

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Biologia

Este exemplar corresponde à redação final da  
tese defendida pelo aluno Adão José Cardoso e  
aprovada pela Comissão Julgadora

Campinas, 27 de junho de 1986

Ivan Sazima

UTILIZAÇÃO DE RECURSOS PARA REPRODUÇÃO EM COMUNIDADE  
DE ANUROS NO SUDESTE DO BRASIL

Adão José Cardoso

Orientador:

Dr. Ivan Sazima

Tese apresentada ao Instituto de Bio-  
logia da Universidade Estadual de Cam-  
pinas, para a obtenção do título de  
Doutor em Biologia ( Ecologia ).

CAMPINAS

1986

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

À

BENEDITA APARECIDA, com quem tenho juntado alguns de meus genes;

E A

MARCELO,

RENATO,

LUCILA e

CAMILA, que assumiram o compromisso de manter meus genes, não muito egoístas, durante mais algum tempo sobre a face da Terra.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho não seria possível sem a participação e apôio de diversas pessoas, dentre as quais agradeço, em especial ã(o):

DR. IVAN SAZIMA, pela orientação, apôio e amizade durante todas as fases do trabalho;

CÉLIO F. B. HADDAD e GILDA V. ANDRADE, pela participação nas atividades de campo e apôio nas ilustrações e montagem final do trabalho;

MÁRCIO MARTINS e LUCIANA LASTRE, pelas ilustrações artísticas.

DR. JACQUES VIELLIARD, pela elaboração de diversos sonogramas e sugestões valiosas;

DR. AQUILES E. PIEDRABUENA, pela orientação no tratamento estatístico;

DR. HERMÓGENES F. LEITÃO FILHO, pela identificação de diversas espécies vegetais do Morro do Ferro;

PROFA. RADENKA F. BATIŠTIC, pelas ilustrações do capítulo sobre citogenética de *H. albopunctata*.

PREFEITURA MUNICIPAL DE POÇOS DE CALDAS, pelo fornecimento de dados tomados no posto meteorológico do município.

JOSE P. POMBAL JUNIOR, pelo apôio na montagem da tese;

FAMÍLIA TOMIAMA (Kaká e Massa), pelo apôio e incentivo;

MARLI BICUDO, pela datilografia do texto final;

BENEDITA, MARCELO, RENATO, LUCILA e CAMILA, pela compreensão, estímulo, apôio e alegria de viver.

5.	DISCUSSÃO	
5.1.	Ambientes utilizados para reprodução .....	107
5.2.	Elementos climáticos durante o estudo .....	111
5.3.	Espécies de anuros .....	114
5.4.	Análise citogenética de <i>H. albopunctata</i> .....	118
5.5.	Organização espacial da comunidade .....	121
5.5.1.	Interações interespecíficas .....	121
5.5.2.	Interações intraespecíficas .....	125
5.6.	Vocalizações .....	127
5.6.1.	Funções das vocalizações .....	129
5.6.2.	Categorias de vocalizações .....	136
5.6.3.	Características físicas e ritmo de emissão de notas ...	138
5.7.	Organização temporal da comunidade .....	145
5.7.1.	Temporada de vocalizações .....	146
5.7.2.	Turno de vocalizações .....	150
6.	CONCLUSÕES .....	159
7.	RESUMO .....	162
8.	SUMMARY .....	165
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	168
	APÊNDICES .....	185

## 1. INTRODUÇÃO

No início deste século, os estudos com anfíbios anuros eram principalmente sobre sistemática e havia pouco interesse pelo conhecimento das interações nestes animais. Esta tendência foi sendo gradualmente alterada a partir da demonstração de repertórios comportamentais diversificados entre estes animais, principalmente aqueles relativos à biologia reprodutiva e à territorialidade, o que foi inicialmente apresentado por Martof (1953), em estudo sobre *Rana clamitans*, embora já houvesse caracterização nítida deste comportamento no trabalho de Banta (1914), com *Rana sylvatica*, ambas espécies de Ranidae da região neártica.

O reconhecimento e a divulgação de territorialidade em diversos outros grupos animais e a sugestão inicial de Martof (1953) estimularam estudos sobre este tema, influenciando um rápido aumento no conhecimento das interações em anfíbios anuros. A constatação de função territorial também nas vocalizações dos anuros modificou a abordagem usada nos estudos, o que ocorreu paralelamente ao desenvolvimento de equipamentos e técnicas que permitiam a análise espectral das ondas sonoras. Poucos dados a mais, tais como a época e a atividade de vocalizações foram suficientes para demonstrar a organização espacial e temporal existente nas comunidades de anuros, principalmente em relação à sua atividade reprodutiva (Blair, 1961).

Em diversos grupos de vertebrados foi também demonstrado que a co-existência entre populações diversas, em um mesmo ambiente, é facilitado por divergência ecológica, produzida em parte devido a interações comportamentais interespecíficas, envolvendo organização social, distribuição espacial e temporal nas comunidades (veja referências em Mc Nally, 1979). Diversos padrões comportamen

tais relativos à reprodução dependem de fatores endógenos, provavelmente produção de testosterona, interrelacionados com estímulos ambientais (Obert, 1977). No entanto, além destes ajustes às características físicas do habitat, as diferentes populações devem apresentar ajustes relacionados às outras espécies que compartilham o mesmo ambiente para o seu sucesso reprodutivo (Schwartz & Wells, 1983a).

As interações durante a reprodução de anuros foram estudadas em diversas regiões, porém, na Região Neotropical os dados disponíveis são escassos e comumente baseados em observações oportunísticas no campo, com pouca abordagem experimental. Assim, organização espacial e temporal de populações de anuros foram documentadas por diferentes autores em diversos ambientes na América do Norte (Blair, 1961; Duellman, 1967a), ambientes temporários tropicais (Heyer, 1974) e para hílídeos de área aberta sub-tropical (Cardoso, 1981b). Wells (1977a), baseado em estudos no hemisfério norte, caracterizou dois padrões extremos para ocupação de ambientes com finalidade reprodutiva: um tipo explosivo e um tipo prolongado. Este mesmo autor enfatizou ainda, a importância de informações sobre espécies tropicais, uma vez que a maioria dos anuros conhecidos ocorre nos trópicos, onde as diferenças climáticas entre as estações do ano são relativamente pequenas se comparadas às regiões onde foi desenvolvida a maioria dos estudos com anuros.

A organização social das diferentes espécies de anuros, para reprodução, pode apresentar características bem distintas (Duellman, 1967a) envolvendo cortejamento principalmente através de comunicação sonora. Isto foi demonstrado para a maioria das espécies de anuros, embora se admita que algumas espécies não emitam vocalizações (Bokermann, 1967; Jim & Caramaschi, 1979). O cortejamento, além de outras funções, é importante como mecanismo de identificação específica, permitindo isolamento reprodutivo e sincroni

zação da atividade reprodutiva entre componentes de um casal da mesma espécie (Morris, 1970). Estas características da corte tornam de grande importância a relação entre os locais utilizados como sítios de corte pelos machos e os locais usados para oviposição e desenvolvimento larvário. Cardoso (1981b) demonstrou que, embora os machos de *Physalaemus cuvieri* vocalizem em ambientes aparentemente propícios para o desenvolvimento larvário, a fêmea é a responsável pela escolha do local de oviposição. Em algumas espécies, foi demonstrada a presença de "líderes" no processo de corte, os quais vocalizam em ritmo mais rápido, mais intenso e são mais propensos a cantar fora de séries organizadas (Goin, 1949; Jameson, 1955). Whitney & Krebs (1975) verificaram que a situação de líder em um coro aumenta sua eficiência de acasalamento.

O estudo da comunicação sonora entre os anfíbios anuros foi iniciado há cerca de três décadas e os dados acumulados demonstram que as vocalizações podem ter função de atração de parceiro para a reprodução ou defesa de território (Schlötter, 1973; Salthé & Mecham, 1974). Além de vocalizações com ambas funções ao mesmo tempo, algumas espécies apresentam também emissões sonoras com características bem diferenciadas (comumente como notas multipulsionadas), com função somente territorial (Wells, 1977b).

Na Região Neotropical, estudos sobre características físicas das vocalizações de anfíbios anuros foram desenvolvidos inicialmente do ponto de vista taxonômico (Barrio, 1964a, 1965a; Bokermann, 1966) e, mais recentemente, também do ponto de vista funcional em comunidades (Hödl, 1977; Straugham & Heyer, 1976; Cardoso & Vielliard, 1982).

Em geral, espécies características de matas de encostas não apresentam congregação para reprodução com alta densidade, ao passo que as espécies de área aberta congregam-se em alta densidade durante a estação reprodutiva. Esta relação, entre tipo de

ambiente ocupado e tipo de organização durante a congregação, provavelmente indica a importância de táticas comportamentais para a reprodução de anuros, em termos de ocupação de sítios de cantos diversificados, características físicas das vocalizações e de locais para oviposição. Emissões de alta frequência são convenientes para comunicações sonora a curta distância (por ex., em altas densidades) devido à maior facilidade de localização da fonte emissora (Konishi, 1970), ao passo que sinais com duração longa podem incluir maior quantidade de parâmetros utilizáveis como meio de reconhecimento específico (Barrio, 1965b).

A hipótese inicial usada no presente trabalho é que nas comunidades de anfíbios anuros que ocupam ambientes semelhantes para reprodução, desenvolveram-se mecanismos de ajustes que previnem, ou diminuem, a competição entre as espécies e entre os indivíduos de uma mesma espécie conforme Krebs (1972), cuja linha de pensamento foi demonstrada em diversos grupos animais.

O objetivo do trabalho é verificar as características ecológicas e comportamentais, relacionadas à reprodução (temporada, turno e características físicas das vocalizações; sítios de cortejamento; interações sociais; seleção de locais para desova e desenvolvimento larvário), que podem estar relacionados à co-existência das diversas populações de anuros em local com características diversificadas, em ambiente de altitude no sudeste do Brasil.

Os dados obtidos poderão ser relevantes para ampliar os conhecimentos sobre as relações intraespecíficas e interespecíficas durante a reprodução de anuros neotropicais, bem como servir de fonte básica de conhecimentos sobre biologia de anuros que vivem em local com alta radioatividade natural, uma vez que se tem demonstrado alto nível de radiação natural no Morro do Ferro (Drew & Eisenbud, 1966). Estudos sobre citogenética com anfíbios do Mor

ro do Ferro estão em andamento no Instituto Butantan e no Departa  
mento de Biologia Celular do Instituto de Biologia da UNICAMP.

## 2. LOCAL DE ESTUDO

### 2.1. Características geológicas

O planalto de Poços de Caldas está delimitado por escarpas abruptas e com altitude em torno de 1300 m, bem superior à altitude (cerca de 800 m) da região circundante, na qual ocorreu o soerguimento do planalto. Esta diferença de altitude determina climas bem distintos entre a base e o planalto do jazimento, resaltando o interesse sobre aspectos geológicos da região como determinantes de condições climáticas atuais (Cristofolletti, 1972).

O maciço cristalino no sul e sudeste do Brasil está incluído entre as rochas mais antigas do mundo e apresenta elevações com cerca de 500 a 800 m de altitude, que acompanham o litoral, com orientação através de duas linhas de tensão (Leinz, 1949). Entre os paralelos 26 e 24 estas elevações seguem direção NE, às vezes delimitando o litoral através de seus contrafortes, outras vezes se afastando um pouco. A partir do paralelo 24 esta cadeia de elevações inclina-se um pouco mais para E, tomando rumo N-NE e afastando-se do litoral. A subsidência da rocha matriz determinou, também, a formação de outra cadeia, em posição interior ao continente e direção N-NE, acompanhando assim, a cadeia próxima do litoral após a alteração do seu ângulo de arqueamento e com elevações superiores a esta. A oeste destas cadeias de montanhas, o vulcanismo intenso verificado em diferentes épocas (no final do paleozóico e no cretáceo) determinou afloramentos de diabásio, os quais favoreceram a formação e movimentação de sedimentos superficiais, com conseqüente tendência de relevo mais aplaiado e mais trabalhado pela ação erosiva das calhas dos rios

(Soares, 1973); ao norte, a rocha matriz mais consistente não permitiu erupções vulcânicas e a sua resistência a pressões contribuiu para os diversos dobramentos (principalmente de gnaisse) que hoje caracterizam o relevo acidentado do Estado de Minas Gerais (Penteado, 1974).

Na cadeia interior de elevações ocorrem dois jazimentos de rochas alcalinas que estão incluídos entre os maiores do mundo: Itatiaia, que representa o ponto culminante da Serra da Mantiqueira, e Poços de Caldas, localizado próximo ao extremo sul da Serra da Mantiqueira, sem fazer parte desta. Embora estes dois jazimentos apresentem certas semelhanças, a orientação das intrusões alcalinas é muito diversa, com direção quase normal entre si (Ellert, 1959).

## 2.2. Constituição e morfogênese do planalto de Poços de Caldas.

O jazimento de Poços de Caldas tem configuração de um "plateau" com elevação em torno de 1300 m, circundado por área pouco acidentada com altitudes em torno de 800 m. Foi proposto que o "plateau" teve origem a partir de uma área desértica recoberta por areias junto a uma montanha (Björnberg, 1959). Posteriormente, teria ocorrido a intrusão e vulcanismo acompanhados de abatimentos nos bordos externos e posterior, com ação erosiva resultando em rebaixamento periférico externo. A atividade vulcânica teve início durante ou após o embasamento cristalino, com alternância de fases explosivas e efusivas (Ellert, 1959) e com a intrusão de rochas alcalinas muito ricas em terras raras e elementos radioativos, especialmente tório, estrôncio e actinídeos (Eisenbud et al., no prelo). Bushee (1971) estimou a idade da rocha matriz em cerca de 80 milhões de anos (durante o Cretáceo) e a intrusão alcalina em cerca de 20 milhões de anos.

### 2.3. Morro do Ferro

O Morro do Ferro é uma colina inserida no relevo acidentado (Fig. 1) do "plateau" de Poços de Caldas, distante cerca de 15 km ao sul desta cidade ( $21^{\circ}48'S$ ;  $46^{\circ}35'W$ ), com altitude em torno de 1400 m (máxima de 1540 m).

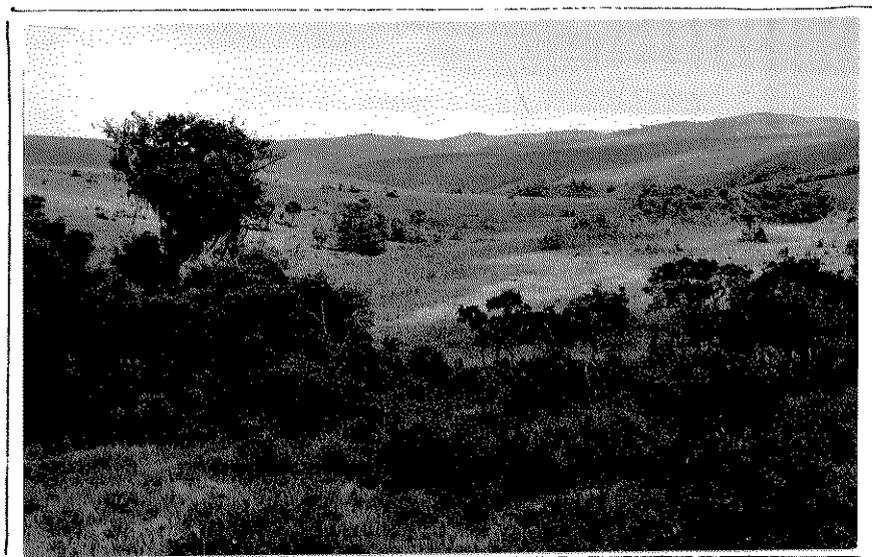


Fig. 1 - Vista parcial a E do Morro do Ferro, mostrando o relevo acidentado, característico da região. A depressão a esquerda na foto é a face E do Morro.

No Morro do Ferro existe intensa radioatividade, que foi descoberta através de levantamento aéreo com cintilômetro, em 1935 (Ellert, 1959). Porém, foi só a partir de 1953 que se desenvolveram estudos sistemáticos relacionados à radioatividade na área, através de convênio entre a Comissão Nacional de Energia Nuclear, a Companhia Geral de Minas e o United States Geological Survey (Wedow Jr., 1967). Nesta época os Drs. J. Becker e O. Roppa coletaram animais da região e, dentre eles, alguns exemplares

de anfíbios foram remetidos ao Museu Nacional do Rio de Janeiro e, posteriormente, utilizados na caracterização de novas espécies por Lutz: *Hyla duartei caldarum*, *Hyla longilínea* e *Pithecopus* (= *Phyllomedusa*) *ayeaye*. O efeito da radioatividade em roedores foi estudado por Drew & Eisenbud (1966) e em diversos vegetais por Eisenbud et al. (no prelo). Atualmente, pesquisadores do New York University Medical Center e da Universidade Federal do Rio de Janeiro estão desenvolvendo intenso programa de pesquisas acerca da mobilidade e efeitos de elementos radioativos pelo sistema de drenagem natural da área.

A vegetação na encosta do Morro é constituída por gramíneas e espécies arbustivas, com exceção da base na face sul, onde existe matas de - galeria com vegetação exuberante, típica da Mata Atlântica (Fig. 2). Provavelmente, a vegetação original na região era de mata úmida, que foi destruída por atividade agropastoril.

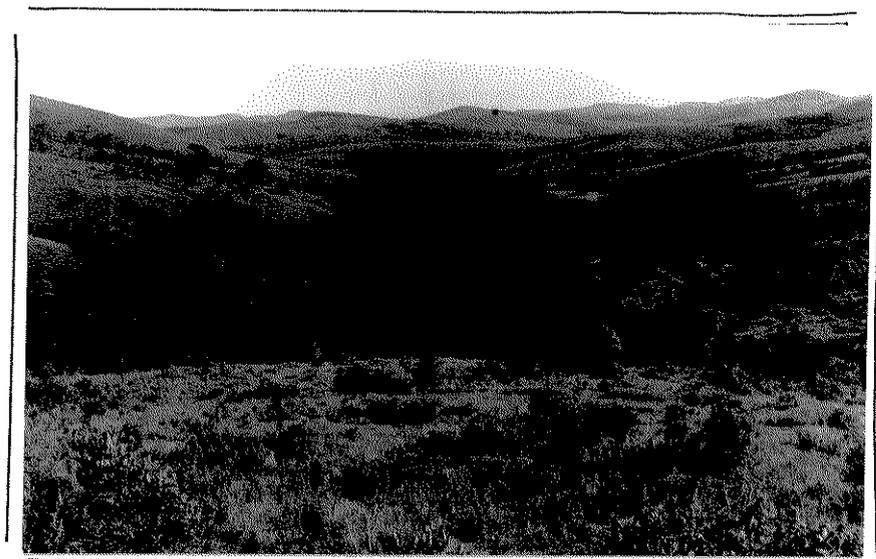


Fig. 2 - Vista parcial da face sul do Morro do Ferro, mostrando a vegetação arbustiva das encostas, com manchas de vegetação exuberante nas áreas mais baixas da drenagem.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

As atividades de campo foram desenvolvidas entre setembro de 1980 e junho de 1983. Foi analisado, de forma padronizada, somente o período entre julho de 1981 e julho de 1983, abrangendo duas épocas com maior intensidade de reprodução dos anuros.

Foram realizados dois tipos de visitas ao local em estudo: 1 - diversas rápidas, a intervalos regulares; 2 - uma intensiva. As visitas rápidas foram feitas a intervalos de quatro semanas, durante a época não chuvosa e de duas semanas durante a época chuvosa, sempre com duração de um dia e duas noites. A visita intensiva teve a duração de duas semanas (final de janeiro a início de fevereiro de 1983) com atividade diurna e noturna.

Durante as visitas rápidas, foi anotada a atividade de vocalização das diferentes espécies, bem como a presença de desovas e larvas nos diversos ambientes. O procedimento, em relação a larvas cuja identificação não foi possível no campo foi o mesmo seguido por Cardoso (1981a). Os estágios dos girinos foram verificados utilizando lupa de campo e comparando com a tabela de Gosner (1960). Em cada observação, foi fixada apenas uma pequena amostra contendo os estágios mínimo e máximo para cada espécie. Em caso de dúvida de identificação, o material foi fixado em formol a 10% e transportado ao laboratório para análise mais detalhada.

Durante a visita intensiva, foi acompanhado o comportamento das principais espécies em atividade nos diversos ambientes. No período diurno foram anotadas presença de desovas, estágios de desenvolvimento larvário, ambiente ocupado e comportamento das larvas, além da presença de indivíduos adultos ativos ou

em abrigos diurnos. Durante o período noturno, a atividade básica consistiu na determinação das espécies ativas a cada hora, com estimativa do número de machos emitindo vocalizações. Atenção especial foi dada para os seguintes dados: período em que os machos de cada espécie iniciaram emissão de vocalizações e permaneceram ativos; estimativa do número de notas emitidas pelos indivíduos; locais usados durante a emissão das vocalizações; defesa de territórios; presença e horário em que casais foram observados em amplexo; comportamento logo após o amplexo. A associação das espécies com os ambientes ocupados foi aferida através da presença de larvas e de indivíduos, durante a atividade de vocalização.

Os dados climatológicos foram obtidos no Posto Meteorológico de Poços de Caldas, distante cerca de 8 km do local de estudo. Apesar da distância entre este Posto e o local de estudo, os dados foram considerados devido a alta correlação verificada por Lei (1984) entre estes mesmos dados coletados no Morro do Ferro e aqueles coletados em Poços de Caldas pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 1969). A temperatura no momento das observações de campo foi tomada através de termômetro de mercúrio, aferido com base na média de três aparelhos distintos, cujas variações eram inferiores a  $0,6^{\circ}\text{C}$ . A avaliação da intensidade luminosa foi realizada com fotômetro Sekonic modelo L-28 c2, de leitura incidente, em 2 dias consecutivos no início (outubro de 1981) e 2 dias consecutivos no final (fevereiro de 1982) do período reprodutivo.

Em uma das espécies foi realizada análise citogenética com objetivo de detectar possíveis influências da radioatividade natural no Morro do Ferro sobre a constituição cromossômica dos indivíduos. A preparação do material para citogenética foi realizada pela técnica de esmagamento de tecidos (Ohno *et al.*, 1964). A coloração e análise citogenética foi realizada nos laboratórios

do Serviço de Genética do Instituto Butantan, pela Professora Ba-  
tistic, conforme os padrões referidos por Beçak (1967) e por Batis-  
tic (1970).

A organização social durante a congregação para a reprodu-  
ção foi caracterizada através dos sítios de corte, da densidade dos indivíduos em diferentes áreas e do comportamento durante o turno de vocalizações. Interações sociais foram caracterizadas em termos de análise quantitativa das vocalizações e observações de agressões físicas. A distribuição dos machos das espécies mais com-  
uns durante a atividade de vocalização foi mapeada. Foram realizados, também, testes com "playback" de coros ou somente com vocaliza-  
ções conspecíficas, com finalidade de verificar o comportamento de indivíduos em resposta a gravações, em diferentes situações.

As características físicas das vocalizações foram analisadas no campo (ritmo de emissão de notas) e em laboratório (ritmo de emissão de notas; faixa de frequência de emissão). Gravações foram realizadas em aparelho UHER 4000 IC, com microfone UHER M 538 ou em Nagra E com microfone direcional Semhouseir MKH 816, em fita magnética Scotch a 19 cm/s. Os sonogramas foram feitos em sonógrafo Voice Ident. Incorp., MD 700, conforme técnica proposta por Cardoso & Vielliard (1985). As notas com duração superior a 2,4 s (tempo máximo de análise em cada sonograma) tiveram o seu tempo de duração medido com cronômetro e uso de gravador em velocidades menores que a velocidade inicial da gravação.

Para análise estatística comparando o número de indiví-  
duos de cada espécie vocalizando em diferentes horários foi utilizada a prova de Wilcoxon, uma vez que as amostragens são relacionadas e as diferenças podem ser ordenadas em seus valores absolutos. Os níveis de significância dos valores de T foram considerados como em prova bilateral a 0,05 (para detalhes, consultar Siegel, 1975).

A estimativa de defasagem de horário do por do sol entre os dias 02.11.1981 (pico de atividade) e 11.01.1982 (final da época de vocalizações intensas) foi baseada nos "Anuário Astronômico" do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, relativos aos anos de 1981 e de 1982.

As coletas e o acondicionamento do material foram realizados da forma usual para anfíbios anuros e o material testemunho aqui referido, incluindo desovas, larvas, adultos, fitas com gravações e sonogramas, encontra-se depositado no Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC). Nas anotações do tipo AJC 00/00, a sigla AJC refere-se às letras iniciais do nome de quem realizou as gravações, o número que antecede a barra refere-se ao número da fita e o número posterior à barra, refere-se ao trecho da fita em que a gravação foi feita.

Os dados sobre a distribuição geográfica dos anuros aqui referidos foram tomados com base em anotações de campo em ocasiões e regiões diversas, e no exame de coleções do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Ambientes utilizados para reprodução

Os principais ambientes utilizados para atividade reprodutiva de anuros, durante o período de estudos, podem ser caracterizados da seguinte forma:

#### i. Riachos Permanentes

Existem dois riachos permanentes na base da face sul do Morro do Ferro (Fig. 3). O maior apresenta correnteza intensa e águas oligotróficas, enquanto que no menor é frequente o acúmulo de matéria orgânica no leito.

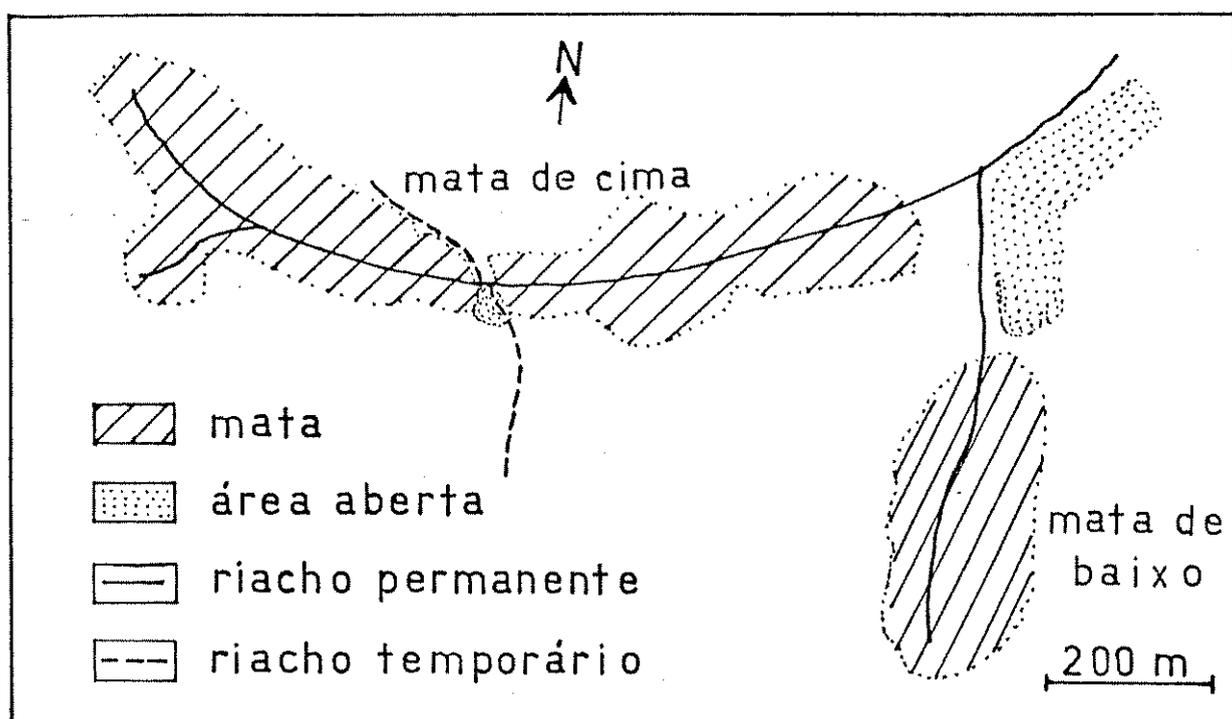


Fig. 3 - Localização esquemática das principais áreas de estudo na face sul do Morro do Ferro.

O riacho maior, recoberto pela "Mata de Cima", é constituído a partir de duas nascentes; tem curso caudaloso após a confluência destas e suas dimensões podem chegar a 1 m de extensão em trechos com cerca de 10 cm de profundidade. O seu leito apresenta trechos pedregosos com seixos de tamanhos muito diversificados e trechos arenosos com silte. Em diversos locais, formam-se poças, cujas dimensões e volume d'água acumulado são muito influenciados pela quantidade de chuvas, de forma que nos períodos de menor precipitação a ação de deposição tende a aplainar o leito, ao passo que nos períodos de precipitação mais intensa, a ação erosiva heterogênea, tende a originar poças com características muito variáveis e instáveis devido a diferentes graus de consistência da rocha matriz ao longo do curso. A nascente maior está na face sudoeste do Morro do Ferro. Seu percurso inicial abrange a drenagem da base do morro, inicialmente em direção sul deste contornando a base, até a face norte e indo desaguar em riachos maiores que são tributários do Rio das Antas. A coleta de dados foi concentrada ao longo deste riacho desde as nascentes até a mata da face sudeste atingida após 1200 m de percurso aproximadamente. Após percurso de 1 km com leito recoberto pela vegetação da Mata de Cima, é atingida área de baixada com solo argiloso e formação de brejos, favorável ao desenvolvimento de vegetação arbustiva (principalmente gramíneas), característica da "Área Aberta". A calha imediata ao leito tem altura variada desde alguns centímetros nos trechos arenosos até cerca de 3 m nos trechos próximos às nascentes, onde a drenagem é principalmente pluvial e, portanto, descontínua.

O riacho menor, recoberto pela "Mata de Baixo", é formado por nascentes pequenas, dispersas na metade mais alta da mata.

Os fluxos destas nascentes convergem para um leito comum somente no terço inferior da mata, onde apresenta largura inferior a 60 cm e profundidade aproximada de 10 cm. Após sua saída da mata, este riacho percorre cerca de 500 m na região argilosa com brejos de vegetação arbustiva até o leito do riacho da "Mata de Cima", no qual desagua após percurso quase perpendicular ao daquele. A calha imediata do leito atual do riacho menor é bastante discreta, com desenvolvimento aplainado em ambas as margens até o limite de uma calha antiga, determinada por erosão pluvial, com altura variada de 30 cm na parte inferior até mais de 2 m na parte superior.

#### ii. Riachos Temporários

O fluxo destes riachos é formado pela água de nascentes locais e pela drenagem de chuvas. Os dois principais apresentam fluxo somente nos meses de maior pluviosidade (geralmente de outubro a março) e se desenvolveram em locais perturbados por ação humana. O maior deles está localizado na face sul do morro e foi acomodado ao leito de uma estrada rural abandonada, totalmente descaracterizada pela ação erosiva deste riacho e pelo estabelecimento de vegetação arbustiva. Na porção mais baixa deste riacho formam-se pequenas poças com água corrente e vegetação marginal bem desenvolvida (Fig. 4). O leito do riacho menor foi moldado sobre antiga valeta construída para desviar de uma edificação rústica a drenagem natural de superfície na colina adjacente à face sul do Morro do Ferro. Devido à escassez de nascentes nesta encosta, o fluxo contínuo de água neste ambiente é muito irregular e dependente das chuvas recebidas.

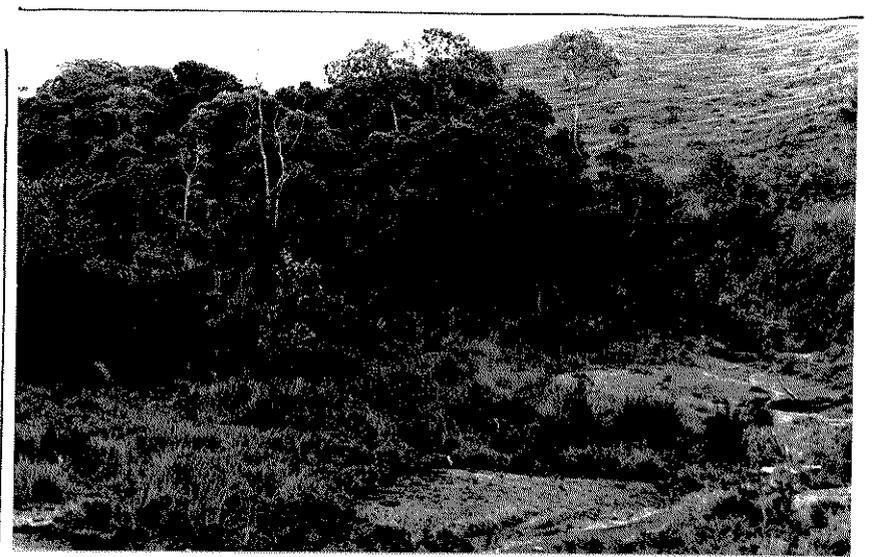


Fig. 4 - Vista geral do local em que riachos temporários desaguam no riacho da "Mata de Cima". No primeiro plano, o riacho menor e no segundo plano, a desembocadura do riacho temporário maior, ao lado da "Mata de Cima" .

### iii. Mata de Galeria

Foram realizados estudos em duas matas de galeria, denominadas "Mata de Cima" e "Mata de Baixo". A "Mata de Cima" acompanha o riacho maior na face sul do Morro do Ferro, desde as nascentes até cerca de 600 m de extensão, local em que foi interrompida; abaixo deste ponto continua com as mesmas características por mais 600 m, aproximadamente, onde o riacho atinge a área de baixada com solo argiloso. A "Mata de Baixo" é uma faixa de vegetação contínua com características semelhantes à anterior; apresenta cerca de 400 m de extensão por 200 m de largura e foi conservada obedecendo à calha antiga do riacho como limite natural.

As duas matas apresentam fisionomia de mata úmida subtropical. No estrato superior é comum a presença de *Alchornea triplinervia* (Spreng.), *Aspidosperma pyricollum* Müell. Arg. ,

*Cabranea glaberrima* A. Juss., *Clethra scabra* Loisel., *Cupania vernalis* Camb., *Ocotea pulchella* Mart., *Ouratea semiserrata* (Mart. et Ness) Engl., *Piptocarpha axillaris* (Less.) Baker, *Pithecelobium incuriale* Benth., *Rapanea umbellata* (Mart.) Mez., *Tabebuia alba* (Cham.) Sand. e *Vochysia tucanorum* Mart.

A vegetação nas proximidades dos riachos é constituída de musgos (*Marchantia* sp. e *Anthoceros* sp.) e Pteridophyta (*Hymenophyllum* sp) nas áreas mais úmidas e por arbustos (*Mikania* sp, *Ligustrum* sp. e *Psychotria capitata* Ruiz et Pavon), nas partes mais ensolaradas. As árvores de maior porte apresentam diversas epífitas, principalmente *Philodendron* sp, pendentes sobre o leito.

Nas depressões de solo existentes no interior da mata formam-se poças ricas em matéria orgânica, acumulada a partir de raízes de vegetais e de folhas caídas. A vegetação marginal destas poças é muito diversificada (Fig. 5), sendo comum a presença de árvores com porte médio sustentando cipós e vegetação arbustiva, principalmente Pteridophyta (*Gleichenia* sp. e *Dicksonia* sp).



Fig. 5 - Aspecto da vegetação na borda de poças formadas no interior da mata. A seta indica a lâmina d'água.

## iv. "Área Aberta"

Considerarei como área aberta os locais com vegetação herbácea ou arbustiva em pequena densidade. Foram estudadas duas áreas (Fig. 3) com estas características, mas com origem diversa.

Uma destas áreas evoluiu na base da face sul do morro, em local aberto por derrubada de mata durante a construção da estrada rural já mencionada anteriormente. É pequena (cerca de 80 m de extensão por 50 m de largura) e abrange uma poça permanente na borda da mata, a desembocadura dos dois riachos temporários principais e uma poça temporária (Fig. 6).



Fig. 6 - Poça temporária, em área aberta na base da face sul do Morro do Ferro, em época de pouca água acumulada.

O contorno desta poça temporária principal é muito irregular e a sua área máxima de abrangência é de 3 m de extensão por 1 m de largura, com profundidade por volta de 35 cm. O volume d'água disponível é condicionado pela ocorrência de chuvas. Na época de maior pluviosidade, formam-se nascentes d'água próximas das bordas da poça determinando a formação de pequeno fluxo d'água em direção ao riacho. A vegetação marginal da poça apresenta diversos estratos, incluindo a cobertura do solo por gramíneas baixas, arbustos diversos com predomínio de gramíneas com hábito de touceiras e duas espécies não identificadas, de porte arbóreo. Dentre as espécies no interior da poça, há predomínio de *Cyperus* sp. e de duas espécies de gramíneas.

A outra área aberta, localizada na face sudeste do morro, evoluiu em região de baixada com solo argiloso propício para desenvolvimento de vegetação herbácea, portanto sob influência de fatores condicionantes ambientais, sem interferência humana. É relativamente grande (cerca de 600 m de extensão por 250 m de largura) e abrange ambientes bastante diversos, tais como pequenas poças temporárias, poças permanentes rasas e profundas, além de diversas nascentes que formam pequeno curso d'água com leito e volume inconstantes. Existem diversos microambientes favoráveis à reprodução de anfíbios anuros. Os mais comuns são pequenas poças sob vegetação herbácea, que se formam somente na época de chuvas. A principal poça (Fig. 7) tem forma circular, com extensão máxima de 6 m e profundidade superior a 50 cm em alguns locais; é irrigada por pequeno riacho com fluxo somente na época chuvosa e sua vegetação marginal é abundante, incluindo *Cyperus* sp., *Paspalum* sp., *Eryngium* sp., e duas espécies de gramíneas (uma rasteira e outra herbácea). Um ambiente bastante diferenciado é

um poço profundo, construído há cerca de duas décadas para pesquisas geológicas; sua vegetação marginal é constituída por melastomatóceas de porte arbustivo, cujas folhas são pendentes sobre a água do poço.

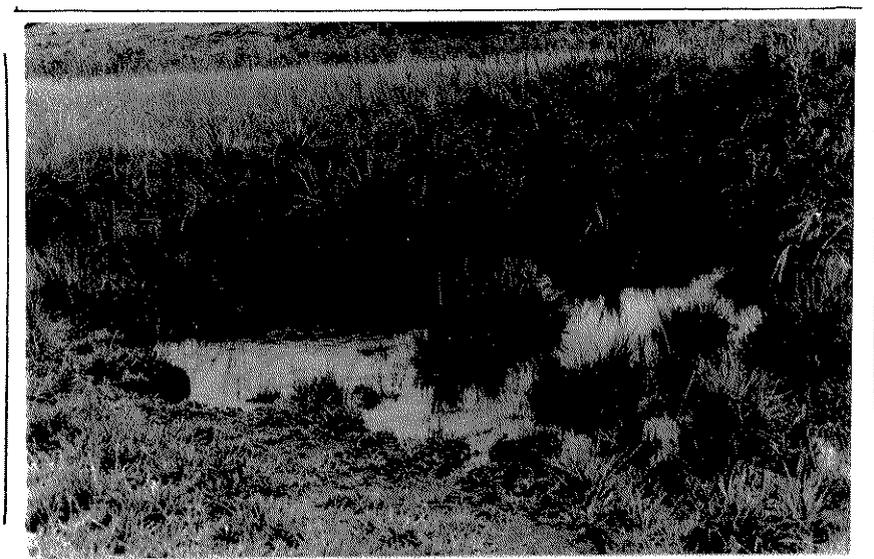


Fig. 7 - Poça principal da área aberta, margeada por gramíneas e *Paepalanthus* sp.

A vegetação destas áreas abertas é predominantemente herbácea com maior número de gramíneas - *Andropogon ternatus* (Spreng.) Ness e *Paspalum polyphyllum* Ness, Eriocauláceas - *Paepalanthus* sp. ; ocorrem em menor quantidade, Bromeliáceas - *Bilbergia* sp. e Aráceas - *Philodendron* sp. Espécies de porte arbustivo (*Mikania officinalis* Mart., *Lysianthus* sp., *Vernonia* sp. e *Tibouchina* sp.) são também comuns na região.

#### 4.2. Elementos climáticos durante o estudo

Os dados climatológicos foram analisados durante um único período reprodutivo (julho de 1981 a junho de 1982), devido à dificuldade de acesso a estes dados, nos postos climatológicos locais, e também porque a atividade reprodutiva, em geral, foi semelhante durante os dois períodos estudados.

As chuvas na região podem ser caracterizadas através de duas estações bem definidas (Fig. 8): uma chuvosa, de outubro a março, com precipitações constantes e com médio a grande volumes; outra seca, de abril a setembro, com precipitações ocasionais, em pequeno volume e durante poucos dias consecutivos. As chuvas de abril de 1982 ocorreram em apenas 4 dias e em volume que não é usual neste mês. Os meses com extremos de dias chuvosos foram de apenas um dia chuvoso em julho de 1981 e de 23 dias em novembro e dezembro do mesmo ano.

Durante a estação seca, os locais favoráveis dos anfíbios anuros ficam restritos aos ambientes com água permanente, que são as nascentes e cursos dos dois riachos principais, a poça profunda e a poça maior da área aberta, além de poucas nascentes na região brejosa da área aberta e de uma poça no interior da mata de cima.

Durante a estação chuvosa há aumento no volume de água dos ambientes permanentes e formam-se novos ambientes favoráveis ao desenvolvimento larvário dos anuros. Dentre estes novos ambientes destacam-se as poças temporárias das áreas abertas, os dois riachos temporários e um leito adicional no riacho da mata de baixo. Outra importante característica da estação chuvosa é o aumento da umidade no chão da mata e nas touceiras de gramíneas da área aberta.

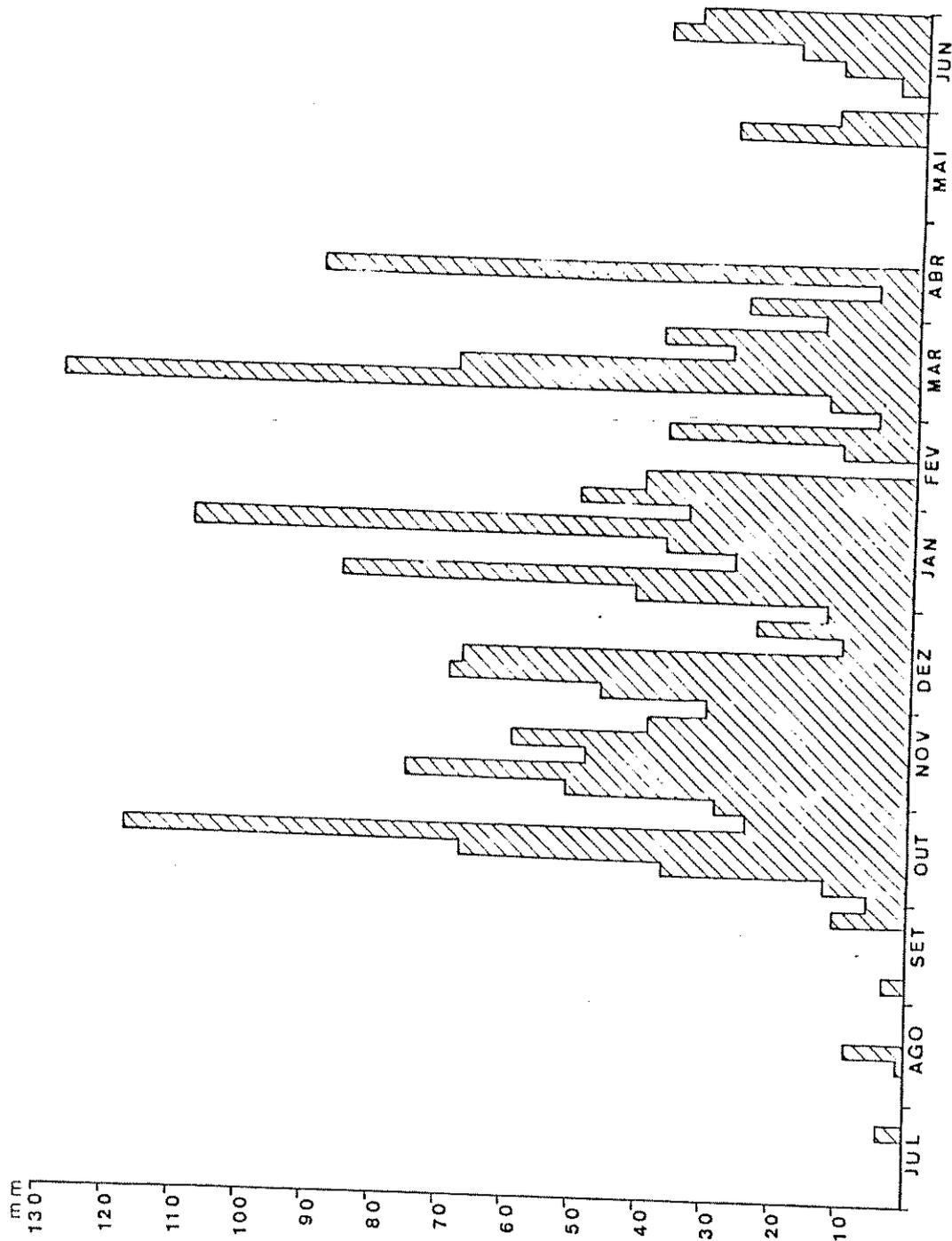


Fig. 8 - Pluviosidade na região do Morro do Ferro, indicando a precipitação acumulada a cada 5 dias consecutivos, no período entre julho de 1981 e junho de 1982. Dados do posto meteorológico da Prefeitura Municipal de Poços de Caldas.

A temperatura na região do Morro do Ferro apresentou-se, em geral, fria, com variação grande nos limites de mínima diária e com pouca variação nos limites de máxima diária (Fig. 9). Dessa maneira, as variações térmicas ocorrem, principalmente, através de frio mais intenso ou menos intenso, já que as temperaturas diárias mais elevadas apresentam pequena variação durante o ano. As maiores amplitudes térmicas foram verificadas durante a estação seca, ao passo que durante a estação chuvosa as amplitudes térmicas diárias foram menores. A temperatura mínima observada no local de estudo, geralmente obtida ao final do turno de vocalizações, foi sempre em torno de  $3^{\circ}\text{C}$  abaixo da temperatura mínima anotada no posto meteorológico.

