, *Rana cascadae*, with comparisons to *R. aurora* and *R. pretiosa*. *Copeia*, (1987): 241-245.
- CALDWELL, J. P. 1987. Demography and life history of two species of chorus frogs (Anura: Hylidae) in South Carolina. *Copeia*, (1987): 114-127
- CARAMASCHI, U. 1981. *Variação estacional, distribuição espacial e alimentação de populações de hílídeos na represa do Rio Pardo (Botucatu, SP) (Amphibia, Anura, Hylidae)*. Tese de Mestrado, Instituto de Biologia. UNICAMP, Campinas, 137 p.
- CARDOSO, A. J. 1981. *Organização espacial e temporal na reprodução e vida larvária de uma comunidade de hílídeos no sudeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biologia. UNICAMP, Campinas. 106 p.
- CARDOSO, A. J. 1986. *Utilização de recursos para reprodução em comunidade de anuros no sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto de Biologia. UNICAMP, Campinas. 216 p.
- CARDOSO, A. J.; ANDRADE, G. V. & HADDAD, C. F. B. 1989. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 49 (1): 241-249.
- CARDOSO, A. J. & VIELLIARD, J. 1990. Vocalizações de anfíbios anuros de um ambiente aberto, em Cruzeiro do Sul, Estado do Acre. *Revista Brasileira de Biologia*, 50 (1): 229-242.

- CHRISTIAN, K. A.; NUNEZ, F.; CLOS, L. & DIAZ, L. 1988. Thermal relations of some tropical frogs along an altitudinal gradient. *Biotropica*, 20 (3): 236-239.
- CRUMP, M. L. 1982. Amphibian reproductive ecology on the community level. In: N. J. Scoth Jr. (ed.), Herpetological Communities. *Wildlife Research Report.*, 13: 21-36.
- DONNELLY, M. A. & GUYER, C. 1994. P atterns of reproduction and habitat use in an assemblage of Neotropical hyllid frogs. *Oecologia*, 98 (3-4): 291-302.
- DONNELLY, M. A.; GUYER, C.; JUTERBOCK, J. E. & ALFORD, R. A. 1994. Appendix 2: Techniques for marking amphibians. pp 277-284. In: Heyer, W. R.; Donnelly, M. A.; McDiarmid, R. W.; Hayek, L. C. & Foster, M. S. (eds). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- DUELLMAN, W. E. 1990. Herpetofaunas in neotropical rainforests: comparative composition, history, and resource use. In: Gentry, A. H. (ed.). *Four neotropical rainforests*. Yale University Press, New Haven & London. 455-505.
- DUELLMAN, W. E. 1993. *Amphibian species of the world: additions and corrections*. University of Kansas. Lawrence, Kansas. 372 p.
- DUELMANN, W. E. & PYLES, R. A. 1983. Acoustic resource partitioning in anuran communities. *Copeia*, 3: 639-649.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. 1994. *Biology of Amphibians*. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 670 p.

- FROST, D. R (ed.). 1985. *Amphibian species of the world*. Allen Press Inc., & The Association of Systematics Collections. Lawrence, Kansas. 732 p.
- GALATTI, U. 1992. Population biology of the frog *Leptodactylus pentadactylus* in a central Amazonian rainforest. *Journal of Herpetology*, 26: 23-31.
- GALVÃO, M. V. 1977. *Geografia do Brasil: região sudeste*. Vol. 3. IBGE, Rio de Janeiro. 667 p.
- GIARETTA, A. A. 1994. *Utilização de recursos e potencial reprodutivo dos Leptodactídeos (Amphibia - Anura) de uma floresta semidecídua de altitude no sudeste do Brasil*. Tese de Mestrado, Instituto de Biologia. UNICAMP, Campinas. 74 p.
- HADDAD, C. F. B. 1987. *Comportamento reprodutivo e comunicação sonora de Hyla minuta Peters, 1872 (Amphibia, Anura, Hylidae)*. Tese de Mestrado, Instituto de Biologia. UNICAMP, Campinas. 135 p.
- HADDAD, C. F. B. 1991. *Ecologia reprodutiva de uma comunidade de anfíbios anuros na Serra do Japi, sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto de Biologia. UNICAMP, Campinas. 154 p.
- HADDAD, C. F. B.; ANDRADE, G. V. & CARDOSO, A. J. 1988. Anfíbios anuros no Parque Nacional da Serra da Canastra, Estado de Minas Gerais. *Revista Brasil Florestal*, 15 (64): 9-20.
- HADDAD, C. F. B. & SAZIMA, I. 1992. Anfíbios anuros da Serra do Japi. Pp 188-211 *In: Morellato, L. P. C. (Org.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Editora da Unicamp / FAPESP. Campinas.