A análise dos dados referentes às vocalizações dos anuros foi desenvolvida em relação a padrões gerais de atividade na comunidade durante todo o ano e em dois dias em especial, representando dois momentos distintos durante a estação chuvosa. As medidas de temperatura tomadas "in loco" nestes dois dias estão representadas na Fig. 10, onde se verifica queda na temperatura, bem mais acentuada no ar do que na água.

Os ventos no Morro do Ferro são calmos durante a maior parte do ano e chegam a partir da face sudeste do Morro. Velocidades superiores a 25 km/h ocorrem usualmente na estação seca e são tipicamente associados a chuvas (Lei, 1984). No entanto, o efeito local destes ventos é pequeno, principalmente porque o brejo está situado na área de baixada em relevo montanhoso. Durante o verão é comum, no início da noite, o deslocamento de massas de ar quente sobre o brejo, mantendo estável ou aumentando ligeiramente a temperatura do ar.

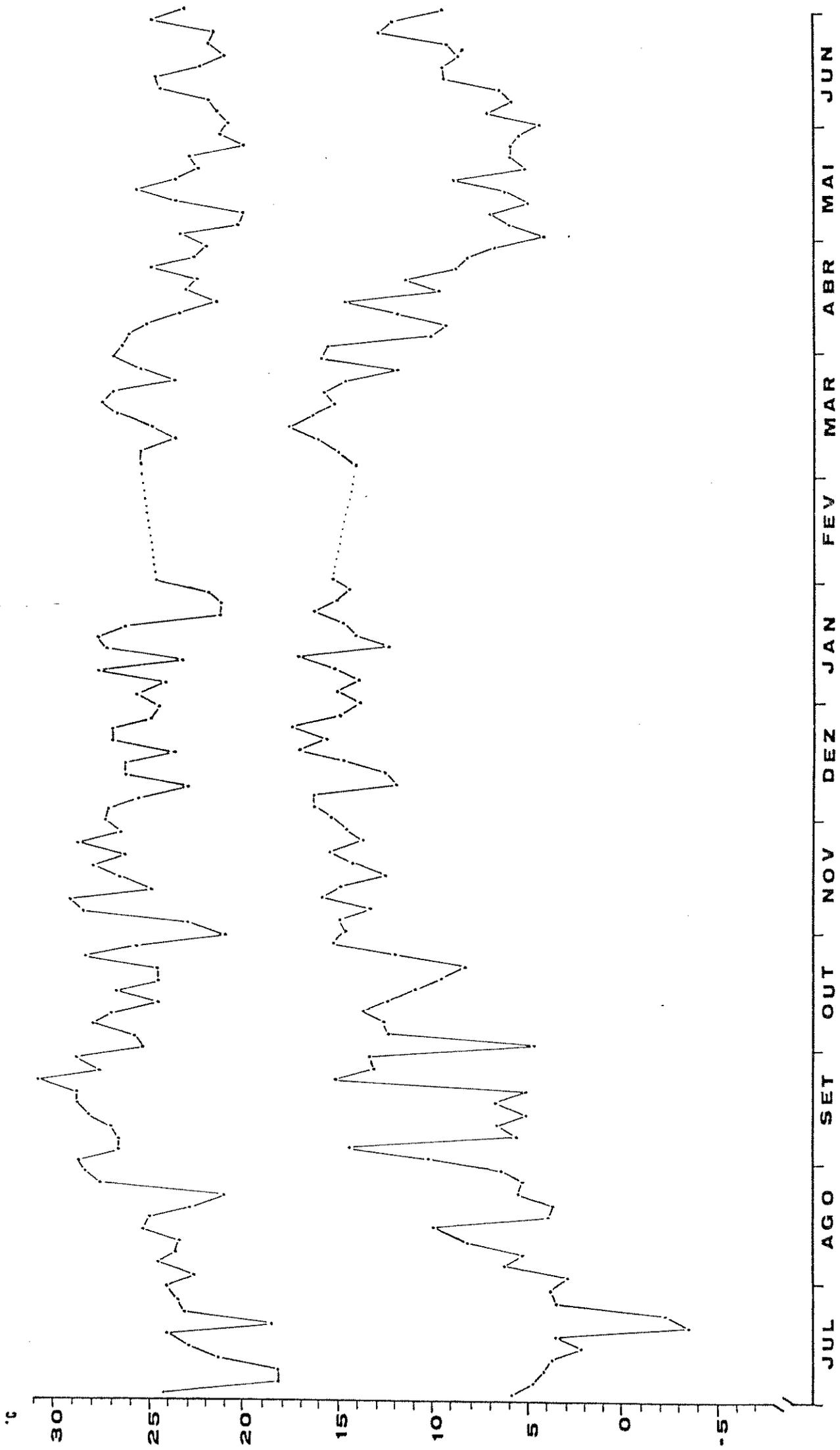


Fig. 9 - Temperaturas de máxima e mínima diárias na região do Morro do Ferro, compiladas a cada 3 dias consecutivos, entre julho de 1981 e junho de 1982. Os dados referentes a fevereiro de 1982 não foram tomados no Posto Meteorológico.

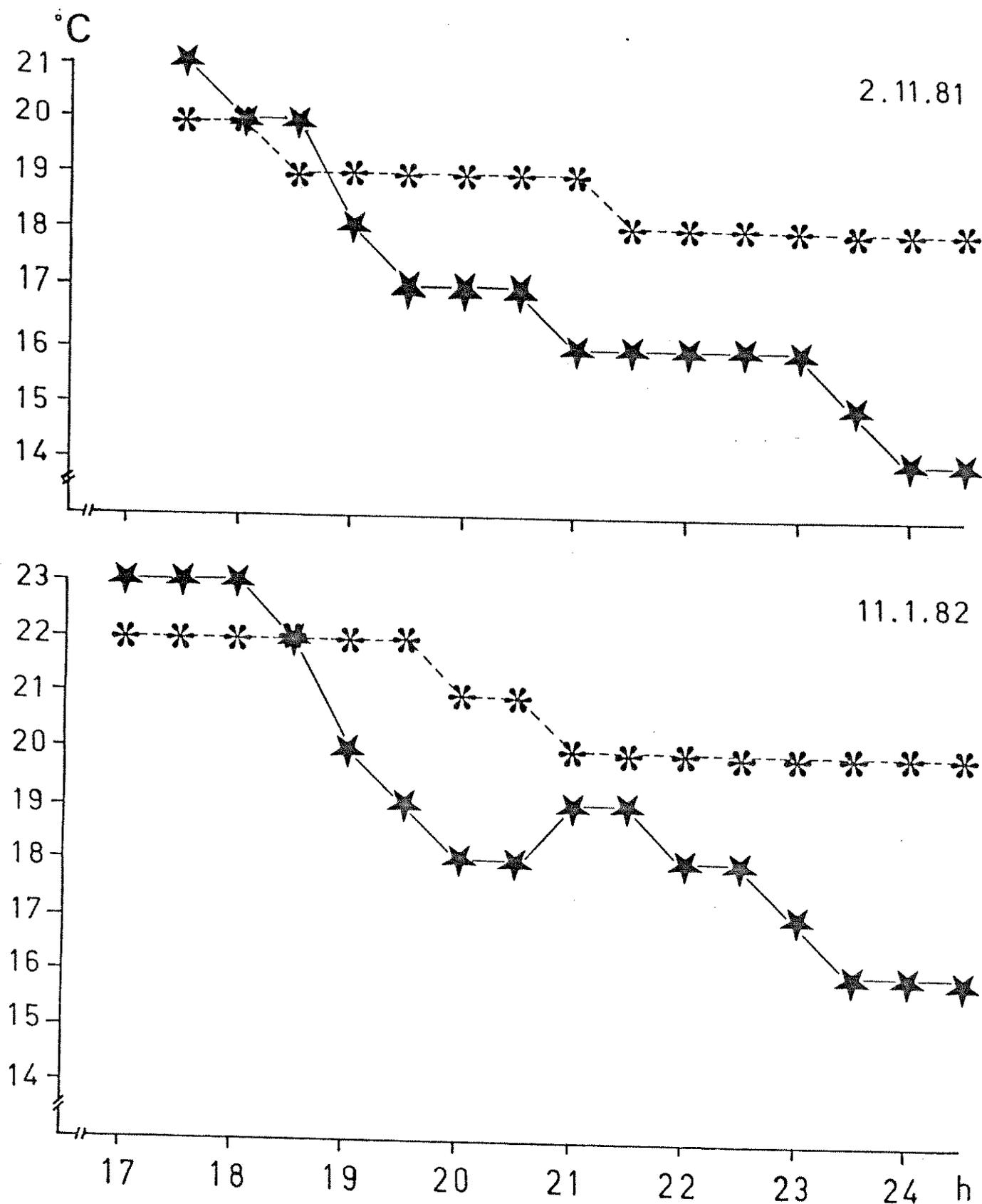


Fig. 10 - Temperatura do ar (★) e da água (\*) no dia de pico de atividade (02.11.1981) e no final da atividade intensa (11.01.1982).

A luminosidade aferida no brejo da área aberta, em condições padronizadas, no final de outubro indicou índice 0 (zero) de intensidade cerca de 15 mn antes do início da penumbra prevista para a região e em janeiro, cerca de 10 mn antes. Esta diferença entre outubro e janeiro ocorre devido à diferença no ponto de abaixamento do sol em relação ao pico do morro que, assim, no final da época reprodutiva projeta sombra no brejo da área aberta durante menor tempo.

#### 4.3. Espécies de anuros.

Foram encontradas 27 espécies durante o período de estudos no Morro do Ferro. Dentre estas, apenas 19 foram consideradas na análise, uma vez que as demais só apareceram ocasionalmente e geralmente não se reproduziram no local de estudo.

Na mata, foram encontradas 6 espécies, sendo 4 delas arborícolas.

##### Família CENTROLENIDAE (Fig. 11)

###### *Centrolenella* sp.

Espécie pequena, de cabeça curta, tímpano distinto, membrana vestigial entre os dedos e pontuações claras dispersas de forma regular por todo o corpo, que é verde. Provavelmente, trata-se de uma espécie ainda não descrita, porém uma decisão a respeito só será possível após estudos biológicos e comparação com as diversas espécies descritas das serras do Mar e da Mantiqueira.

##### Família HYLIDAE (Fig. 11)

###### *Hyla perviridis* (B. Lutz, 1950)

Espécie bastante característica, descrita inicialmente como *Aplastodiscus*, gênero cuja validade tem sido questionada por diversos autores. Ocorre nas regiões de altitude, próximo às serras litorâneas do sul e sudoeste do Brasil, desde o Estado de São Paulo até o Rio Grande do Sul, além da Argentina. A inclusão desta espécie no gênero *Hyla* foi questionada por Frost (1985).

*Hyla ranki* Andrade & Cardoso

Espécie pequena que apresenta saco vocal sub-gular bastante expandido lateralmente e vocalização típica do grupo *catharinae*. É aparentada a *Hyla rizibilis* Bokermann, 1964 e é conhecida somente da localidade-tipo, que é o Morro do Ferro.

*Phyllomedusa cochranæ* Bokermann, 1966

Espécie pequena, com características que correspondem à descrição original da espécie, cujo material tipo procede de São José do Barreiro, Estado de São Paulo. Além da localidade - tipo, esta espécie é conhecida também na Serra do Japi, município de Jundiaí, Estado de São Paulo.

## Família LEPTODACTYLIDAE (Fig. 11)

*Eleutherodactylus juipoca* Sazima & Cardoso, 1978

Descrita inicialmente de Campinas, Estado de São Paulo, esta espécie tem sido encontrada em diversas localidades no oeste do Estado de São Paulo e Centro-Sul de Minas Gerais. Sempre vocaliza em ambientes de áreas abertas, o que não é comum às espécies deste gênero. No entanto, jovens recém-metamorfoseados foram encontrados somente na mata.

*Hylodes* sp.

Assim como *Centrolenella* sp., esta é uma espécie de difícil identificação, devido a dificuldades nomenclaturais e ao conhecimento incompleto do grupo. Provavelmente, trata-se de uma espécie não descrita, aparentada a *Hylodes lateristrigatus* (Bauman, 1912; "sensu" Heyer, 1982).

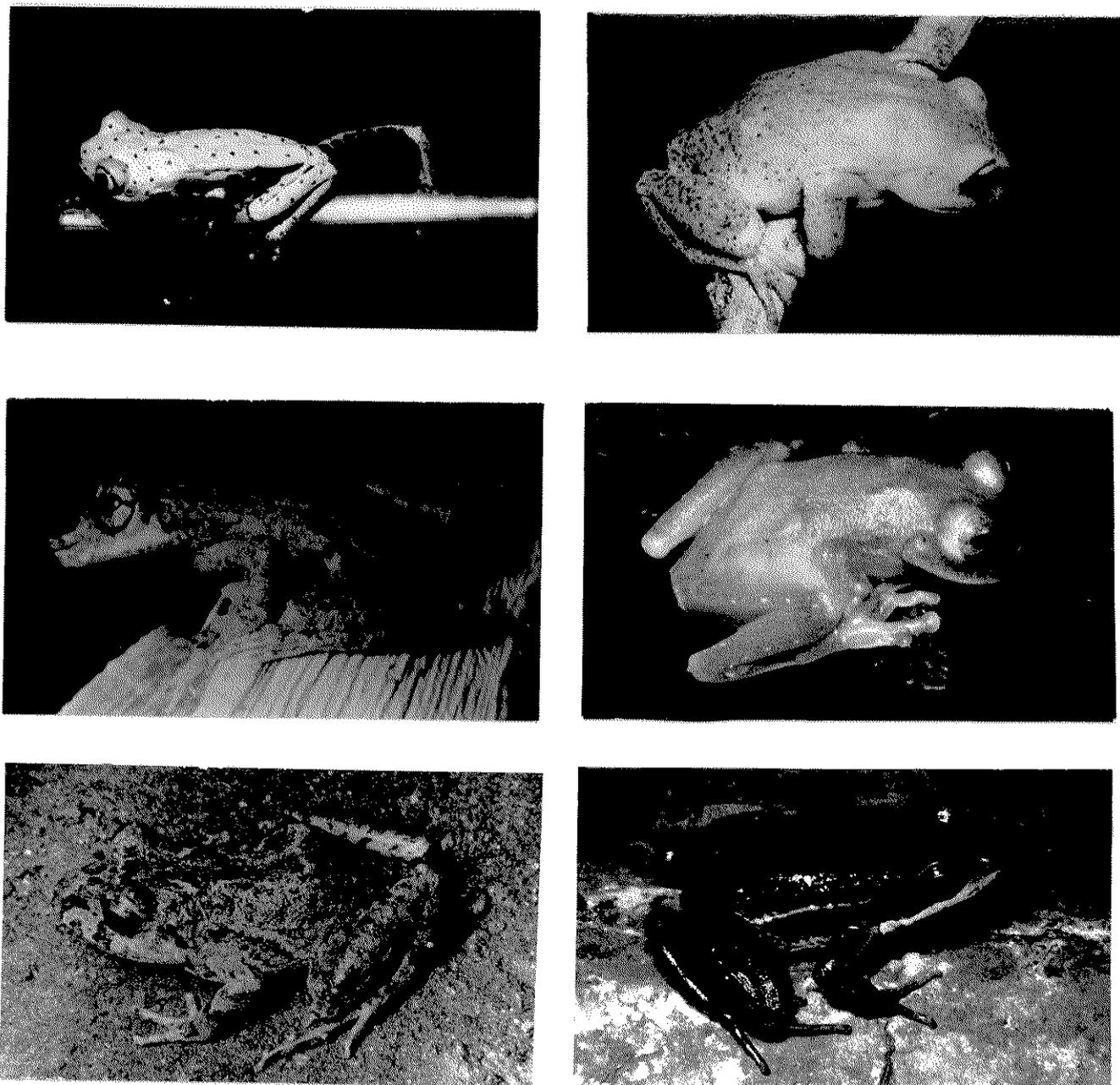


Fig. 11 - Anfíbios encontrados nas matas do Morro do Ferro.

Em cima, à esquerda: *P. cochranæ*, ZUEC 4292  
comprimento total: 30 mm

à direita : *H. perviridis*, ZUEC 4532  
comprimento total: 35 mm

No meio, à esquerda: *H. ranki*, ZUEC 4310  
comprimento total: 26 mm

à direita : *Centrolenella* sp., ZUEC 4285  
comprimento total: 21 mm

Em baixo, à esquerda : *E. juipoca*, ZUEC 5865  
comprimento total: 27 mm

à direita : *Hylodes* sp., não coletada  
comprimento total:  $\pm$  25mm

Na área aberta foi encontrado um número bem maior de espécies, com menor proporção das arborícolas:

Família HYLIDAE (Fig. 12)

*Hyla albopunctata* Spix, 1824

Espécie bem característica, típica de áreas abertas, de distribuição ampla, por todos os Estados do sul do Brasil, (São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul) e Norte da Argentina.

*Hyla caldarum* Lutz, 1968 (nov. comb.)

Esta maneira de designação é uma nova combinação para *Hyla duartei caldarum* Lutz, 1968, descrita do Morro do Ferro. Esta decisão está baseada nas diferenças apresentadas na descrição original em relação a *Hyla duartei duartei* (= *H. duartei* B. Lutz, 1952) e na comparação das vocalizações entre populações na localidade tipo destas duas espécies.

*Hyla hayii* Barbour, 1909

Espécie descrita inicialmente de Petrópolis, Estado do Rio de Janeiro. Ocorre em áreas abertas e capoeiras ao longo das serras do Mar e da Mantiqueira, desde o Estado do Rio de Janeiro até Santa Catarina.

*Hyla minuta* Peters, 1872

Espécie de distribuição ampla pelo Brasil, exceto a Mata Amazônica. Ocupa ambientes diversificados e apresenta grande variação de formas (tamanho e coloração) e de vocalizações.



*Hyla polytaenia* Cope, 1870

Trata-se de uma identificação preliminar, dada a complexidade do grupo *polytaenia*, em que há o reconhecimento de diversas sub-espécies com características que se superpõem. Além desta população de *H. polytaenia* no Morro do Ferro, existe nas proximidades uma outra população, assemelhada a *Hyla cipoensis* B. Lutz, 1968, com vocalização distinta da população do Morro do Ferro.

*Phyllomedusa ayeaye* (B. Lutz, 1966)

Espécie bem característica, descrita do Morro do Ferro e conhecida somente nesta localidade.

## Família LEPTODACTYLIDAE (Fig. 13)

*Adenomera bokermanni* (Heyer, 1973)

Espécie com vocalizações bem características, cuja série tipo inclui parátipos procedentes de Poços de Caldas (1000 m de altitude) e com distribuição conhecida não muito ampla, abrangendo o litoral e parte oriental do planalto no Estado do Paraná, parte oriental do planalto no Estado de São Paulo e Centro-Suldo Estado de Minas Gerais.

*Leptodactylus cunicularius* Sazima & Bokermann, 1978

Os exemplares do Morro do Ferro correspondem à descrição original da espécie, com exceção do focinho que é um pouco mais longo e da coloração "ferruginosa" do dorso. As diferenças de vocalizações, encontradas em relação ao sonograma publicado na descrição original, podem ser atribuídas à diferença nas técnicas de elaboração dos sonogramas. Além da localidade-tipo (município

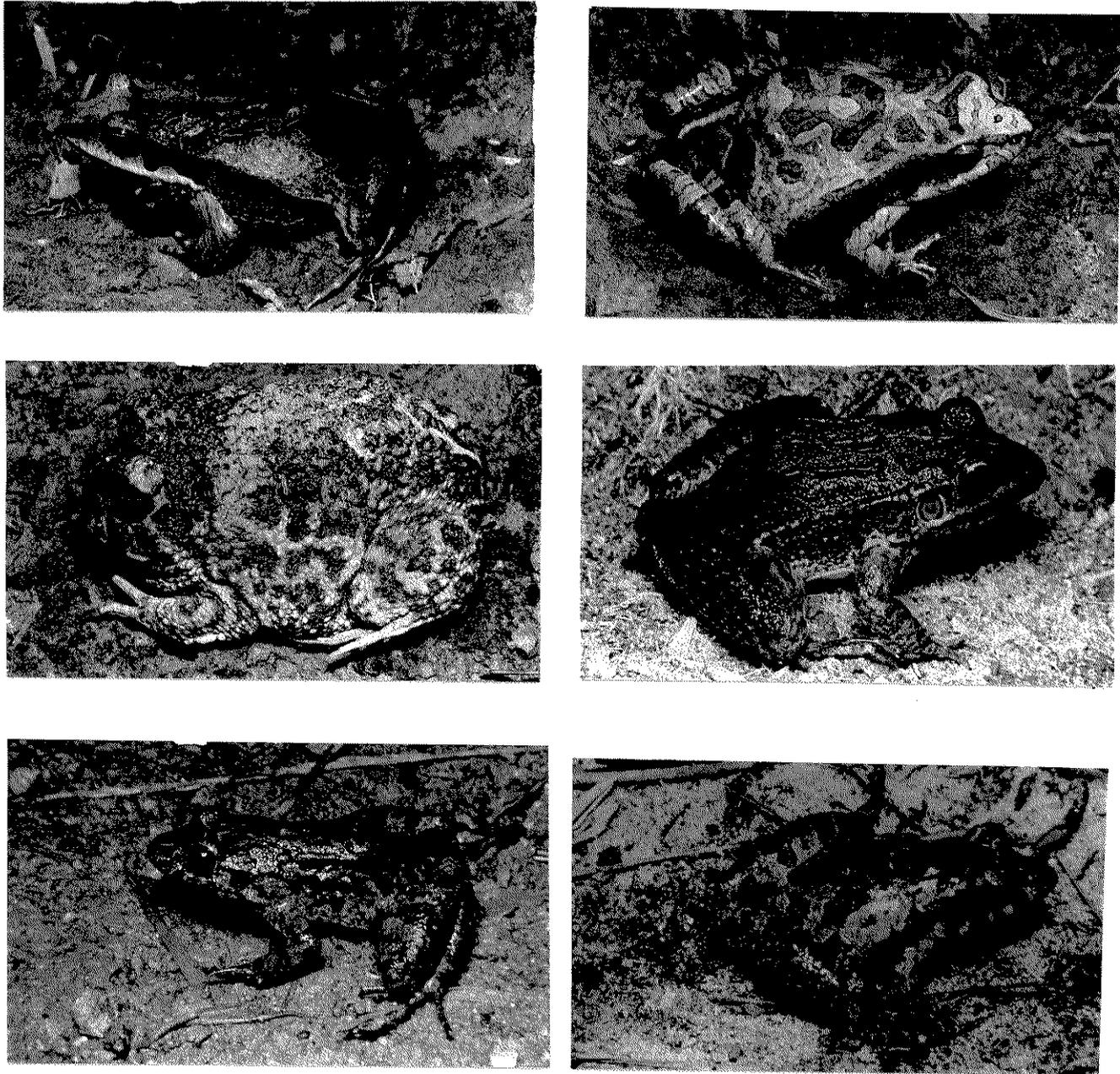


Fig. 13 - Anfíbios não arborícolas da área aberta do Morro do Ferro.

- Em cima, à esquerda: *P. jordanensis*, ZUEC 4232  
comprimento total: 22 mm
- à direita: *P. cuvieri*, ZUEC 4478  
comprimento total: 29 mm
- No meio à esquerda: *O. americanus*, ZUEC 4445  
comprimento total: 40 mm
- à direita: *L. cunicularius*, ZUEC 4446  
comprimento total: 41 mm
- Em baixo à esquerda: *A. bokermanni*, ZUEC 4427  
comprimento total: 25 mm
- à direita: *P. saltica*, ZUEC 5256  
comprimento total: 16 mm

de Jaboticatubas, Estado de Minas Gerais) esta espécie é conhecida também em São Roque de Minas e no Morro do Ferro.

*Odontophrynys americanus* (Dumeril & Bibron, 1841)

A aplicação deste nome à população do Morro do Ferro é condizente com a tradição de uso do nome aplicado a este anuro em outras áreas de conhecimento, que não a taxonomia. Populações procedentes de região próxima à localidade-tipo (Buenos Aires, República Argentina) apresentam diferenças morfológicas acentuadas, quando comparadas com exemplares do Morro do Ferro: focinho menos curto, ausência de listra na região sub-ocular, pele menos rugosa, fímbrias menos desenvolvidas e "tubérculo metatarsal externo" mais desenvolvido. A espécie correspondente aos exemplares do Morro do Ferro apresenta distribuição ampla, praticamente por todos os Estados do Sul e Sudoeste do Brasil e região do Chaco.

*Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1866

Espécie com distribuição ampla, incluindo o Uruguai, norte da Argentina, leste do Paraguai e praticamente, todos os Estados do Brasil, com exceção da Região Amazônica.

*Physalaemus jordanensis* Bokermann, 1967

Descrita a partir de exemplares de Campos do Jordão, esta espécie é bem caracterizada pela sua vocalização. A sua distribuição conhecida abrange apenas a localidade-tipo e o Morro do Ferro.

*Pseudopaludicola saltica* (Cope, 1887)

Espécie descrita da Chapada dos Guimarães, é bem caracterizada pela tíbia muito longa e porte esbelto. A distribuição conhecida abrange os Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e planalto de São Paulo.

Família MICROHYLIDAE (Fig. 14)

*Elachistocleis ovale* (Schneider, 1799)

A atribuição de nomes às espécies de *Elachistocleis* é problemática, devido ao pouco conhecimento que se tem do grupo e a dificuldades nomenclaturais. Não se conhece formas intergradantes entre populações com ventre amarelo e populações com ventre escuro e manchas brancas. Uma análise preliminar, comparando populações com estas duas características distintas, não mostrou diferenças nas vocalizações. Como a população do Morro do Ferro não apresenta ventre amarelo e a prioridade nomenclatural é para *E. ovale* este nome parece adequado para a população do Morro do Ferro.



Fig. 14 - *E. ovale*, espécie não arborícola encontrada na área aberta do Morro do Ferro. AJC 0388. Comprimento total 21 mm .

Além das espécies até agora referidas, durante o período total de observações (outubro de 1980 a julho de 1984) foram também encontradas em poucas ocasiões as seguintes espécies:

Família BUFONIDAE

*Bufo rufus* Garman, 1876

Encontrada somente a carcaça de um macho adulto e uma fêmea jovem no interior de uma galeria escavada no morro

Família HYLIDAE

*Hyla longilinea* B. Lutz, 1968

Encontrados diversos machos em uma única ocasião em vegetação marginal do riacho da Mata de Cima. Larvas encontradas em ocasiões diversas durante o período de estudos, no riacho da Mata de Cima.

*Hyla sanborni* Schmidt, 1944

Em duas observações sucessivas, durante a época chuvosa de 1980, foram encontrados três machos ativos na área aberta. Nenhuma larva desta espécie foi encontrada.

*Hyla* gr. *circumdata* (Cope, 1871)

Um único macho adulto foi encontrado na Mata de Cima.

Família LEPTODACTYLIDAE

*Crossodactylus* cf. *dispar* A. Lutz, 1925

Encontrado duas vezes no brejo próximo à Mata de Cima, em temporadas reprodutivas distintas e em épocas diferentes na temporada (junho de 1981 e janeiro de 1983).

*Leptodactylus furnarius* Sazima & Bokermann, 1978

Identificado apenas pelas vocalizações, em três ocasiões distintas, sempre na área aberta.

*Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824)

Adultos observados no brejo da área aberta, em duas ocasiões. Larvas coletadas em três ocasiões sem que houvesse correspondência entre a época de vocalização dos machos e o estágio de desenvolvimento das larvas.

*Leptodactylus* cf. *ocellatus* (Linné, 1758)

Apenas um ou dois indivíduos vocalizando em diferentes ocasiões no brejo próximo à Mata de Cima.

Considerando apenas o sítio de cortejamento e o número total das espécies encontradas, a proporção de hilídeos (arborícolas) para leptodactilídeos (em geral, terrestres) na mata é muito maior ( $6:2 = 3,0$ ) do que na área aberta ( $7:10 = 0,7$ ).

#### 4.4. Análise citogenética de *H. albopunctata*

Foram analisados cromossomos de seis indivíduos de *H. albopunctata*, todos machos adultos coletados enquanto vocalizavam, sendo três deles procedentes do Morro do Ferro e três de Campinas, para comparação. De cada uma destas localidades, dois indivíduos apresentaram  $2n=22$  cromossomos e um apresentou  $2n=23$ .

Cariótipos de exemplares com  $2n=22$  apresentaram complemento diplóide constituído por 4 pares metacêntricos e 7 pares sub-metacêntricos. Em ordem decrescente de tamanho tem-se: 1º, 8º, 9º e 11º pares metacêntricos; 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º e 10º pares sub-metacêntricos. Além de células do epitélio intestinal e do baço, foram analisadas preparações do testículo, que apresentaram 11 bivalentes na meiose I.

O cromossomo supra-numerário encontrado nos exemplares com  $2n=23$ , tanto do Morro do Ferro como de Campinas, é metacêntrico (Fig. 15) e não é heterocromático; provavelmente trata-se de um isocromossomo, uma vez que forma anel na meiose I.

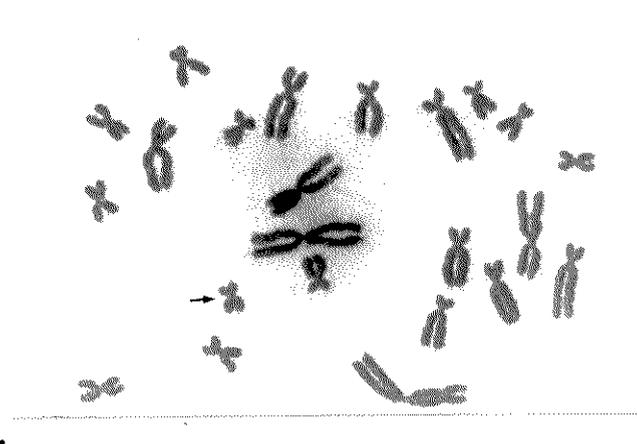


Fig. 15 - Cromossomos de *H. albopunctata*, com  $2n=23$ , Morro do Ferro, Poços de Caldas. A seta indica o elemento sem par.

Indivíduos procedentes do Morro do Ferro apresentaram anomalias cromossômicas em proporção alta quando comparados aos de Campinas. No exemplar com cromossomo supra-numerário (protocolo de registro 5890 do Serviço de Genética do Instituto Butantan) foram analisadas 25 metáfases somáticas, 11 dos quais contendo alguma aberração: 3 com falha cromossômica (em ambas cromátides), 9 com falha em apenas uma das cromátides, 1 com quebra cromatídica. (Fig. 16) e 1 com fragmento acêntrico, provavelmente perdido a partir de quebra em alguma cromátide.

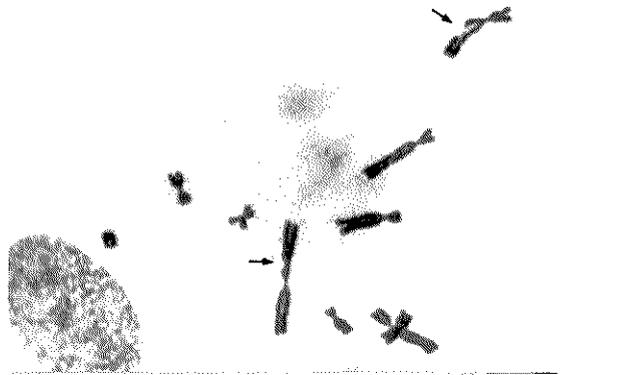


Fig. 16 - Detalhe de metáfase somática mostrando parte do complemento diplóide de *H. albopunctata*. As setas indicam quebra e falha cromatídica.

#### 4.5. Organização espacial na comunidade

A organização espacial entre as populações do Morro do Ferro foi analisada em relação aos locais de desova, de desenvolvimento larvário e sítios de cortejamento. Estes aspectos são importantes para o modo de vida dos indivíduos e devem ter evoluído de modo a minimizar as interferências entre as diversas espécies da comunidade. Além destas interações entre as populações, os indivíduos de uma mesma população também interagem, dentro de certos limites comportamentais característicos da espécie (e. g. foram encontradas desovas de anuros na água, no interior de câmara no solo, em ninhos de espuma e sobre folhas, ou no interior de folhas dobradas).

##### 4.5.1. Interações interespecíficas

Características de natureza morfológicas (como focinho pontudo e reforçado usado para cavar "panelas") ou comportamental (como cantar trepado sobre folha ou ramo) ampliam os modos de utilização do ambiente por parte das diversas espécies. Para orientar a análise das relações entre as diversas populações de anuros, foram reconhecidos, de forma arbitrária e com base na fitofisionomia, dois tipos de ambientes gerais: "Mata" e "Área Aberta".

##### 4.5.1.1. Populações da "Mata"

Na Mata foram observadas sete espécies, que apresentaram distribuição espacial distinta, considerados seus sítios de cortejamento e os locais de desova.

Os sítios de cortejamento foram utilizados de forma mais intensa às margens de poças permanentes, principalmente naquelas próximas às bordas da mata. Nestes locais foram encontradas também espécies características de áreas abertas, como *H. polytaenia* e *E. juipoca*.

O número de micro-ambientes reconhecidos é próximo ao número de espécies que ocorre, no local (Fig. 17). Os micro-ambientes podem ser caracterizados das seguintes formas:

i. Leito pedregoso e raso do riacho, próximo às nascentes, abrigando uma pequena população (máximo de 8 indivíduos ativos simultaneamente) de *Hylodes* sp. Estes indivíduos vocalizam sobre pedras no interior do riacho, para onde saltam quando perturbados.

ii. Chão de mata, rico em folhas e detritos vegetais é explorado por *E. juipoca*, principalmente próximo às bordas da mata ou clareiras, uma vez que esta espécie vocaliza com maior frequência nas áreas abertas.

iii. Pequenos arbustos marginais em poças permanentes, que são ocupados principalmente por *H. ranki* e, ocasionalmente, por *H. perviridis* e por *H. polytaenia*.

iv. Pequenos arbustos marginais ao leito do riacho, ocupados por *Centrolenella* sp e *H. ranki*, além de poucos indivíduos de *H. polytaenia* isolados, principalmente no final do período de chuvas.

v. Grandes arbustos marginais de poças permanentes, ocupados por *H. perviridis*.

vi. Grandes arbustos (*Mikania* sp. e *Psychotria* sp), epífitas (principalmente *Phyllodendron* sp) e árvores do estrato médio, explorados por pequena população (máximo de 6 indivíduos ativos simultaneamente) de *P. cochranæ*.



Fig. 17 - Organização espacial das espécies de anfíbios da mata, ao emitirem vocalizações. 1= *P. cochranae*; 2= *H. per viridis*; 3= *H. ranki*; 4= *H. polytaenia*; 5= *Centrole- nella* sp.; 6= *A. bokermanni*; 7= *Hylodes* sp.

Os locais de desova estão relacionados à existência de corpos d'água favoráveis ao desenvolvimento larvário ou a adaptações especiais que permitam independência do meio aquático. Em decorrência dos micro-ambientes disponíveis na mata, em geral, nota-se estratificação vertical, o que favorece o estabelecimento dos hilídeos, adaptados à vida arborícola. Foram reconhecidos os seguintes micro-ambientes:

- i. Poças permanentes a meia-água (utilizadas por *H. perviridis*);
- ii. Poças permanentes à superfície (onde foram depositadas desovas de *H. polytaenia* e de *H. ranki*);
- iii. Folhas de arbustos ou epífitas pendentes sobre o riacho (onde ocorreram desovas de *P. cochranæ*).

Além das desovas observadas é possível inferir ainda os seguintes locais de desova, com base no sítio de corte e nas características do ambiente em que as larvas ocorrem:

- i. Embaixo de pedras ou frestas em remansos próximos às nascentes do riacho, utilizados por *Hylodes* sp. As larvas desta espécie sempre foram encontradas no riacho, nos mesmos locais em que os machos vocalizam.
- ii. Chão nas bordas da mata, entre folhiço ou pequenas depressões naturais do terreno, utilizado por *E. juipoca*: aí foram ouvidos machos vocalizando e encontrados jovens recém-metamorfoseados.
- iii. Folhas de arbustos pendentes sobre o riacho, utilizadas por *Centrolenella* sp.

Em relação ao desenvolvimento larvário, foram encontrados dois ambientes básicos no interior da mata:

i. Riacho com leito arenoso e concentração de seixos rolados nos locais de maior profundidade, onde também se acumula matéria orgânica (folhas e ramos caídos que são transportados pelo riacho). Junto ao leito do riacho são encontradas larvas de *Centrolenella* sp., entre os pequenos seixos rolados e de *Hylodes* sp., sobre o fundo arenoso ou entre detritos orgânicos; larvas de *P. cochranæ* ficam a meia água ou próximo à superfície.

ii. Poças permanentes pouco profundas com acúmulo de matéria orgânica em grande quantidade. Nestes locais, larvas de *H. ranki* ocupam a meia água, ao passo que *H. perviridis* e *H. polytaenia* são encontradas no fundo das poças, sendo a primeira mais freqüente em poças do interior, e a segunda em poças da borda da mata.

#### 4.5.1.2. Populações da área aberta

Na área aberta foram observadas 15 espécies, três das quais ocorrem também na mata. *H. polytaenia* e *E. juipoca* foram mais freqüentes nas áreas abertas e parecem ser invasoras nas bordas da mata, ao passo que *H. perviridis* é mais freqüente na mata, mas aparece também na área aberta, principalmente no final da estação de chuvas.

Os sítios de corte são diversificados na área aberta (Fig. 18), em parte devido à maior extensão da área em que estes ambientes existem. No entanto, como a densidade de machos ativos durante a congregação para reprodução é alta na área aberta, a

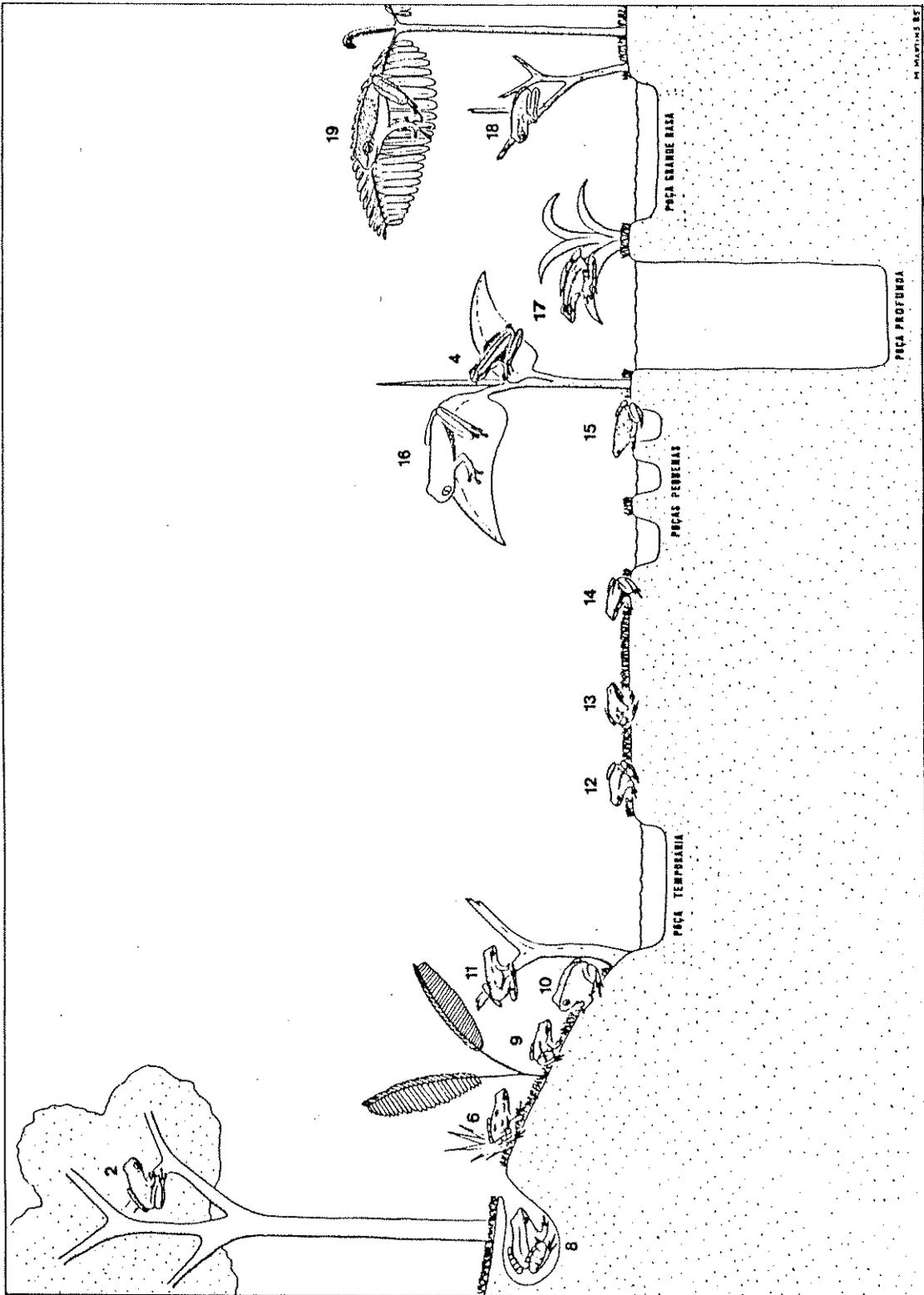


Fig. 18 - Organização espacial das espécies de anfíbios da área aberta, ao emitirem vocalizações. 2= *H. perviridis*; 4= *H. polytaenia*; 6= *E. juipoca*; 8= *L. cunicularius*; 9= *A. bokermanni*; 10= *O. americanus*; 11= *H. hayii*; 12= *P. saltica*; 13= *P. euvieri*; 14= *P. jordanensis*; 15= *E. ovale*; 16= *P. ayeaye*; 17= *H. caldarum*; 18= *H. minuta*; 19= *H. albopunctata*.

maioria das espécies tem dificuldades para ocupação de ambientes disponíveis. O número de espécies na área aberta parece ser maior que o número de micro-ambientes disponíveis, os quais podem ser caracterizados das seguintes formas:

i. Arbustos marginais de poças temporárias, onde aparecem *H. hayii*, *H. caldarum* e, ocasionalmente, *H. perviridis*;

ii. Arbustos marginais de poças profundas, onde aparecem *P. ayeaye*, *H. polytaenia* e, ocasionalmente, *H. minuta*;

iii. Arbustos marginais de poças rasas e água corrente, onde aparecem *H. albopunctata*, *H. caldarum*, *H. minuta* e ocasionalmente *H. polytaenia*;

iv. Chão recoberto por vegetação marginal de poças rasas em riachos temporários, onde aparecem *A. bokermanni* e *O. americanus*.

v. Chão recoberto por vegetação arbustiva em área brejosa, onde aparecem *P. cuvieri*, *P. jordanensis* e *P. saltica*.

vi. Vegetação herbácea no interior de pequenas poças, onde aparecem *E. ovale*, *H. caldarum* e *P. cuvieri*.

Além destes sítios de cortejamento, utilizados por espécies mais generalizadas, ainda existem outros dois, explorados por leptodactilídeos especializados. Um deles são as touceiras de gramíneas (*Andropogon* sp. ou *Paspalum* sp.), distantes dos corpos d'água, mas que podem manter suficiente grau de umidade, ocupado por *E. juipoca*. O outro, são as escarpas de drenagem pluvial dos morros, também distantes de qualquer corpo d'água, ocupadas por *L. cunicularius*, que aí constroem pequenas "panelas" subterrâneas.

Na maioria dos micro-ambientes acima caracterizados pode ocorrer sobreposição parcial na ocupação espacial durante a corte por parte de duas, três ou até quatro espécies, na época de

maior atividade reprodutiva. No entanto, apesar das sobreposições nos sítios de corte, não foi observada a formação de pares heteroespecíficos, em amplexo.

Os locais de desovas são bem mais diversificados que na mata, principalmente em função das adaptações protetivas aos ovos e embriões, mais comum entre os leptodactilídeos. Por sua própria natureza, a disponibilidade de ambientes favoráveis a desovas nas áreas abertas não favorece a diversificação na distribuição vertical. Como resultado destas duas circunstâncias, nas áreas abertas, existe maior distribuição horizontal de locais usados como sítio de cortejamento, favorecendo o estabelecimento de leptodactilídeos.

Os principais locais de desova encontrados na área aberta incluem:

i. Vegetação aquática submersa de poças permanentes (onde ocorrem *H. caldarum*, *E. ovale* e *H. minuta*);

ii. Vegetação aquática submersa de poças temporárias (onde ocorrem *H. hayii*, *P. cuvieri* e *P. saltica*);

iii. Superfície de poças permanentes ou temporárias (onde ocorrem *H. albopunctata*, *H. polytaenia* e *O. americanus*);

iv. Arbustos submersos de área brejosa (onde ocorrem *P. cuvieri*, *P. jordanensis*, *P. saltica* e *H. caldarum*).

Como locais especiais para desovas, podem ser referidas ainda as "panelas" escavadas em ambiente seco por *L. cunicularius* e as folhas de arbustos pendentes sobre a poça profunda, utilizadas por *P. ayeaye*. Na área aberta não foram encontradas desovas de *H. perviridis*, *A. bokermanni* e de *E. juipoca*.

Os ambientes para desenvolvimento larvário em área aber

ta são ocupados em função dos locais de desovas e das possibilidades de deslocamento ativo ou acidental (por exemplo, carreamento por enxurradas) das larvas. Não foram encontradas larvas de *A. bokermanni*, *E. juipoca*, *P. jordanensis* e de *H. perviridis*.

Os principais ambientes ocupados por larvas na área aberta correspondem aos seguintes ambientes locais:

i. Poça grande e rasa, com vegetação abundante e fluxo contínuo de água, onde ocorrem larvas de *H. albopunctata*, *H. caldarum*, *H. minuta* e, ocasionalmente, *P. cuvieri* e *P. saltica*. As larvas de ocorrência ocasional são aquelas arrastadas por enxurrada.

ii. Poça grande profunda com vegetação marginal arbustiva, onde ocorrem larvas de *P. ayeaye* e de *H. polytaenia*. As larvas desta última espécie apresentam porção membranosa da cauda com pequena altura, o que não é comum entre larvas de ambiente profundo e isolado, como esta poça.

iii. Pequenas poças permanentes em brejo com vegetação herbácea, onde ocorrem *P. cuvieri*, *H. caldarum*, *P. saltica* e *E. ovale*.

iv. Poças temporárias isoladas ou em riachos temporários, onde ocorrem *P. cuvieri*, *H. hayii*, *O. americanus* e *L. cunicularius*. As larvas desta última espécie são arrastadas por enxurradas até estes ambientes e, eventualmente, aparecem no riacho principal da área.

O ambiente que abrigou maior número de espécies durante a fase larvária foi a poça grande e rasa com vegetação abundante da área aberta. Neste ambiente, como nos demais, foram constatadas nítidas preferências por micro-habitat diversos (Fig. 19). Uma separação inicial entre as espécies é dada pelo tipo de nada

deira da cauda. Espécies com cauda de nadadeira alta apresenta ram deslocamento ágil a "meia água", ao passo que as espécies de cauda com nadadeiras baixas foram mais frequentes no fundo da poça. Entre as espécies do fundo, *P. saltica* é mais frequente nas proximidades da borda da poça, *H. albopunctata* nas partes mais fundas destituídas de vegetação e *P. cuvieri* nas partes mais fundas com vegetação aquática abundante. Entre as espécies de "meia água", *H. minuta* é mais frequente na parte rica em vegetação e *H. caldarum* na parte destituída de vegetação aquática.

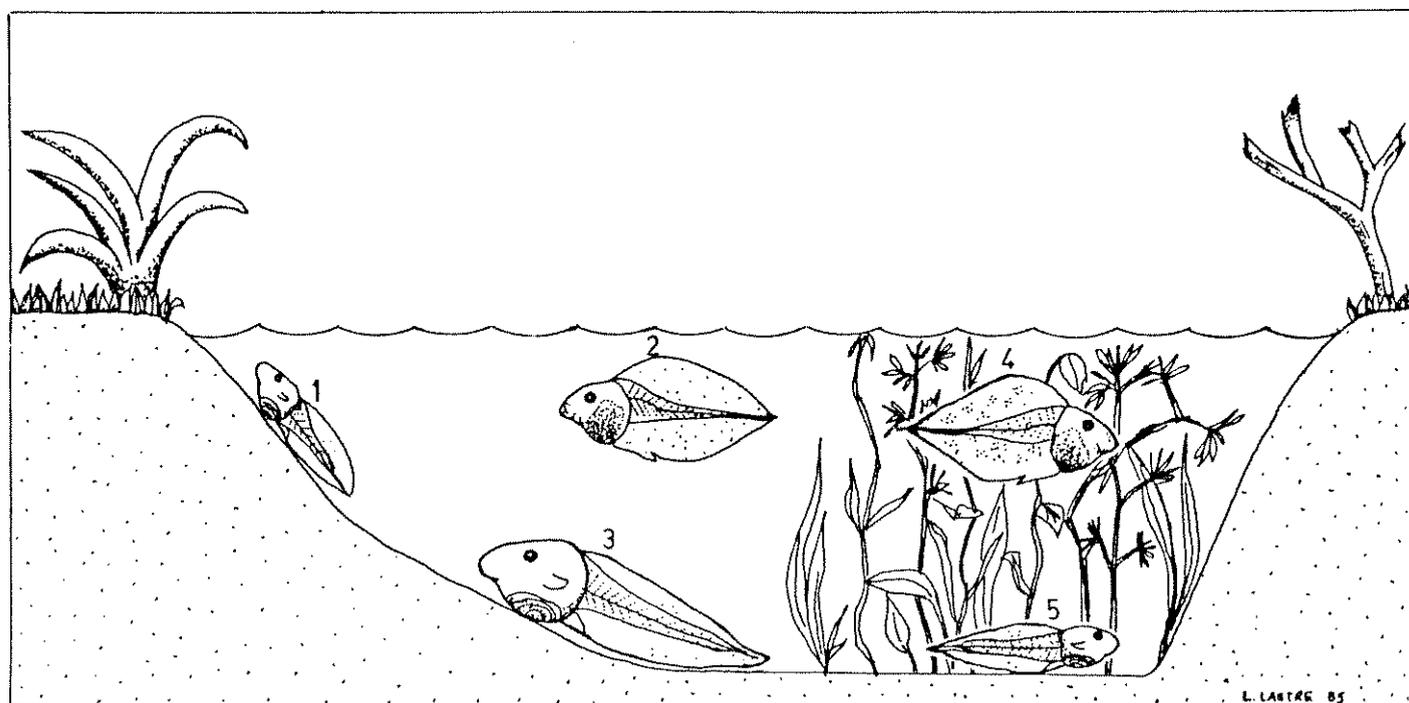


Fig. 19 - Representação esquemática da distribuição preferencial de larvas, no ambiente de área aberta que abrigava simultaneamente maior número de espécies. 1= *P. saltica*; 2= *H. caldarum*; 3= *H. albopunctata*; 4= *H. minuta*; 5= *P. cuvieri*

#### 4.5.2. Interações intra-específicas

As interações intra-específicas ocorreram com tendência de aumentar a eficiência de utilização dos espaços restritos pelo modo de vida de cada espécie. Estes tipos de interações não existem entre desovas; foram melhor observadas no presente estudo, entre indivíduos adultos e muito pouco entre as larvas.

##### 4.5.2.1. Interações em adultos da mesma espécie

Entre os machos adultos de todas as populações foram observadas interações relativas às suas vocalizações. (Dada a grande importância das vocalizações como sistema de comunicação e o meu particular interesse no assunto, as suas características físicas e funções foram estudadas em capítulo a parte). Algumas características comportamentais que permitem aumentar a eficiência na ocupação do espaço disponível foram identificadas e agrupadas nas seguintes categorias:

i. Territorialidade - Percebida através da emissão de vocalizações diferenciadas (em *H. albopunctata*, *H. hayii*, *H. caldarum*, *P. ayeaye*, *A. bokermanni* e *P. jordanensis*) e ocupação de um mesmo sítio de cortejamento por um único indivíduo em diversas noites (*H. albopunctata*, *H. hayii*, *H. caldarum*, *P. ayeaye*, *A. bokermanni*, *P. cuvieri* e *O. americanus*).

ii. Comportamento satélite - Alguns machos adultos de *H. hayii* e de *H. caldarum* foram observados exibindo comportamento peculiar: ficavam sem emitir vocalizações nas proximidades de outro macho ativo vocalizando. Apenas três indivíduos foram observados apresentando este comportamento, sendo um de *H. hayii* e dois de *H. caldarum*. Em nenhuma ocasião foi observada interceptação, por parte do satélite, de fêmea porventura atraída pela vocalização do outro macho ativo.

iii. Vocalizações em antifonia - A emissão de vocalizações alternadamente, por parte de dois indivíduos próximos entre si, determina melhores condições de percepção dos sinais sonoros emitidos, uma vez que não há sobreposição temporal dos sons emitidos. Foi observada em *H. perviridis*, *H. hayii*, *A. bokermanni*, *O. americanus*, *P. cuvieri*, *P. jordanensis* e *E. ovale*.

iv. Vocalizações em trios - A emissão de vocalizações alternadas, sem sobreposição temporal, pode ser organizada entre três indivíduos, o que foi observado apenas em *Centrolenella* sp.

#### 4.5.2.2. Interações em larvas da mesma espécie.

As interações em larvas de uma mesma população foram aqui pouco estudadas e as constatações foram feitas em observações ocasionais. Foram reconhecidas duas categorias destas interações:

i. Canibalismo - Uma larva grande de *L. labyrinthicus* (aprox. estágio 40) predou uma menor (aprox. estágio 25), que foi afugentada em sua direção pela perturbação ocasionada durante atividade de coleta no seu ambiente. A larva predadora não foi coletada.

ii. Exclusão espacial - Um girino bem desenvolvido de *P. ayeaye* se deslocava com constância em determinada área. Em três ocasiões em que um girino menor se aproximou da área em que o maior se deslocava, este investiu com a parte frontal do corpo, sobre o indivíduo menor e o expulsou.

#### 4.6. Vocalizações

Machos de todas as espécies estudadas apresentaram vocalizações em alguma época do ano. O saco vocal destes machos, em geral é do tipo simples, gular; apresenta pequena expansão nos leptodactilídeos (exceção ao gênero *Physalaemus*) e grande expansão entre os hilídeos. Saco vocal com estrutura mais complexa foi encontrado em *Hylodes* sp. (na qual se apresenta duplo, lateral) e em *H. ranki* (na qual é simples com ampla expansão bilateral).

##### 4.6.1. Funções das vocalizações

As funções das vocalizações dos anuros no Morro do Ferro foram investigadas através de observações diretas de ajuntamento de machos, de formação de casais e de experimentos simples através de "play back", testando machos e fêmeas.

##### 4.6.1.1. Resposta de machos às vocalizações

As reações dos machos a vocalizações de indivíduos da mesma espécie mostraram grande heterogeneidade, tanto ao nível populacional como individual. Foi considerada resposta ao experimento qualquer modificação comportamental do indivíduo após o início do "play back". Estas modificações foram aqui consideradas como defesa territorial, tanto ao nível de alteração de vocalizações como ao nível de combates físicos.

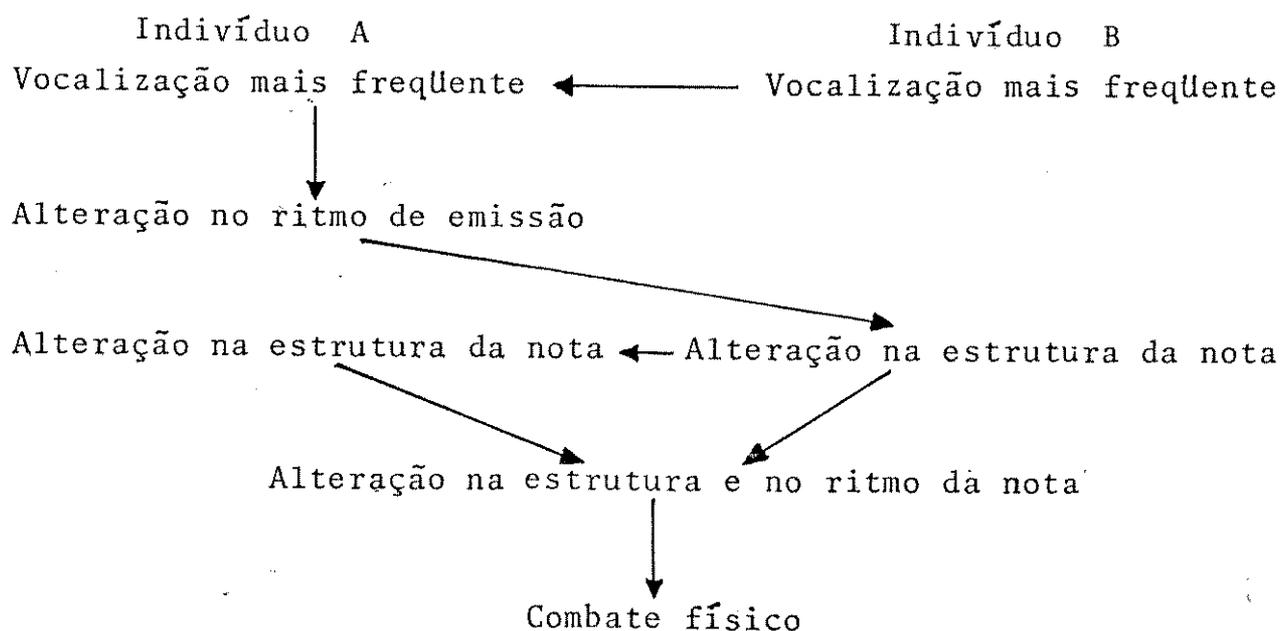
Para facilidade de interpretação serão considerados apenas os casos extremos e algumas variantes em relação à intensi

dade da resposta. Foram considerados casos extremos: i. a ausência aparente de resposta (quando o indivíduo não modificava o comportamento que vinha apresentando antes do "play back"); ii. exibição de resposta imediata (que tanto pode ser "cessar a vocalização" como agredir o outro individuo através de vocalizações diferenciadas ou combate físico ).

A ausência de resposta foi verificada na natureza e através de testes com "play back" para as seguintes espécies: *E. ova*le, *L. cunicularius*, e *H. ranki*.

A exibição de resposta imediata variou desde uma pequena alteração no ritmo de emissão das notas (como em *O. americanus* e em *P. jordanensis*), até a deflagração de combate físico, no qual os indivíduos procuravam se excluir mutuamente de um dado local (observado em *A. bokermanni*, *H. hayii* e em *H. caldarum*). Em *P. ayeaye*, foi observada alteração no ritmo e no tipo de nota emitida, às vezes com emissão de dois tipos de notas por um mesmo indivíduo ou com emissão da parte inicial da nota por um indivíduo e parte final por outro, de forma semelhante a duetos.

De fato, a resposta imediata exibida pode apresentar sequência definida e com diferentes graus de intensidade, o que pode ser resumido da seguinte forma:



## 4.6.1.2. Ajuntamento de machos

A importância das vocalizações para congregação de machos nas proximidades de ambientes favoráveis foi testada em três dias consecutivos no final da época chuvosa, em janeiro de 1983. Nas proximidades da poça maior da área aberta, foram tocadas vocalizações, previamente gravadas no mesmo local, a partir de 15 minutos antes do horário previsto (segundo os dados de dois dias anteriores) para que se iniciassem o turno de vocalizações da comunidade. Em todas as ocasiões testadas, os indivíduos iniciaram as vocalizações antes do horário previsto com base nos dias anteriores (Fig. 20). A gravação tocada era um coro contendo vocalizações de cinco espécies (*H. albopunctata*, *H. caldarum*, *P. ayeaye*, *P. cuvieri* e *E. ovale*), mas somente duas delas (*H. caldarum* e *P. cuvieri*) iniciaram seus turnos mais cedo nos dias testados.

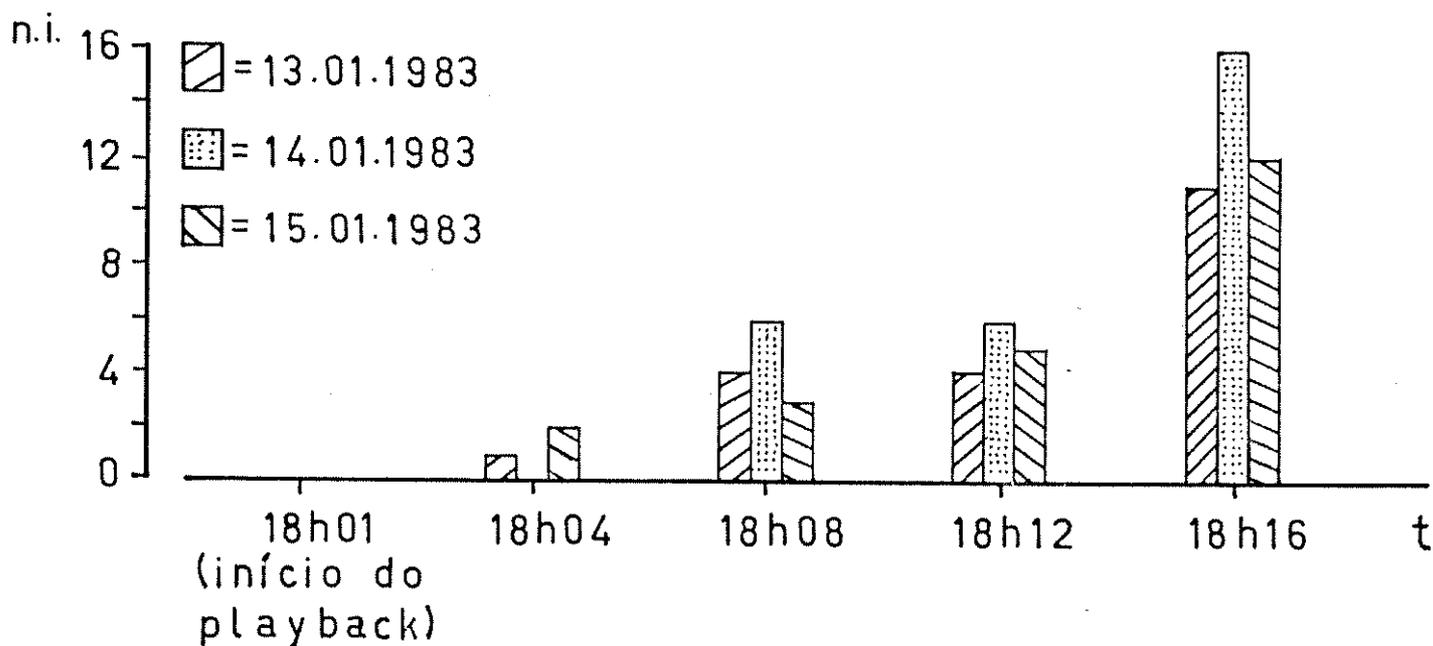


Fig. 20 - Número de indivíduos vocalizando após "playback" com vocalizações conspecíficas tocadas antes do horário previsto para início das vocalizações das espécies em 13, 14 e 15 de janeiro de 1983.

Em ocasiões diversas foi possível verificar que o início do turno de vocalizações de *H. albopunctata*, *H. perviridis*, *H. ranki* e de *E. ovale* pode ser estimulado pela emissão de gravações com as respectivas vocalizações destas espécies. Embora não fosse detectado um limite rígido, este estímulo para antecipação no início do turno de vocalizações só foi possível em lapso temporal sempre inferior a 20 minutos.

A percepção de ajuntamento dos machos é possível pelo acompanhamento de seus deslocamentos até os locais típicos utilizados como sítio de cortejamento. É interessante notar que somente um ou dois machos eram atraídos para próximo do gravador e somente quando este estava próximo de locais habitualmente usados como sítio de cortejamento e pouco antes do início de turno regular das vocalizações.

#### 4.6.1.3. Resposta de fêmeas às vocalizações

As respostas de fêmeas às vocalizações de machos conspecíficos foram testadas no campo, no próprio local onde elas eram encontradas, procurando não se alterar o seu ambiente. Foram utilizadas somente fêmeas com óvulos bem desenvolvidos nos dois ovários, o que é perceptível pela dilatação consistente nos dois lados do abdome.

*H. albopunctata* foi encontrada em condições convenientes para o teste em fevereiro de 1983, em uma única oportunidade, às 22h00. "Play back" da vocalização de um macho foi tocado a cerca de 1 m de distância em volume semelhante ao volume de outros machos ativos naquele momento. Logo após ouvir a primeira sequência das notas características da espécie, a fêmea cessou seu

deslocamento e voltou-se em direção ao gravador. A gravação foi tocada e repetida algumas vezes, durante 40 minutos, tempo este em que a fêmea permaneceu no mesmo local, movimentando uma ou outra pata anterior, mas sem se deslocar.

*H. hayii* também foi testada em uma única oportunidade, em novembro de 1982. Ao ouvir a gravação de machos conspecíficos, a fêmea deu dois saltos em direção ao gravador, permaneceu alguns minutos nas proximidades e afastou-se em seguida.

Duas fêmeas de *P. ayeaye* foram testadas em um mesmo dia, em dezembro de 1982. Desta vez foram retiradas do local em que se encontravam e levadas para um local com características semelhantes, porém, sem machos ativos por perto. Após ouvirem gravação de machos conspecíficos em coro durante cerca de 30 minutos, não apresentaram comportamento que pudesse ser associado às vocalizações que eram tocadas.

Uma fêmea de *P. cuvieri* foi testada em janeiro de 1983, com "play back" de machos que vocalizavam em antifonia e com ritmo um pouco mais intenso que a média verificada para a espécie. Logo após ouvir a gravação das vocalizações conspecíficas, a cerca de 50 cm, a fêmea voltou-se para o gravador e caminhou com o dorso em posição um pouco mais baixo que o normal, até o gravador. Em seguida, permaneceu parada durante cerca de 15 minutos, quando terminou a gravação. Quando a fita estava sendo rebobinada, a fêmea afastou-se aos saltos e não mais foi atraída pela gravação.

#### 4.6.2. Categorias de vocalizações

As vocalizações foram analisadas quanto ao ritmo de emissão e características físicas das notas. Em função destes caracteres foi elaborada uma classificação válida para as populações do presente estudo e nas condições em que foram estudadas, uma vez que alguns parâmetros usados na classificação, especialmente o referente ao ritmo de emissão de notas, são claramente influenciados pela densidade populacional e também por fatores endógenos (provavelmente hormonais). O critério para tornar homogêneas as amostras, para a classificação, foi a utilização das características apresentadas no período em que havia maior número de machos ativos para cada espécie.

Considerando os critérios e circunstâncias acima referidos, foram reconhecidas as seguintes categorias de vocalizações:

i. Notas isoladas emitidas a intervalos de tempo regulares.

Inclui os tipos mais simples de vocalizações, em que os indivíduos emitem o mesmo tipo de sinal durante todo o turno de vocalizações. As alterações observadas foram devidas a interações intra-específicas, geralmente relativas ao ritmo de emissão de notas: em geral havia diminuição na sobreposição de sinais emitidos por dois indivíduos próximos, algumas vezes culminando com antifonia no ritmo de emissão dos dois indivíduos. Diversas espécies incluídas nesta categoria emitiram sinais agressivos, às vezes quando aumentava a densidade populacional, outras vezes quando o indivíduo vocalizava isoladamente.

ii. Notas semelhantes, agrupadas em séries que se repetem a intervalos regulares.

Categoria em que se verifica menor grau de interferência entre indivíduos de uma mesma espécie. O parâmetro mais variável nesta categoria é o intervalo de tempo entre duas séries consecutivas de notas, embora o número de notas por série também seja muito variável em uma das espécies (*Hylodes* sp.).

iii. Notas diferentes e com emissão organizada entre alguns indivíduos.

Encontradas em espécies de pequeno porte, com notas agudas e de pulsos rápidos, cujos machos se congregam para vocalização e mantêm entre si pequena distância, mesmo quando há poucos indivíduos ativos. As variações mais acentuadas se referem ao ritmo de emissão das notas, em função das interações frequentes entre os indivíduos, enquanto que a única diferença entre as notas é o número de pulso que as constitui.

iv. Notas diferentes agrupadas em séries semelhantes.

Categoria que engloba as espécies cujas vocalizações apresentam dois ou três tipos de notas diferentes, desencadeadas em ordem constante pelo mesmo indivíduo, formando séries definidas e que se repetem durante o turno de vocalizações. As séries características, emitidas pelos indivíduos em geral, podem sofrer modificações por interações de dois indivíduos próximos (o que também pode ser induzido experimentalmente, através de "play back"). As principais modificações observadas nestas circunstâncias são intensificação no ritmo de emissão das séries, emissão de apenas um dos tipos de notas ou emissão de nota inicial por um indivíduo e nota final por outro. É interessante notar que não foi observada modificação na estrutura física das notas.

v. Notas muito diferentes e em seqüências muito diversificadas.

Engloba as espécies cujas vocalizações são complexas, contendo três tipos distintos de notas, emitidos em seqüências muito diversificadas e com constantes interações entre os indivíduos, mesmo quando em baixa densidade populacional. Além de três tipos básicos de notas para cada espécie, foram reconhecidos diversos sinais, caracterizados como modificações destes tipos básicos. Estas modificações acentuadas ocorreram na estrutura e também no ritmo de emissão, apresentadas tanto por indivíduos em alta densidade populacional como por indivíduos que vocalizam isolados de outros indivíduos conspecíficos ou, ainda, por indivíduos que iniciavam o turno de vocalizações.

#### 4.6.3. Características físicas e ritmo de emissão de notas

##### 4.6.3.1. Espécies que emitem notas isoladas a intervalos de tempo regulares.

As espécies aqui incluídas são: *E. ovale*, *P. jordanensis*, *O. americanus*, *P. cuvieri*, *H. perviridis*, *H. hayii*, *H. caldarum* e *A. bokermanni*. Estão ordenadas de acordo com a complexidade estrutural das vocalizações ou de interações entre os indivíduos e suas vocalizações são a seguir caracterizadas:

##### *E. ovale*

Vocalizações constituídas por notas multipulsionadas semelhantes, com duração em torno de 3 s e separadas por intervalos muito irregulares, de 4 s a até 18 s quando em ritmo de emissão contínua, em momento de intensa atividade de vocalização da

espécie. O ritmo mais frequente observado na população foi de 10 a 12 notas por minuto. Cada nota é constituída por centenas de "pulsos" justapostos emitidos regularmente numa frequência modulada de 2,8 a 3,5 kHz e com maior intensidade entre 3,3 e 3,5 kHz. Algumas notas apresentam uma breve seqüência inicial de poucos pulsos justapostos, em frequência um pouco mais grave, de 2,0 a 2,5 kHz (Fig. 21).

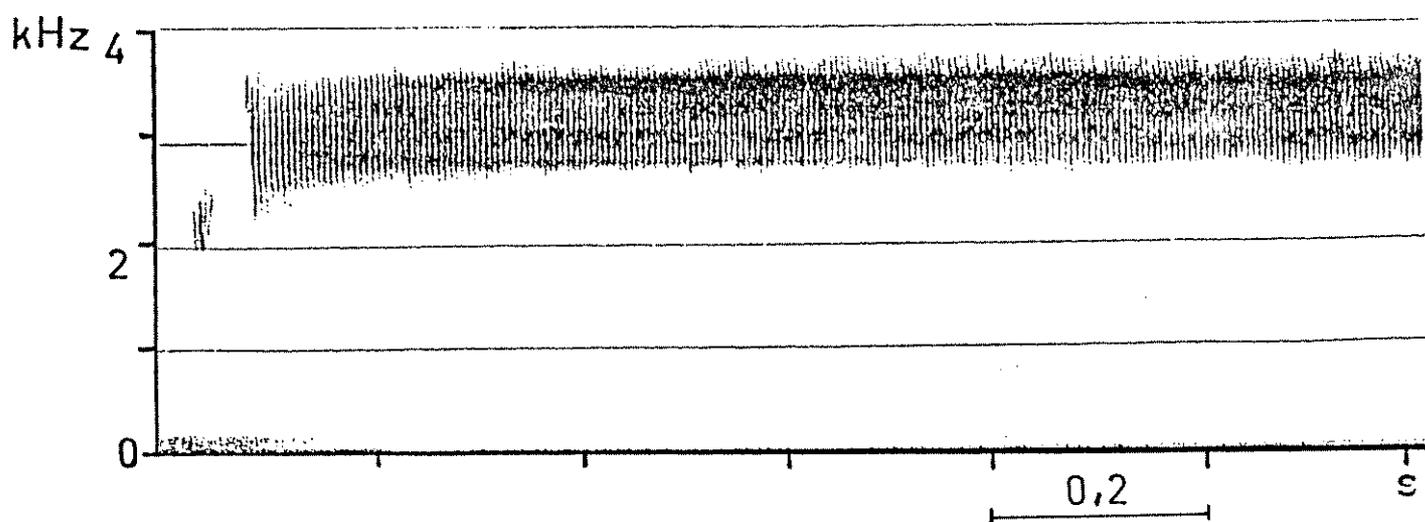


Fig. 21 - Sonograma da vocalização de *E. ovale*. AJC 17/01: início de uma "nota".

*P. jordanensis*

Vocalizações emitidas em ritmo de 15 (12 a 19) notas por minuto. Quando havia densidade superior a dois machos ativos por m<sup>2</sup> este ritmo mais comum era alterado, uma vez que alguns indivíduos vocalizavam alternadamente e com menor sobreposição de notas sem contudo, chegar a organização de coros nem a antifonia entre dois indivíduos. Cada nota tem duração em torno de 1,1 s, sendo constituída por cerca de 26 emissões separadas entre si por intervalo inferior a 20 ms, o que dá impressão de emissão contínua ao ouvido humano. A nota apresenta fundamental inicial

mente entre 0,6 e 1,0 kHz e modulação descendente até a faixa de 0,3 a 0,7 kHz. Além da fundamental, se reconhece ainda quatro harmônicas (Fig. 22).

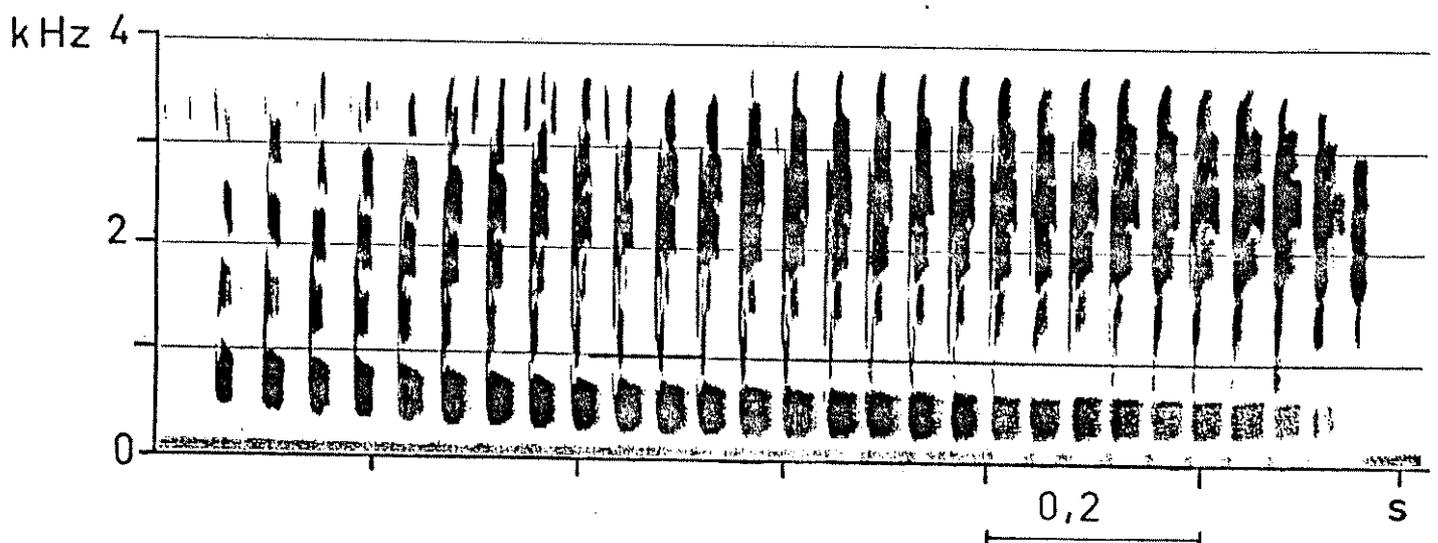


Fig. 22 - Sonograma da vocalização de *P. jordanensis*. AJC 07/03.

Em uma única ocasião foram observadas vocalizações de *P. jordanensis* alteradas (Fig. 23), que consistiam na emissão de notas com menor duração (800 ms) e com estrutura harmônica. Na parte mediana da nota, observa-se rápida modulação ascendente e, logo em seguida, descendente, dando a impressão de som "tremido" ao ouvido humano. Outra modificação perceptível nos sonogramas destas notas alteradas é a ausência da faixa de energia entre 0,3 a 0,7 kHz, constatada nas notas não alteradas. Esta modificação é apenas aparente e ocorre devido à diminuição da intensidade na frequência fundamental à medida que a nota é emitida.

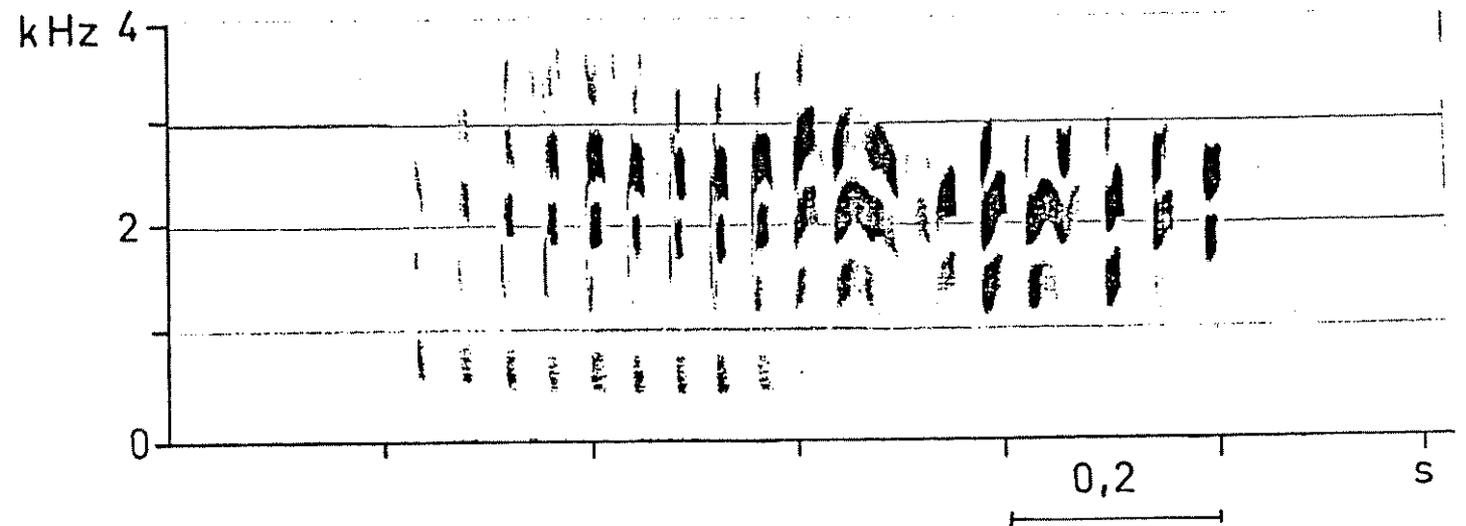


Fig. 23 - Sonograma de vocalização alterada de *P. jordanensis*.  
AJC 15/01

*O. americanus*

Emite notas multipulsionadas semelhantes, com duração de 0,42 s e a intervalos aproximados de 2 s, portanto com ritmo de 20 notas por minuto. Cada nota (Fig. 24) é constituída por cerca de 48 pulsos, separados por intervalos de tempo muito curto, imperceptíveis ao ouvido humano. No início da nota, os pulsos são emitidos entre 1,3 e 1,8 kHz. Passam a uma faixa mais ampla, de 1,1 a 2,3 kHz e voltam novamente à faixa de 1,3 a 1,8 kHz no final da nota. No meio do turno de vocalizações (21 h) um indivíduo isolado emitia cerca de cinco notas a cada 20 s, parava durante 20 a 30 s e recomeçava a emissão de mais 5 ou 6 notas. No

mesmo horário, cada um dos três indivíduos agregados na margem de pequena poça temporária, emitia continuamente 40 a 42 notas por minuto, as quais se sobrepunham de maneira desordenada.

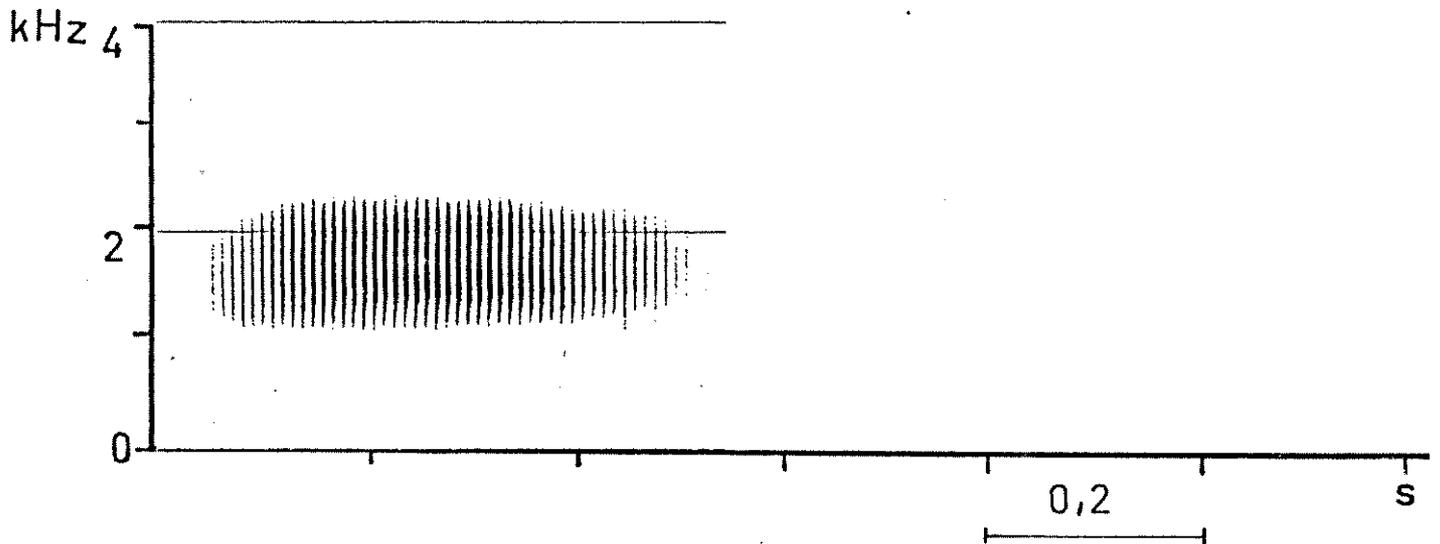


Fig. 24 - Sonograma da vocalização de *O. americanus*.  
AJC 21/03

*P. cuvieri*

Vocalizações emitidas em ritmo regular de 62 (59 a 64) notas por minuto. A densidade populacional tem pequena influência no ritmo de emissões, uma vez que em altas densidades há organização dos indivíduos em duplas, que vocalizam em antifonia. Como a duração da nota é semelhante ao intervalo entre elas, o ritmo de emissão de cada indivíduo permanece praticamente inalterado. Cada nota (Fig. 25) tem duração de 0,3 s e apresenta 10 harmônicas, com  $F$  entre 0,4 a 0,55 kHz e maior intensidade em  $H_2$ ,  $H_3$  e  $H_4$ . A partir do terço inicial da nota ocorre modulação descendente, que é discreta nas harmônicas mais graves e acentuada nas mais agudas.

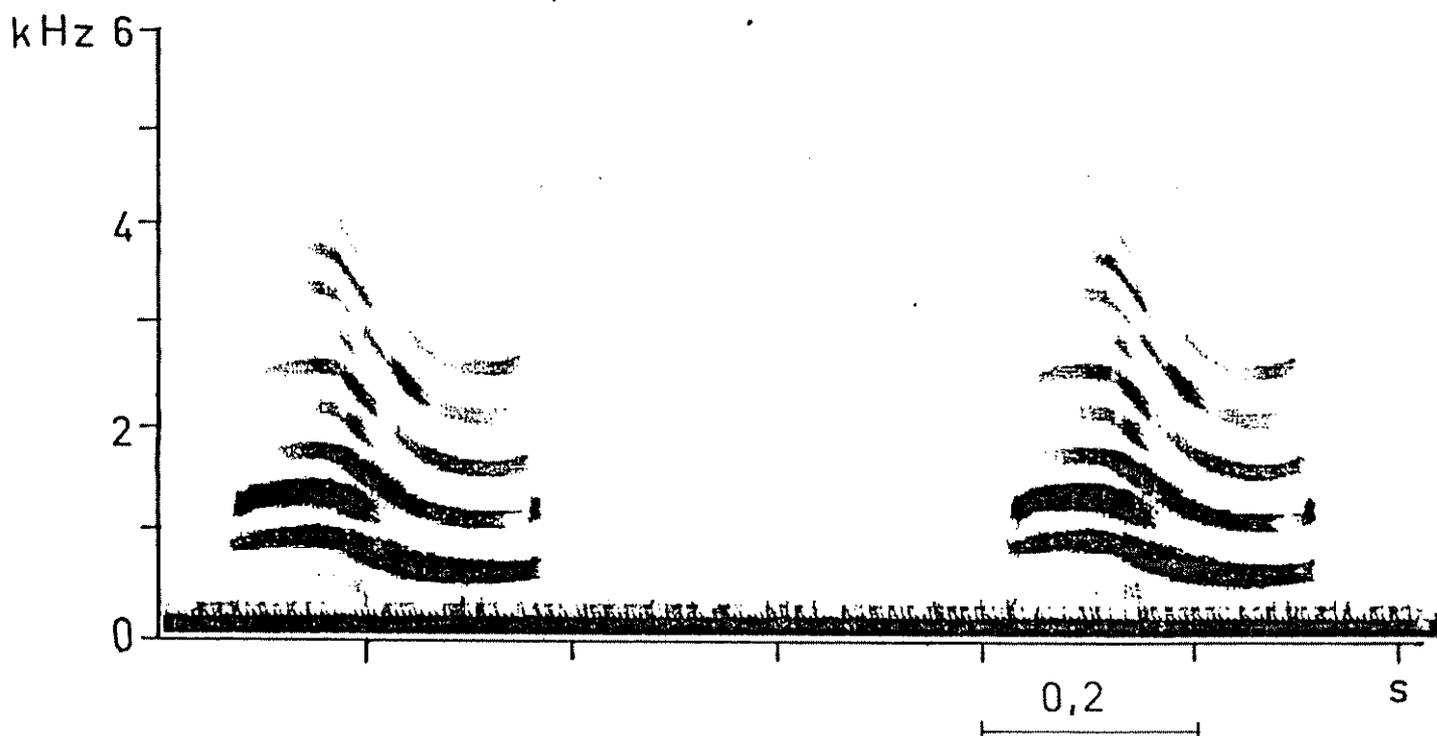


Fig. 25 - Sonograma da vocalização de *P. cuvieri*. AJC 15/03

#### *H. perviridis*

Vocalizações em ritmo aproximado de 85 (76 a 112) notas por minuto, com intervalo regular de 0,4 s entre elas. Cada nota é constituída por diversos pulsos justapostos, agrupados de forma variada e separados a intervalos de tempo muito curtos, imperceptíveis ao ouvido humano, para o qual as notas são percebidas como uma única emissão de duração relativamente longa, em torno de 0,15 a 0,25 s (Fig. 26). No início da nota os pulsos estão entre 1,9 a 2,5 kHz e, à medida que a nota é emitida vão sendo concentrados em faixa mais estreita. As notas são semelhantes com variação quanto a duração e quanto a interações na organização das vocalizações. A duração varia de acordo com o número de pulsos que constituem a nota e a organização social pode se apresentar como antifonia entre dois indivíduos próximos. Neste último

caso, os indivíduos emitem notas de duração um pouco menor e a segunda nota da seqüência é um pouco mais grave.

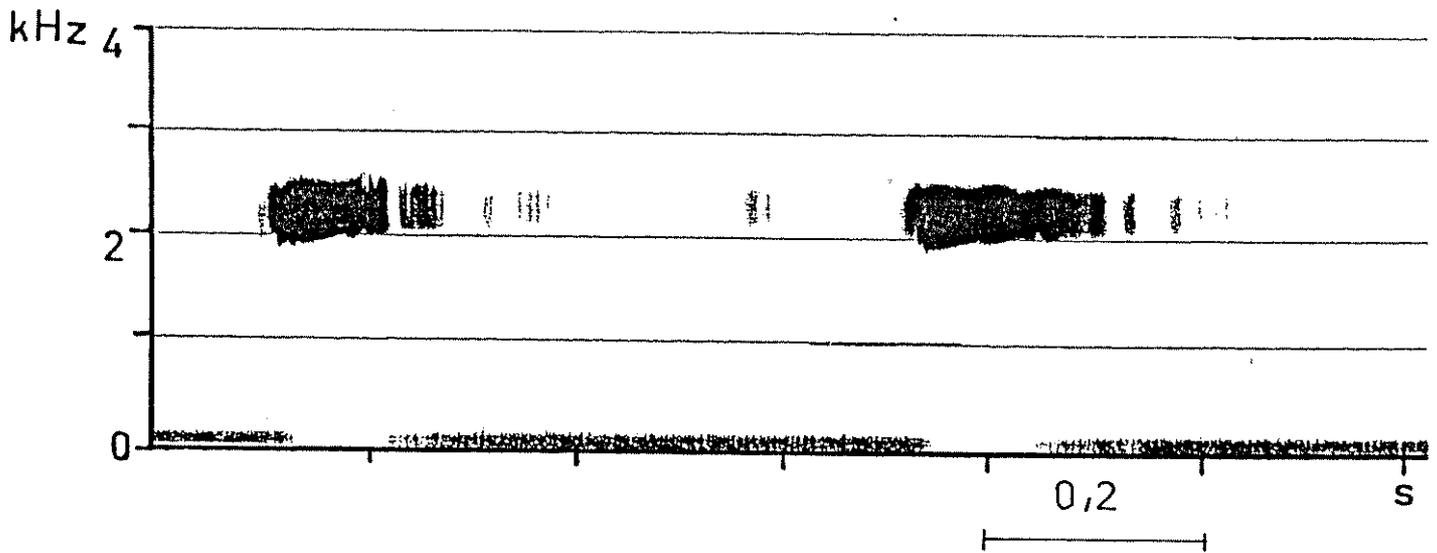


Fig. 26 - Sonograma da vocalização de *H. perviridis*. AJC 21/04.

#### *H. hayii*

Vocalizações em ritmo aproximado de 54 (52-56) notas por minuto, que é constantemente alterado pela emissão de notas com estrutura física muito distinta e associada a diversos sinais comportamentais de agressividade. Em ocasião em que dois machos próximos emitem estas notas agressivas pode haver emissão de até 62 notas em 30 s, mas dificilmente permanecem nestas condições por tempo superior a 40 s. Foram reconhecidos dois tipos de notas na população (Fig. 27). A nota a tem duração em torno de 0,25 s e é constituída por cerca de 15 (13-16) pulsos não sobrepostos e que ocupam faixa de 1,0 a 4,2 kHz. A nota b é emitida ao mesmo

tempo em que o indivíduo apresenta postura agressiva dos membros associada a movimentos de impaciência, mesmo quando é o único macho vocalizando na população; tem duração em torno de 0,12 s e é constituída por pulsos sobrepostos que ocupam faixa de 1,0 a 3,9 kHz. Estas notas com sinais agressivos podem ser entremeadas a notas do tipo a de outro indivíduo ou então serem emitidas em resposta a outras notas também agressivas e em ritmo mais intenso (Fig. 27).