- HEMELAAR, A. 1988. Age, growth and other population characteristics of *Bufo bufo* from different latitudes and altitudes. *Journal of Herpetology*, 22 (4): 369-388.
- HEYER, W. R. 1967. A herpetofaunal study of an ecological transect through the cordillera de Tilarán, Costa Rica. *Copeia* 1967 2: 259-271.
- HEYER, W. R.; RAND, A. S.; CRUZ, C. A. G. da; PEIXOTO, O. L. & NELSON, C. E. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, 31 (4): 237-410.
- HÖDL, W. 1977. Call differences in the calling sites segregation in anuran species from central amazonian floating meadows. *Oecologia (Berlin)*, 28: 351-363.
- HOWARD, J. H. & WALLACE, R. L. 1985. Life history characteristics of populations of the long-toed salamander (*Ambystoma macrodactylum*) from different altitudes. *American Midland Naturalist*, 113 (2): 361-373.
- HUEY, R. B. 1978. Latitudinal patterns of between-altitude faunal similarity: mountains might be "higher" in the tropics. *American Naturalist* 112: 225-229.
- JIM, J. 1980. *Aspectos ecológicos dos anfíbios registrados na região de Botucatu, São Paulo*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências. USP, São Paulo. 332 p.
- LEE, J. C. 1993. Geographic variation in size and shape of neotropical frogs: a precipitation gradient analysis. *Occasional papers of the Museum of Natural History the University of Kansas*, 163: 1-20.
- MARTÍNEZ-RICA, J. P. & REINÉ-VIÑALES, A. 1988. Altitudinal distribution of amphibians and reptiles in the Spanish Pyrenees. *Pirineos* 131: 57-82.

- NARINS, P. M. & SMITH, S. L. 1986. Clinal variation in anuran advertisement calls: Basis for acoustic isolation?. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 19 (2): 135-142.
- OWEN, J. G. 1989. Patterns of herpetofaunal species richness: relation to temperature, precipitation, and variance in elevation. *Journal of Biogeography* (1989) 16 141-150.
- PETTUS, D. & ANGLETON, G. M. 1967. Comparative reproductive biology of montane and piedmont chorus frogs. *Evolution*, 21: 500-507.
- POMBAL-JR., J. P. 1995. *Biologia reprodutiva dos anuros (Amphibia) associados a uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado. UNESP, Rio Claro. 164 p.
- POMBAL-JR, J. P. & HADDAD, C. F. B. 1993. *Hyla luctuosa*, a new treefrog from southeastern Brasil (Amphibia: Hylidae). *Herpetologica*, 49 (1): 16-21.
- ROSSA-FERES, D. de C. & JIM, J. 1994. Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, 54 (2): 323-343.
- SALVADOR, A. & CARRASCAL L. M. 1990. Reproductive phenology and temporal patterns of mate access in Mediterranean anurans. *Journal of Herpetology*, 24: 438-441.
- SINSCH, U. 1988. Temporal spacing of breeding activity in the natterjack toad, *Bufo calamita*. *Oecologia*, 76: 399-407.
- SMITH-GILL, S. J. & BERVEN, K. A. 1979. Predicting amphibian metamorphosis. *American Naturalist*, 108: 563-585.

- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1995. *Biometry*. 3rd ed. W. H. Freeman and Company. New York. 887.
- STEVENS, G. C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: An extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *American Naturalist*, 140 (6): 893-911
- STODDARD, P. K. 1990. Audio computers - theory of operation and guidelines for selection of systems and components. *Bioacoustics*, 2 (3): 217-239.
- WILLIAMS, J. M. & SLATER, P. J. B. 1991. Computer analysis of bird sounds: a guide to current methods. *Bioacoustics*, 3 (2): 121-128.
- ZAR, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2nd ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 718 p.
- ZUG, G. R. 1993. *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. Academic Press Inc., San Diego. 527 p.