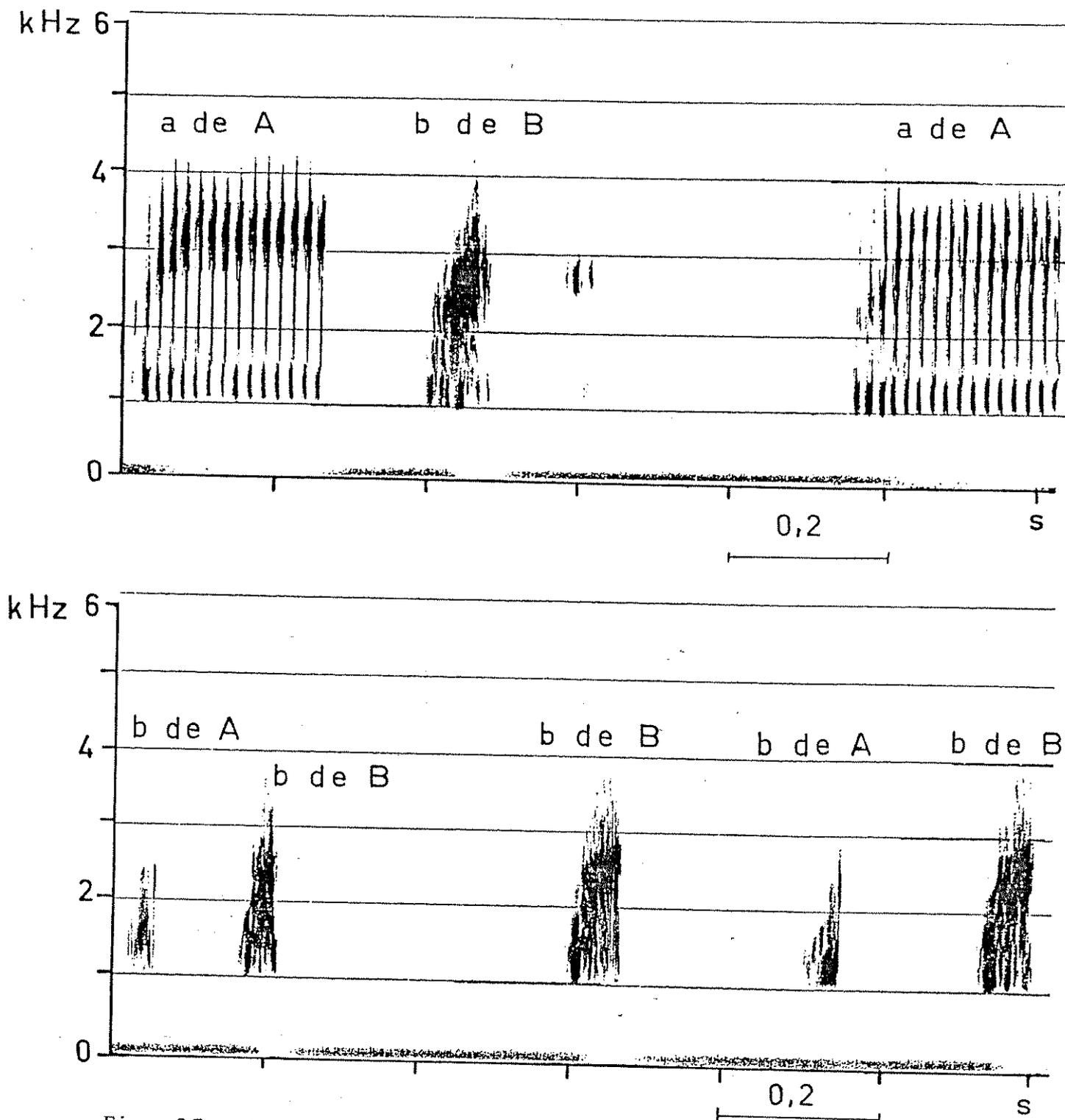


Fig. 27 - Sonogramas das vocalizações de *H. hayii*. AJC 08/04. As letras a e b representam tipos de notas, ao passo que A e B representam os indivíduos que emitiram as notas.

*H. caldarum*

Vocalização em ritmo aproximado de 40 (34-42) notas por minuto e pouco alterado, mesmo nos casos em que há alta densidade populacional. As notas características desta espécie apresentam duração em torno de 0,3 s e são constituídas por 10 ou 11 pulsos não sobrepostos, regularmente espaçados entre si e ocupando faixa de 2,0 a 4,5 kHz (Fig. 28). Apesar de ocorrerem em alta densidade populacional (até cinco machos ativos por m<sup>2</sup> nos locais de maior concentração) e durante muito tempo ao longo do ano, dificilmente se observa vocalizações agressivas nesta espécie. Em geral as interações são restritas a modificações no ritmo de emissão das notas, entre indivíduos muito próximos, que diminuem a sobreposição dos sinais emitidos. As poucas notas agressivas estudadas apresentam as mesmas tendências descritas para *H. hayii* (i.e. menor duração através de diminuição do intervalo entre pulsos) e ocupam faixa de 2,0 a 4,3 kHz.

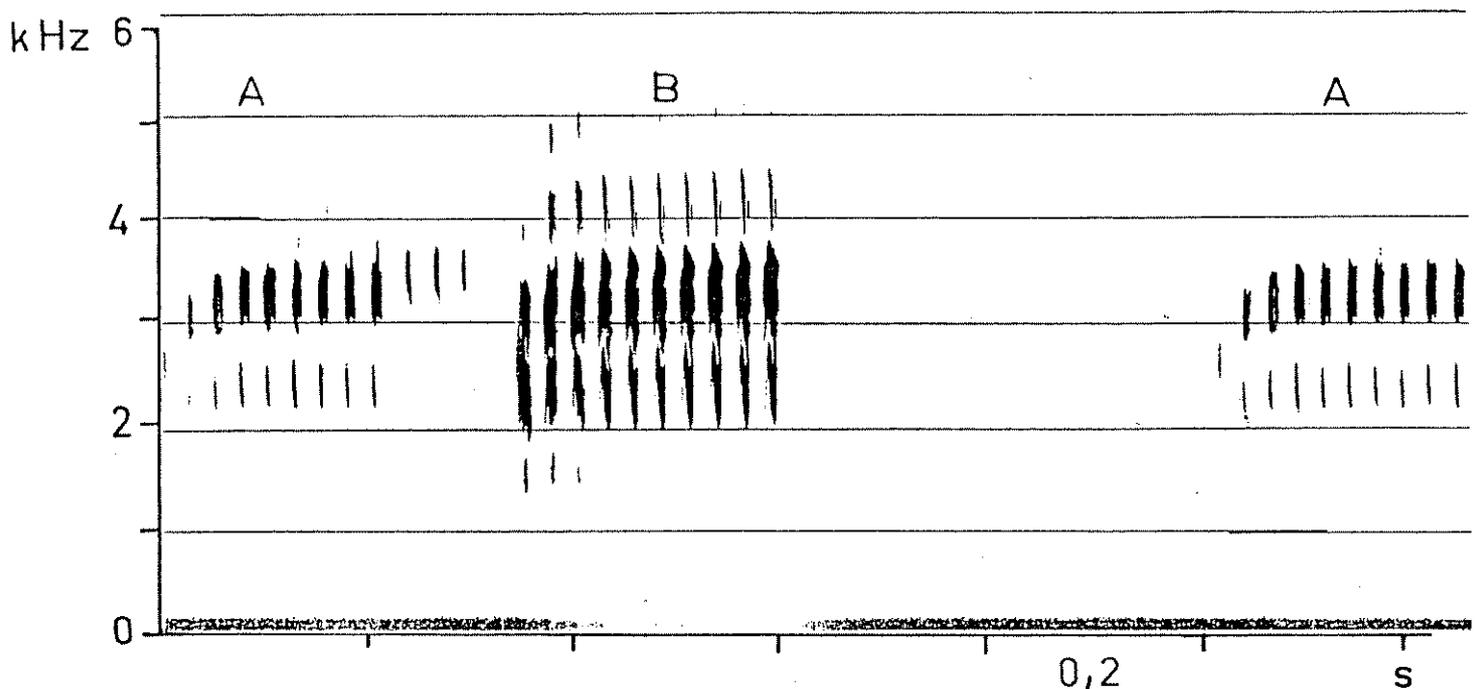


Fig. 28 - Sonograma da vocalização de *H. caldarum*. AJC 07/04.  
As letras A e B representam indivíduos que emitiram as notas.

*A. bokermanni*

Emite notas semelhantes, em ritmo aproximado de 16 (15 a 19) notas por minuto, com espaçamento regular, em torno de 1,2 s entre elas. Estas notas mais frequentes na população, aqui designadas do tipo a, têm duração de 0,2 s e são constituídas por 14 pulsos. Espaçamentos irregulares são comuns entre os pulsos do terço inicial deste tipo de nota (Fig. 29), ao passo que os demais apresentam diminuição do intervalo entre si. O primeiro pulso ocupa faixa de 3,6 a 4,2 kHz, o segundo 3,2 a 3,8 kHz e os demais apresentam pequena modulação ascendente, desde 3,6 a 4,2 kHz até 3,9 a 4,5 kHz, e depois descendente.

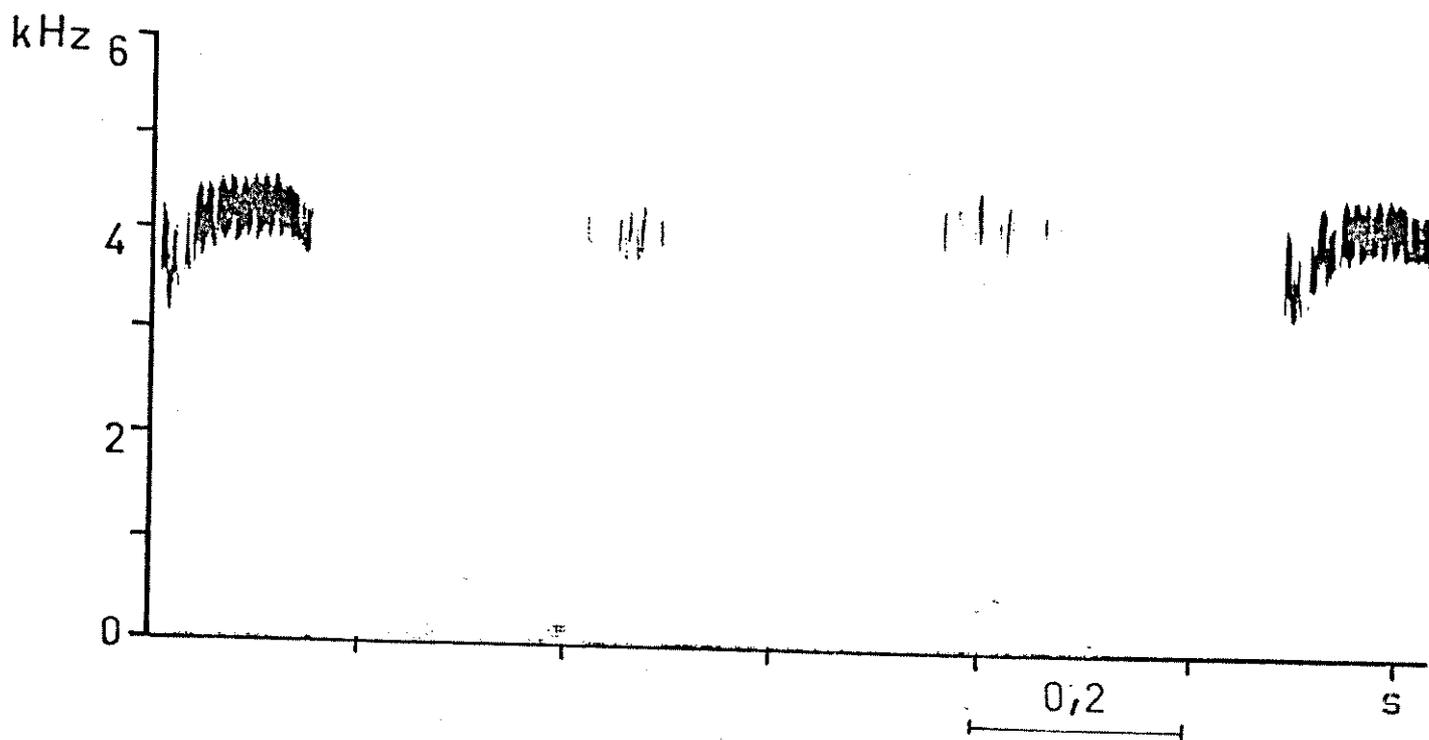


Fig. 29 - Sonograma das vocalizações mais frequentes (tipo a) de *A. bokermanni*. AJC 21/02.

Em uma única ocasião, no início do período de chuvas intensas, foi observada uma congregação de diversos indivíduos às margens de pequena poça em riacho temporário que começava a iniciar sua fase de fluxo contínuo. Então, com densidade de 4 a 6 indivíduos por  $m^2$ , foram observadas diversas interações agressivas nos indivíduos, envolvendo vocalizações com caracterís

tivas físicas alteradas. Em um estágio inicial de perturbação são emitidas notas, aqui chamadas do tipo b com um pequeno número de pulsos (3 a 4) e, às vezes, com emissão final de pulsos justapostos. A faixa de frequência é a mesma das vocalizações do tipo a e a modulação ascendente aparece em apenas algumas destas notas (Fig. 30). Em estágio de perturbação mais intensa os indivíduos se aproximam até cerca de 5 cm, emitem vocalizações (designadas do tipo d) se entreolhando, ao mesmo tempo que apresentam movimentos de impaciência. As notas emitidas nestas condições têm duração um pouco maior que a nota do tipo a, pulsos de formas muito variadas e maior intensidade de energia nos pulsos finais, que também ocupam faixa de frequência mais ampla, de 2,3 a 5,0 kHz (Fig. 30).

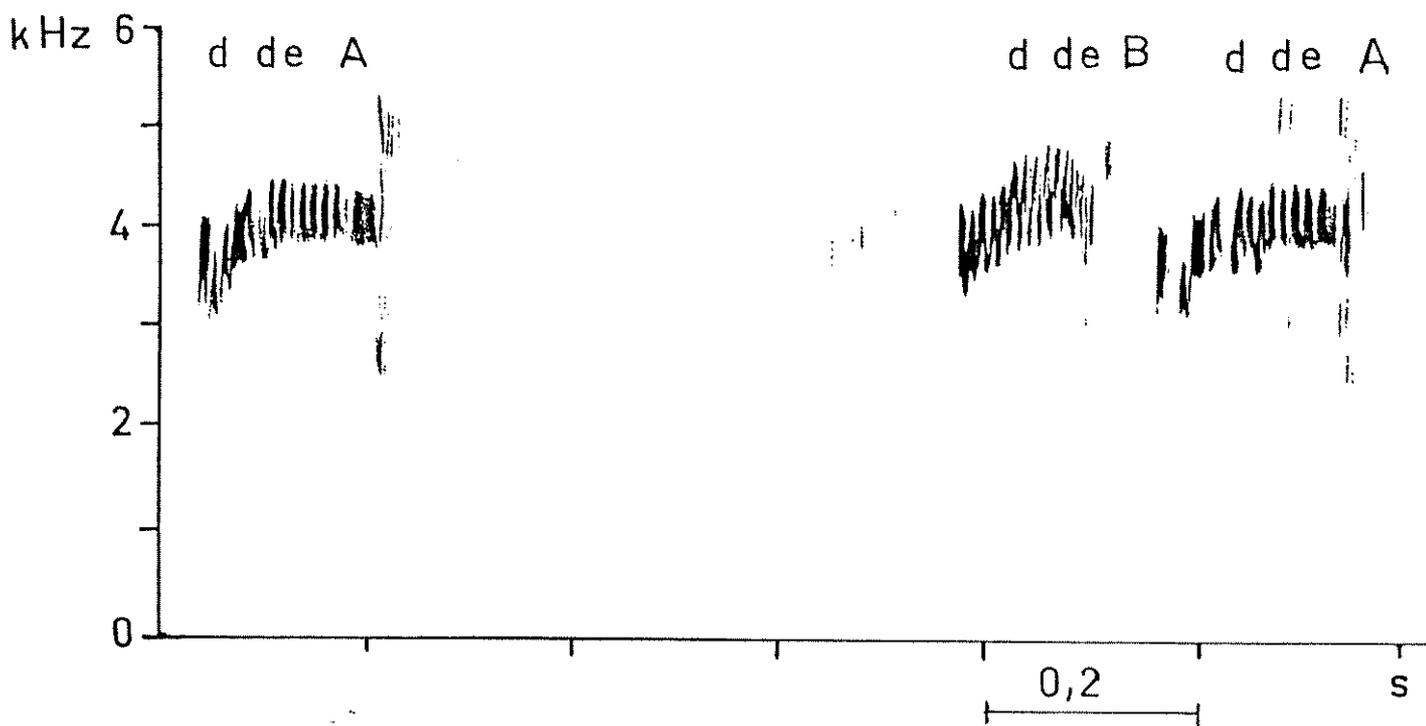
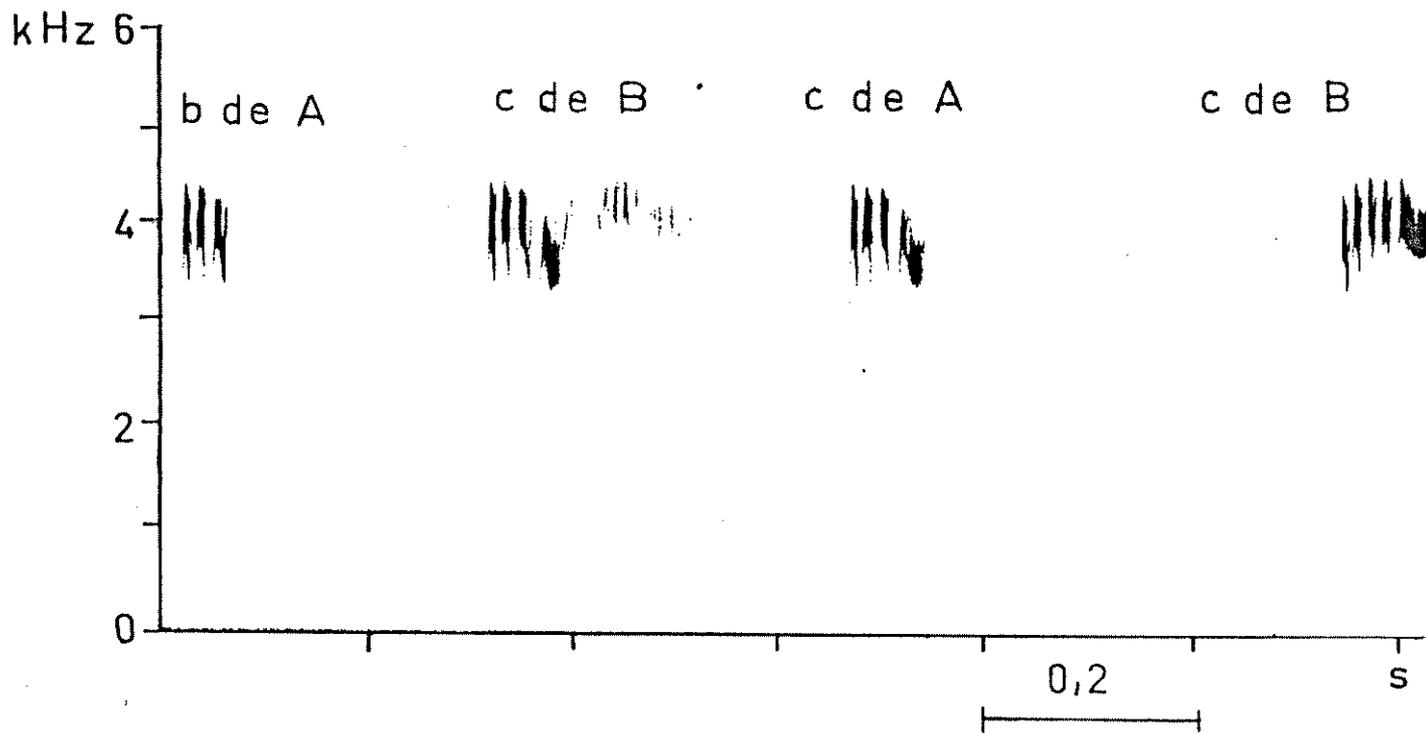


Fig. 30 - Sonograma das vocalizações agressivas de *A. bokermanni*.  
AJC 21/02.

Em cima: notas iniciais de agressividade entre dois indivíduos;

Em baixo: notas durante intensa agressividade mútua.

Letras minúsculas representam tipos de notas e maiúsculas representam os indivíduos que emitiram as notas.

Nesta primeira categoria de vocalizações estão incluídas notas de estrutura pouco variável e o intervalo de tempo entre as notas é regular, permitindo uma análise simultânea de alguns parâmetros das vocalizações (frequência e ritmo de emissão), importantes para o reconhecimento específico entre os anuros (Fig. 31).

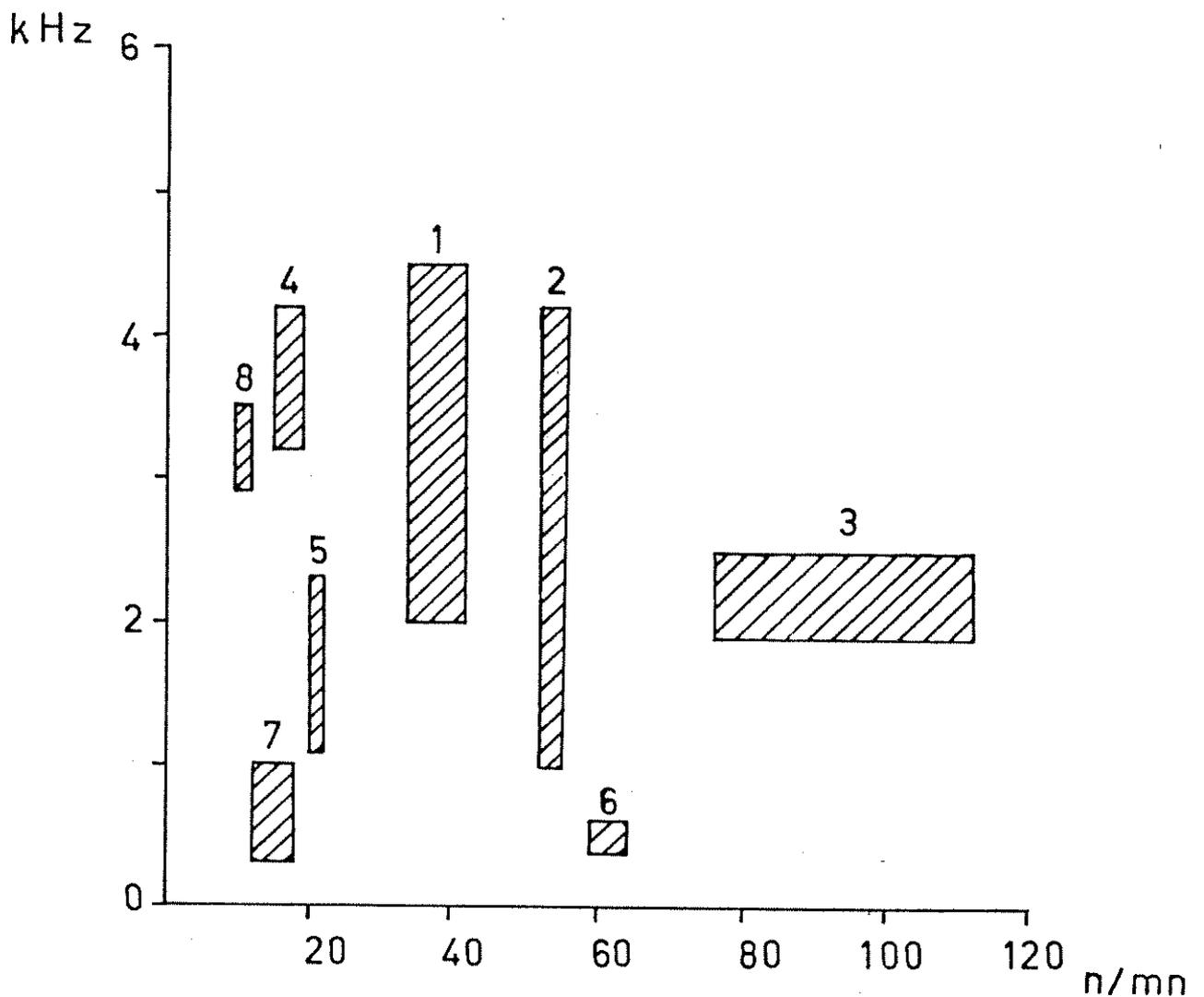


Fig. 31 - Análise da frequência (kHz) e do ritmo de vocalizações das espécies que emitem notas isoladas a intervalos de tempo regulares. 1 = *H. caldarum*; 2 = *H. hayii*; 3 = *H. perviridis*; 4 = *A. bokermanni*; 5 = *O. americanus*; 6 = *P. cuvieri*; 7 = *P. jordanensis*; 8 = *E. ovale*.

4.6.3.2. Espécies que emitem notas semelhantes, agrupadas em séries que se repetem a intervalos regulares.

Nesta categoria estão incluídos somente leptodactilídeos: *E. juipoca*, *Hylodes* sp e *L. cunicularius*.

*E. juipoca*

Emite séries com duração de 0,7 s e em ritmo de cinco a seis por minuto, mas com intervalos muito irregulares entre si. Cada série é constituída por 6 a 10 notas emitidas a intervalos regulares, em torno de 0,1 s. Um sonograma de série com nove notas (Fig. 32) apresenta três notas iniciais na faixa de 2,4 a 3,5 kHz e as demais entre 2,4 e 4,4 kHz.

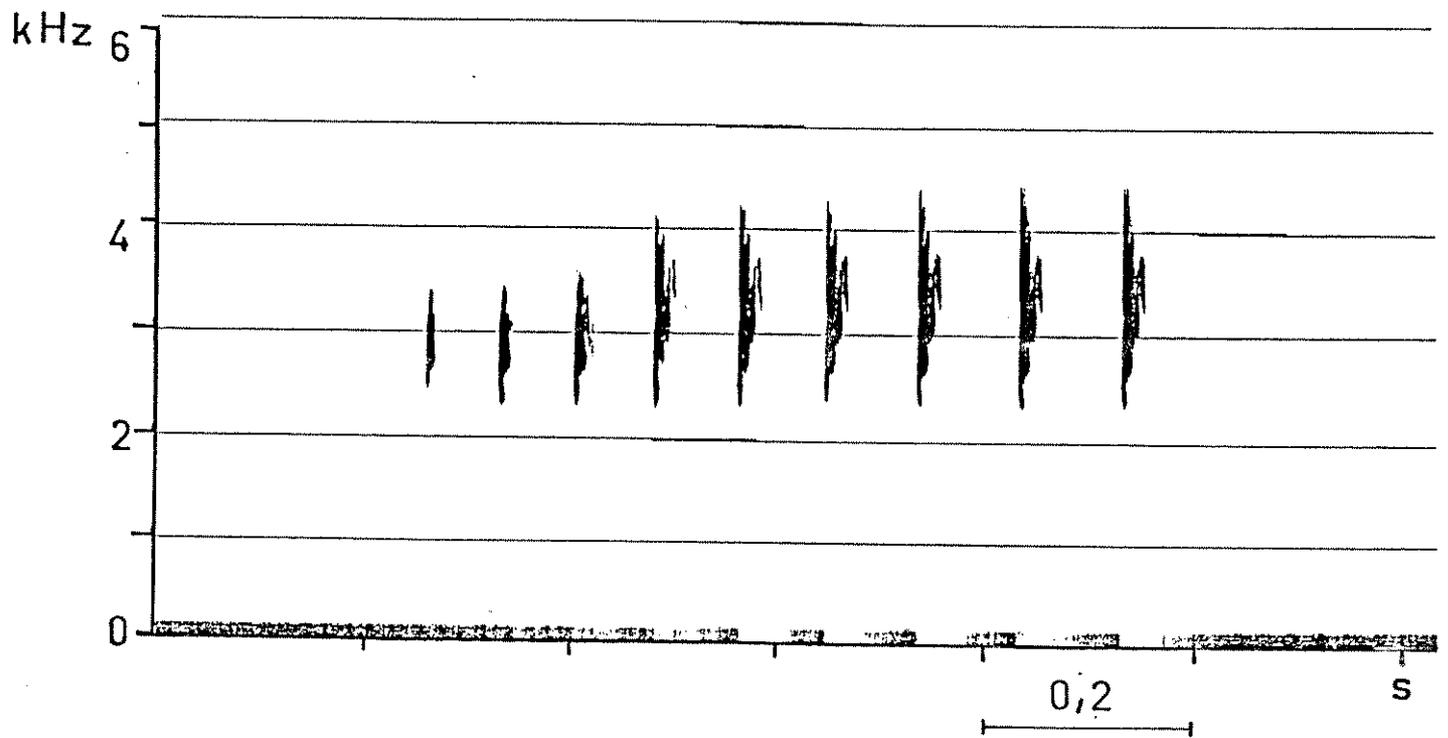


Fig. 32 - Sonograma da vocalização de *E. juipoca*. AJC 07/08.

*Hylodes* sp.

Emite séries com duração em torno de 2,3 s (nos casos de 27 a 28 notas), com intervalos em torno de 6 s. Cada série é constituída por notas em número muito variado (13, 18, 21, 23, 27 e 28) e emitidas a intervalos regulares, em torno de 80 ms (Fig. 33). As duas ou três notas iniciais das séries apresentam estru

ras diversas, aparentemente com pulsos justapostos; as demais notas apresentam estrutura uniforme, com pequena modulação ascendente, desde a faixa de 4,4 a 5,1 kHz até a faixa de 5,0 a 5,6 kHz e duração de 0,4 s.

Como esta espécie vocaliza em locais de corredeiras com intenso ruído de fundo, no mesmo trecho da gravação em que se analisou a estrutura do som, foi feita a análise de "espectro dinâmico" da intensidade em função do tempo (Fig. 33). Esta análise permitiu verificar que, apesar do intenso ruído de fundo, a energia contida nas notas é suficiente para a vocalização se sobressair e ser ouvida a uma certa distância.

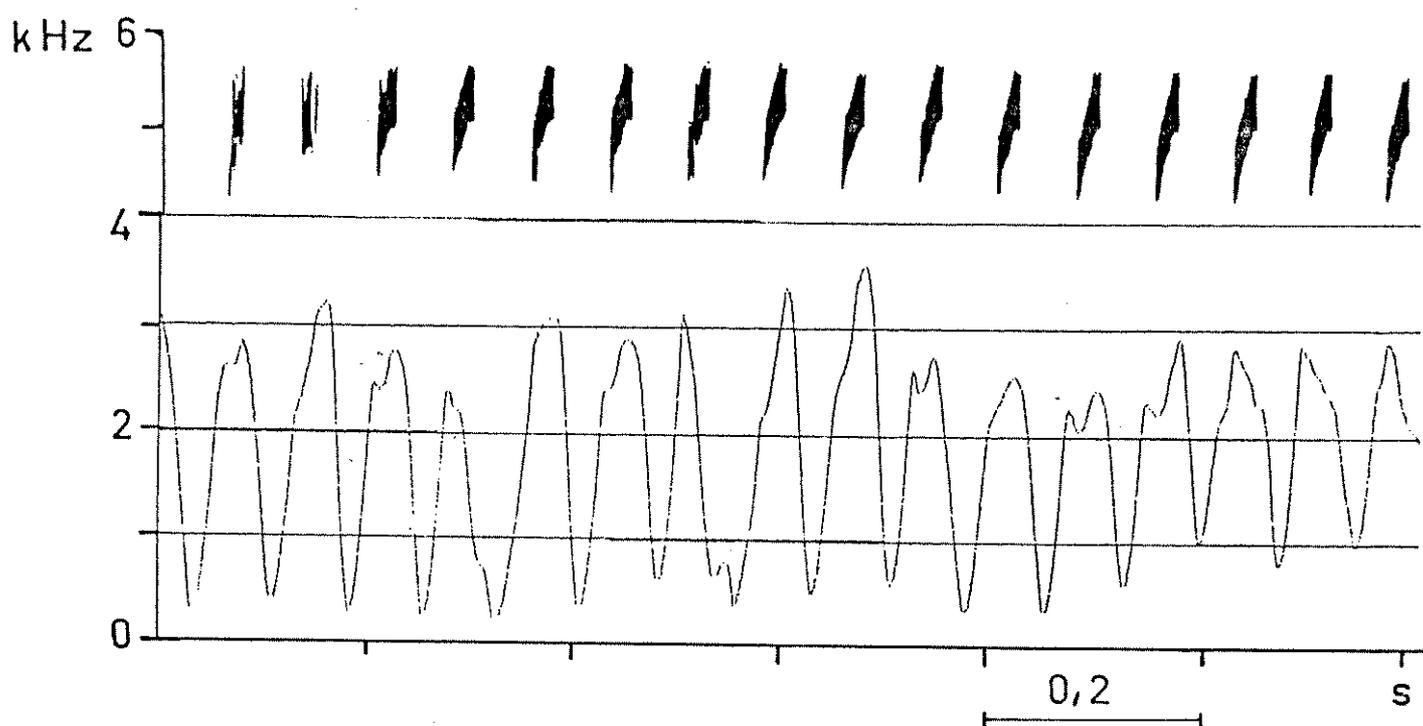


Fig. 33 - Espectro dinâmico sonoro durante a vocalização de *Hydotes* sp. AJC 07/07. O rápido aumento da energia corresponde aos sinais emitidos pelo animal.

*L. cunicularius*

Apresenta vocalizações constituídas por séries com duração em torno de 2 s (0,4-2,9) e com intervalos em torno de 3 s. Cada série é constituída por notas em número muito variado (de 6 até 35) e emitidas a intervalos regulares, em torno de 80 ms. A primeira nota da série é mais breve que as demais e emitida entre 2,1 e 2,4 kHz; as demais são semelhantes entre si, com duração em torno de 0,02 s, emitidas inicialmente na faixa de 2,1 a 2,8 kHz e com ligeira modulação ascendente até a faixa de 2,3 a 3,0 kHz (Fig. 34).

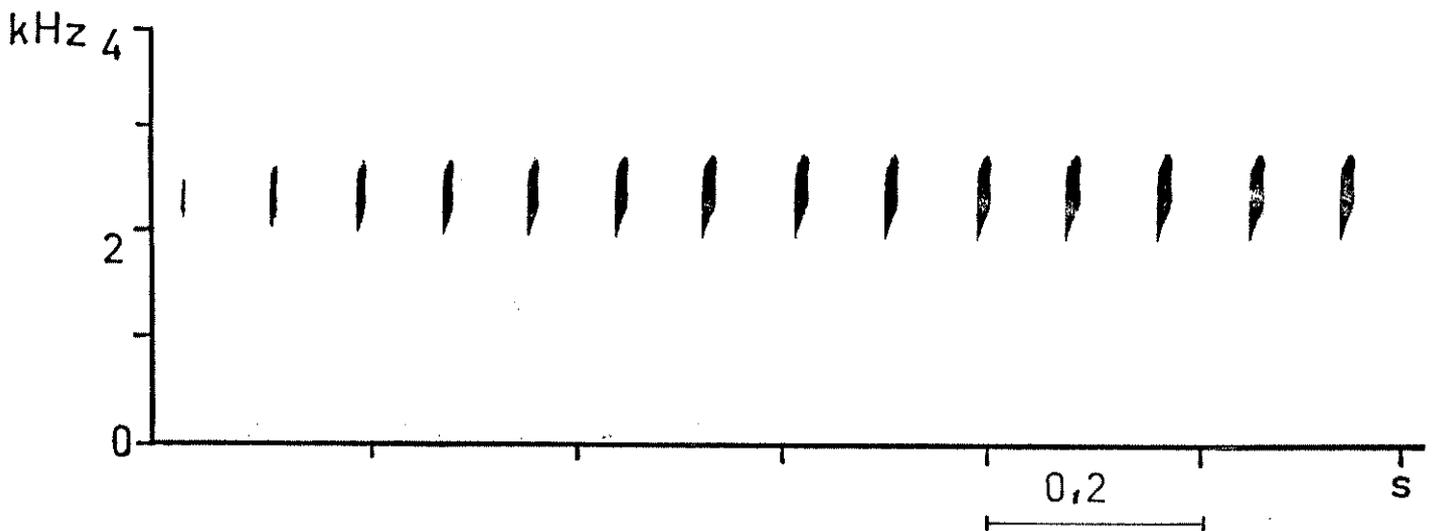


Fig. 34 - Sonograma da vocalização de *L. cunicularius*. AJC 14/02.

4.6.3.3. Espécies com notas diferentes e com emissão organizada entre alguns indivíduos.

Nesta categoria estão incluídas apenas *Centronella* sp. e *P. saltica*.

*Centrolenella* sp.

Emite notas constituídas por dois a quatro pulsos, com máximo de energia na faixa de 3,9 a 5,1 kHz e espaçamento regular de 30 ms. O ritmo de emissão é muito influenciado pelos indivíduos próximos, que se organizam em duplas ou trios, mesmo quando há poucos machos ativos em determinada área. Quando organizados em duplas, foram observadas emissões com as seguintes seqüências de indivíduos: A-B-A-B-B-B-A-B; A-B; A-B; A-B; B-A-B; A-B; B-A-B; B-A-B; B-A-B; B-B-A-B; B-B-A-B-A-B. Em trios, foram observadas as seguintes seqüências de emissões de indivíduos: C-B-A-B-A-B; C-B-A-B; C; B-A-B-C; A-B-A-B-C-A-B-C-C; A-B-A-B-C-B; B-A-B-A-B-C-C-C; B-A-B-C-A-B-A-B-C-A-B. Em algumas ocasiões o ritmo é tão integrado que mantém igual espaçamento entre duas notas de diferentes indivíduos e o espaçamento entre os pulsos de uma mesma nota; desta maneira, formam-se ajustes semelhantes a duetos, onde se tem a impressão de uma única nota (Fig. 35).

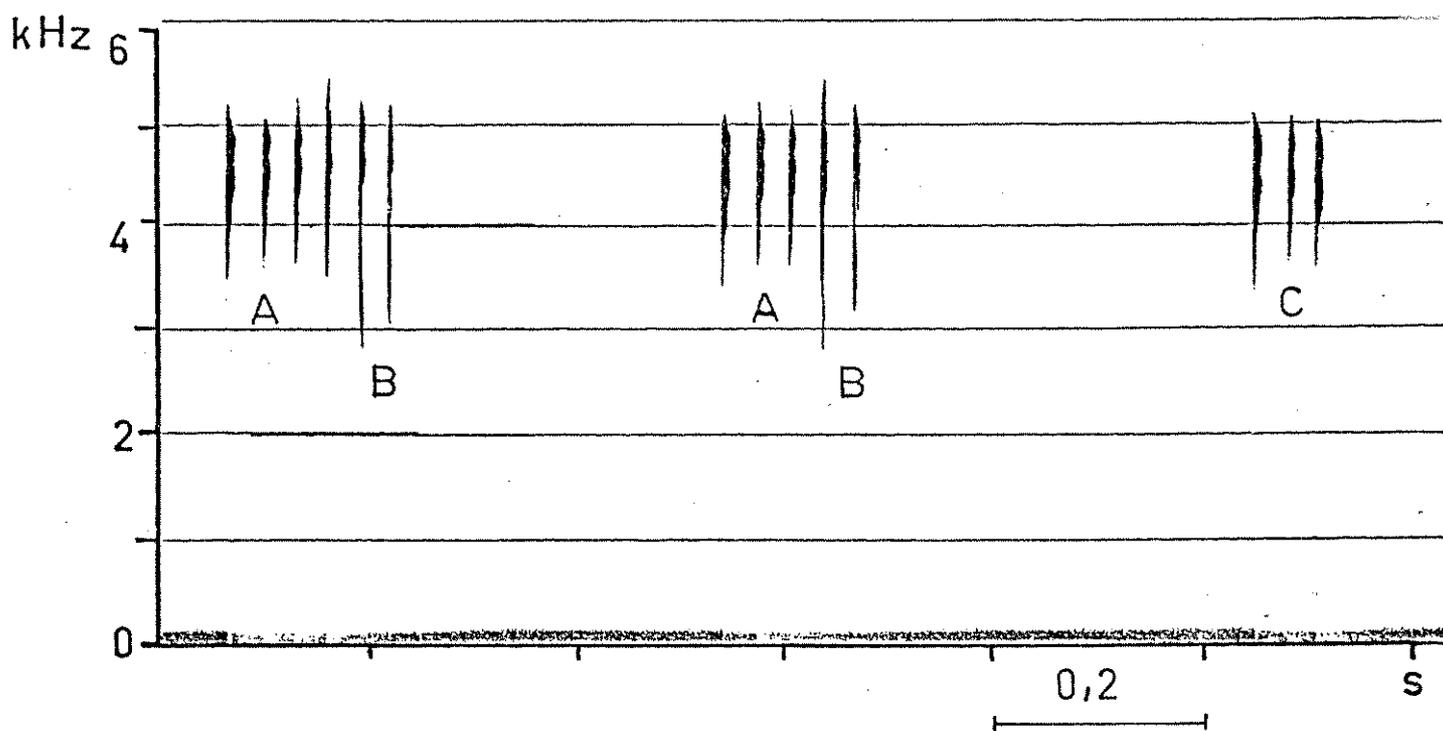


Fig. 35 - Sonograma de *Centrolenella* sp. mostrando notas de três indivíduos, com formação semelhante a dueto. AJC 08/03. As letras A, B e C indicam os indivíduos que emitiram

*P. saltica*

Emite notas constituídas por três ou quatro pulsos na faixa de 4,8 a 6,5 kHz e com espaçamento irregular inferior a 20 ms entre eles. Também nesta espécie o ritmo de emissão é muito influenciado por indivíduos próximos. A organização entre estes indivíduos não é constante, mas foi observada em algumas ocasiões. Uma seqüência analisada (Fig.36 ) mostra três indivíduos vocalizando na seqüência A-B-C: A-B-C; A; A-B-C. Comparando o intervalo de tempo entre as notas de cada indivíduo, percebe-se que o indivíduo A retomou a ordem inicial do trio logo que os indivíduos B e C não se manifestaram.

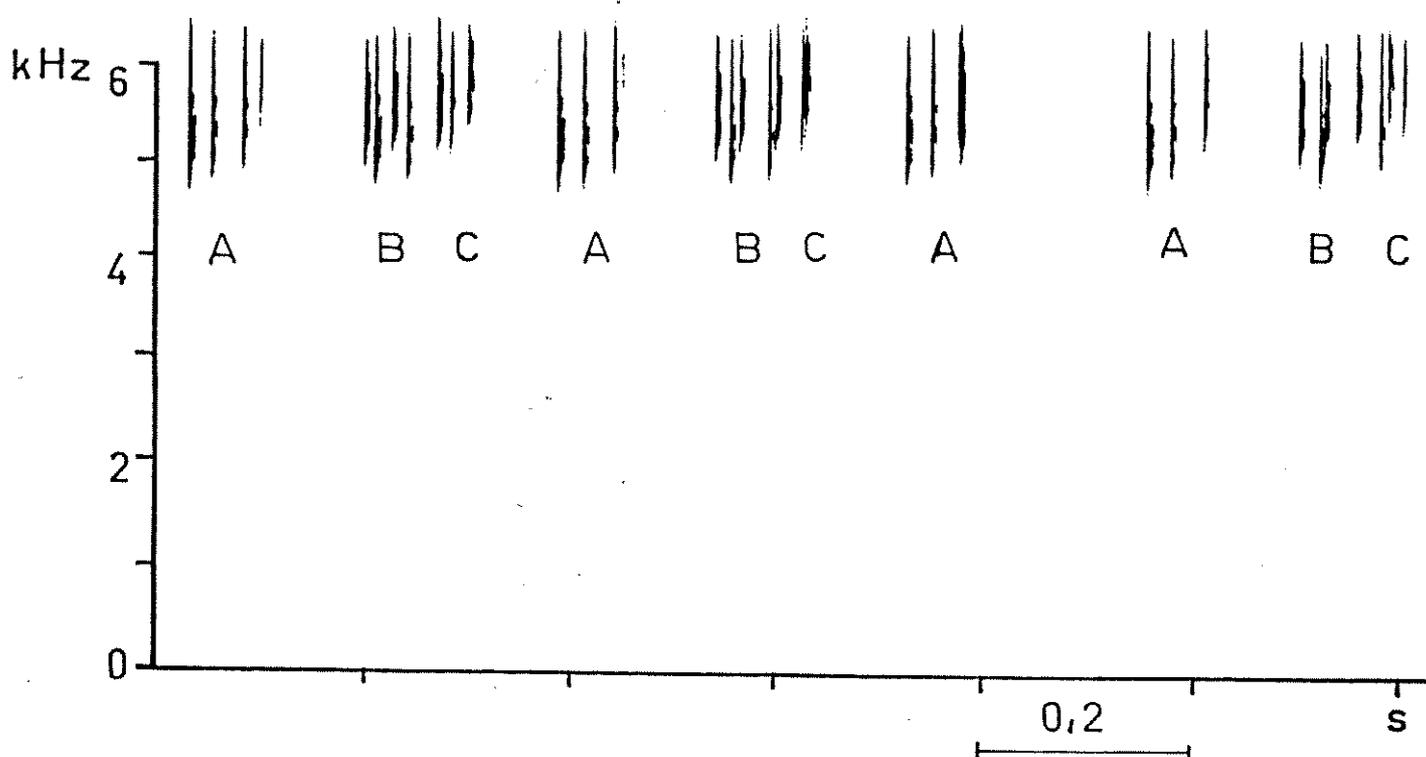


Fig. 36 - Sonograma das vocalizações de *P. saltica* mostrando a liderança do indivíduo A durante a organização de trios. AJC 37/13.

#### 4.6.3.4. Espécies com notas diferentes agrupadas em séries semelhantes.

As espécies agrupadas nesta categoria são: *H. polytaenia*, *H. albopunctata*, *P. cochranæ* e *P. ayeaye*.

##### *H. polytaenia*

Vocalizações constituídas por dois tipos básicos de notas (Fig. 37). Uma delas, que aparece como nota introdutória de séries, tem duração aproximada de 50 ms e é formada por cerca de seis pulsos justapostos, emitidos entre 4,5 e 5,3 kHz. Após esta nota introdutória há intervalo em torno de 1 s e, em seguida, são emitidas algumas notas com estrutura diferente, em número de 10 a 16 e em intervalos regulares de 0,22 s. Estas notas complementares são constituídas por emissão única, de duração muito curta e na mesma frequência que a introdutória. Algumas modificações neste padrão básico foram encontradas e se referem principalmente à nota introdutória, que pode aparecer também no final da série, em número de duas no início da série ou então isoladamente a intervalos irregulares. Em algumas ocasiões foram observadas interações semelhantes a duetos, nos quais um indivíduo emite a nota introdutória e outro emite as notas complementares.

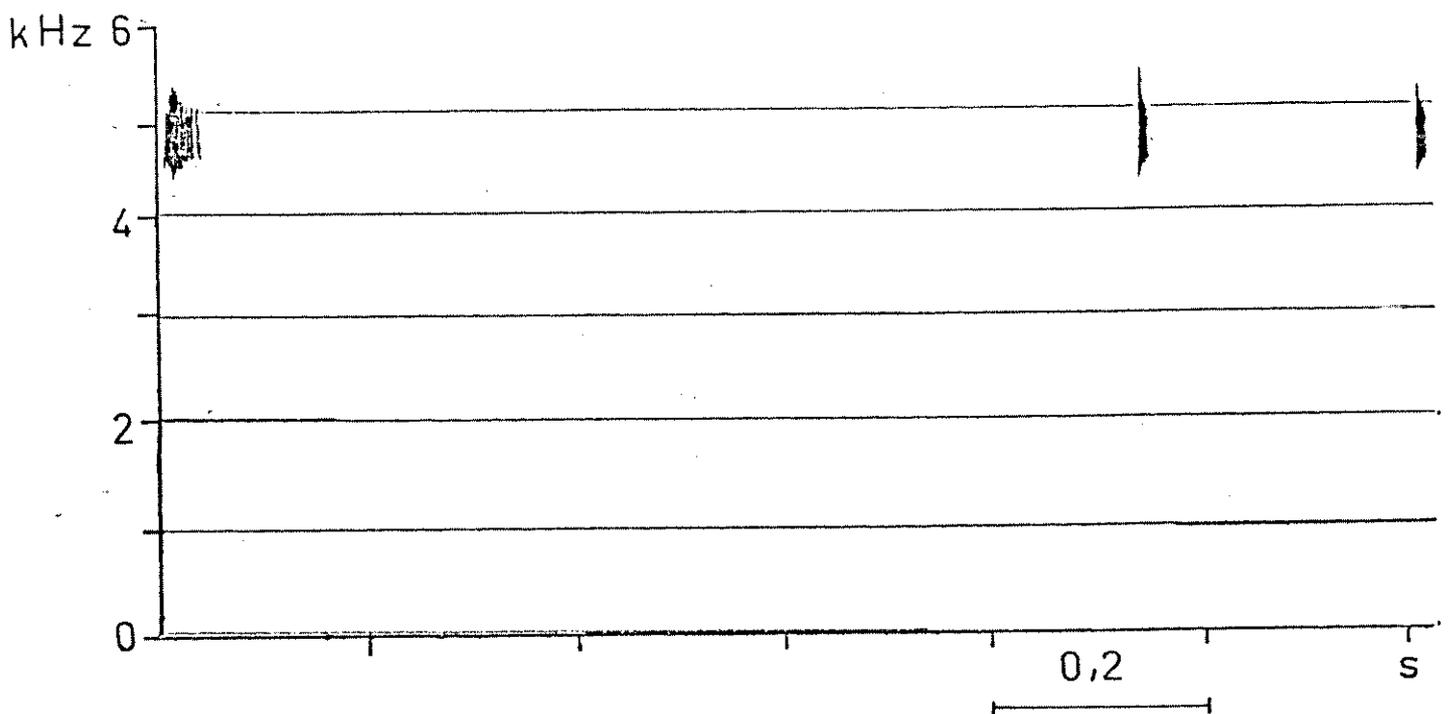


Fig. 37 - Sonograma de parte da vocalização de *H. polytaenia*.

*H. albopunctata*

Apresenta vocalização constituída por três tipos básicos de notas (Fig. 38). A nota do tipo a é introdutória de séries, tem duração de 0,3 s e é formada por pulsos na faixa de 0,8 a 2,9 kHz, que se justapõem formando grupos de dois ou três, com intervalo variado entre cada grupo; apresenta maior intensidade entre 1,9 e 2,6 kHz. A nota do tipo b tem duração de 0,4 s e é formada por pulsos emitidos na mesma faixa de frequência da nota a, mas agrupados em número de três ou quatro; tem intensidade maior entre 1,8 e 2,6 kHz. A nota do tipo c tem duração de 0,6 s; é formada por agrupamentos de quatro pulsos justapostos ocupando faixa de 0,7 a 3,0 kHz e entremeados por pseudopulsos, emitidos na faixa de 1,8 a 2,5 kHz. Os intervalos de tempo entre os agrupamentos de pulsos são regulares, de 40 ms, e a faixa de maior intensidade da nota coincide com a faixa de frequência dos pulsos nestes intervalos. Estas notas são emitidas regularmente na sequência a, b, c. As principais modificações observadas consistem na supressão da nota c quando os indivíduos vocalizam isoladamente e no desencadeamento das notas a e b em sequência de duas ou três delas, quando os indivíduos estão próximos ou em resposta a "play back" de sons conspecíficos.

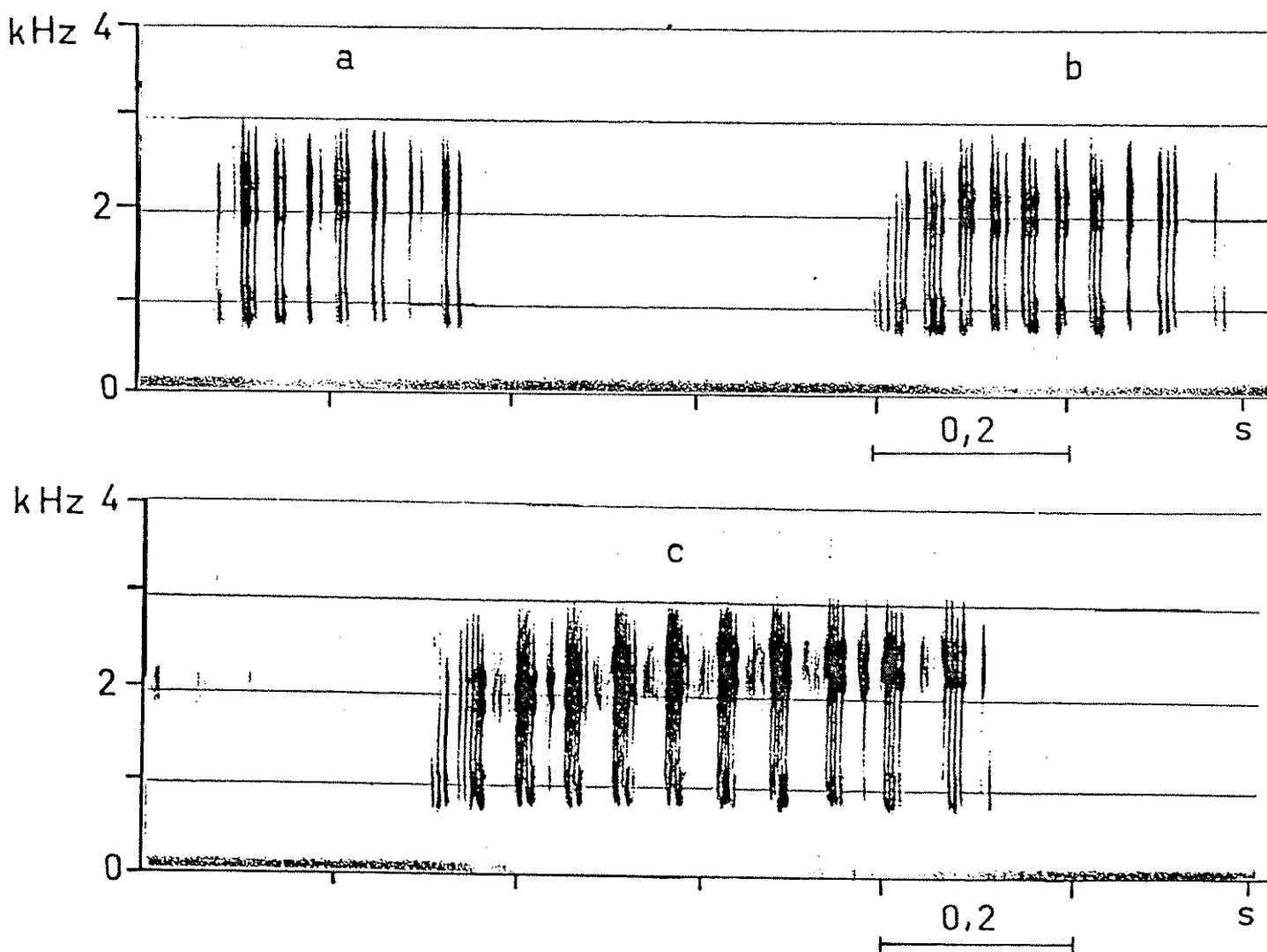


Fig. 38 - Sonogramas de vocalizações de *H. albopunctata*. AJC 37/15.

Em cima: notas do tipo a e b. Em baixo: nota do tipo c.

*P. cochranæ*

Vocalizações constituídas por notas semelhantes emitidas a intervalos irregulares, comumente em séries de 4 a 6 notas a intervalos de 0,7 a 0,9 s. O intervalo entre uma série e a seguinte pode variar desde um ou dois minutos a até 12 minutos (tempo máximo observado em um indivíduo que vocalizava isoladamente). Cada nota é constituída por agrupamentos de diversos pulsos (Fig. 39), ligeiramente separados entre si. Os pulsos do primeiro agrupamento são emitidos entre 1,4 e 2,8 kHz e os do segundo agrupamento entre 1,4 e 2,5 kHz. A repetição esporádica de duas notas quase sobrepostas, captadas como uma emissão única ao ouvido humano dá impressão de que existem dois tipos de notas.

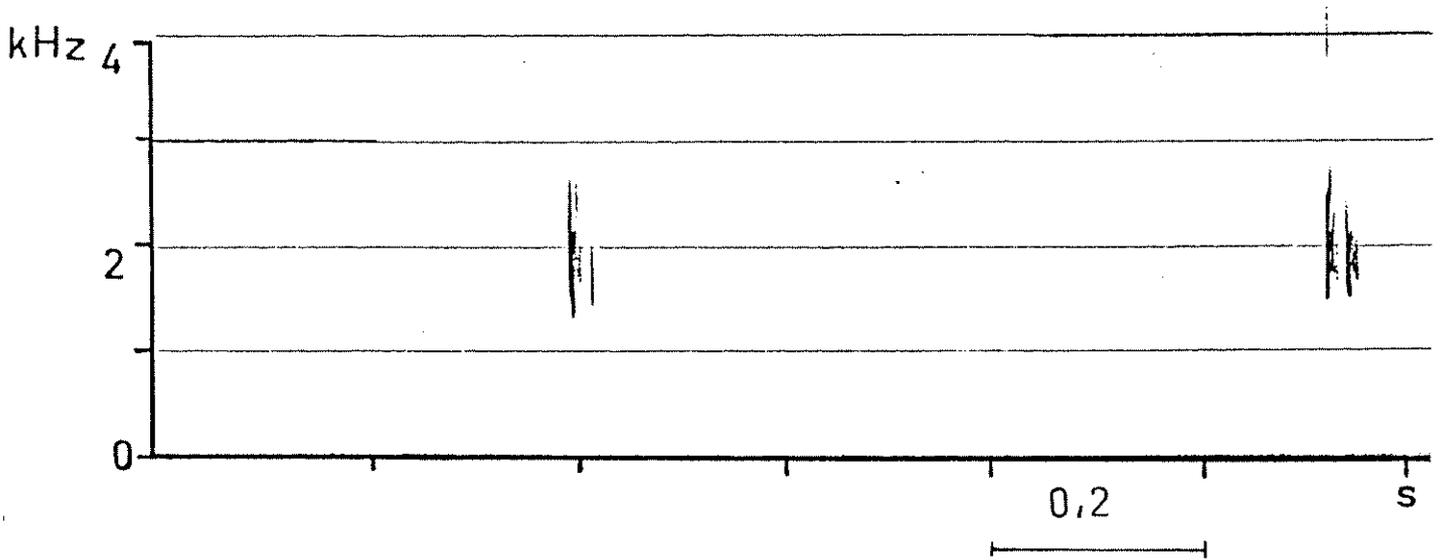


Fig. 39 - Sonograma da vocalização de *P. cochranæ*. AJC 17/05.

*P. ayeaye*

Apresenta vocalizações constituídas por séries contendo notas introdutórias, em número de 2 a 4, seguidas por notas complementares, em número de 6 a 14 (Fig. 40). As notas introdutórias são emitidas a intervalos regulares, em torno de 0,5 s, apresentam quatro ou cinco pulsos bem separados, na faixa de 1,0 a 2,1 kHz e com duração em torno de 60 ms. As notas complementares são constituídas por pulsos simples ou duplos, emitidos a intervalos em torno de 150 ms e na mesma faixa de frequência das notas introdutórias. As principais variações deste padrão consiste na emissão de notas introdutórias também no final das séries ou duas sequências de três notas introdutórias antes das notas complementares.

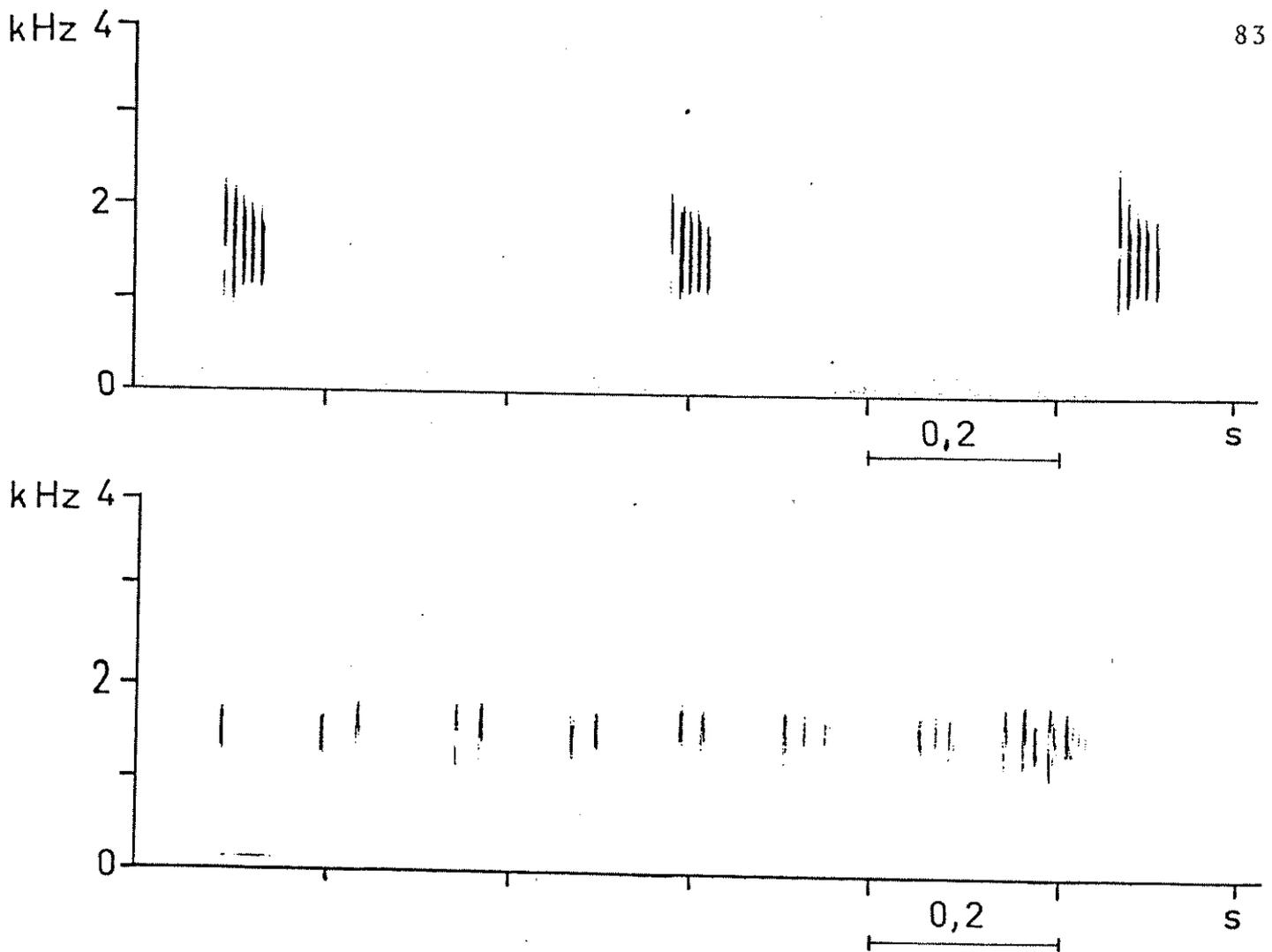


Fig. 40 - Sonograma de vocalização de *P. ayeaye*. AJC 15/02.

Em cima: seqüência de três notas introdutórias;

Em baixo: notas complementares emitidas após as notas introdutórias acima representadas.

Em diversas ocasiões foram observadas interações agressivas de dois ou mais indivíduos, que se manifestaram de três formas distintas (Fig.41 ):

a. Antes que um indivíduo termine a emissão das notas introdutórias, um vizinho próximo começa a emitir as notas complementares, sobrepondo parte delas à última nota do indivíduo que começou a série. Nestas circunstâncias, as notas complementares são emitidas a intervalos bem menores e acompanhadas por uma emissão final constituída por pulsos irregulares e justapostos, em faixa mais ampla que a das notas complementares;

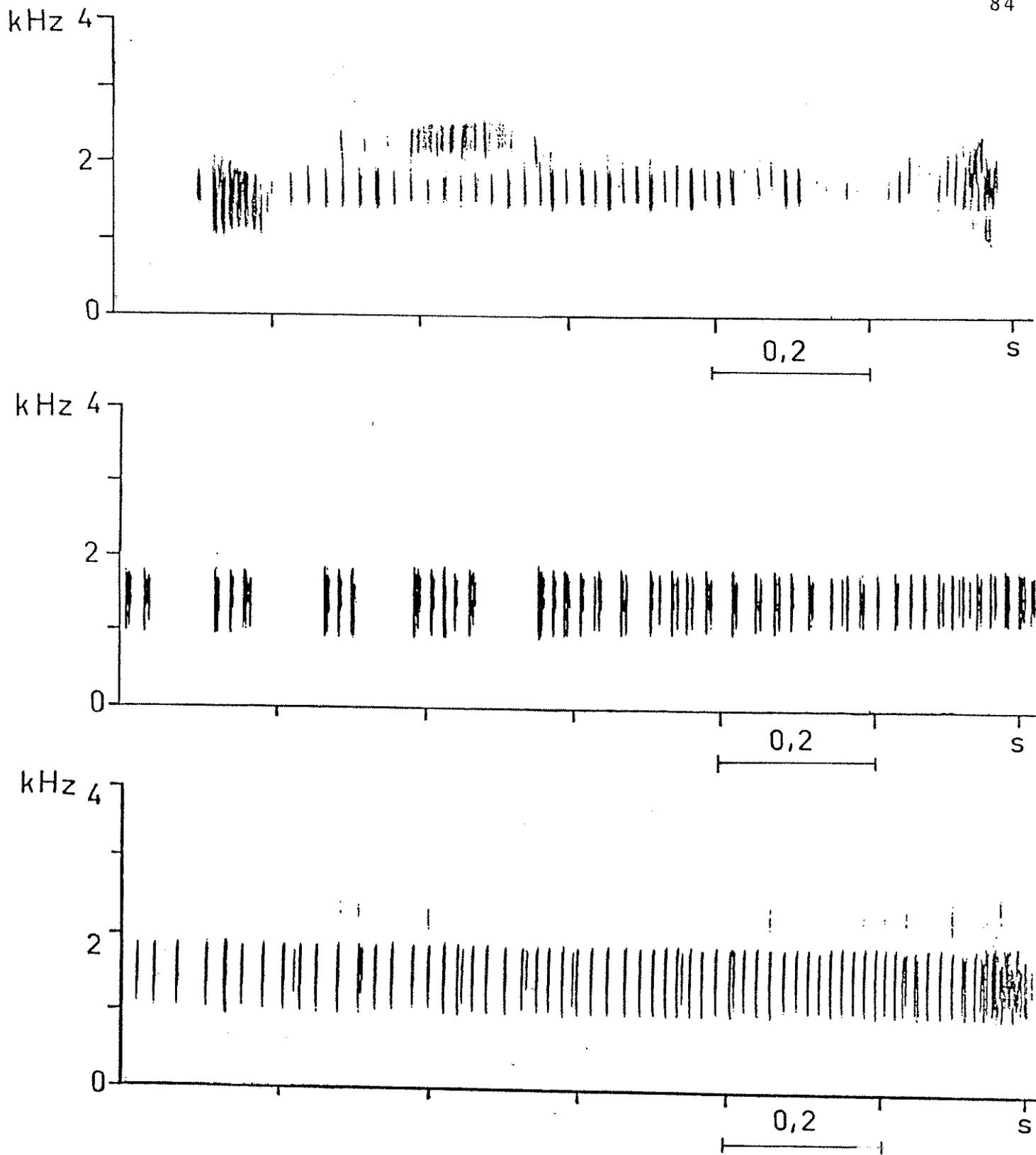


Fig. 41 - Sonogramas de vocalizações emitidas durante interações agressivas de *P. ayeaye*.  
 Em cima (AJC 17/03): sobreposição de vocalizações de indivíduos próximos;  
 No meio (AJC 15/02): pulsos de notas complementares em ritmo alterado;  
 Em baixo (AJC 15/02): pulsos em ritmo alterado e com nota multipulsionada terminal.

b. Sequência de notas com número variado de pulsos, emitidos a intervalos cada vez menores e com justaposição nos pulsos finais. Ao ouvido humano, esta sobreposição final causa uma impressão de finalização brusca da nota;

c. Sequência de longa duração (ca. 2,5 s) com pulsos semelhantes, emitidos a intervalos cada vez menores e com uma emissão final correspondente a uma nota multipulsionada, de pulsos justapostos. Ao ouvido humano, esta diferenciação de nota multipulsionada impressiona como mensagem agressiva, devido ao desencadeamento mais rápido dos pulsos, percebido como uma nota de longa duração.

#### 4.6.3.5. Espécies com notas muito diferentes e em seqüências muito diversificadas

Nesta categoria foram agrupadas *H. minuta* e *H. ranki*.

##### *H. minuta*

Vocalizações diversificadas, com muita variação nos tipos de notas. Em pequeno trecho analisado (Fig. 42) pode-se reconhecer os três tipos básicos de notas referidas por Cardoso & Haddad (1984) para esta espécie. O sonograma é apresentado aqui apenas para ilustrar uma seqüência de interações observadas em dois indivíduos que vocalizavam a distância de 35 cm um do outro. A nota a emitida pelo indivíduo A é a mais comum na população e a única que é emitida isoladamente. As demais são emitidas sempre em um contexto de interações entre indivíduos próximos e em seqüências muito variadas. Em seguida a esta nota inicial, foi emitida uma nota c e uma b por um indivíduo B. Em seguida à nota b, que apresenta maior intensidade e é associada a comunicação territorial, foi emitida uma seqüência de três notas do tipo c, pelos indivíduos A, B e novamente A.

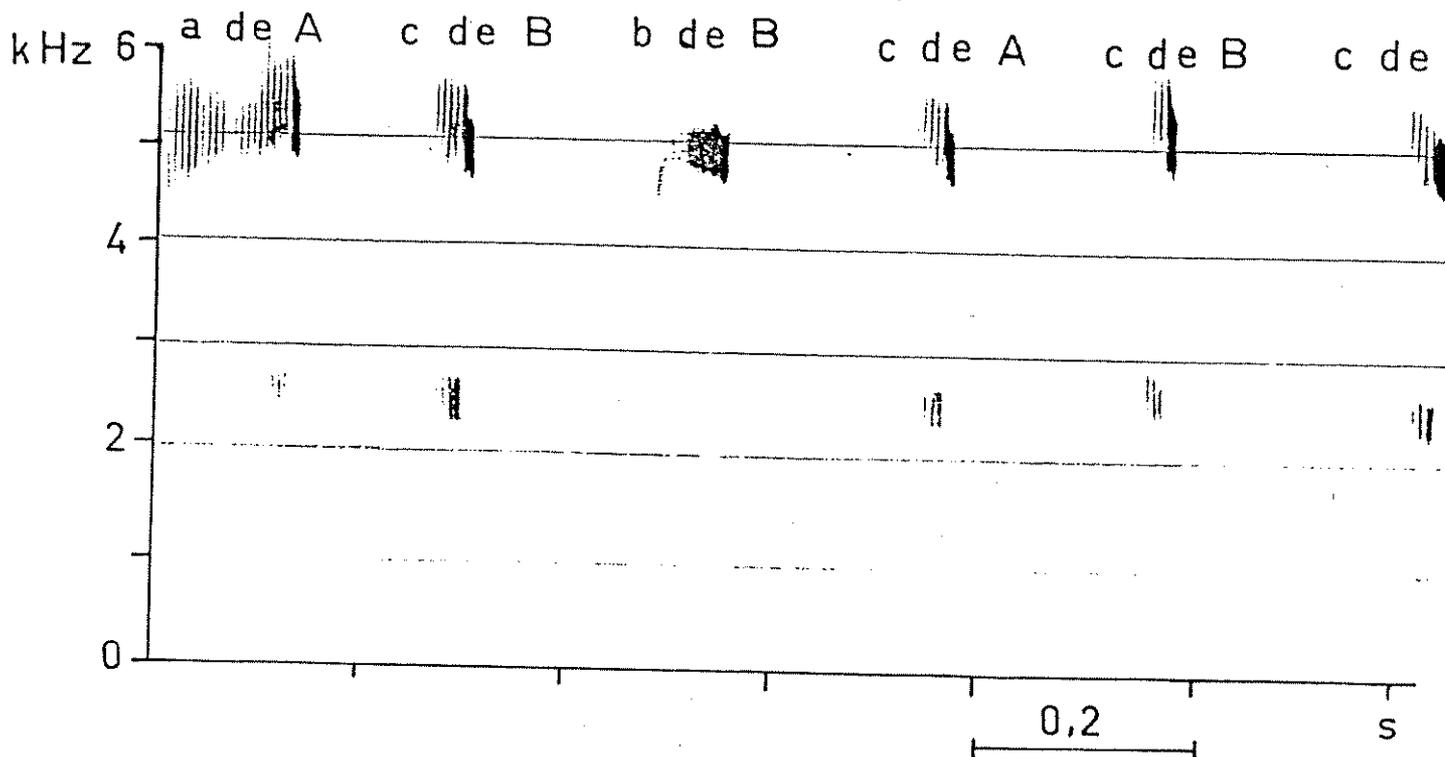


Fig. 42 - Sonograma de vocalizações contendo os três tipos principais de notas de *H. minuta*. AJC 07/05.  
 Letras minúsculas indicam tipos de notas e maiúsculas indicam os indivíduos que emitiram as notas.

*H. ranki*

É a espécie que apresentou maior diversidade de vocalizações em circunstâncias aparentemente iguais. As seqüências observadas em maior número nesta espécie são as seguintes:

a. Uma nota multipulsionada, aqui referida como "tipo a", com duração de 0,12 s, constituída por cerca de 20 pulsos, sendo os 8 iniciais mais espaçados e na faixa de 2,7 a 4,1 kHz, enquanto que os demais são sobrepostos e na faixa de 2,7 a 4,7 kHz. Em seguida a esta nota inicial ocorrem duas ou três emissões, a in

tervalos regulares de 0,4 s (Fig. 43). Cada uma destas emissões secundárias, com duração aproximada de 50 ms, é constituída por 2 pulsos, separados entre si por cerca de 30 ms e emitidos em faixa de 2,5 a 6,6 kHz, embora alguns deles não atinjam este limite nas frequências mais altas. Nas seqüências em que há três notas secundárias é comum a emissão de um único pulso, sendo eliminado o primeiro deles. A impressão auditiva dessa supressão é a de uma emissão terminalizante, conferida pelo aumento no intervalo de tempo entre uma e outra nota secundária e pela menor duração desta nota final.

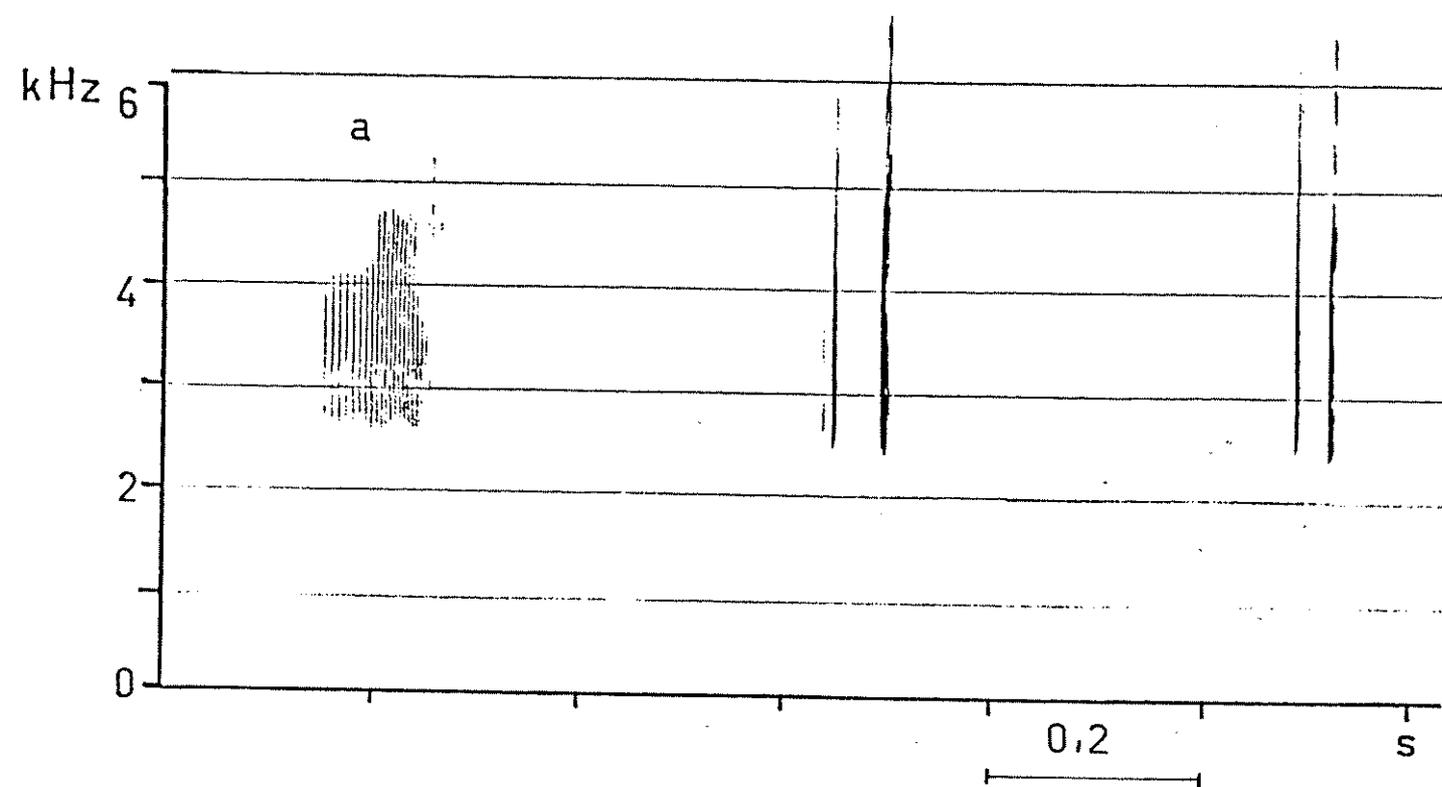


Fig. 43 - Sonograma de vocalizações de *H. ranki*, contendo nota multipulsionada ( a ), seguida de duas notas secundárias. AJC 03/03.

b. Uma nota com pulsos justapostos e de diferentes amplitudes, aqui referida como "tipo b", com duração de 60 ms e constituída por pulsos iniciais entre 3,3 e 4,8 kHz, imediatamente seguidos por emissão de diversos pseudo-pulsos justapostos, na faixa de 2,6 a 4,3 kHz. Em seguida a esta nota principal ocorrem três a cinco emissões rápidas, constituídas por pulso único, na faixa de 2,5 a 4,8 kHz, a intervalos regulares de 390 ms (Fig. 44).

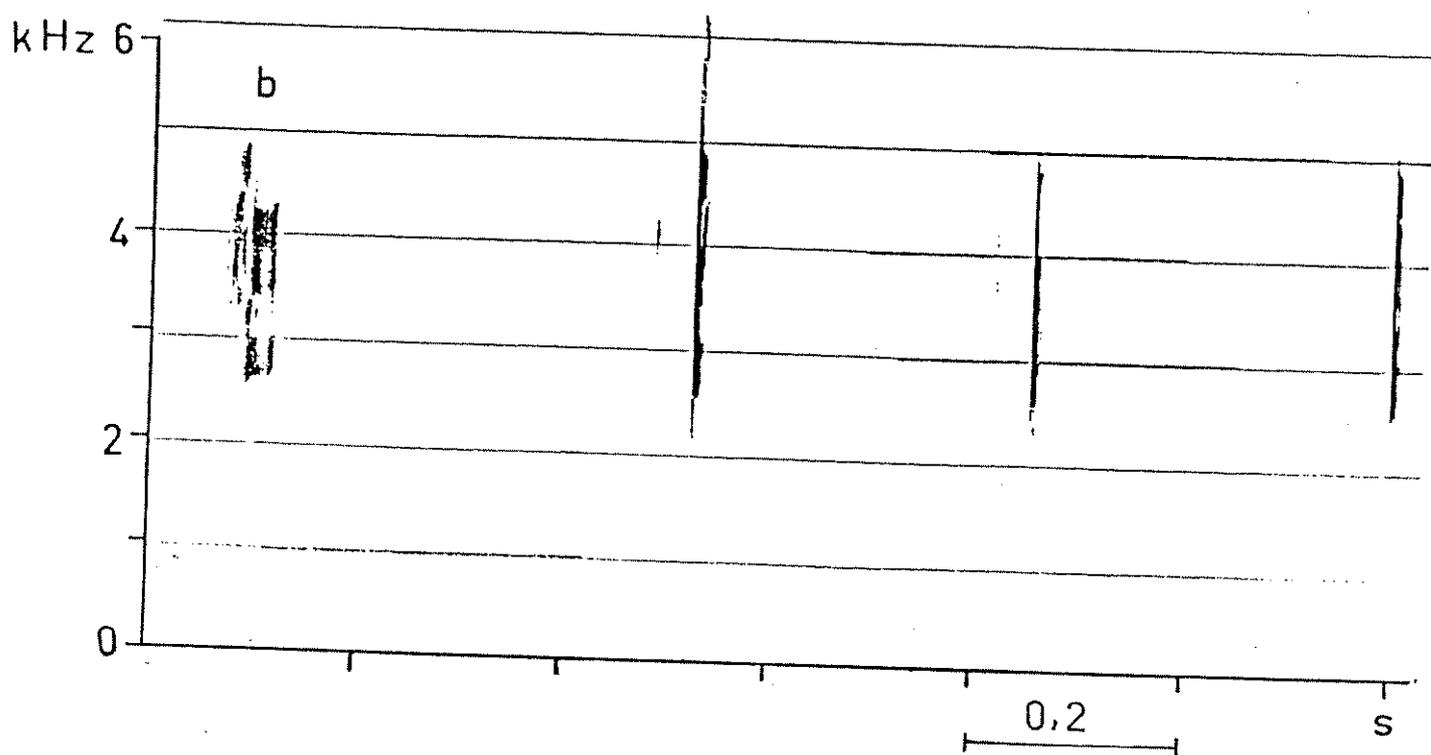


Fig. 44 - Sonograma de vocalizações de *H. ranki* com nota b seguida por pulsos simples. AJC 21/05.

c. Sequência de notas com estrutura muito diversificada, constituídas por pulsos em número muito variado e com diferentes graus de justaposição. Os pulsos estão na faixa de 2,7 a 4,2 kHz e com espaçamento regular, em torno de 0,1 s (Fig. 45).

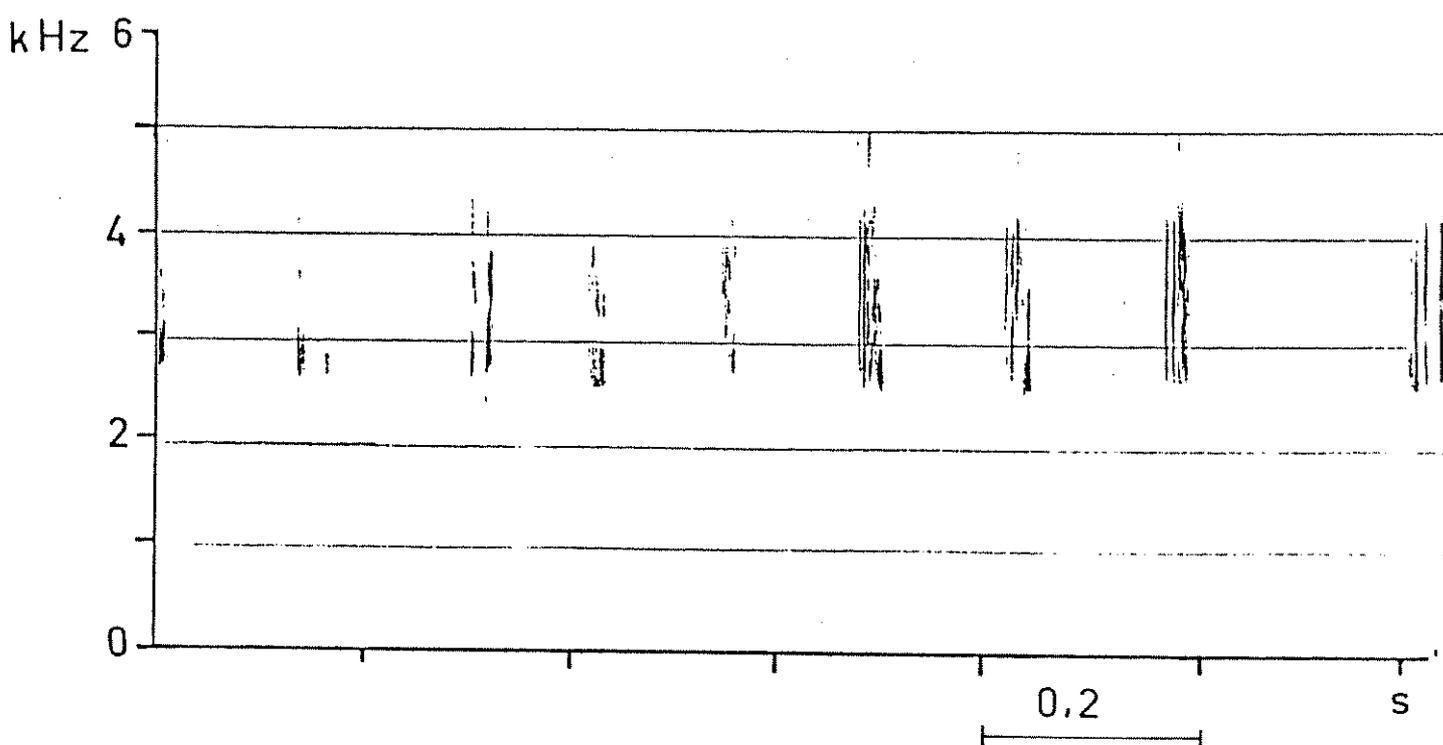


Fig. 45 . Sonograma de vocalizações de *H. ranki* representando pulsos com estruturas diversas. AJC 21/05.

#### 4.7. Organização temporal da comunidade

Além da distribuição espacial, o tempo pode ser importante como fator de acomodação para a utilização do ambiente. Para facilitar essa percepção do tempo como fator potencial de isolamento entre as espécies da comunidade, os dados aqui obtidos são apresentados em dois enfoques. O primeiro se refere à temporada de vocalizações, com conotação de fenômeno sazonal e o segundo se refere ao turno de vocalização, com conotação de atividade circadiana.

##### 4.7.1. Temporada de vocalizações

Foram encontrados anuros vocalizando durante todo o período de estudo. O período de menor atividade de vocalização coincidiu com os meses mais frios e com pouca chuva (junho, julho e agosto) ao passo que o período de maior atividade correspondeu aos meses mais quentes e mais chuvosos (novembro, dezembro e janeiro).

Na Tab. 1 é possível verificar que o número de espécies em atividade de vocalização varia acentuadamente durante o ano. Neste aspecto, cinco estágios podem ser reconhecidos, considerando o número de espécies em um único dia:

i. pouca atividade, verificado desde o início das observações (julho) até o final de setembro, com número máximo de espécies ativas em torno de duas e um mínimo de zero;

ii. aumento rápido de atividade, verificado durante o mês de outubro (coincidindo com o início da época chuvosa), com pico de 17 espécies ativas no início de novembro;

iii. atividade intensa, ocorrendo entre novembro e meados de janeiro, com cerca de 14 espécies;

	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Centrolenella sp. -				*	*	*	*	*	*	*	*	*
H. albopunctata -					.	.	.	.	.	.	.	.
H. caldarum -		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H. hayii -				.	.	.	.	.	.	.	.	.
H. minuta -				*	*	*						
H. perviridis -				.	.	.	.	.	.	.	.	.
H. polytaenia -	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H. ranki -	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
P. ayeaye -				*	*	*	*	*	*			
P. cochranæ -				.	.	.	.	.	.			
A. bokermanni -				*	*	*	*	*	*			
E. juipoca -				.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hylodes sp. -									*	*		
L. cunicularius -				.	.	.	.	.	.	.	.	.
O. americanus -				*	*	*						
P. cuvieri -				.	.	.	.	.	.	.	.	.
P. jordanensis -				*	*	*	*	*	*	*	*	*
P. saltica -				.	.	.	.	.	.	.	.	.
E. ovale -					*	*	*	*				

Tabela 1 - Temporada de vocalizações dos anuros no Morro do Ferro, entre julho de 1981 e junho de 1982.

iv. declínio de atividade, verificado entre meados de janeiro e fevereiro, com queda no número de espécies ativas de 13 para três;

v. pouca atividade, ocorrendo de março até o final de junho, com máximo de duas espécies ativas e mínimo de uma.

Em observações durante épocas chuvosas nos dois anos subsequentes foi possível reconhecer os mesmos estágios de atividade. Dessa forma, o estágio referido em i corresponde ao de v, o que caracteriza um padrão cíclico, com atividade máxima no início da época chuvosa.

O número diário máximo de espécies ativas nos ambientes estudados foi de 17, verificado no início do período de maior atividade reprodutiva (02.11), porém o máximo de atividade simultânea foi de 15 espécies (*H. hayii* e *L. cunicularius* pararam de vocalizar antes do pico de atividade diária). Três destas espécies estiveram localizadas exclusivamente na mata: *Centrolenella* sp., *H. ranki* e *P. coehrae*.

Considerando a temporada de vocalizações, na comunidade do Morro do Ferro, podem ser reconhecidos padrões de atividade de vocalizações, os quais foram aqui agrupados em três categorias distintas: espécies "anuais", "oportunisticas" e "esporádicas", sendo as duas primeiras subdivididas em constantes e inconstantes.

Foram designadas de anuais as espécies que vocalizaram ao longo de quase o ano todo. Algumas delas, como *H. caldarum* e *H. polytaenia* foram constantes (raramente ausentes), enquanto que *H. ranki* foi inconstante — ocorreu durante todo o ano, mas esteve ausente em diversas oportunidades.

Espécies oportunísticas são as que vocalizaram na época chuvosa. Também aqui algumas espécies apresentaram atividade constante, quase sempre presentes (*H. albopunctata*, *H. hayii*, *H. perviridis*, *P. ayeaye*, *P. cochranæ*, *A. bokermanni*, *E. juipoca*, *P. cuvieri*, *P. jordanensis*, *P. saltica* e *E. ovale*), ao passo que outras espécies foram inconstantes, como *Centrolenella* sp. e *L. cunicularius*.

Espécies esporádicas são as que vocalizaram durante curto tempo no ano. *H. minuta* e *O. americanus* só estiveram ativas cerca de dois meses no início das chuvas, ao passo que *Hylodes* sp só esteve ativa no final das chuvas.

Estas três categorias básicas podem ser reconhecidas mesmo quando considerados isoladamente os dois ambientes gerais estudados. Na mata foram encontradas: uma espécie anual inconstante, quatro oportunísticas constantes (mas duas delas inconstantes se consideradas somente sua atividade na mata), uma oportunística inconstante e uma espécie esporádica. Na área aberta houve duas espécies anuais constantes, 11 oportunísticas (sendo 10 constantes e 1 inconstante) e duas esporádicas.

Considerando os ajustes nas interrelações entre diferentes populações da comunidade, além da presença da espécie (como considerada até aqui) é de grande importância o número de indivíduos em atividade. Neste sentido, os dados foram analisados com o propósito de verificar se existem diferenças, ao longo do ano, nas relações entre número de espécies vocalizando na comunidade e número de machos ativos em uma determinada noite. Para tanto, foram considerados o dia de máxima atividade e o último dia em que houve intensa atividade de vocalizações.

A atividade de vocalização entre 17h00 e 01h00 apresentou diferença altamente significativa quando comparado o número de espécies no pico e no final da época com atividade de vocalização intensa (vide apêndice 1). Portanto, o último dia considerado como de atividade intensa representa, de fato, a última observação, a partir de quando a atividade de vocalização começou a diminuir mais acentuadamente.

No dia de atividade máxima (Tab. 2) foram obtidos dois picos em relação ao número de espécies e de indivíduos ativos, sendo um deles por volta de 19h30 e o outro por volta de 21h00.

	$n_e$	$n_i$
17h30	5	17
18h00	6	20
18h30	8	33
19h00	12	78
19h30	15	88
20h00	13	83
20h30	15	92
21h00	15	94
21h30	15	85
22h00	12	72
22h30	11	55
23h00	10	47
23h30	9	36
24h00	4	24
00h00	3	16
	153	840

Tab. 2 - Número de espécies ( $n_e$ ) e de indivíduos ativos ( $n_i$ ) no dia de atividade máxima (02.11.1981) observada nos machos reprodutivamente ativos.

Os dados da tabela 2 permitiram elaboração de uma previsão entre o número de espécies e o número de indivíduos ativos para a data observada, através de uma reta de regressão Fig. 46) com alto coeficiente de correlação ( $r = 0,9683$ ). Para detalhes de cálculo, vide apêndice 2.

Da mesma forma que os dados do dia com atividade máxima a relação entre o número de espécies e o número de indivíduos ativos no último dia de atividade intensa está representada na Fig. 46, tendo também sido verificado alto coeficiente de correlação ( $r = 0,9485$ ). Para detalhes de cálculo, vide apêndice 3.

No último dia com atividade intensa de vocalização observada (Tab. 3) houve um único pico de atividade por volta de 20h00.

Os coeficientes de correlação obtidos foram testados quanto a sua significância pelo método proposto por Piedrabuena & Baracho (1976), apresentando diferença não significativa:

	1	1	
	<u>0,9683</u>	<u>0,9485</u>	
soma	1,9683	1,9485	$B = \frac{1 + r_1}{1 - r_1} \cdot \frac{1 - r_2}{1 + r_2}$
dif.	0,0317	0,0515	

$$B = \frac{0,1013675}{0,0617675} = 1,64 < 4,85, \text{ portanto, } r_1 \text{ não difere de } r_2.$$

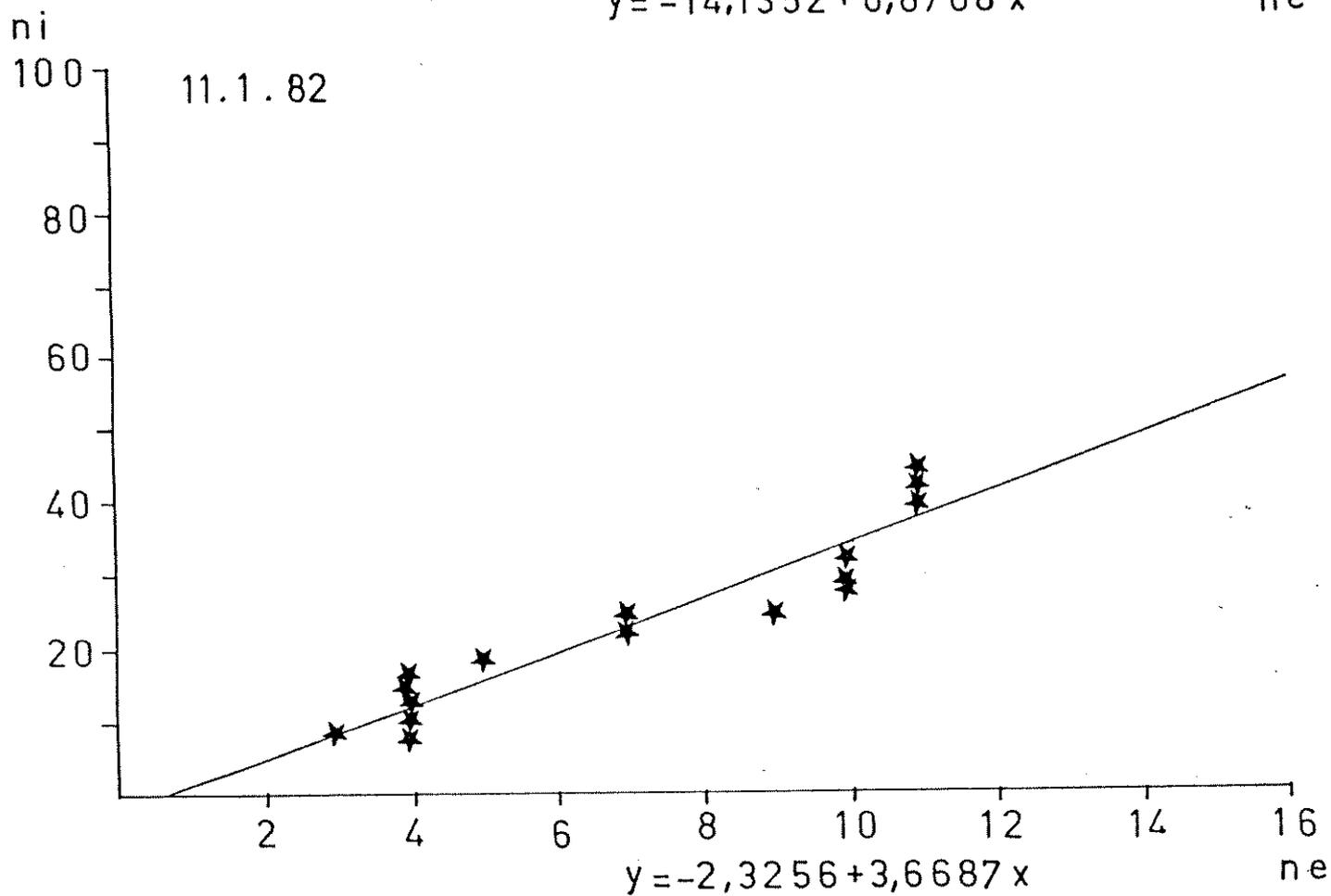
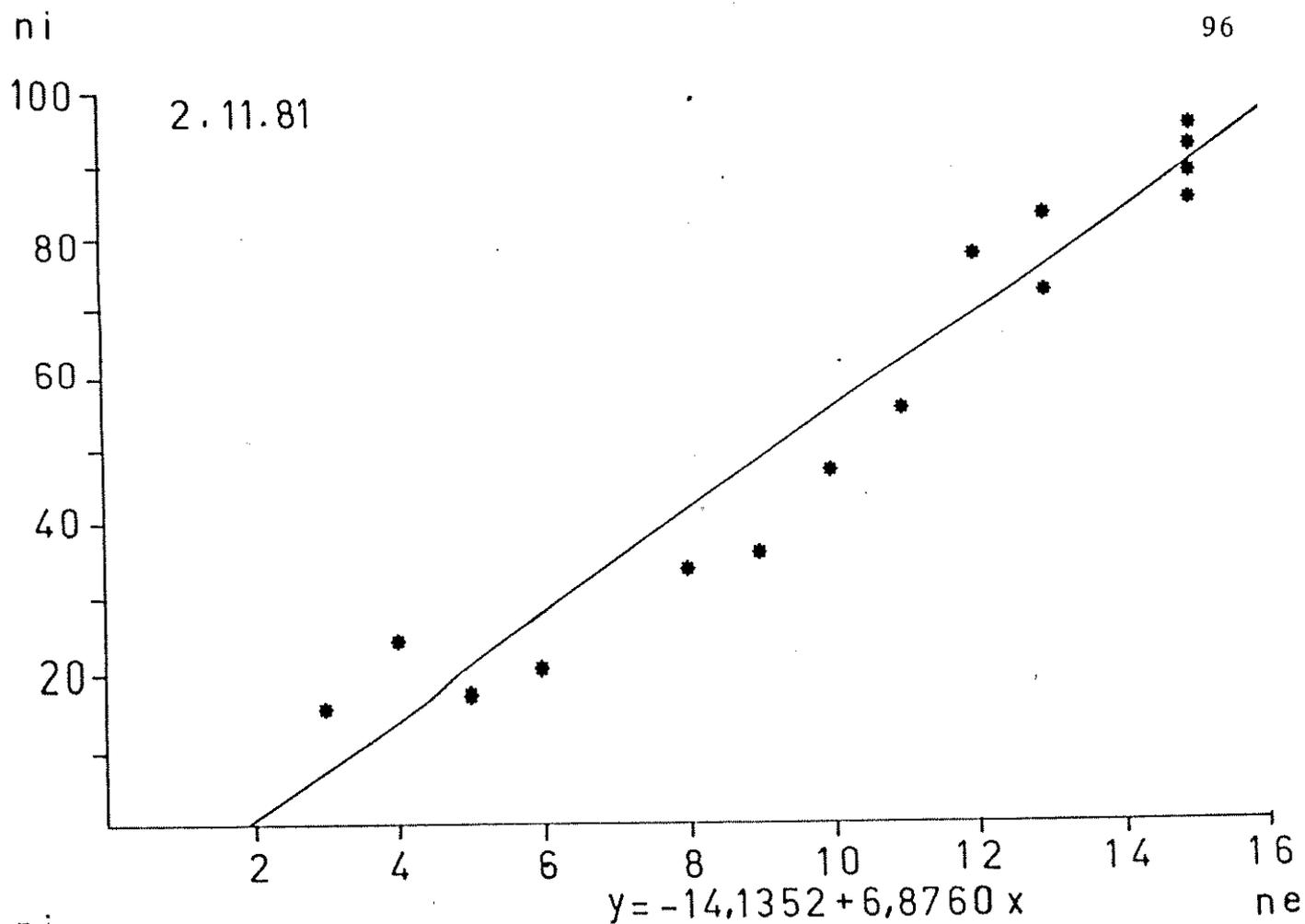


Fig. 46 - Retas de regressão entre o número de indivíduos ativos (ni) e o número de espécies (ne) no pico de atividade de vocalização (2.11.81) e no final da temporada reprodutiva (11.1.82).

	$n_e$	$n_i$
17h00	3	9
17h30	4	17
18h00	4	13
18h30	7	23
19h00	9	25
19h30	11	39
20h00	11	45
20h30	11	44
21h00	10	32
21h30	10	30
22h00	10	29
22h30	7	24
23h00	5	19
23h30	4	12
24h00	4	11
00h30	4	9
	<hr/>	<hr/>
	114	381

Tab. 3 - Número de espécies ( $n_e$ ) e de indivíduos ativos ( $n_i$ ) no último dia em que foi observada atividade de vocalização intensa (11.01.1982).

A comparação das retas de regressão nas duas datas consideradas, indica diminuição no número de indivíduos ativos por espécie, ao final da época reprodutiva. No entanto, esta tendência geral verificada na comunidade não ocorreu entre todas as populações. Algumas espécies, como *H. albopunctata* e *H. polytaenia* estiveram mais ativas no final da época de chuvas que no seu início, conforme verificado na tabela 5.

#### 4.7.2. Turno de vocalizações

##### 4.7.2.1. Duração do turno

A duração do turno de vocalizações foi analisada com certo detalhe apenas no pico de atividade e ao final da época de vocalizações intensas.

No pico de atividades, houve oito espécies que iniciaram vocalizações antes do ocaso (Fig. 47), sendo sete delas incluídas na família Leptodactylidae e apenas uma na família Hylidae. Em horário aproximado ao por do sol, seis espécies iniciaram vocalizações, todas incluídas em Hylidae. Com início de atividade após o por do sol houve apenas três espécies, sendo duas da família Hylidae. O término de vocalizações neste mesmo dia foi muito variado, sendo que a maioria dos indivíduos cessou sua atividade por volta da meia noite e duas espécies de Hylidae permaneceram ativas até as 02h00 do dia seguinte.

Ao final da época de vocalizações intensas houve nove espécies vocalizando desde antes do ocaso, estando três delas em atividade desde o final da tarde. Com início do turno próximo ao momento do ocaso houve três espécies e com início bem após o ocaso, apenas uma espécie. Como no pico de atividade, também ao final da época de vocalizações intensas, o momento em que os indivíduos pararam de vocalizar variou muito. Apenas *H. perviridis* permaneceu vocalizando até 02h00 do dia seguinte.

O início do turno de vocalizações e a persistência de atividade de cada espécie são caracterizados por certa tendência de atividade desde o final da tarde até meados da noite para os leptodactilídeos, enquanto que os hylídeos, com exceção *H. hayii*, iniciam o turno de vocalizações durante ou logo após o ocaso, permanecendo em atividade até um pouco depois da meia noite.

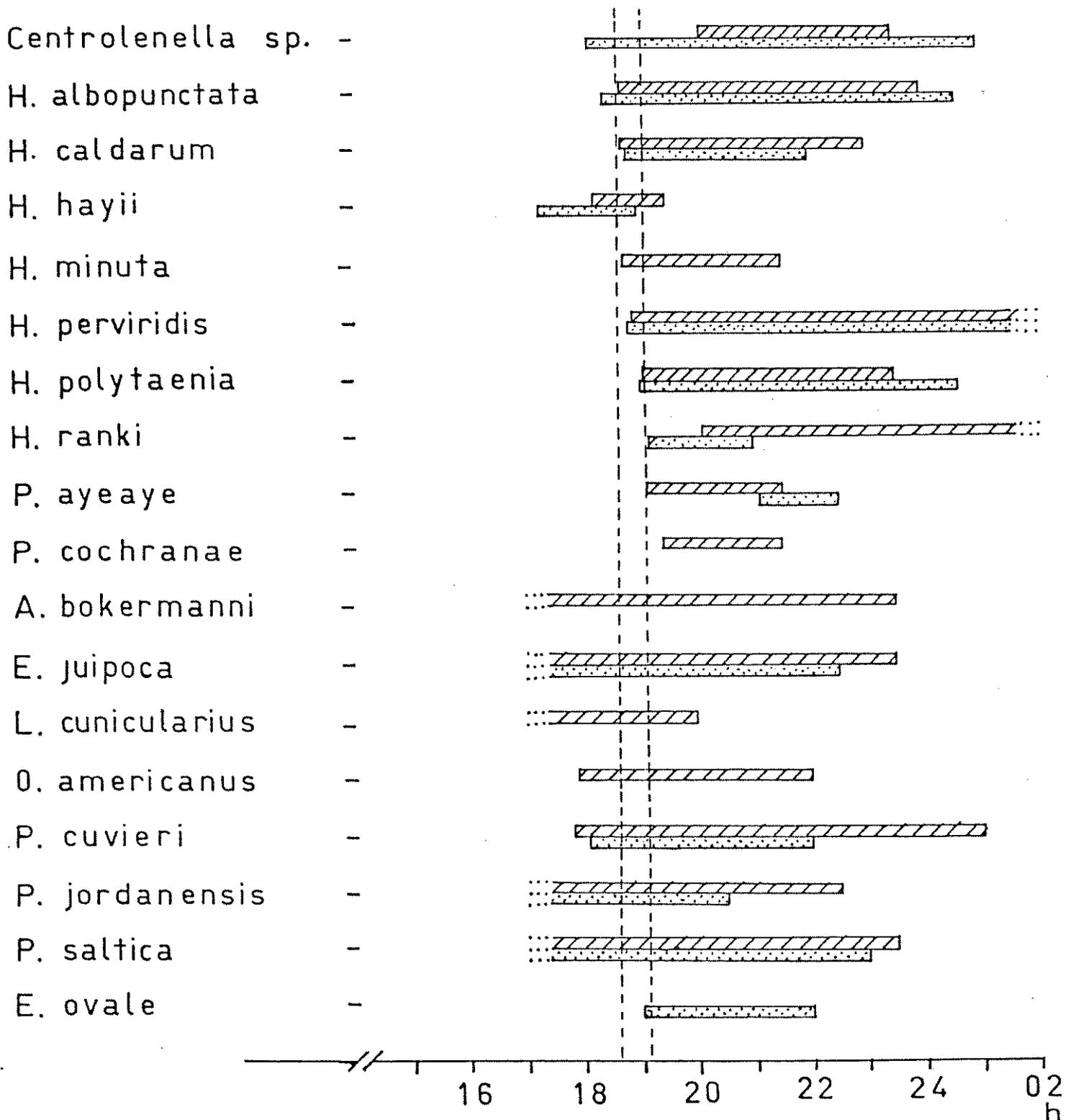


Fig. 47 - Turnos de vocalização na comunidade de anfíbios anuros do Morro do Ferro. As barras horizontais hachuradas referem-se ao dia 02.11.81 e as pontilhadas, ao dia 11.01.82. Os traços interrompidos verticais indicam o momento do ocaso.

#### 4.7.2.2. Dinâmica das vocalizações no pico de atividades e no término da atividade intensa.

A atividade de vocalizações foi estimada a intervalos de meia hora a partir de 17h00 até 01h00 hora do dia seguinte, tanto no dia de pico de atividade como no último dia com atividade intensa de vocalizações. Estes dados estão dispostos no apêndice 4 e permitiram analisar a diversidade dos indivíduos vocalizando na comunidade através de dois métodos:

i. Determinação da Equidade (E) na comunidade, através da fórmula de Shannon-Wiener,

$$E = \frac{H}{\log_2 N}, \text{ onde}$$

$$H = -\sum ip \cdot (\log_2 ip)$$

N = número de espécies ativas

ip = índice de proporção.

ii. Determinação da Equidade relativa (Er), que é um novo índice aqui proposto, derivado do índice de "evenness" (J') de Pielou (1969), que é baseado na fórmula de Shannon-Wiener para diversidade de espécies.

$$Er = \frac{H}{\log_2 N_{\max}}, \text{ onde } N_{\max} = \text{número de espécies ativas no dia.}$$

Os índices de E e Er estão representadas na Fig. 48 nos diferentes horários dos dois dias considerados. O índice E apresenta tendência de diminuição discreta e com comportamento semelhante nos dois dias. O índice Er apresenta tendência de aumento no início da noite, tem um patamar entre 19h30 e 22h00 e começa

a declinar a partir deste horário. Este comportamento de curva é semelhante nos dois dias e se ajusta à equação de uma parábola.

O índice de equidade relativa pode ser usado em comparações do turno de vocalizações quando o número de espécies ativas varia, permitindo identificar o pico de diversidade de vocalizações em termos da atividade em determinada data. Para a comunidade estudada, a equidade relativa foi semelhante nas duas datas, embora em 11.01.1982 a diversidade tenha sido maior entre 21h00 e 23h30. Esta maior diversidade ocorreu devido a diminuição mais rápida do número de espécies em 02.11.1981 (Fig. 49).

#### 4.7.2.3. Atividade das diferentes populações

A diferença estatisticamente significativa nas vocalizações da comunidade em dois dias distintos da época com vocalizações intensas (02.11.81 e 11.01.82) comparada com a semelhança na duração do turno de vocalizações de algumas espécies (Fig. 47) nestas mesmas datas, torna clara a importância de se verificar quais as diferenças entre as populações que estão atuando na comunidade como um todo. Com este objetivo foi analisado o comportamento relativo ao turno de vocalizações das diferentes populações. Para tanto, foi aplicada a prova de Wilcoxon, em dois tratamentos:

- i. Comparação do número de indivíduos de cada população vocalizando nos mesmos horários no dia de pico de atividade (02.11.1981) e no final da época de vocalizações intensa (11.01.82), representada na Tab. 4.

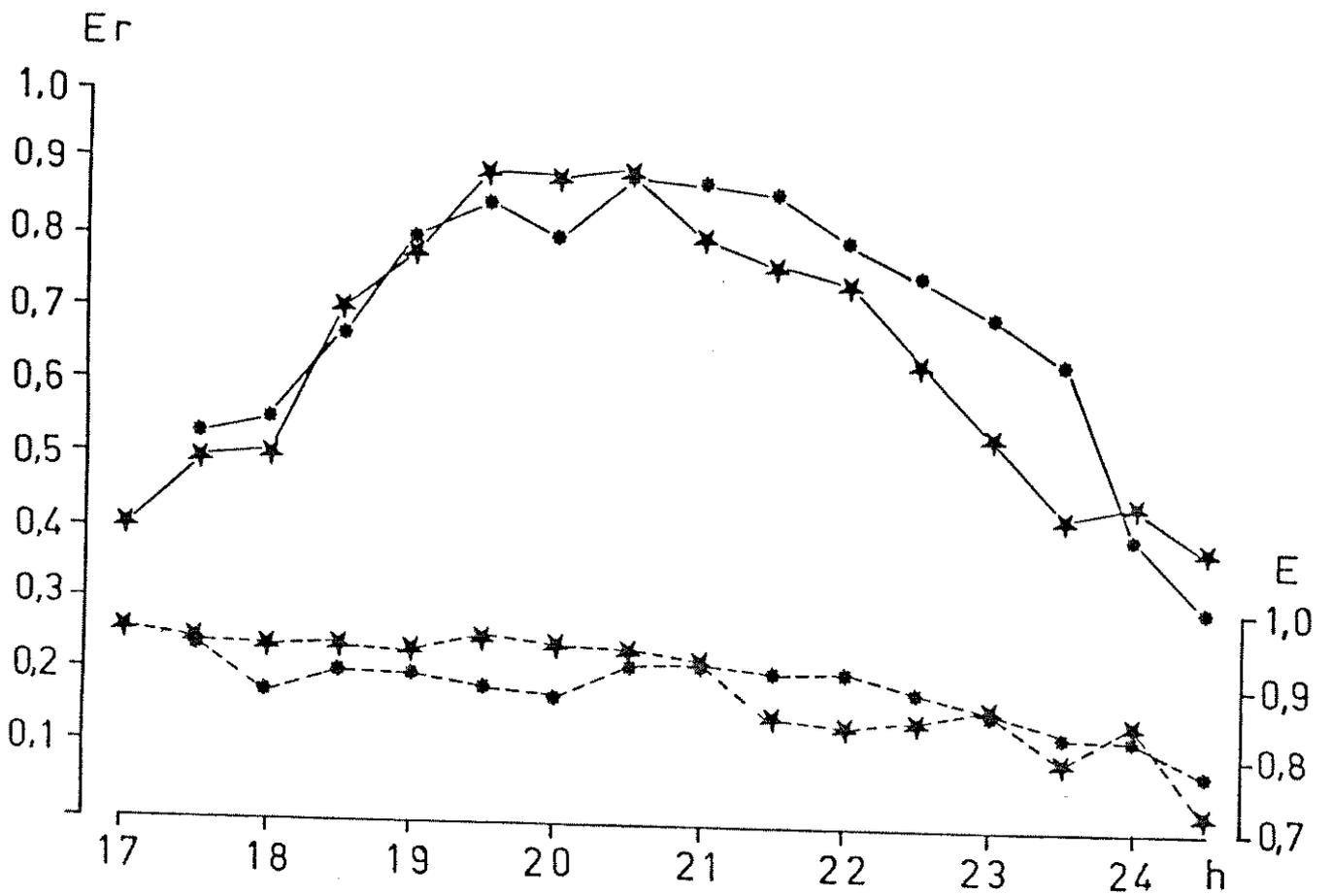


Fig. 48 - Equidade ( $E$ = traços interrompidos) e Equidade relativa ( $E_r$ = traços contínuos) nos dias 02.11.81 (\*) e 11.01.82 (•).

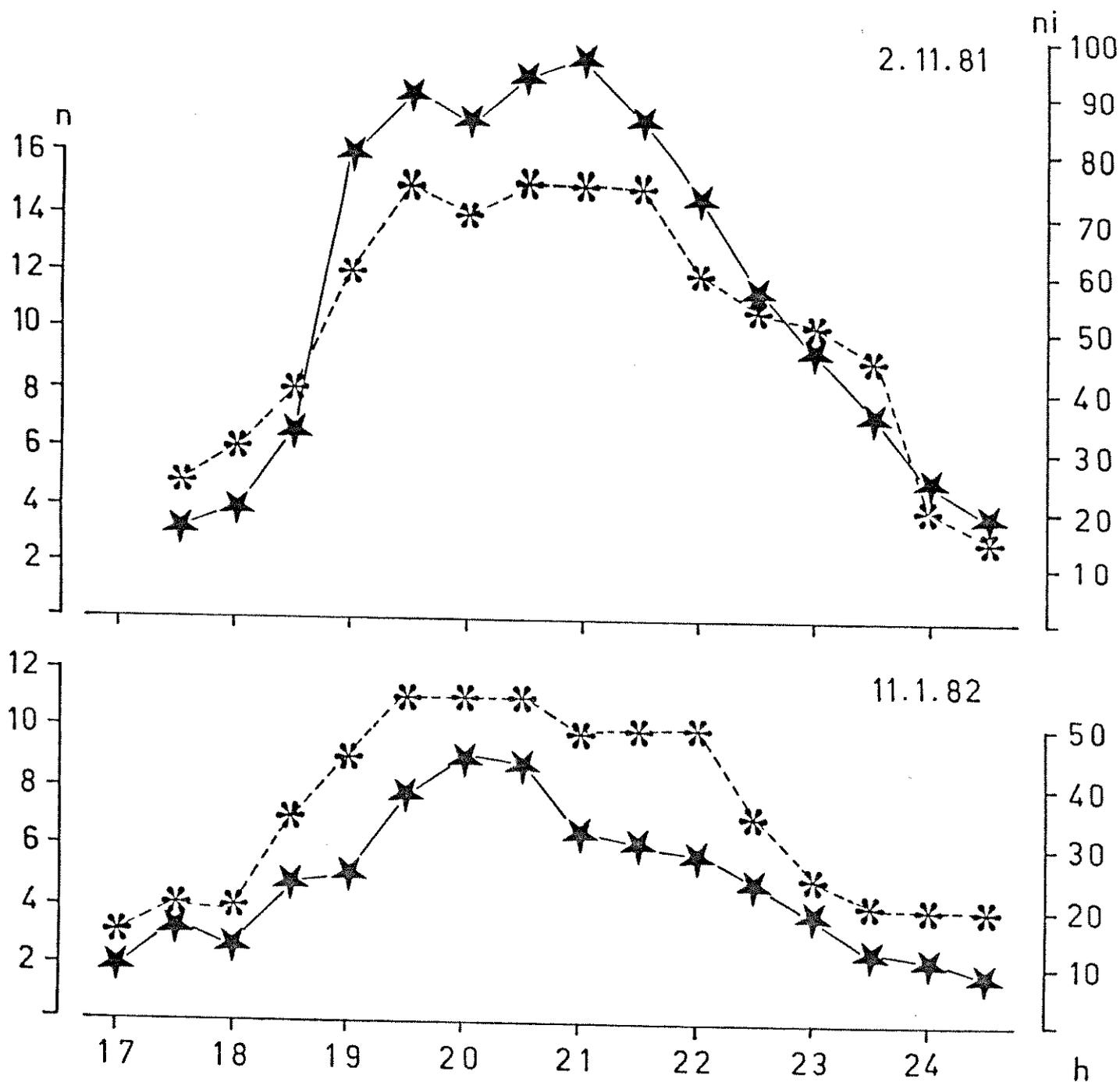


Fig. 49 - Relação entre o número de espécies ( $n_e$  = traços interrompidos - \*) e número de indivíduos ativos ( $n_i$  = traços contínuos - ★) e horário do turno, no pico de atividade de vocalizações (02.11.1981) e no final da atividade de vocalizações intensas (11.01.1982).

Tabela 4 - Dados da prova de Wilcoxon aplicada ao número de indivíduos vocalizando nos mesmos horários dos dias 02.11.1981 e 11.01.1982.

	N	Sig. ( $P \leq 0,05$ )	Tmin.	Decisão
<i>H. albopunctata</i>	11	11	28	Ho
<i>H. caldarum</i>	9	6	0	Ha
<i>H. perviridis</i>	12	14	7	Ha
<i>H. polytaenia</i>	9	6	20,5	Ho
<i>H. ranki</i>	11	1	0	Ha
<i>P. ayeaye</i>	9	6	0	Ha
<i>E. juipoca</i>	8	4	2,5	Ha
<i>P. cuvieri</i>	13	17	0	Ha
<i>P. jordanensis</i>	10	8	0	Ha
<i>P. saltica</i>	13	17	0	Ha
<i>E. ovale</i>	7	6	0	Ha

Sig. = valor crítico de T.

Ho = não há diferença significativa nas vocalizações entre os dois dias analisados

Ha = há diferença significativa nas vocalizações entre os dois dias analisados.

ii. Comparação do número de indivíduos de cada população vocalizando em horários equivalentes em relação ao horário do ocaso (por do sol) em 02.11.1981 e em 11.01.1982, representado na Tab. 5.

Estes testes estatísticos indicaram, nos dois tratamentos, que a metade das populações apresentou atividade diferente nos dois dias considerados. O número de espécies, com atividade semelhante, foi de duas (*H. albopunctata* e *H. polytaenia*) se considerado o valor horário absoluto e de três (*H. albopunctata*, *H. hayii* e *H. polytaenia*) se considerado o horário em relação ao por do sol. O número de espécies sem dados comparáveis é de quatro em ambos os tratamentos, ao passo que outras delas (*H. hayii*, *P. cochranæ*, *A. bokermanni* e *L. cunicularius*) não apresentaram dados suficientes para comparação se considerarmos valores absolutos e três (*P. cochranæ*, *A. bokermanni* e *L. cunicularius*) se considerados os dados relativos ao por do sol.

O número de indivíduos vocalizando, na maioria das espécies, é diferente nas duas datas consideradas, principalmente em função da diminuição do seu número ao final da época com vocalizações intensas (apêndice 3).

É importante notar que a semelhança de atividade não está relacionada à duração do turno nem à época de vocalizações: *H. albopunctata* apresentou atividade semelhante ao lado de turnos extensos e temporada restrita à época de atividades intensas; *H. hayii* apresentou turnos de pouca duração e temporada restrita à época de atividade intensa, ao passo que *H. polytaenia* teve atividade constante ao longo do ano e turno de duração variável.

Tabela 5 - Dados da prova de Wilcoxon aplicada ao número de indivíduos vocalizando em horário relativo ao por do sol nos dias 02.11.1981 e 11.01.1982.

	N	Sig. ( $P < 0,05$ )	Tmin.	Decisão
<i>H. albopunctata</i>	8	4	13	Ho
<i>H. caldarum</i>	9	6	2	Ha
<i>H. hayii</i>	6	0	5,5	Ho
<i>H. perviridis</i>	12	17	3,5	Ha
<i>H. polytaenia</i>	8	4	16	Ho
<i>H. ranki</i>	11	11	0	Ha
<i>P. ayeaye</i>	9	6	0	Ha
<i>E. juipoca</i>	8	4	2,5	Ha
<i>P. cuvieri</i>	14	21	0	Ha
<i>P. jordanensis</i>	12	14	0	Ha
<i>P. saltica</i>	13	17	0	Ha
<i>E. ovale</i>	8	4	0	Ha

Sig. = valor crítico de T.

Ho = não há diferença significativa nas vocalizações entre os dois dias analisados.

Ha = há diferença significativa nas vocalizações entre os dois dias analisados.

## 5. DISCUSSÃO

A análise da biologia reprodutiva dos anfíbios anuros no Morro do Ferro evidenciou diversas táticas que permitem a co-existência destes animais em um mesmo ambiente. Estas táticas incluem especializações ou preferências para exploração dos recursos disponíveis, tanto abióticos (como sítios de cortejamento e locais favoráveis para desenvolvimento larvário) como biótico (seleção de sítios favoráveis, utilização de diferentes faixas de frequência e ritmos de vocalização e apresentação de determinados tipos de comportamento em momentos restritos ao longo de um ciclo diário ou anual).

### 5.1. Ambientes utilizados para reprodução

A área estudada é pequena mas apresenta diversos tipos de ambientes que foram utilizados pelos anfíbios anuros de maneiras distintas. Considerando todas as espécies que apresentaram sucesso reprodutivo (com desenvolvimento larvário até completar a metamorfose), a exploração dos ambientes disponíveis mostra claramente duas tendências com diferentes graus de intensidade. Cada uma destas tendências é exibida por um dos grupos taxonômicos predominantes. Assim, os leptodactilídeos desenvolveram estratégias que permitem exploração de micro-ambientes no solo, enquanto que os hilídeos desenvolveram estratégias para exploração de vegetação como sítio de cortejamento e para desovar.

A comparação de nichos entre anuros que permaneceram terrestres, nas florestas tropicais, com aqueles que desenvolveram hábitos arborícolas, e assim tiveram oportunidade de se diferenciar

em relação a uma estratificação vertical na mata, foi proposta por Blair (1973) como forma de testar a hipótese de heterogeneidade espacial como fator determinante da grande diversidade de espécies nos trópicos.

A amplitude de capacidade para exploração de certos ambientes, a dificuldade para obtenção de dados padronizados durante a fase larvária e o ciclo vital complexo das espécies estudadas, levaram a restringir a discussão apenas aos recursos ambientais utilizados nos sítios de cortejamento. Um exemplo destas dificuldades é o encontro de larvas nos riachos permanentes. Neste único ambiente foram encontrados girinos de *Centrolenella* sp., *H. ranki*, *P. cochranæ*, *Hylodes* sp. e *L. cunicularius*, quase todos originados a partir de sítios de corte distintos, que percorreram caminhos distintos para chegarem até o riacho. O único que ecluiu de desovas deixadas no próprio riacho foi *Hylodes* sp., ao passo que os girinos de *P. cochranæ* (e, provavelmente, *Centrolenella* sp.), caíram no riacho a partir da própria desova, deixada no estrato vegetal acima do leito do riacho. Os de *H. ranki* foram arrastados por enxurrada a partir de poças do interior da mata e os de *L. cunicularius* foram arrastados por enxurrada a partir de desovas deixadas em espumas no interior de "panela" construída nas encostas do morro. Além das dificuldades referidas, os tipos ecológicos de recursos ambientais abaixo referidos estão reconhecidos em um contexto dinâmico de interações, uma vez que os indivíduos de uma mesma espécie podem utilizar recursos diferentes.

Considerando apenas o sítio de cortejamento e tendo em vista o teste proposto por Blair (1973), os recursos ambientais utilizados pelas espécies de anuros foram analisados separadamente, em relação às exclusivamente terrestres e em relação às arborícolas.

Em relação às espécies exclusivamente terrestres, os recursos durante o cortejamento podem ser agrupados em quatro tipos:

i. Riachos, que ainda podem ser sub-divididos em permanentes (no interior do qual vocalizavam machos de *Hylodes* sp., sobre pedras e seixos do leito logo acima do nível d'água) e temporários (que são utilizados por *O. americanus* nos locais mais rasos e por *A. bokermanni*, que vocaliza na margem úmida, próximo ao leito);

ii. Poças permanentes e locais encharcados, nos quais são encontrados *P. cuvieri* e *P. jordanensis* (cujas desovas são depositadas em espumas), *P. saltica* e *E. ovale* (cujas desovas são constituídas por ovos isolados envoltos por membrana gelatinosa);

iii. Poças temporárias, que são exploradas por espécies cujas desovas são colocadas em ninhos de espuma expostos (*P. cuvieri*) no leito da poça (fundo, como a de *O. americanus* ou raso como a de *P. saltica*) ou em cavidade subterrânea construída pelo macho em locais úmidos (*A. bokermanni*);

iv. Descampado em área aberta, no qual podemos encontrar *L. cunicularius* (que escava cavidades subterrâneas em locais secos e aí deposita desova em ninho de espuma) e *E. juipoca* (que vocaliza em touceira de gramíneas).

Analisando os recursos disponíveis na vegetação, os quais permitem que espécies arborícolas explorem diversos estratos vegetais como sítio de cortejamento, deve ser ressaltada esta tendência tanto na mata quanto na área aberta.

Na mata temos espécies que vocalizam próximo à superfície da água (*H. ranki* e *Centrolenella* sp.), em altura em torno de 1,5 m (*H. perviridis*) e em alturas superiores a 2 m (*P. cochranæ*).

*A. bokermanni* e *H. polytaenia* são invasores eventuais no bordo da mata, sendo que a primeira vocaliza no chão da mata e a segunda no estrato de vegetação mais baixo (próximo à superfície de água).

Na área aberta as espécies arborícolas também podem ser encontradas próximo à superfície da água (*H. caldarum*), em altura aproximada de 1 m (*H. hayii*, *H. minuta* e *H. polytaenia*), em torno de 1,5 m (*H. albopunctata* e *P. ayeaye*) e pouco acima de 1,5 m (*H. perviridis*).

Esta categorização de estratos explorados segundo a sua altura é facilmente perceptível na natureza, mas não é estática, uma vez que os indivíduos podem apresentar comportamentos distintos quando influenciados por certos fatores ambientais (e.g. vocalizam mais baixo e mais escondidos em noites de lua cheia).

Uma tendência geral que também pode ser verificada, é que os hilídeos maiores vocalizam em locais mais altos. Em outros locais que não o Morro do Ferro, esta tendência pode ser verificada, pelo menos até um certo limite de tamanho: as espécies de maior porte tendem a vocalizar em locais mais altos ou no chão (A.J. Cardoso, não publicado).

É importante ressaltar ainda que o fato de espécies vocalizarem em uma mesma altura não significa que estejam sobrepondo seus sítios de cortejamento, uma vez que podem estar ativas à mesma altura mas em locais distintos.

Como os hilídeos são melhor adaptados à vida arborícola devido à presença de ventosas nos seus dedos, a maior proporção desta família, na mata, sugere que a heterogeneidade espacial é um fator importante para a diversidade de anuros no Morro do Ferro.

## 5.2. Elementos climáticos durante o estudo

O clima na região de Poços de Caldas corresponde ao das regiões de altitude da Serra do Espinhaço, Sul de Minas e das serras da Mantiqueira e do Mar e foi considerado como Mesotérmico Brando com possibilidade de geadas, principalmente em áreas sujeitas à influência marítima (Nimer, 1977). Segundo a classificação de Köppen a região tem clima Cfb (verão temperado sem estação seca acentuada). Os registros climatológicos de longo período publicados foram tomados na sede do município de Poços de Caldas e se referem ao período de 1931 a 1960. Indicam temperatura média anual de  $17,7^{\circ}\text{C}$  com variação de média diária entre  $12,4^{\circ}\text{C}$  e  $24,3^{\circ}\text{C}$  (Brasil, Ministério da Agricultura, 1969). A precipitação média anual no período foi de 1.695 mm. Estes dados apresentaram alto índice de correlação com aqueles tomados por Lei (1984) no Morro do Ferro, indicando que as chuvas e temperaturas no período por ele estudado parecem representativas do que ocorre na região. Como o período considerado por Lei (1984) abrange o período do presente estudo, é possível prever, ao longo do ano, a presença de espécies cujo comportamento reprodutivo esteja associado a algum destes elementos climáticos. Uma evidência adicional no sentido da "normalidade das condições climáticas" no período de estudos pode ser verificada ao compararmos a figura 8 (pluviosidade no Morro do Ferro) com a figura 3 apresentada pela Prefeitura Municipal de Poços de Caldas (1974) representando a distribuição mensal das chuvas e temperaturas no período de 1931 a 1960.

Os elementos climáticos cuja importância se tem reconhecido para as atividades dos anuros são: chuva e temperatura (Ceil, 1948; Blair, 1961; Jameson, 1955; Duellman, 1967b; Balinsky, 1969; Oldham, 1975). A luminosidade também tem sido referida por diver

os autores (Pengilley, 1971; Valdivieso & Tamsitt, 1974; Lescure, 1975; Jaeger & Hailman, 1981), bem como, em certos casos, a umidade relativa (Blair, 1961; Jameson, 1955) e o vento (Cardoso, 1981b).

Dentre os elementos climáticos acima referidos, foi verificada relação da atividade reprodutiva dos anuros do Morro do Ferro apenas com as chuvas, uma vez que o início da época de maior intensidade reprodutiva coincidiu com o período de início da época chuvosa para a maioria das espécies, especialmente para aquelas de curto período reprodutivo e com fase larvária aquática. Segundo Christofolletti (1972) os meses mais chuvosos, na região de Poços de Caldas são dezembro, janeiro e fevereiro ao passo que os menos chuvosos são junho, julho e agosto. No período estudado, a distribuição de chuvas foi semelhante a estes dados na época chuvosa, mas a seca estendeu-se até o final de setembro e no ano seguinte teve início a partir de meados de abril, com chuvas acentuadas em junho. Apesar destas pequenas diferenças, o excedente pluviométrico (saldo anual de 638 mm) verificado por aquele mesmo autor foi devido a chuvas que caíram em período exatamente correspondente ao período chuvoso do presente estudo.

A temperatura certamente é outro elemento climático de importância para a atividade reprodutiva de anuros, porém a metodologia utilizada para tomada da temperatura diária não foi adequada para a comparação entre os meus registros e a atividade reprodutiva dos anuros, devido à ausência de dados nos intervalos entre as observações de campo e às diferenças verificadas entre os dados do posto meteorológico e aqueles tomados "in loco".

A comparação entre as figuras 10 e a 48 do presente estudo indica claramente que, em dois dias analisados, a atividade

dos anfíbios se desenvolveu sem correlação aparente com a temperatura. A única relação geral que se pode verificar é que o período de atividade reprodutiva intensa dos anuros coincide com o período em que as mínimas diárias são mais elevadas, sugerindo a existência de um certo limite mínimo, abaixo do qual a atividade reprodutiva pode ser inibida. Dessa forma, fica claro que, embora sejam frequentes as referências de influência de temperatura sobre as vocalizações dos anuros (Blair, 1961; Balinsky, 1969; Salthe & Mecham, 1974; Bogart & Jaslow, 1979), este é um assunto que ainda requer informações mais detalhadas para seu conhecimento.

Nenhuma influência dos demais elementos climáticos foi verificada no Morro do Ferro. Os ventos referidos por Lei (1984) foram registrados no cume do morro e certamente não correspondem aos deslocamentos das massas de ar nas baixadas onde o estudo foi desenvolvido. Também o efeito da luminosidade foi menos acentuado do que o observado por Cardoso (1981b), provavelmente devido à forma do relevo regional: na época em que os dias são mais longos, devido a mudanças no ângulo da inclinação do sol, este é encoberto mais cedo na face N do morro. Em consequência desta peculiaridade, não há muita diferença no tempo de insolação direta no ambiente ao longo do ano. Como não são conhecidos os locais de abrigo diurno dos anuros, fica impraticável detectar a influência da luminosidade sobre a atividade reprodutiva destes animais. Por outro lado, a pequena variação no horário em que as espécies iniciam seu turno de vocalizações nas diferentes épocas do ano pode ser uma indicação de que o turno de vocalizações seja influenciado pela luminosidade do ambiente, conforme já foi referido para diversas espécies (Bush, 1963; Pengilley, 1971; Rabb, 1973; Lescure, 1975; Cardoso, 1981b).

### 5.3. Espécies de anurós

A identificação de algumas espécies encontradas, como é comum em estudos faunísticos é problemática, daí a referência a alguns "taxa" de forma incerta ou apenas o nome do gênero, às vezes seguida da indicação do grupo ao qual a espécie pode pertencer.

Esta insegurança na identificação das espécies não é somente uma limitação pessoal, mas, principalmente, reflete dificuldades básicas de ordem sistemática, que podem limitar as perspectivas de alguns estudos de cunho ecológico (como, por exemplo, o conhecimento das amplitudes de variações populacionais para um dado comportamento, ou, até que ponto populações de uma mesma espécie se adaptam a determinadas características ambientais). Esta circunstância, não tem relevância para a proposta básica do trabalho, no entanto, limitou a análise da distribuição geográfica das espécies, com possíveis implicações na percepção de fenômenos evolutivos nas populações de anuros do Morro do Ferro.

A constatação destas limitações aliada ao reconhecimento de que certos nomes correntes na literatura não são os mais convenientes para serem aplicados como o têm sido, reforçam a necessidade de revisões sistemáticas abrangentes para constituição de uma base de conhecimentos na qual se poderiam melhor apoiar estudos ecológicos e evolutivos.

Localizado em maciço alcalino separado das áreas adjacentes pela altitude, o Morro do Ferro apresenta anurofauna com sete espécies consideradas endêmicas (*Centrolenella* sp., *H. caldarum*; *H. longilinea*; *H. ranki*; *Hyla* gr. *circumdata*; *P. ayeaye*

e *Hylodes* sp.) em um total de 27 espécies encontradas. A maioria das espécies encontradas no Morro do Ferro tem distribuição ampla no planalto das regiões Sul e Sudeste do Brasil, com algumas delas ocorrendo também no Uruguai (*H. sanborni*, *H. minuta*, *O. americanus*, *E. ovale*) e norte da Argentina (*H. albopunctata*, *H. minuta*, *O. americanus*, *E. ovale*). Apenas três espécies ocorrem também nas serras do Mar ou Mantiqueira (*H. hayii*, *P. cochranæ* e *P. jordanensis*), sendo uma delas de mata e duas de área aberta. Informações adicionais sobre a distribuição geográfica de diversos anuros do Morro do Ferro podem ser obtidas nos trabalhos de Cei (1980) e, principalmente, Jim (1980).

A ocorrência de ambiente desértico em torno do maciço alcalino de Poços de Caldas e a sua morfogênese em tempo geológico recente (Björnberg, 1959), associadas à alta proporção (7/27) de espécies endêmicas sugerem que a alta radioatividade verificada no Morro do Ferro pode ter contribuído para o surgimento de novas espécies, uma vez que aí já foi demonstrada a influência da radioatividade em alterações cromossômicas importantes em diversos grupos de seres vivos (Drew & Eisenbud, 1966; Eisenbud et al., no prelo).

Os dados do presente estudo confirmam a proposta de Blair (1973) acerca da influência da heterogeneidade espacial na composição de espécies, uma vez que ocorre o maior número de hilídeos na mata, explorando uma certa estratificação vertical dos ambientes disponíveis e maior número de leptodactilídeos na área aberta, explorando a diversidade de ambientes no solo, principalmente durante sua atividade reprodutiva. Como a maioria das espécies encontradas na mata não apresentam adaptações características a este tipo de ambiente nos seus sistemas de comunicação sonora, é possível que estas espécies sejam típicas de áreas abert

tas com capacidade de explorar também áreas marginais de matas . Como as matas de galeria no Morro do Ferro são pequenas, a exploração de suas áreas marginais praticamente se estende à totalidade da mata.

No Morro do Ferro foi constatada semelhança no número de espécies quando comparada a família Hylidae com Leptodactylidae, o que também tem ocorrido em outros locais estudados no sudeste do Brasil (e.g. Jim, 1980; Haddad, et al., 1982). Apesar da semelhança no número de espécies destas duas famílias, em Hylidae existem apenas dois gêneros enquanto que em Leptodactylidae existem seis gêneros. Considero que este maior número de gênero (com maiores distâncias filogenéticas) em Leptodactylidae represente maior antiguidade do grupo, confirmando o que foi referido por diversos autores, com base principal em pontos de vista da morfologia (Lynch, 1971) e da citogenética (Bogart, 1973). A equivalência aproximada no número atual de espécies das duas famílias poderia ser explicada através de uma taxa de especiação diferenciada nos dois grupos, de maneira que o menor tempo evolutivo experimentado pelos hilídeos seria compensado por uma taxa maior de especiação. Dessa forma, a seqüência básica de eventos e os elementos do conceito de zona adaptativa, selecionados por Heyer (1969), se aplicam também ao presente estudo.

Algumas evidências adicionais indicativas de que os hilídeos são mais recentes que os leptodactilídeos podem ainda ser referidas no Morro do Ferro: i. a maioria dos casos de endemismo verificada estão entre hilídeos (*H. caldarum*, *H. longilinea*, *Hyla* gr. *circumdata*, *P. ayeaye*, *H. ranki*) ao passo que os leptodactilídeos, em geral, são amplamente distribuídos por todo o Sul e Sudeste do Brasil (*A. bokermanni*, *O. americanus*, *P. cuvieri* e *P. saltica*); ii. o maior número de espécies de "ocorrência eventual" está no gênero *Leptodactylus*, o que poderia indicar me

nor grau de adaptação às condições ambientais, em local alterado para atividade agropastoril e relativamente recente na história evolutiva dos anuros; iii. a exploração de "sítios em estratos vegetais" para reprodução por parte dos hilídeos foi mais favorável para o sucesso reprodutivo que os "sítios do solo", explorados pelos leporactilídeos, pelo menos nas áreas em que foram conservadas pequenas manchas de matas marginais aos riachos, o que também é recente na história evolutiva dos anuros.

#### 5.4. Análise citogenética de *Hyla albopunctata*.

A existência de alta radioatividade natural que pode estar associada a mecanismos evolutivos e especiação, portanto, interferindo na composição anurofaunística local, estimulou a investigação acerca desta possibilidade no Morro do Ferro. Para tanto, foi escolhida uma das espécies cuja distribuição geográfica abrange outras áreas, permitindo comparações entre populações distintas. A escolha de *H. albopunctata* ocorreu em função dos dados já disponíveis na literatura sobre citogenética e pela facilidade de obtenção dos exemplares, tanto na população do Morro do Ferro, como na população de Campinas, aqui utilizada como controle. Os dados disponíveis na literatura indicam um número diplóide de 22 cromossomos para *H. albopunctata*, tendo sido estudado um exemplar procedente de Osasco, Estado de São Paulo por Beçak (1968) e um do Sudeste do Brasil por Bogart (1973).

Atualmente se admite que o mecanismo evolutivo mais provável nos casos de fusão cêntrica seja através de translocação recíproca entre dois acrocêntricos não homólogos. Após quebras junto ao centrômero de cada cromossomo, eles se soldariam originando um único metacêntrico e um fragmento que se dissociaria (Batistic, 1970). Dessa forma fica mais evidente a importância das quebras e falhas cromossômicas como mecanismo potencial para a evolução de uma determinada população. Além disso, as pontas originadas nas quebras cromossômicas tendem a se unir, o que pode acontecer entre pontas de diferentes cromossomos em proporção direta ao número de quebras verificadas; quanto maior o número de quebras e falhas, maior o potencial de rearranjos. Esta nova união de cromossomos não homólogos pode levar a translocações, duplicações de segmentos cromossômicos ou a inversão diversas, que podem ser fixadas na população conforme demonstrado por Hsu & Arrighi (1968) em roedores (*Peromyscus* sp.) ou simplesmente serem eliminadas.

Para diversas espécies de anuros foram referidas variações no número de cromossomos, geralmente associadas a poliploidia (Beçak et al., 1966, 1967; Wasserman, 1970; Batistic et al., 1975; Bogart & Tandy, 1976) ou a populações alopátricas de uma mesma espécie (Batistic, 1970; Bogart, 1973). Ao referir cariótipos diferentes para *Hyla albosignata* de Boracéia e de Teresópolis, assim como para *Hyla albofrenata* de Boracéia e da Tijuca, Bogart (1973), indicou a possibilidade de tratarem-se de espécies diferentes, hipótese confirmada por Cruz & Peixoto (1984) para *H. albosignata*.

Nas espécies neotropicais de *Hyla* são reconhecidos dois grandes grupos em relação aos cromossomos, sendo um deles com 24 e outro com 30 cromossomos, com evidências de representarem duas linhas filogenéticas distintas, apesar da aparente similaridade morfológica (Beçak, 1967). Em diversas espécies de *Hyla* foram encontrados números de cromossomos intermediários entre 22 e 30, levando à hipótese, já aceita por diversos autores, de que *Hyla* tenha se originado de um ancestral comum, provavelmente com 26 cromossomos (como é frequente entre leptodactilídeos) e daí evoluído em uma tendência de fusões cêntricas, originando o grupo de 24 cromossomos e em outra tendência de fissões cêntricas, originando o grupo de 30 cromossomos (Bogart, 1973). Evolução através de fusão cêntrica foi sugerida inicialmente por Wickbom (1945) e também aceita por Beçak (1967), que sugeriu a ocorrência de mecanismos heterogêneos paralelamente ou após as fusões cêntricas, tornando difícil a sua identificação em alguns casos.

A descoberta de indivíduos com 23 e com 22 cromossomos nas populações de *H. albopunctata* é muito importante em relação ao polimorfismo cromossômico e em relação aos mecanismos evolutivos envolvidos. A ocorrência de cromossomo supra-numerário em al

guns exemplares de populações desta espécie poderia ser o reflexo de rearranjos cromossômicos como um estágio evolutivo intermediário, ainda não fixado na totalidade da população. Dentre quatro espécies mencionadas por B. Lutz (1973) como sendo do mesmo grupo, três (*H. lanciformis*, *H. raniceps* e a própria *H. albopunctata*) não apresentam cromossomos acrocêntricos (R. F. Batistic, com. pess.). A presença de quebras e falhas ("sensu" Buckton & Evans, 1973) encontrada somente na população do Morro do Ferro pode estar relacionada com os níveis altos de radioatividade, aí presentes, uma vez que se tem demonstrado alta susceptibilidade dos cromossomos a radiações, sendo comum o encontro de sítios onde ocorrem alterações com maior frequência, quer por efeito de drogas, que por efeitos de radiações (Meynes & Lockhart, 1978; Hecht & Sutherland, 1984).

É muito pouco provável que as alterações estruturais representem um artefato de técnica, uma vez que não ocorreram nos exemplares de Campinas, usados como controle. Além disso, a técnica utilizada já é bastante tradicional e foi aplicada de maneira padronizada tanto na população de Campinas como na população de Morro do Ferro. A ocorrência de quebras e falhas, induzidas ou não por radiação natural, é importante como mecanismo evolutivo, uma vez que determina maior número de rearranjos cromossômicos, o que representa maior potencial de diversificação nas populações.

Os estudos sobre citogenética de anfíbios anuros do Morro do Ferro, que estão sendo desenvolvidos no Instituto Butantan e no Departamento de Biologia Celular da UNICAMP, poderão melhor esclarecer as relações entre efeitos da radioatividade natural e mecanismos evolutivos nas populações dos anuros.

### 5.5. Organização espacial da comunidade

Diversos autores notaram segregação ecológica entre as espécies de anuros que ocupam sítios comuns para canto e desova, relacionada às características físicas do ambiente (Rabb, 1973) e alguns padrões definidos na distribuição das espécies foram encontrados por Crump (1974), tendo sido interpretados como resultantes de interações bióticas e parâmetros físicos do ambiente que determinariam partilha espacial dos sítios de reprodução. A maioria dos dados disponíveis na literatura se refere à partilha entre indivíduos da mesma população, ao passo que as interações interpopulacionais, em geral, aparecem como referências esporádicas.

Este conhecimento escasso das interações interpopulacionais deve ser considerado quando se tenta entender a evolução dos anuros. Savage (1973) partiu da premissa, que me parece prematura no estado atual de conhecimentos, de que o deslocamento por competição é relativamente sem importância para a distribuição atual dos anfíbios. Este autor pressupôs que as associações climáticas dos grupos e o papel ecológico dos adultos são de importância secundária, apoiando a hipótese de que adaptações durante a vida larvária seriam mais importantes para a evolução dos anuros.

#### 5.5.1. Interações interespecíficas

A existência de preferências pela utilização, por cada espécie, de locais com características diferenciadas foi verificada na mata e na área aberta do Morro do Ferro. O reconhecimento e as descrições dos microambientes foram orientados de maneira a refletir as preferências dos anuros, verificadas durante a sua

atividade de vocalizações e durante a vida larvária. Uma distinção entre espécies de mata e espécies de área aberta é possível e realista. Dentre as 19 espécies consideradas, apenas três ocorreram na mata e na área aberta, sendo duas delas mais frequentes na área aberta e que invadiram apenas as áreas marginais da mata. *H. perviridis* é a única espécie aqui considerada típica de mata que foi encontrada em área aberta bem característica, o que só ocorreu no final da temporada reprodutiva da espécie.

Na mata, onde a estratificação vegetal é acentuada, houve predomínio de hilídeos, ao passo que na área aberta houve igualdade entre o número de hilídeos e de leptodactilídeos. Se considerarmos o número de gêneros, na mata há dois em cada uma destas famílias principais, ao passo que na área aberta há seis gêneros de leptodactilídeos e apenas dois de hilídeos. Estes dados permitem algumas especulações que podem ser de interesse se comprovados em outros locais:

i. O predomínio de hilídeos na mata é possível devido ao maior número de sítios de canto disponíveis representados pela estratificação da mata. Dessa maneira, uma adaptação aparentemente simples, como é a presença dos discos adesivos, tem conferido vantagem adaptativa aos hilídeos. Separação horizontal e vertical no sítio de canto foi referida por Dixon & Heyer (1968), que estudaram oito espécies de cinco famílias distintas, em região sub-tropical do México.

ii. O maior número de gêneros de leptodactilídeos na área aberta para um número de espécies semelhantes nas duas principais famílias reflete maior diversificação de formas entre os leptodactilídeos que entre os hilídeos, o que, provavelmente, está associado à maior antiguidade dos leptodactilídeos, conforme

já constatado através de análise citogenética, por Bogart (1973). Esta comparação entre anuros de linhas evolutivas que permanecem terrestres com aqueles que desenvolveram hábito arborícola e, conseqüentemente, predominam em áreas de mata, indica que a heterogeneidade espacial (relacionada com a complexidade estrutural do ambiente) é importante na determinação do número de espécies que podem explorar um determinado ambiente, principalmente porque a semelhança do número de espécie entre leptodactilídeos e hilídeos tem sido constatada também em outros estudos no sudeste do Brasil.

A confirmação de equivalência no número de espécies de diferentes famílias cuja diversificação está associada às possibilidades (devido a adaptações evolutivas que podem ter surgido em tempo geológico não necessariamente semelhante) de exploração do ambiente, pode estar relacionada à existência de heterogeneidade espacial que permita o desenvolvimento de preferência distintas, com o conseqüente sucesso reprodutivo das espécies. A manutenção de preferências diferenciadas e o espaçamento entre os indivíduos, que caracteriza estas preferências, já foram referidas através de diversos métodos para reconhecimento de espaçamento entre os indivíduos. Através de observação direta, Bowker & Bowker (1979) reconheceram arranjo espacial baseados na distribuição percentual das espécies de anuros em determinadas áreas de um lago no Kenya e Duellman (1966) verificou que a distribuição dos anuros, na América Central, está restrita à disponibilidade de sítios de canto convenientes para reprodução. Correlações foram estabelecidas por Duellman (1967a) para o peso e tamanho dos anuros como fator que limita a ocupação dos sítios disponíveis e por Fellers (1979), que associou os locais onde havia maior número de amplex

xos de *Hyla versicolor* com a ocorrência de menor quantidade de vegetação. Experimentalmente, Jamenson (1955) verificou que os indivíduos de áreas adjacentes tendem a se mover para a área onde houve indução de baixa densidade populacional e Cardoso (1981b) verificou que disputas territoriais podem ser induzidas em locais onde há aumento experimental na densidade populacional.

Apesar do reconhecimento amplo e através de diferentes métodos, detalhes sobre as preferências das espécies por sítios de canto distintos e característicos são pouco conhecidos. Dentre estes poucos dados, interações entre espécies distintas foram referidas por Wells (1980), que observou variações sazonais no comportamento e interações entre *Colosthetus inquinialis* e *C. pratti*, Cardoso (1981b) observou rápida interação entre *Hyla sanborni* e *H. minuta*; Schwartz & Wells (1983) mostraram interações entre *Hyla ebraccata* e *H. phlebodes*, que alternam suas vocalizações sem que haja sobreposição entre elas (neste último caso é interessante que os sons emitidos por estas duas espécies não apresentam nenhum parâmetro físico em comum).

A manutenção do espaçamento, em geral, tem sido interpretada em função das vocalizações, sem se referirem a interações interespecíficas. Além da correlação presumida entre peso, tamanho e sítio de corte (Duellman, 1967a), foi constatado por Wells & Schwartz (1982) que variações nas características acústicas dos sítios de canto podem influenciar o sucesso dos machos para atrair as fêmeas, mas não há evidências de que os machos escolham seus sítios de canto em função das características acústicas. Sazima (1975), concluiu que duas espécies sincronopátricas de *Leptodactylus* da região de Campinas exibem microdistribuições diversa dos sítios de cortejamento e local de construção de seus ninhos.

Maior volume de dados adicionais é necessário para uma interpretação segura acerca dos determinantes de preferências distintas por sítios de canto nas comunidades de anuros. Dentre estes dados adicionais considero de grande interesse as variações de locais verificadas durante a temporada de vocalizações, conforme referido, por exemplo, para *H. perviridis*.

#### 5.5.2. Interações intraespecíficas

São sobre as interações intraespecíficas os estudos mais detalhados envolvendo comportamento reprodutivo dos anuros. Um aspecto bem característico de interações entre indivíduos da mesma espécie é a territorialidade, cuja percepção, por parte dos pesquisadores foi relativamente tardia. Revisões recentes sobre este assunto (Wells, 1980) demonstraram que este fenômeno é comum na maioria das famílias de anuros, embora o espaçamento entre os machos tenha sido interpretado como fenômeno territorial, a princípio, somente para espécies que apresentavam alterações nas vocalizações ou agressividade na defesa de determinada área (Cardoso, 1984).

Os diversos tipos de interações intraespecíficas verificados entre anuros adultos no Morro do Ferro são conhecidos também em outras comunidades de anuros tropicais. A manutenção de espaçamento entre os indivíduos se faz através de vocalizações, o que pode ser demonstrado de diferentes maneiras. Wells & Schwartz (1984) demonstraram que respostas constituídas por cantos agressivos podem ser induzidas por diferentes tipos de canto (porém, são mais comuns quando estimuladas por cantos agressivos) e concluíram que o espaçamento parece mantido somente por interações vocais, uma vez que são raras as lutas para posse de sítio de

canto. A existência de vocalizações distintas que precedem combates físicos ou que são suspensas após a expulsão de um macho próximo, também são interpretadas como maneira de manter espaçamento entre os indivíduos de uma mesma espécie (Rosen & Lemon, 1974; Wells, 1977a). A alternância de cantos — através de antifonia ou da organização de trios — pode ser mais importante para a distribuição espacial dos machos do que para facilitar a localização pelas fêmeas (Passmore & Telford, 1981). Segundo Mac Nally (1979) a tolerância de machos "satélites" por parte dos residentes reforça a idéia de que o espaçamento é mantido primariamente por sinais acústicos, uma vez que os "satélites" não vocalizam e são tolerados.

As formas de interações de larvas de mesma espécie, tais como canibalismo e exclusão espacial também podem ser interpretadas como mecanismos de espaçamento entre os indivíduos. A segregação espacial foi reconhecida por Heyer (1974) como sendo muito mais importante do que o alimento na determinação de nichos entre as espécies.

As diversas evidências acerca de padrões definidos na distribuição espacial (e também temporal) das espécies em comunidades de anuros destacam a importância destes parâmetros na evolução e distribuição dos anfíbios. Em consequência, discordo de Savage (1973) que considerou as associações climáticas dos grupos e o papel ecológico dos adultos como de importância secundária para entendimento da evolução dos anuros. Mesmo do ponto de vista conceitual é possível contestar considerações sobre maior ou menor importância evolutiva de um certo fator isoladamente,

principalmente associando-o a uma determinada fase de vida. No caso dos anfíbios, embora a maioria tenha que sobreviver em ambientes muito distintos, (aquático e terrestre) ao longo de sua existência, as forças seletivas agem sobre o genótipo como um todo, durante as diferentes fases da vida, sendo impossível de se atribuir importância maior durante esta ou aquela fase. Além disso, as pressões seletivas não são as mesmas quando são comparadas diferentes comunidades ou, ainda, quando é comparada a mesma comunidade em diferentes épocas do ano.

#### 5.6. Vocalizações

As vocalizações dos anuros passaram a ser interpretadas como meio de comunicação para reprodução desde o início deste século (Dickerson, 1906), no entanto, o seu papel como possível mecanismo de isolamento reprodutivo só foi reconhecido a partir da década de 50, quando se procurava demonstrar a atração de fêmeas através das vocalizações de machos conspecíficos ( Blair, 1958a ) ou interpretar as vocalizações como o principal mecanismo de isolamento pré-zigótico ( Blair, 1958b; Fouquette Jr., 1960 ). Logo em seguida, Bogert (1960) reuniu os dados conhecidos até então sobre as vocalizações e procurou interpretá-los num contexto funcional, reconhecendo diversos tipos de vocalizações. A partir de então, com o advento dos gravadores portáteis de qualidade, o papel das vocalizações como um dos principais mecanismos de isolamento reprodutivo nas comunidades de anuros foi reconhecido por diversos autores, dentre os quais Blair (1963),

Duellman (1967a) e Channing (1976). Apesar da eficiência das vocalizações como sistemas de comunicação sonora, foi demonstrado (e.g. Barrio, 1964b), em diversas localidades, a formação de híbridos que, habitualmente são mantidos apenas em uma zona de hibridização estreita, conforme demonstrado por Littlejohn & Watson (1976). Por outro lado, a existência de deslocamento de caracteres relacionados às vocalizações comprova a importância dos sistemas de comunicação como mecanismo de isolamento, atuante junto com outros fatores ecológicos, como o período e o local de reprodução (Blair, 1974).

Duas tendências nas abordagens foram definidas com a difusão dos aparelhos eletrônicos para estudo das vocalizações, sendo uma delas usada como auxiliar em estudos de sistemática e a outra, mais recente, enfatizando as possíveis relações entre os indivíduos durante a sua atividade de vocalização. O reconhecimento das vocalizações como mecanismos de isolamento reprodutivo estimulou o seu uso como critério de reconhecimento específico, permitindo a caracterização de diversas espécies crípticas como o fizeram em Leptodactylidae, Barrio (1965a) e Sazima & Bokermann (1978), dentre outros. Uma questão que se tem discutido é a utilização das vocalizações para interpretações filogenéticas, a qual foi considerada conveniente por Barrio (1965b) e por Straughan (1973) e questionado na mesma época por Schiøtz (1973), que as considerou convenientes somente para comparações entre espécies próximas. As características físicas das vocalizações no Morro do Ferro indicam que não há uma resposta única para esta questão. Por exemplo, em alguns grupos (como *Physalae-mus*) interpretações filogenéticas através de vocalizações são

possíveis, ao passo que em outros grupos são impraticáveis, não necessariamente porque inexistem, mas porque são difíceis de reconhecer. Dentre estas dificuldades, tem-se demonstrado a similaridade na estrutura dos sons emitidos por espécies muito distintas devido às condições semelhantes impostas pelo ambiente (Leroy, 1977; Dubois & Martens, 1984).

#### 5.6.1. Funções

A importância das vocalizações como meio de comunicação para congregar os indivíduos, manter o espaçamento entre eles, e para atrair fêmeas, é bem estudada na literatura; no entanto, a demonstração experimental destas funções nem sempre foi possível. Esta dificuldade se deve, em parte, à heterogeneidade de respostas obtidas em experimentos com vocalizações. Wells & Greer (1981) demonstraram que o sistema de comunicação de *H. ebraccata* é mais complexo do que se conhecia para muitas outras espécies de anuros e reconheceram três diferentes tipos de notas, duas delas com a mesma função, embora com duração muito distinta. A mudança no sinal de comunicação tanto pode levar informação sobre intenções e capacidade de luta (Enquist, 1985), como pode apresentar componentes distintos que levam mensagens separadas para machos e para fêmeas (Wells, 1977b). No presente estudo, feito no Morro do Ferro, ficou comprovado que a vocalização conspecífica pode estimular o início desta atividade por parte de outros indivíduos somente dentro de certos parâmetros, uma vez que o início de turno só podia ser estimulado experimentalmente poucos minutos antes do que deveria ocorrer naturalmente. A descoberta

destes parâmetros, que influenciam o início do turno de vocalizações e também de outros parâmetros que podem determinar a ocorrência de respostas comportamentais distintas ao mesmo tipo de vocalização é necessária para que se conheça as funções das vocalizações, caso contrário é possível que a apresentação de uma determinada resposta seja bloqueada devido às circunstâncias não consideradas nos experimentos. Por exemplo, testar a resposta de machos a vocalizações conspecíficas ao meio dia ou a de fêmeas fora do período reprodutivo não é a melhor idéia para se obter uma resposta realista. É possível reconhecer intuitivamente este fenômeno, mas o mecanismo fisiológico que o determina permanece desconhecido, o que dificulta as tentativas de interpretação funcional dos sinais de comunicação entre os anuros. Dois aspectos me parecem de importância fundamental para serem considerados em futuros estudos:

i. Desenvolver estudos das condições fisiológicas que possam determinar variações individuais do comportamento dos indivíduos na natureza — é frequente que pesquisadores de campo interpretem seus resultados em função do ambiente que cerca o indivíduo, considerando-o apenas como uma "caixinha preta". Esta situação reflete uma dificuldade natural, que requer técnicas distintas e demonstra que avanços neste campo necessitam trabalho integrado.

ii. Evitar generalizações — o reconhecimento de diversas categorias de vocalizações na comunidade do Morro do Ferro indica claramente que as espécies desenvolveram diferentes estratégias para a solução do mesmo problema de comunicação sonora.

Por exemplo, *E. ovale* tem nota de duração longa com pulsos semelhantes, ao passo que *P. cuvieri* tem notas de duração intermediária com modulação acentuada e *H. polytaenia* tem notas de curta duração e poucos pulsos. Dessa forma, *P. cuvieri* pode transmitir muitas informações variando parâmetros físicos da nota ao passo que *H. polytaenia* não tem esta possibilidade. Assim, é possível que o aumento no número de pulsos na nota de *E. ovale* tenha significado funcional diferente daquele que teria para *H. polytaenia* ou para *P. cuvieri*.

Comportamento territorial foi demonstrado em diversas espécies de anuros, cujos indivíduos defendem área em torno do seu sítio de canto. As observações de ocupação do mesmo sítio de canto em noites sucessivas e de lutas entre machos foram as primeiras constatações para o reconhecimento deste comportamento entre os anuros. Desde há algum tempo se admite que o espaçamento entre os machos de uma mesma espécie é mantido principalmente através das vocalizações (Wells, 1977a), o que pode ocorrer por alterações na estrutura física das notas, ou no ritmo de emissão ou, ainda, na manutenção de uma ordem hierárquica, na qual os machos dominantes têm maior sucesso reprodutivo (Brattstrom & Yarnell, 1968). Alterações na estrutura da nota são facilmente perceptíveis em estudos de campo, mas alterações no ritmo de emissão e, principalmente, na manutenção da organização social entre os indivíduos, requerem informações prévias acerca de como funciona o sistema reprodutivo em cada espécie. Passmore & Telford (1981) sugeriram que as vocalizações alternadas — antifonia — podem ser mais importantes para a distribuição espacial dos

machos que para facilitar sua localização pelas fêmeas. Como as vocalizações alternadas permitem aos machos ocuparem os ambientes favoráveis em maior densidade populacional, este ajuste nos ritmos de emissão de cada macho pode ser considerado como comportamento territorial, além do que a discriminação de fêmeas deve gerar forte pressão seletiva para os machos manterem espaçamento adequado e obterem sucesso reprodutivo (Telford, 1985). No Morro do Ferro a territorialidade foi constatada através de combate físico (*A. bokermanni*), alterações intensas na estrutura (*H. hayii* e *H. caldarum*) e no ritmo da nota (*P. ayeaye*), além de pequenas alterações no ritmo (*O. americanus* e *P. jordanensis*) e antifonia (*P. cuvieri*, *H. hayii* e *H. perviridis*). Comportamento territorial de *H. albopunctata* pode ser admitido pela constatação de que a nota do tipo c desta espécie é mais eficiente para estimular respostas sonoras, da mesma maneira que foi admitido para *E. coqui* por Narins & Capranica (1978); é possível que as notas de *H. albopunctata* dos tipos a e b sirvam principalmente para atrair fêmeas e as do tipo c para avisar outros machos da vizinhança.

Análise das notas emitidas durante combates físicos ou associadas a posturas agressivas (membros distendidos e movimentos de impaciência) mostra certas tendências comuns às vocalizações nestas ocasiões, aparentemente associadas a comportamento territorial:

i. concentração de energia, que pode ocorrer através de maior densidade nas emissões sonoras ou através da justaposição de pulsos, diminuindo a duração da nota (como em *H. hayii*);

ii. alterações na modulação da frequência em notas complexas (como em *P. jordanensis*);

iii. emissão de sinais multipulsionados, com duração maior que as outras notas características da espécie e com maior intensidade no final da emissão (como em *P. ayeaye*);

iv. menor amplitude de frequência, como concentração de energia em faixas estreitas (como em *H. hayii*).

A discriminação de vocalizações conspecíficas por parte de fêmeas foi demonstrada no presente estudo através das respostas apresentadas por todas as fêmeas testadas em condições naturais, sem que fossem manuseadas. Para tanto, foi considerada como discriminação da vocalização a alteração comportamental da fêmea logo que o "playback" era iniciado nas suas proximidades, o que nem sempre foi uma resposta de atração em direção à fonte emissora. A ausência de respostas das fêmeas de *P. ayeaye* pode ser considerada como consequência da manipulação durante o seu deslocamento do ambiente de residência.

A importância das vocalizações para atração de fêmeas e formação de casais tem sido demonstrada desde há muito ( Blair, 1974 ) embora em alguns resultados experimentais as fêmeas possam não apresentar respostas às vocalizações de machos conspecificos, o que foi atribuído a deficiência acústica, por Forester (1973). Esta ausência de resposta pode ser explicada, alternativamente, pela inexistência de condições fisiológicas necessárias à manifestação comportamental. Schmidt (1969) já havia demonstrado um centro de orientação da fêmea para as vocalizações, cujas respostas ocorrem somente quando ela está ovulando, provavelmente

em períodos com alta taxa de liberação hormonal e demonstrou, recentemente (Schmidt, 1985), que o comportamento de fonotaxia das fêmeas em relação ao canto dos machos pode ser induzido pela administração experimental de hormônio (prostaglandinas), mesmo fora do período de ovulação. Trabalhando com dois complexos distintos de *Hyla* que apresentavam parentesco muito próximo, Loftus-Hills & Littlejohn (1971) e também Oldham & Gerhardt (1975) puderam demonstrar experimentalmente que as fêmeas reconheciam machos de sua própria espécie através das vocalizações.

Uma vez aceito que as fêmeas discriminam seus pares através de vocalizações, tem-se discutido comumente a existência de critérios por parte das fêmeas para a escolha dos machos, o que é determinante para o sucesso reprodutivo nos sistemas reprodutivos com poliginia, como é o caso dos anfíbios anuros (Emlen & Oring, 1977). Wells (1977a) apontou que virtualmente nada se sabia em meados da década passada sobre os critérios que as fêmeas de anuros têm para escolher os machos com potencial de reprodução e sugeriu (Wells, 1977c) que a escolha pela fêmea de *Rana clamitans* está relacionada à qualidade do território dos machos, especialmente a densidade de vegetação aquática. Trabalhando com esta mesma espécie, Ramer et al. (1983) desenvolveram o conceito de EIR (Excitatory-Inhibitory Ratio) nas vocalizações, indicando que as fêmeas são atraídas por machos com alto EIR, o qual é produzido pelos machos maiores e que defendem territórios de boa qualidade, confirmando assim a sugestão de Wells (1977c) para esta espécie.

No sistema reprodutivo de *Physalaemus pustulosus*, através de experimentos com "playback", Ryan (1980) demonstrou que as

fêmeas são capazes de escolher machos maiores por distinguir diferenças nas suas vocalizações, sem ter reconhecido nenhuma relação entre o tamanho do indivíduo e a qualidade da área por ele ocupada. Os dados obtidos no estudo dos anuros no Morro do Ferro não permitem uma avaliação acerca dos critérios de escolha por parte das fêmeas, mas foi possível perceber que, no caso dos hilídeos, fica mais difícil demonstrar relação entre escolha da fêmea e qualidade do território, uma vez que o sítio de desova, em geral, é diferente do sítio de canto defendido. Além disso, a qualidade da área só pode ser analisada em função de caracterís-ticas comuns a diversas desovas de uma determinada espécie, o que pode ser bastante distinto de uma espécie para outra. Uma explicação condizente com os dados da literatura, e com as observações no Morro do Ferro, é que a fêmea realiza sua escolha em duas etapas. Em uma primeira etapa prevalece uma qualidade mínima do ambiente e, na segunda etapa, prevalecem as caracterís-tas discrimináveis e mais atraentes nas vocalizações.

A interpretação funcional das vocalizações permanece duvidosa para duas espécies do Morro do Ferro, cujos sistemas de comunicação apresentaram maior complexidade e merecem estudos mais detalhados: *H. minuta* e *H. ranki*. A densidade populacio-nal de *H. minuta* é baixíssima no local. No entanto, machos de *H. minuta* emitiram sinais associados a comportamento agressivo (Cardoso & Haddad, 1984) mesmo quando havia apenas dois indiví-duos ativos, distantes cerca de 2 m um do outro. No caso de *H. ranki*, o macho que iniciava o turno, portanto sem ter ouvido o som de nenhum vizinho naquele dia, já o fazia emitindo toda a diversidade de sons característicos da espécie, alguns deles com

sinais genéricos de territorialidade, como por exemplo, notas multipulsionadas com concentração de energia no final da emissão. Para estas duas espécies apenas a função de reconhecimento específico foi atribuída às suas vocalizações.

#### 5.6.2. Categorias de vocalizações

A vocalização é uma característica influenciada por diversas condições climáticas, biológicas e também fisiológicas, daí a dificuldade natural para a sua categorização. O esquema apresentado no presente estudo é preliminar e passível de alterações, mas apresentou certa validade na tentativa de se reconhecer diversas estratégias, que facilitam a ocupação do ambiente pelas diferentes espécies. Dessa forma, foi possível estabelecer uma correspondência na manifestação de um mesmo comportamento, aparentemente distinto, como é o caso das vocalizações de machos conspecíficos próximos, de *P. cuvieri* e de *H. polytaenia*. No caso de *P. cuvieri*, a ocupação de territórios muito próximos é possível através da antifonia ao passo que no caso de *H. polytaenia* esta mesma possibilidade de ocupação territorial, se dá pela emissão da nota inicial da série por um indivíduo e as notas seguintes da série por outro indivíduo.

Para a categorização das vocalizações é necessário considerar alguns parâmetros que podem influenciar acentuadamente este comportamento e que requerem observações detalhadas e em diversas ocasiões. Dentre estes parâmetros devem ser considerados:

i. variação comportamental determinada por controle interno. Kelley (1980) sugeriu que esteróides regulam o padrão geral do comportamento vocal, o que foi verificado através da concentração destes hormônios em neurônios associados ao controle das vocalizações.

ii. variação comportamental induzida por fatores ambientais físicos. A temperatura é o fator físico cuja importância foi mais destacada em diversos estudos. Blair (1963) encontrou correlação entre temperatura e diversos componentes das vocalizações de *Hyla versicolor*, mas os estudos posteriores, como os de Gerhardt (1978) têm confirmado experimentalmente correlação apenas entre a temperatura e o ritmo das vocalizações. Sullivan (1982) também não encontrou influência da temperatura nas vocalizações de *Bufo woodhousi australis*.

iii. variação comportamental induzida por fatores ambientais biológicos. Devido ao comportamento de congregação para reprodução, são bastante diversificadas as influências recíprocas entre os indivíduos. De interesse para caracterização e enquadramento em categorias de vocalização, são referidas variações na organização de coros (Duellman, 1967b), adaptações que diminuem a sobreposição de vocalizações conspecíficas no ritmo (Whitney & Krebs, 1975) e na estrutura da nota (Arak, 1983), variações necessárias à transmissão de mensagens distintas (Odendaal et al. 1983) e alterações nos tipos e nos intervalos entre as notas devido ao barulho gerado por espécies diferentes (Schwartz & Wells, 1983b). É importante considerar, ainda, que variações interpopulacionais são comuns (Bogert, 1960) e bem documentadas em algumas regiões da América do Norte (Forester, 1973).

Apesar das dificuldades e da diversidade de aspectos que de vem ser considerados, o reconhecimento de categorias distintas nos sistemas de vocalizações das espécies poderá ser de grande utilidade para entendimento de interações para espaçamento entre

os machos durante sua atividade reprodutiva. A proporção de espécies nas diferentes categorias poderá informar sobre os diferentes graus de complexidade nas comunicações quando forem comparadas comunidades de regiões diversas.

### 5.6.3. Características físicas e ritmos

A classificação ecológica de Emlen & Oring (1977), para sistemas reprodutivos, inclui o sistema dos anuros no sub-tipo de poliginia caracterizado pela atuação da fêmea escolhendo os machos de agregados formados durante a estação reprodutiva. Essa escolha, em geral, ocorre em função das vocalizações emitidas pelos machos, o que requer um sistema de comunicação sonora eficiente (Littlejohn, 1977) constituído por: fonte emissora dos sinais, condições favoráveis para sua propagação e receptores adequados à sua percepção (Konishi, 1970; Straughan & Heyer, 1976). O conjunto de características envolvendo comunicação sonora entre os anfíbios anuros foi discutido por Passmore (1981) e denominado de Sistema de Reconhecimento Reprodutivo Específico. Tendo em vista o reconhecimento da utilização do ambiente de comunicação sonora pelos anuros no Morro do Ferro, foram analisadas as características físicas e o ritmo de suas vocalizações, partindo do pressuposto de que as fontes de emissão e as estruturas de recepção estão adaptadas dentro do Sistema de Reconhecimento Reprodutivo Específico de cada espécie, conforme já foi demonstrado experimentalmente para diversas espécies (Loftus-Hills & Littlejohn, 1971; Lombard & Straughan, 1974; Littlejohn, 1977). É interessante considerar ainda, que o sucesso reprodutivo pode ser alcançado através de estratégias marginais ao sistema de comunicação sonora

como, por exemplo, estímulos olfativos e tipo de solo ( Awbrey, 1968 ) ou o parasitismo de sinais, denominado de comportamento satélite por Perril et al. (1978).

Todas as espécies de anuros, do presente estudo no Morro do Ferro, se comunicam através de sons e os machos se congregam nas proximidades de certos ambientes favoráveis, durante a época da reprodução. A atividade noturna da maioria dos anfíbios, com formação de agregados de machos de diversas espécies em horário semelhante, provavelmente evoluiu como meio de prevenir perda d'água excessiva em relação ao que aconteceria se a atividade fosse diurna (Blair, 1973).

A coincidência da época e do horário de vocalizações determina a formação de coros com participação simultânea de diversas espécies. Nestes coros com diversas espécies, um indivíduo que vocaliza aumenta seu sucesso reprodutivo, se conseguir superar diversas dificuldades, que foram assim resumidas por Wells (1977b): 1) Reduzir interferência acústica de outros machos, de forma a tornar suas vocalizações mais evidentes no coro; 2) Tornar seu canto mais atrativo que os de machos potencialmente competidores; 3) Produzir sinais que, simultaneamente, atraiam fêmeas e levem mensagem agonística a outros machos. Dentre as diversas maneiras de evitar interferência acústica, Ficken & Ficken (1974) sugeriram as seguintes: 1) Vocalizar em diferentes momentos; 2) Emitir sons em faixas de frequência distintas; 3) Emitir sons com diferentes intensidades.

A análise das vocalizações dos anuros no Morro do Ferro permite confirmar apenas as características que diminuem a interferência acústica entre os indivíduos ou entre as espécies. Não foi detectada nenhuma diferença relativa a maior ou menor qualidade de sons para a atração de fêmeas. Funções simultâneas de um mesmo sinal sonoro, para atrair fêmeas e defender território, pode ser sugerido para as espécies cujos machos mantiveram espaçamento entre si e se reproduziram sem necessidade de emitir vocalizações diferenciadas (e.g. *H. caldarum*, *H. perviridis*, *E. juipoca*, *L. cunicularius*, *O. americanus*, *P. cuvieri*, *E. ovale*). A diminuição de interferência acústica entre os indivíduos de um mesmo agregado foi verificada através da emissão de sinais intercalados em momentos distintos e imediatamente sucessivos, por parte de dois indivíduos próximos (como a antifonia observada em *P. cuvieri*, *H. perviridis*, *H. hayii*, *H. caldarum*), emissão de sinais distintos de uma mesma série (*H. polytaenia*) ou organização de vocalizações entre diversos indivíduos (*Centrolenalla* sp. e em *P. saltica*). Embora o ambiente possa produzir pressão seletiva que favoreça certas propriedades físicas para propagação dos sons (Morton, 1975) e exista grande aumento da atenuação quando o som é produzido próximo ao solo (Marten et al., 1977) as adaptações para diminuição de interferência entre os sons emitidos pelos indivíduos, verificadas no Morro do Ferro, estão relacionadas ao padrão temporal de emissões sonoras.

Entre as espécies de um mesmo agregado, é importante considerá-las de acordo com o tipo de ambiente geral que exploram, uma vez que tem sido demonstrada influência ambiental sobre as propriedades físicas dos sons emitidos por animais (Morton, 1977; Marten & Marler, 1977). Dentre as espécies características da

mata, *H. perviridis*, e *P. cochranæ* vocalizam em frequência próxima de 2 kHz, ao passo que *H. ranki* e *Centrolenella* sp. vocalizam em faixas de frequência mais altas (3 a 6 kHz) e mais amplas. As vocalizações das espécies que ocupam as mesmas faixas de frequência podem ser diferenciadas pela estrutura física da nota: *P. cochranæ* emite "pseudopulsos", ao passo que *H. perviridis* emite notas com longa duração e com modulação; no interior da mata, *Centrolenella* sp. emite notas com três ou quatro pulsos com maior intensidade acima de 4 kHz, ao passo que *H. ranki* emite nota multipulsionada, ou com apenas dois pulsos e com intensidade maior abaixo de 4 kHz. Na área aberta, podem ser reconhecidos três grupos de espécies em relação à faixa de vocalização: i- vocalizações abaixo de 3 kHz, (*H. albopunctata*, *H. perviridis*, *P. ayeaye*, *L. cunicularius*, *O. americanus*); ii- vocalizações acima de 3 kHz, (*H. minuta*, *H. polytaenia*, *A. bokermanni*, *Hylodes* sp., *P. saltica* e *E. ovale*); iii- vocalizações em faixa ampla, (*H. caldarum*, *H. hayii*, *E. juipoca*, *P. cuvieri*, *P. jordanensis*). Dentro destes três grupos reconhecidos de espécies, as vocalizações podem ser distinguidas entre si pela estrutura física da nota e pelo ritmo em que são emitidas. De um modo geral, a possibilidade de se reconhecer faixas de frequência distintas em que as vocalizações são emitidas (tanto na mata como na área aberta no Morro do Ferro), aliada à demonstração experimental de que as fêmeas de diversas outras espécies são mais sensíveis à percepção sonora em frequências de vocalização dos machos conspecíficos, permite concluir que a utilização de faixas de frequência diferenciadas é um mecanismo que favorece a comunicação entre as espécies.

Estudos de espécies com parentesco próximo têm demonstrado que o reconhecimento específico das vocalizações pode ocorrer

com base na percepção de diversos parâmetros físicos das vocalizações, tais como emissão em faixas distintas de frequência (Littlejohn & Martin, 1965; Walkowiak & Brzosca, 1982), média de repetições de pulsos (Bogart & Jaslow, 1979; Rose & Lemon, 1974) e duração das notas (Blair, 1956). Schwartz & Wells (1983a) demonstraram que os machos de *Hyla ebraccata* ajustam o ritmo de emissão de vocalizações em resposta ao ruído ambiental, evitando interferência com vocalizações de *Hyla phlebodes*. Como os sonogramas destas duas espécies não mostraram nenhum parâmetro em comum (vide Schwartz & Wells, 1983a e Duellman, 1970) é possível que a discriminação das vocalizações ocorra pelo reconhecimento de diversos parâmetros físicos simultaneamente. Considerando as variações de diversos parâmetros nas vocalizações da comunidade de anuros do Morro do Ferro, é provável que o reconhecimento específico seja efetivado com base em todo o conjunto de características das vocalizações de uma determinada espécie, principalmente a faixa de frequência e o ritmo de emissão das notas.

Os fatores físicos que interferem no ambiente acústico podem ser comuns a habitats semelhantes, servindo para dar forma geral dos padrões acústicos em cada comunidade (Schjøtz, 1973 ; Duellman & Pyles, 1983). As similaridades na estrutura dos sons emitidos por animais de vários grupos zoológicos foram interpretadas como casos de convergência ao nível da sinalização sonora e correspondem a exigências impostas pelas condições de comunicação, tais como meio de propagação e penetração de ondas sonoras (Leroy, 1977). A convergência em certas características das vocalizações foi admitida também por Straughan & Heyer (1976), para os casos em que havia contradição aparente e sem consistência

com as relações acústicas baseadas na morfologia. Littlejohn (1977) também admitiu convergência sonora nos casos de interações interespecíficas comunicativas, como aquelas que ocorrem em conflitos territoriais. A influência ambiental nas vocalizações dos anuros deve ser reconhecida em função das próprias leis físicas de propagação dos sons e da complexidade nos sistemas de comunicação sonora de cada espécie que interage durante a formação dos agregados para reprodução. No entanto, as hipóteses que relacionam a estrutura acústica dos sons de aves e mamíferos com a acústica ambiental não puderam ser usadas por Zimmerman (1983) para explicar as diferenças mais acentuadas que ela encontrou ao comparar as vocalizações de anuros em área aberta com as de mata, na Amazônia.

Apesar das hipóteses acima apresentadas, e das evidências em que elas foram baseadas, na estrutura física das vocalizações de anuros no Morro do Ferro, não foram encontradas características que pudessem ser associadas com o tipo de habitat utilizado pela espécie. Tanto na mata como na área aberta foram verificadas: i- notas multipulsionadas (*H. ranki* e *H. minuta*); ii- notas com duração relativamente longas e com modulação (*H. perviridis* e *A. bokermanni*); iii- notas com pseudopulsos (*Centrolenella* sp. e *P. saltica*); iv- notas com faixa de frequência estreita, tanto abaixo como acima de 3 kHz (*H. perviridis* e *L. eunicularius*). Duas tendências gerais já reconhecidas em diversas localidades (Blair, 1956; Duellman, 1967a) foram verificadas também no Morro do Ferro: i- as espécies menores (*H. minuta* e *P. saltica*) emitem sons com frequências mais altas; ii- espécies

com semelhanças morfológicas acentuadas (espécies de *Hyla* do grupo *rubra* e as duas espécies de *Physalaemus*) emitem sons com maior número de características em comum que as espécies sem semelhança morfológica.

A única espécie do presente estudo cuja vocalização pode ser considerada como claramente adaptada à acústica do ambiente físico é *Hylodes* sp., que é típica de ambiente com corredeiras e barulho intenso. As vocalizações desta espécie são constituídas por séries de notas de curta duração, modulação ascendente rápida e em faixa de frequência superior às frequências de ruído nas corredeiras do riacho.

De um modo geral, considero que a estrutura física das vocalizações dos anuros no Morro do Ferro são correlacionáveis com o parentesco entre as espécies e também com o ambiente acústico da própria comunidade de anuros, principalmente no que se refere às faixas de frequência e ritmo de emissão de notas. Influência ambiental de outra natureza foi notada apenas na estrutura física das vocalizações de uma única espécie (*Hylodes* sp.). As espécies da mata de galeria do Morro do Ferro não são adaptadas à comunicação em ambiente fechado: ou este tipo de mata não é característico neste aspecto, ou a anurofauna é recente neste ambiente, que foi colonizado pela fauna de região aberta (como parece ser mais provável por análise biogeográfica).

### 5.7. Organização temporal da comunidade

Da mesma maneira que foram verificadas preferências distintas para utilização do espaço, tanto no caso de vocalização como no desenvolvimento larvário, também foi verificada segregação temporal na comunidade de anuros do Morro do Ferro.

O termo estação reprodutiva tem sido usado frequentemente de forma imprecisa para os anuros, de maneira a incluir épocas em que só ocorrem vocalizações sem que a espécie esteja efetivamente se reproduzindo, uma vez que a época de canto em algumas espécies é muito maior que a estação reprodutiva (Salthe & Mecham, 1974). Dessa forma, é importante esclarecer que os dados do presente estudo se referem à época de vocalização, independentemente de estar ocorrendo ou não reprodução.

Os sistemas de reprodução animal são parcialmente moldados por fatores ecológicos, particularmente padrões temporais de reprodução e a distribuição espacial e temporal de recursos limitados (Emlen & Oring, 1977). A partilha de recursos ou diferenças no modo como as espécies se utilizam de recursos tem sido estudada em uma grande variedade de anfíbios e as causas para partilha de recursos estão bem documentadas em alguns casos (Toft, 1985). Hipóteses diversas relativas à coexistência de espécies simpátricas sugerem que deve haver um mínimo de diferenças ecológicas entre espécies que coexistam de forma estável, com recursos limitantes. Estas diferenças podem ser com relação ao tipo, local ou tempo de utilização de recursos (Townsend & Hildrew, 1979), fatores estes interrelacionados.

Em relação à reprodução dos anfíbios do Morro do Ferro ,

a dependência do ambiente aquático para sobrevivência das larvas determina forte influência das chuvas sobre a atividade reprodutiva e de vocalização, como de resto já foi demonstrado em diversas ocasiões, principalmente na América do Norte (Rabb, 1973) e Central (Duellmann, 1966) e na África (Balinsky, 1969).

#### 5.7.1. Temporada de vocalizações

Um padrão generalizado para a temporada de vocalizações dos anuros no Morro do Ferro pode ser referido como "predominante em época chuvosa e com coincidência acentuada entre início de chuvas e temporada de vocalizações". A maioria das espécies inicia a temporada logo no início das chuvas ou um pouco antes e permanece vocalizando durante período muito variado, com algumas delas vocalizando durante poucas semanas e outras permanecendo ativas durante todo o ano. A repetição de um padrão estacional de vocalizações entre anos caracteriza a existência de ciclos reprodutivos, a maioria dos quais é associada aos períodos chuvosos no Morro do Ferro.

Durante quase todo o período estudado foi encontrado pelo menos uma espécie em atividade, com exceção do final de julho de 1981 (em que houve coincidência de baixa temperatura com lua nova) e do início de abril de 1982 (em que houve baixa temperatura com período de atividade irregular das espécies com temporada mais ampla). Logo no início das chuvas houve um aumento abrupto no número de espécies ativas (de uma ou duas para 10), que

atingiu um número máximo (16) cerca de um mês depois. Em março, houve novo aumento de espécies ativas, o que coincidiu com o aumento de chuvas verificado nos primeiros dias do mês, indicando, assim, a importância das chuvas para a atividade de vocalização de diversas espécies. No dia de maior atividade reprodutiva, o número de espécies em atividade simultânea foi menor que o número de espécies ativas no dia, pelo fato que algumas delas cessaram suas vocalizações antes que outras tivessem iniciado seu turno. Este fato, provavelmente, representa uma acomodação temporal na atividade de vocalizações da comunidade.

Dentre as espécies com atividade sonora diferente deste padrão geral uma (*Hylodes* sp.) só vocalizou em curto período no final das chuvas, ao passo que três delas (*H. caldarum*, *H. polytaenia* e *H. ranki*) vocalizaram durante todo o ano. Estas espécies com temporada de vocalizações extensas tiveram um único pico de atividades logo após o início da época chuvosa (*H. caldarum* e *H. polytaenia*) ou dois picos, sendo um deles nesta mesma época e outro durante o inverno (*H. ranki*). A ausência de dados sobre a reprodução não permite esclarecer a importância destes picos de atividade para o sucesso reprodutivo destas espécies, uma vez que atividade de vocalização não significa que a espécie esteja se reproduzindo. Dentre as espécies com temporada que se estendeu além da época chuvosa, uma delas (*H. caldarum*) é típica de área aberta, uma (*H. ranki*) é típica de mata e a outra (*H. polytaenia*) é mais frequente na área aberta, mas pode ser encontrada também em bordas da mata.

O número de indivíduos foi proporcional ao número de espécies em atividade tanto no pico como no final da época de atividades intensas e o coeficiente de correlação nestas datas não foi significativo, indicando que, na comunidade do Morro do Ferro, a proporção entre o número de espécies e de indivíduos ativos se mantém durante toda a época de vocalizações intensas. No entanto, a prova de Wilcoxon demonstrou que nem todas as populações apresentam esta mesma tendência, quando comparadas entre si. Assim, o conhecimento da época de reprodução e do tempo de duração da vida larvária das espécies é necessário para o entendimento da dinâmica de vocalizações na comunidade, uma vez que são características selecionadas conjuntamente durante a evolução da espécie.

Na mata, a maioria das espécies apresentou temporada de vocalizações com alguma sobreposição temporal, com exceção de *Hylodes* sp. em relação a *H. ranki*. O número máximo de espécies ativas simultaneamente na mata foi de quatro no início de novembro; três espécies em atividade simultânea foram verificadas desde meados de novembro até o final de dezembro, quando passou a haver apenas duas espécies (*Centrolenella* sp. e *H. perviridis*). Com início das vocalizações de *Hylodes* sp., em março, novamente três espécies podiam ser ouvidas na mata, as quais pararam de vocalizar logo que terminaram os dias de chuvas fortes (meados de março).

Esta relação entre as chuvas e a atividade das espécies da mata não é comum neste tipo de ambiente, no qual muitas espécies apresentam tendência para independência de ambiente aquático. A manutenção desta relação na mata pode ser porque este tipo de ambiente, no Morro do Ferro, é pequeno ou porque mesmo os anfíbios com desenvolvimento direto ainda necessitam de muita umidade.

Na área aberta, diversas espécies apresentaram atividade descontínua durante o período de vocalizações, principalmente *L. cunicularius*, cujo modo de reprodução é muito dependente da ocorrência de chuvas. A descontinuidade no final da temporada foi mais comum do que no início, momento em que diversas espécies iniciaram suas atividades de vocalizações e dispunham de diversos ambientes novos, que estavam se formando nos brejos e riachos temporários, em consequência das chuvas. O desenvolvimento de características da ecologia reprodutiva de anfíbios como adaptações aos diversos corpos d'água em que se reproduzem foi também encontrado por Balinsky (1969) em região subtropical da África. No caso de poças temporárias, o coro que atrai fêmeas da vizinhança é particularmente importante para o sucesso reprodutivo da espécie, uma vez que estas poças podem mudar de ano para ano (Wells, 1977a).

Em relação aos dois principais elementos climáticos que influenciaram a temporada de vocalizações, foi verificada clara coincidência entre o início da época chuvosa e o início da temporada para a maioria dos anuros do Morro do Ferro, da mesma forma que já fora constatado em diversos estudos no sudeste do Brasil (Jim, 1980; Caramaschi, 1981; Cardoso, 1981b). Nesta época foi verificado também o mais alto índice de temperatura máxima diária; no entanto, como ocorreu o mais baixo índice da época chuvosa, houve neste período o maior grau de amplitude térmica, o que dificulta uma interpretação acerca do papel deste fator na atividade dos anfíbios, dentro dos parâmetros analisados; a influência da temperatura como fator crítico, induzindo ou inibindo a reprodução tem sido demonstrada em zonas temperadas, porém, raramente, senão nunca, nos trópicos (Berry, 1964).

Além dos fatores abióticos, a atividade de vocalização pode ser influenciada por interações das diversas populações da comunidade, conforme referido por Heusser (1970) e Mac Nally (1979), ou por fatores intrínsecos independentes de fatores ambientais. No entanto, na maioria dos casos estudados, os fatores agiram de maneira interrelacionada (Berry, 1964). Ultimamente, tem-se reconhecido a existência de ritmicidade interna usualmente relacionada ao comportamento animal, através de ritmos endógenos anuais ou diários que persistem mesmo sob condições ambientais constantes (Enright, 1970). Ao proporem um esquema para determinantes gerais de sistemas reprodutivos, também Emlen & Oring (1977) referem fatores externos (ecológicos) e fatores internos (filogenéticos). Os fatores filogenéticos e o estudo de comportamento rítmico em anfíbios tem sido pouco estudados e os dados publicados se referem a salamandras (Rusak, 1981). Dessa forma, as relações entre fatores endógenos e a atividade reprodutiva dos anos permanece como um campo de conhecimentos a descoberto.

Embora se possa reconhecer uma temporada com maior atividade de vocalizações, no Morro do Ferro, algumas espécies podem vocalizar e se reproduzir em temporadas distintas, permitindo a utilização de um mesmo recurso ambiental em diferentes épocas do ano.

#### 5.7.2. Turno de vocalizações

O ciclo diário de atividade dos anfíbios é reconhecível pela simples observação desta atividade em dias sucessivos durante o período das chuvas. Talvez pela própria simplicidade apa-

rente desta constatação, este assunto tenha recebido pouca atenção e conhecimentos de relevância sobre a biologia dos anfíbios tenham passado despercebidos. Da mesma forma que foi discutido sobre a temporada de vocalizações, são múltiplos os fatores que interagem na determinação do período diário de vocalizações.

O ciclo diário de atividade tem sido reconhecido como um parâmetro regular, embora não muito preciso, resultante de interações entre estímulos externos e estado interno (Pengiley, 1971; Rabb, 1973). A influência da temperatura e das chuvas sobre a atividade diária de vocalizações tem sido reconhecida constantemente, porém, de forma imprecisa, talvez devido à multiplicidade de formas com que estes fatores podem se manifestar, mesmo quando considerados isoladamente. Por exemplo, a chuva é fundamental na determinação da temporada reprodutiva mas pode inibir momentaneamente a atividade de vocalizações (Cardoso, 1981b).

Em consequência do pequeno conhecimento sobre turnos de atividade de anuros e da existência de mecanismos de controle desta atividade nem sempre coincidentes com aqueles que controlam a atividade sazonal, considero de relevância o desenvolvimento de dois enfoques básicos, interrelacionados por suas próprias naturezas mas que requerem técnicas de estudo bem distintas:

1) Determinação de componentes endógenos no controle da atividade de vocalizações. A ocorrência de comportamentos controlados endogenamente, que podem ser sincronizados ou modificados por fatores exógenos, foi demonstrado por Obert (1977) e por Brzosca & Obert (1980). Alguns dados do presente estudo sobre diferenças de manifestações agressivas em condições semelhantes (e.g. em *Hyla hayii*), não podem ser explicados senão pela existência

de um condicionante endógeno, que não tenho sido capaz de identificar.

2) Influência de fatores externos, dos quais se destacam a temperatura e a luminosidade. Cada um destes fatores pode limitar ou suprimir a atividade de vocalizações. No entanto, estes fatores se apresentam com grande distinção em relação a um componente de importância evolutiva: enquanto a iluminação se apresenta em ciclos absolutamente previsíveis e regulares, a temperatura é variável e não previsível já em curtos lapsos de tempo. Desta forma, a evolução de adaptações às pressões seletivas correspondentes devem passar por mecanismos fisiológicos distintos, que são pouco conhecidos atualmente. Enquanto respostas às mudanças de temperatura são exigidas em curto espaço de tempo, a evolução de respostas aos ciclos diários de luminosidade devem ter evoluído em milhares (ou até milhões) de anos. Provavelmente, devido a esta maior regularidade na sucessão dos ciclos de luminosidade, adaptações a este fator ecológico sejam mais consistentes e mais fácil de avaliar. Por outro lado, a própria variação de temperatura na natureza pode ser utilizada como forma de detectar as respostas dos indivíduos a este elemento climático.

No Morro do Ferro, a influência da temperatura não foi muito acentuada nos turnos de vocalizações, provavelmente devido à pequena amplitude durante o período em que os dados eram tomados. De fato, esta influência pode ter ocorrido na determinação do tempo de duração do turno, porém os dados analisados enfatizam a tendência de atividade cíclica, provavelmente determinada por fatores diversos, dentre os quais a temperatura seria um deles, conforme já constatado por diversos autores (Salthe & Mecham, 1974).

#### 5.7.2.1. Duração do turno

A influência da intensidade luminosa tem sido referida a través de observações esporádicas, como as de Schneider ( 1977 ) ou de observações ao longo de um ciclo sazonal constatando a relação entre o horário de ocaso e início do turno de vocalizações (Cardoso, 1981b). Jaeger & Hailman (1981), através de estudos do comportamento de cinco anuros neotropicais, verificaram que estes podem ser ativos em certos ambientes naturais somente em certos limites de luminosidade ambiental, que se repetem a cada 24 horas. Embora os dados destes autores sejam convincentes em linhas gerais, é importante observar que a espécie para a qual apresentaram os melhores dados — *Physalaemus pustulosus* — estava em atividade reprodutiva e as principais forças seletivas nestas circunstâncias estão relacionadas primariamente ao sistema de comunicação sonora e não à luz (importante para detectar alimentos e predadores, conforme referência dos autores).

Duas evidências relevantes podem ser destacadas em relação ao horário de início do turno de vocalizações no Morro do Ferro. i- o início está relacionado ao horário do por do sol; ii- em geral, os leptodactilídeos iniciaram suas vocalizações antes que os hilídeos. Estas correlações feitas com o horário do ocaso devem ser resultantes de adaptações protetivas contra dessecação. Algumas evidências diretas e outras indiretas podem ser referidas para justificar esta minha convicção: i- sendo terrestres, os leptodactilídeos estão diretamente em contato com a umidade do solo e têm maior disponibilidade de abrigos contra

insolação direta; ii- em geral, os leptodactilídeos apresentam modos de reprodução mais especializados que podem conferir maior proteção contra insolação direta, como, por exemplo, cantar no interior de câmaras subterrâneas.

O turno de vocalizações da comunidade do Morro do Ferro apresentou cerca de 8 horas de duração, com término por volta de 01h00 e com predomínio de leptodactilídeos no início e de hilídeos no final. A duração do turno da maioria das espécies está por volta de seis horas e não foi observada relação entre a duração do turno e a família a que o animal pertence, mas sim com o número de indivíduos ativos de cada espécie: quanto maior o número de indivíduos vocalizando, maior a duração do turno. Esta relação entre número de indivíduos ativos e duração do turno evidencia a importância das interações entre os indivíduos para o comportamento de vocalização.

Adaptações evolutivas relacionadas ao turno de vocalizações foram verificadas na dominância de coro pelo macho de *Physalaemus pustulosus*, que primeiro chegava ao sítio de canto e iniciava as vocalizações (Duellman, 1967b) e na emergência de barreira reprodutiva por atividade de vocalização em horários diferentes (Jones, 1973).

#### 5.7.2.2. Dinâmica durante o turno

Os dados conhecidos sobre a dinâmica durante o turno de vocalizações são genéricos, procurando relacionar a atividade dos indivíduos com a luminosidade ambiental e sem abordagem ao

nível de comunidade. Atividade bimodal com picos ocorrendo nas mesmas condições de iluminação foi demonstrada por Drewry & Rand (1983); no entanto, acredito que a coincidência por eles encontrada não possa ser explicada somente em função da iluminação.

Como a diversidade de anuros neotropicais é pouco estudada (Blair, 1973; Duellman & Trueb, 1985) e como constatei, empiricamente, variações acentuadas na densidade populacional de indivíduos ativos ao longo do turno de vocalizações, procurei alguma forma de representar as variações observadas ao longo de um ciclo diário. Os índices de diversidade conhecidos, como o de Shannon-Wiener por exemplo, mostraram-se inadequados para este propósito. Os dados foram então analisados de forma muito semelhante à proposta de Pielou (1969) para o índice de "eveness" ( $J'$ ), mas considerando a equidade em diferentes momentos, em relação ao número máximo de espécies em atividade durante o ciclo diário. Este novo índice aqui desenvolvido, denominado equidade relativa ( $E_r$ ) mostrou-se adequado para representar variações no número de indivíduos ativos correlacionando-o à diversidade de espécies nos vários momentos do ciclo. Os dados tomados através da equidade relativa ( $E_r$ ) podem ser ajustados a uma equação do 2º grau do tipo  $Y = a + bx - cx^2$  com alto coeficiente de correlação (Cardoso & Martins, *in prep.*), o que facilita a visualização de atividade de vocalizações como um ciclo diário de atividades. Dessa forma, o momento em que ocorre atividade máxima diária — de interesse constante em atividades de campo — é representado pelo vértice de uma parábola, que ainda representaria maior ou menor diversidade de indivíduos ativos na comunidade de acordo com o seu achatamento.

Analisando a duração do turno de vocalizações, uma ques  
tão emerge sem resposta convincente: Por que os anuros estudados  
apresentam uma atividade cíclica com um máximo deles em horário  
bem definido e não aproveitam a segunda metade da noite para ati-  
vidade de vocalização. Evitar dispêndio excessivo de energia pa-  
rece importante, porém a atividade alimentar e a diminuição de  
temperatura poderiam influenciar o encerramento das vocalizações.

Outros dados adicionais são ainda necessários para o en-  
tendimento das diversas tendências evolutivas e interrelações du-  
rante a atividade de vocalizações:

i. o comportamento da curva de Er em diferentes épocas do  
ano — a ocorrência de espécies que vocalizam no mesmo dia mas  
sem sobrepor seus horários tende a alterar intensamente a forma  
da curva, uma vez que aumenta a riqueza com pouca alteração da  
diversidade. A comparação da curva de Er em regiões tropicais e  
em regiões temperadas poderá esclarecer aspectos interessantes  
da biologia reprodutiva dos anuros, tais como influência da lu-  
minosidade na atividade de vocalização e variações sazonais na  
diversidade de espécies.

ii. além do número de indivíduos, a participação relativa  
da espécie na atividade de vocalizações pode ser influenciada pe-  
la intensidade, pela duração e pelo número de notas que a espé-  
cie emite em cada unidade de tempo.

iii. o comportamento de "não cantar" não significa ausência  
de sucesso reprodutivo. Estratégia de ficar quieto enquanto ou-  
tros cantam fôra prevista por Whitney & Krebs (1975) e reconheci-  
da em diversas espécies após a demonstração do sucesso reprodu-  
ti-vo através de comportamento satélite, por Perril et al. (1978),  
em *Hyla cinerea*.

### 5.7.2.3. Atividade das diferentes espécies

Ao nível da comunidade não foi encontrada diferença significativa quando comparados os turnos de vocalização no início e no fim da época de vocalizações intensas, no entanto, o número de indivíduos ativos pode revelar tendências diferentes quando as populações são comparadas entre si (vide apêndice 5), bem como o número de espécies em atividade foi significativamente diferente (vide apêndice 1). Através da prova de Wilcoxon, foi possível demonstrar que as diferenças nas populações são significativas para a maioria das espécies: 9 em 11 se considerarmos o horário absoluto ou 9 em 12 se considerarmos o horário em relação ao por do sol. O resultado é muito semelhante quando analisado em relação ao horário absoluto ou em relação ao ocaso por que o ponto de inclinação aparente máxima do sol ocorreu em dia (22 de dezembro) próximo ao dia intermediário (7 de dezembro) entre os dias 2 de novembro e 11 de janeiro. Como a latitude sul ( $21^{\circ}48'$ ) do Morro do Ferro é menor que o ângulo de máxima inclinação aparente do sol ( $23^{\circ}26'$ ) durante o solstício de verão, a duração do dia 11 de janeiro (na "volta" do sol) corresponde à de 2 de dezembro; portanto, a diferença real analisada apresentou variação correspondente a cerca de apenas 30 dias.

Considerando o resultado em relação ao ocaso, é importante distinguir ainda as situações em que não foram verificadas diferenças nas atividades das populações, uma vez que estas situações são distintas. *H. albopunctata* apresentou turno com maior duração em 11 de janeiro e igual número máximo de indivíduos em novembro e janeiro. *H. hayii* permaneceu ativa apenas no início do turno de vocalizações da comunidade e com número de indivíduos maior no final da época de atividades intensas. *H. perviri*

*dis* apresentou turnos semelhantes, porém, com menor número de indivíduos ativos no final da época de atividades intensas.

De modo geral, o turno de vocalizações tem sido pouco considerado em estudos desenvolvidos na região neotropical. A coincidência do início do turno da maioria das espécies com o horário do ocaso demonstra a influência da luminosidade sobre o comportamento de vocalizações, ao passo que a duração do turno parece mais influenciada pela temperatura e pelas chuvas. A curva do índice de equidade relativa ( $E_r$ ) em diferentes horários reflete a diversidade de espécies durante o turno de vocalizações da comunidade e pode ser útil para a previsão de horários convenientes para coletas e estudos comportamentais influenciados pela densidade de indivíduos ou pela diversidade de espécies.

## 6. CONCLUSÕES

6.1. A heterogeneidade espacial é um fator importante para a diversidade de anuros no Morro do Ferro, Poços de Caldas (MG), conforme demonstrado pela maior proporção de hilídeos (de hábitos arborícolas) em relação aos leptodactilídeos ( em geral, de hábitos terrestres ) na mata do que na área aberta;

6.2. A maioria dos anfíbios encontrados nas matas de galeria no Morro do Ferro são característicos de áreas abertas;

6.3. Chuva, temperatura e luminosidade, foram os elementos climáticos mais claramente associados à atividade reprodutiva dos anuros no Morro do Ferro, sendo a chuva o mais importante;

6.4. A equivalência no número de espécies de anuros no Morro do Ferro classificadas nas famílias Hylidae e Leptodactylidae, o maior número de gêneros e a distribuição mais ampla das espécies nesta última família, foram consideradas evidências adicionais de que os leptodactilídeos representam um grupo mais antigo que os hilídeos;

6.5. A ocorrência de anomalias estruturais cromossômicas, constatada em *Hyla albopunctata*, pode estar relacionada à alta radioatividade natural da região do Morro do Ferro;

6.6. Foi constatada organização espacial na comunidade, durante a atividade de vocalizações, que se manifestou através de preferências por diferentes feições do habitat. Não foram documentados combates interespecíficos no Morro do Ferro, apesar da aparente sobreposição dos sítios de cortejamento em algumas das espécies;

6.7. Manutenção de espaçamento entre indivíduos da mesma espécie (e.g. *A. bokermanni*, *H. hayii*) foram observadas tanto entre anuros adultos como entre larvas;

6.8. Foi evidenciada a função de vocalizações para reconhecimento específico, atração de fêmeas e para manutenção de espaçamento entre os machos de diversas espécies;

6.9. O espaçamento entre os machos pode ser mantido pelos mesmos sinais que atraem fêmeas, por sinais diferenciados que fazem parte das vocalizações habituais da espécie, ou através da emissão de sinais com características físicas bem distintas dos sinais habituais da espécie;

6.10. A escolha do macho pela fêmea ocorre em duas etapas: na primeira delas prevalece a necessidade de uma qualidade mínima do ambiente; na segunda etapa prevalecem as características discrimináveis e mais atraentes nas vocalizações;

6.11. Foram documentadas faixas de frequências distintas nos sinais de comunicação sonora dos anuros no Morro do Ferro. As espécies cujas vocalizações apresentam sobreposição na frequência de emissão apresentam diferenças em parâmetros físicos (duração) ou biológicos (ritmo de emissão) das notas, as quais podem ser utilizadas para o reconhecimento específico;

6.12. A existência de diferentes faixas de frequência em que ocorre a comunicação sonora entre os anfíbios anuros do Morro do Ferro é uma adaptação acústica evoluída em consequência de interações entre as espécies da própria comunidade de anuros;

6.13. Influência do ambiente físico sobre a estrutura das vocalizações foi constatada apenas em *Hylodes* sp.

6.14. A eficiência da utilização ambiental é aumentada pela emissão de vocalização em diferentes épocas do ano, por parte de algumas espécies da comunidade de anuros do Morro do Ferro;

6.15. O turno de vocalizações dos anuros no Morro do Ferro é influenciado principalmente pela luminosidade, embora a temperatura possa inibir esta atividade quando abaixo de  $12^{\circ}\text{C}$ .

6.16. O Índice de Equidade relativa (Er) é adequado para mostrar variações no número de indivíduos ativos, correlacionando-as à diversidade de espécies em vários momentos do turno de vocalizações. A comparação deste índice entre comunidades de anuros em diferentes regiões poderá auxiliar o esclarecimento da influência de diversos elementos climáticos sobre a biologia reprodutiva dos anuros.

## 7. RESUMO

Foi estudada uma comunidade de anfíbios anuros na localidade de Morro do Ferro ( $21^{\circ}48'S$ ;  $46^{\circ}35'W$ ), município de Poços de Caldas, Estado de Minas Gerais. Esta é uma região de altitude (1.400 m), com relevo acidentado originado por soerguimento de rochas alcalinas durante o Cretáceo, e apresenta altos índices de radioatividade natural.

O estudo foi desenvolvido de setembro de 1980 a junho de 1983, com maior intensidade no período entre julho de 1981 e junho de 1983, abrangendo duas épocas de reprodução dos anuros. Os dados de campo foram tomados em visitas rápidas a intervalos regulares de duas semanas e com duração de dois dias, e uma visita intensiva, com duração de duas semanas.

No Morro do Ferro existem dois tipos principais de ambientes: uma área pequena de mata, que recobre o leito de um riacho, próximo às suas nascentes e uma área aberta, com formação de brejos e predomínio de vegetação arbustiva. Dentre os principais ambientes utilizados pelos anfíbios para reprodução, encontram-se poças permanentes, poças temporárias, riachos permanentes e riachos temporários.

Foram encontradas 27 espécies de anfíbios anuros no local de estudo, sendo 8 delas de ocorrência ocasional, sem que se tenha constatado atividade reprodutiva no local. Essas espécies estão distribuídas em 5 famílias, mas com predomínio acentuado em apenas duas delas: Hylidae e Leptodactylidae, com 12 espécies em cada uma delas. A equivalência no número de espécies nestas duas famílias com distribuição em um maior número de gêneros em Leptodactylidae, aliado à distribuição geográfica mais ampla

desta família, foram consideradas como indicações de maior antiguidade da família Leptodactylidae .

A análise citogenética de *Hyla albopunctata* mostrou falhas e "gaps" em diversos cromossomos, o que pode estar associado à alta radioatividade natural do Morro do Ferro, favorecendo a ocorrência de fusão cêntrica entre os cromossomos e funcionando como mecanismo de facilitação evolutiva.

Dentre os elementos climáticos que influenciaram na atividade de vocalizações dos anfíbios, a chuva parece ser o principal deles para a temporada de vocalizações e a luminosidade para o turno de vocalizações. A temperatura parece influenciar tanto no turno como na temporada de vocalizações, inibindo esta atividade quando abaixo de certos limites, em torno de 12°C no Morro do Ferro.

Mecanismos que favorecem a co-existência das espécies em uma mesma área foram constatados em relação à distribuição espacial dos sítios de corte, características físicas e biológicas das vocalizações e distribuição temporal da atividade de vocalizações .

A distribuição espacial foi constatada tanto na fase larvária como na fase adulta. Na fase larvária a distribuição ocorreu através de preferências por características distintas do ambiente e por outros mecanismos comportamentais, tais como canibalismo e exclusão espacial. Na fase adulta foram observadas preferências por diferentes aspectos do ambiente e manutenção de espaçamento entre indivíduos da mesma espécie, principalmente através das vocalizações.

As vocalizações dos anuros no Morro do Ferro apresentaram função de atração de fêmeas, de manutenção do espaçamento entre machos e de prevenção de combates físicos. Função simultânea de um mesmo sinal acústico para atração de fêmea e defesa de território foi sugerida para os casos de espécies cujos machos mantiveram espaçamento entre si e se reproduziram sem necessidade de emitirem vocalizações diferenciadas. Diversas categorias de vocalizações foram reconhecidas levando-se em conta os tipos de sinais sonoros e o seu ritmo de emissão. Dentre as características físicas que permitem o reconhecimento específico foram encontradas diferenças principalmente nas faixas de frequência em que os sons são emitidos. Espécies que apresentam vocalizações com faixas de frequência sobrepostas, podem discriminar seus sinais através da duração ou do timbre da nota, ou ainda, através do ritmo de emissão da nota.

A utilização do tempo como recurso foi verificada ao nível de ciclos sazonais, ciclos diários ou de ajustes momentâneos na atividade de vocalização. As vocalizações de *H. ranki*, *H. polytaenia* e de *H. caldarum* durante o inverno, bem como o aumento de atividade de *H. albopunctata* e de *H. perviridis* no final da época chuvosa foram considerados ajustes que permitem exploração de recursos em épocas diferentes, uma vez que a maioria das espécies vocalizaram somente durante a estação chuvosa, principalmente no seu início. O turno de vocalizações foi verificado através de um ciclo diário de atividades, com duração aproximada de oito horas e com a maioria das espécies iniciando as vocalizações durante o ocaso. Foi apresentado o índice de equidade relativa (Er), que pareceu adequado para mostrar variações no número de indivíduos ativos, correlacionando-as à diversidade de espécies em vários momentos do turno de vocalizações.

## 8. SUMMARY

An anuran community was studied at Morro do Ferro, municipality of Poços de Caldas ( $21^{\circ}48'S$ ,  $46^{\circ}35'W$ ), Minas Gerais State. This consisted of a single altitudinal region (1400 m above sea level) on a plateau composed mainly of alkaline rocks of cretaceous age, with high natural radioactivity.

The study was carried out between September, 1980 and June, 1983, with major emphasis between July, 1981 and June, 1983, comprising two reproductive seasons of the anurans. The field data was obtained during short visits at regular intervals of two weeks and one sojourn during two weeks at the site.

At Morro do Ferro there are two types of environments: a small forest growing over permanent springs near the source of a stream and an open area with marshes and flooded scrubs. The principal environments explored by amphibians in the area are permanent and temporary ponds, streams and the marsh in the open area.

Twenty seven anuran species were encountered, although eight were occasional and did not reproduce successfully at the Morro do Ferro. These species are distributed among five families, although most belonged to the Hylidae and Leptodactylidae, with 12 species each. The similar number of species in these two families at the study site, also observed in other areas of southeast Brazil, along with a greater number of genera in Leptodactylidae, allied to the greater distributional amplitude of the leptodactylid species, was considered as indicative of the greater antiquity of this family in relation to the Hylidae.

Cytogenetic analysis of *Hyla albopunctata* showed gaps in several chromosomes that may be associated with the high level of natural radioactivity at Morro do Ferro, favoring the occurrence of centric fusion in chromosomes and functioning as an evolutionary mechanism in the Morro do Ferro.

Among the climatic factors influencing vocalization activity of the anurans, rain is the principal factor associated with seasonal activity and luminosity the principal relating to daily activity. Temperature may influence both seasonal and circadian patterns by inhibiting vocalizations when lower than 12°C.

Mechanisms that facilitate the co-existence of species in the same area were studied in relation to spacial distribution of calling sites, physical and biological parameters of vocalizations and the temporal distribution of vocalization activity.

Spacial differences were observed among both larval and adult phases of the amphibians. Anuran larvae showed specific preferences for particular environmental features that resulted in spacial distributions characteristic of each species. Behavior such as cannibalism and spacial exclusion can reinforce the maintenance of interindividual distance. Within the adult anurans, preferences were observed in relation to the calling sites with spacing pattern within species regulated by vocalizations.

Anuran vocalizations functions to specific recognition, attract and communicate male quality to female, to maintain interindividual distance and to prevent physical combats. The simultaneous function of female attraction and interindividual spacing was suggested in cases where males maintained spacing and were reproductively successful when emitting a single, unique

acoustical signal. Several categories of vocalizations were defined based on the acoustical signal and pulse rate rhythm. Among the physical parameters of vocalizations that can be used in the specific recognition, differences were encountered mainly in the frequency bandwidth. Species calling in the same bandwidth can recognize their specific signals by its duration, modulation or by the pulse repetition rate.

The circadian activity of vocalizations was characterized by an activity period of about eight hours duration with the majority of species initiating vocalizations at sunset. The use of time as an ecological resource was indicated in the seasonal and circadian rhythms and by very rapid ethological adjustments in vocalizations in response to other individuals. Vocalizations of *Hyla ranki*, *H. polytaenia* and *H. caldarum* during winter as well as increasing activity of *H. albopunctata* and *H. perviridis* at the end of the rainy season were interpreted as adjustments that promote exploitation of temporal communication resources preventing competition, since the majority of species vocalize during the rainy season, mainly at its beginning.

A relative equitability index ( $E_r$ ) was developed to describe the diversity of anuran during vocalization activity over daily cycles. This index may be useful for comparing anuran communities of different regions and interpreting the influence of climatic factors on the reproductive biology of anurans. The forecasts provided by these data may be of use in planning collecting activities and in undertaking ethological studies considering effects of population density or species diversity on community organization.

## 9. REFERÊNCIAS

- ARAK, A. 1983. Vocal interactions, call matching and territoriality in a Sri Lankan treefrog, *Philautus leucorhinus* (Rhacophoridae). Anim. Behav., 31: 292-302.
- AWBREY, F. T. 1968. Call discrimination in female *Scaphiopus couchii* and *Scaphiopus hurteri*. Copeia, 1968(2): 420-423.
- BALINSKY, B. I. 1969. The reproductive ecology of amphibians of the Transvaal highveld. Zool. Afric., 4(1): 37-93.
- BANTA, A. M. 1914. Sex recognition and the mating behavior of the wood frog, *Rana sylvatica*. Biol. Bull., 26: 171-183.
- BARRIO, A. 1964a. Importancia, significación y análisis del canto de batracios anuros. Publins. commem. Cincuentenario Mus. prov. Cienc. nat. F. Ameghino, S. Fê: 51-79.
- BARRIO, A. 1964b. Especies crípticas del genero *Pleurodema* que conviven en una misma área, identificadas por el canto nupcial (Anura, Leptodactylidae). Physis, 24(68): 471-489.
- BARRIO, A. 1965a. Afinidades del canto nupcial de las especies cavícolas del genero *Leptodactylus* (Anura - Leptodactylidae). Physis, 25(70): 401-410.
- BARRIO, A. 1965b. El genero *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae) en la Argentina. Physis, 25(70): 421-448.
- BATISTIC, R. F. 1970. Estudo cromossômico e mecanismos de especiação em *Pseudopaludicola* (Leptodactylidae - Anura). Memória ao Instituto de Biociências da Univ. São Paulo, São Paulo, 57 pp.
- BATISTIC, R. F.; M. SOMA; M. L. BEÇAK & W. BEÇAK. 1975. Further studies on polyploids amphibians. A diploid population of *Phyllomedusa burmeisteri*. J. Hered., 66: 160-162.

- BEÇAK, M. L. 1967. Cariótipos e evolução cromossômica em Amphibia, Anura. Tese à Fac. Med. Univ. São Paulo, Ribeirão Preto, 120 pp.
- BEÇAK, M. L. 1968. Chromosomal analysis of eighteen species of Anura. Cariologia, 21: 191-208.
- BEÇAK, M. L.; W. BEÇAK & M. N. RABELLO. 1966. Cytological evidence of constant tetraploid in the bissexual South American frog *Odontophrynus americanus*. Chromosoma, 19: 188-193.
- BEÇAK, M. L.; W. BEÇAK & M. N. RABELLO. 1967. Further studies on polyploid amphibians (Geratophrydae) I. Mitotic and meiotic aspects. Chromosoma, 22: 192-201.
- BERRY, P. Y. 1964. The breeding patterns of seven species of Singapore Anura. J. Anim. Ecol., 33(2): 227-243.
- BJÖRNBERG, A. J. S. 1959. Rochas clásticas do planalto de Poços de Caldas. Bol. Fac. Fil. Ci. Letr., Univ. São Paulo, 237 (Geo, 18): 65-123.
- BLAIR, W. F. 1956. Call differences as an isolation mechanism in southwestern toads (genus *Bufo*). Texas J. Sci., 8(1): 87-106.
- BLAIR, W. F. 1958a. Response of a green treefrog (*Hyla cinerea*) to the call of the male. Copeia, 1958(4): 333-334.
- BLAIR, W. F. 1958b. Call difference as an isolation mechanism in Florida species of hylid frogs. Quart. J. Florida Acad. Sci., 21(1): 32-48.
- BLAIR, W. F. 1961. Calling and spawning seasons in a mixed population of anurans. Ecology, 42(1): 99-110.
- BLAIR, W. F. 1963. Isolating mechanisms and interspecies interactions in anurans. Proceed. XVI Intern. Congr. Zool. (Washington), 3: 315-319.

- BLAIR, W. F. 1973. Major problems in anuran evolution. In J. L. Vial (edit.) Evolutionary biology of the anurans, pp. 1-8. Univ. Missouri Press, Columbia.
- BLAIR, W. F. 1974. Character displacement in frogs. Amer. Zool., 14:1119-1125.
- BOGART, J. P. 1973. Evolution of anuran karyotypes. In J. L. Vial (edit.) Evolutionary biology of the anurans, pp. 337-349. Univ. Missouri Press, Columbia.
- BOGART, J. P. & A. P. JASLOW. 1979. Distribution and call parameters of *Hyla chrysoscelis* and *Hyla versicolor* in Michigan. Life Sci. Contr. R. Ontario Mus., 117: 1-13.
- BOGART, J. P. & M. TANDY. 1976. Polyploid amphibians: three more diploid-tetraploid cryptic species of frogs. Science, 193: 334-335.
- BOGERT, C. M. 1960. The influence of sound on the behavior of amphibians and reptiles. In Lanyon, W. W. & W. N. Tavolga (edits.) Animal sound and communication. Am. Inst. Biol. Sci. Publ., 7: 137-320.
- BOKERMANN, W. C. A. 1966. Notas sobre três espécies de *Physalaemus* de Maracás, Bahia (Amphibia, Leptodactylidae). Revta. bras. Biol., 26(3): 253-259.
- BOKERMANN, W. C. A. 1967. Notas sobre cantos nupciais de anfíbios brasileiros. II: O canto de *Elosia lateristrigata* e *Elosia glabra* (Anura). Revta. bras. Biol., 27(2): 157-158.
- BOWKER, R. G. & M. H. BOWKER. 1979. Abundance and distribution of anurans in a Kenyan pond. Copeia, 1979(2): 278-285.

- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, ESCRITÓRIO DE METEOROLOGIA.  
1969. Normas climatológicas, vol. III. Rio de Janeiro, 99 pp.
- BRATTSTROM, B. H. & R. M. YARNELL. 1968. Aggressive behaviour in two species of Leptodactylid frogs. Herpetologica, 24: 222-228.
- BRZOSKA, J. & H.-J. OBERT. 1980. Acoustic signals influencing the hormone production of the testes in the grass frog. J. Comp. Phys., 140: 25-29
- BUCKTON, K. E. & H. J. EVANS (edits.). 1973. Methods for the analysis of human chromosomes aberrations. WHO, Geneve, 67 pp.
- BUSH, F. M. 1963. Effects of light and temperature on the gross composition of the toad, *Bufo fowleri*. J. Exp. Zool., 153: 1-13.
- BUSHEE, J. M. 1971. Geochronological and petrographic studies of alkaline rocks from southern Brazil. PhD dissertation, University of California, Berkeley, 145 pp.
- CARAMASCHI, U. 1981. Variação estacional, distribuição espacial e alimentação de populações de hilídeos na represa do Rio Pardo (Botucatu, SP) (Amphibia, Anura, Hylidae). Dissertação de mestrado, Inst. Biol., Univ. Est. Campinas, 139 pp.
- CARDOSO, A.J. 1981a. Biologia e sobrevivência de *Physalaemus cuvieri* Fitz., 1826 (Amphibia, Anura) na natureza. Ci. e Cult. 33(9): 1224-1228.
- CARDOSO, A. J. 1981b. Organização espacial e temporal na reprodução e vida larvária em uma comunidade de Hilídeos no sudeste do Brasil. Dissertação de mestrado, Inst. Biol., Univ. Est. Campinas, 106 pp.

- CARDOSO, A. J. 1984. Interações sociais em anfíbios anuros. Ci. e Cult., 36(1): 36-42.
- CARDOSO, A. J. & C. F. B. HADDAD. 1984. Variabilidade acústica em diferentes populações e interações agressivas de *Hyla minuta* (Amphibia, Anura). Ci. e Cult., 36(8): 1393-1399.
- CARDOSO, A. J. & J. VIELLIARD. 1982. Vocalizações dos anfíbios anuros de um ambiente aberto em Cruzeiro do Sul. IX Congr. bras. Zool. (resumo): 71.
- CARDOSO, A. J. & J. VIELLIARD. 1985. Caracterização bio-acústica da população topotípica de *Hyla rubicundula* (Amphibia, Anura). Revta. bras. Zool. 2(7): 423-426.
- CEI, J. M. 1948. Los fenomenos ciclicos endocrino-sexuales de la rana criolla (*Leptodactylus ocellatus* (L.)) del norte argentino. Acta. Zool. Lil., 6: 281-331.
- CEI, J. M. 1980. Amphibians of Argentina. Monit. Zool. Ital. (NS) Monogr., 2: XII+609 pp.
- CHANNING, A. 1976. Pre-mating isolation in the genus *Kassina* (Amphibia, Anura, Rhacophoridae) in southern Africa. J. Herpetol. 10(1): 19-23.
- CRISTOFOLETTI, A. 1972. Características fisiográficas do planalto de Poços de Caldas (MG-Brasil). Geomorfologia, 32: 1-26.
- CRUMP, M. L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. Misc. Publ. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist., 61: 1-68.
- CRUZ, C. A. G. da. & O. L. PEIXOTO. 1984. Espécies verdes de *Hyla*: o complexo "albosignata" (Amphibia, Anura, Hylidae). Arq. Univ. Fed. Rur. Rio de Janeiro, 7(1): 31-47.

- DICKERSON, M. C. 1906. The frog book. Republication of the original work, 253 pp. Dover Public. Inc., New York (1969).
- DIXON, J. R. & W. R. HEYER. 1968. Anuran succession in a temporary pond in Colima, Mexico. Bull. Southern California Acad. Sci., 67(3): 129-137.
- DREW, R. T. M. EISENBUD. 1966. The natural radiation dose to indigenous rodents on the Morro do Ferro, Brazil. Health Phys., 12: 1267-1274.
- DREWRY, G. E. & A. S. RAND. 1983. Characteristics of an acoustic community: Puerto Rican frogs of the genus *Eleutherodactylus*. Copeia, 1983 (4): 941-953.
- DUBOIS, A. & J. MARTENS. 1984. A case of possible convergence between frogs and a bird in Himalayan torrents. J. orn., 125(4): 455-463.
- DUELLMAN, W. E. 1966. The Central America herpetofauna: an ecological perspective. Copeia, 1966(4): 700-719.
- DUELLMAN, W. E. 1967a. Courtship isolating mechanisms in Costa Rica hyloid frogs. Herpetologica, 23(3): 169-183.
- DUELLMAN, W. E. 1967b. Social organization in the mating call of some neotropical anurans. Am. Midl. Natur., 77(1): 156-163.
- DUELLMAN, W. E. 1970. The hyloid frogs of middle America. Monogr. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, 1: 753 pp., 2 vols.
- DUELLMAN, W. E. & R. A. PYLES. 1983. Acoustic resource partitioning in anuran communities. Copeia, 1983(3): 639-649.
- DUELLMAN, W. E. & L. TRUEB. 1985. Biology of the Amphibia. McGraw-Hill Book Co., XVII + 670 pp.

- EISENBUD, M.; K. KRAUSKOPF; E. PENNA-FRANCA; W. LEI; R. BALLAD & K. FUJIMORI. no prelo. Natural analogues for transuranic actinide elements: an investigation in Minas Gerais, Brazil.
- ELLERT, R. 1959. Contribuição à geologia do maciço alcalino de Poços de Caldas. Bol. Fac. Fil. Ci. Letr., Univ. São Paulo, 237 (Geo, 18): 1-64.
- EMLLEN, S. T. & L. W. ORING. 1977. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. Science, 197: 215-223.
- ENRIGHT, J. T. 1970. Ecological aspects of endogenous rhythmicity. Ann. Rev. Ecol. Syst., 1: 221-238.
- ENQUIST, M. 1985. Communication during aggressive interactions with particular reference to variation in choice of behavior. Anim. Behav., 33: 1152-1161.
- FELLERS, G. M. 1979. Mate selection in the gray treefrog, *Hyla versicolor*. Copeia, 1979(2): 286-290.
- FICKEN, R. W. & M. S. FICKEN. 1974. Temporal pattern shifts to avoid acoustic interference in singing birds. Science, 183: 762-763.
- FORESTER, D. C. 1973. Mating call as a reproductive isolating mechanism between *Scaphiopus bombifrons* and *S. hammondi*. Copeia, 1973(1): 60-67.
- FOUQUETTE JR., M. J. 1960. Isolating mechanisms in three sympatric treefrogs in the canal zone. Evolution, 14: 484-497.
- FROST, D. R. (Edit.). 1985. Amphibians species of the world. Alex Press, Inc. & Assoc. Syst. Collec., Lawrence, Kansas, U.S.A.
- GERHARDT, H. C. 1978. Temperature coupling in the vocal communication system of the gray treefrog, *Hyla versicolor*. Science, 199: 992-994.
- GOIN, C. J. 1949. The peep order in peepers: a swamp water serenade. J. Flor. Acad. Sci., 11(2-3): 59-61.

- GOSNER, K. L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae, with notes on identification. Herpetologica, 16(2): 183-190.
- HADDAD, C. F. B.; G. V. ANDRADE & A. J. CARDOSO. 1982. Levantamento da anurofauna no Parque Nacional Serra da Canastra. IX Congr. bras. Zool. (resumo): 70.
- HECHT, F. & G. R. SUTHERLAND. 1984. Fragile sites and cancer breakpoints. Ca. Gent. Cytog., 12: 179-181.
- HEUSSER, H. 1970. Laich-Fressen durch Kaulguappen als möglich Ursache spezifischer Biotoppräferenzen und Kurzer Laichzeiten bei europäischen Froschurthen (Amphibia, Anura). Oecologia (Berlin), 4: 83-88.
- HEYER, W. R. 1974. Niche measurement of frog larvae from a seasonal tropical location in Thailand. Ecology, 55(3): 651-656.
- HEYER, W. R. 1969. The adaptative ecology of the species groups of the genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). Evolution, 23: 421-428.
- HEYER, W. R. 1982. Two new species of the frog genus *Hylodes* from Caparaó, Minas Gerais, Brasil (Amphibia: Leptodactylidae). Proc. Biol. Soc. Wash., 95(2): 377-385.
- HÜDL, W. 1977. Call differences and calling site segregation in anuran species from central Amazonian floating meadows. Oecologia (Berlin), 28: 351-363.
- HSU, T. C. & F. E. ARRIGHI. 1968. Chromosomes of *Peromyscus* (Rodentia, Cricetidae). I. Evolutionary trends in 20 species. Cytogenetics, 7: 417-446.

- JAEGER, R. G. & J. P. HAILMAN. . 1981. Activity of neotropical frogs in relation to ambient light. Biotropica, 13(1): 59-65.
- JAMESON, D. L. 1955. The population dynamics of the Cliff frog, *Syrrophus marnocki*. Am. Midl. Nat., 54(2): 342-381.
- JIM, J. 1980. Aspectos ecológicos dos anfíbios registrados na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura). Tese de doutoramento, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 332 pp.
- JIM, J. & U. CARAMASCHI. 1979. Uma nova espécie de *Hyla* da região de Botucatu, São Paulo, Brasil (Amphibia, Anura). Revta. bras. Biol., 39(3): 717-719.
- JONES, J. M. 1973. Effects of thirty years hybridization on the toads *Bufo americanus* and *Bufo woodhousii fowleri* at Bloomington, Indiana. Evolution, 27: 435-448.
- KELLEY, D. B. 1980. Auditory and vocal nuclei in the frog brain concentrate sex hormones. Sciences, 207: 553-555.
- KONISHI, M. 1970. Evolution of design features in the coding of species-specificity. Am. Zool., 10: 67-72.
- KREBS, C. J. 1972. Ecology, 2<sup>nd</sup> ed.. Harper & Row Publ., New York, 694 pp.
- LEI, W. 1984. Thorium mobilization in a terrestrial environment. PhD dissertation, New York Univ., 414 pp.
- LEINZ, V. 1949. Contribuição à geologia dos derrames basálticos do sul do Brasil. Bol. Fac. Fil. Ci. Letr., Univ. São Paulo, (Geo, 5): 61 pp.
- LEROY, Y. 1977. Convergences sonores. Référence aux vocalisations des amphibiens anoures. Bull. Soc. Zool. Fr., suppl: 203-216.

- LESCURE, J. 1975. The effect of a total sun eclipse on the vocal behavior of some amphibians. Copeia, 1975(4): 764-765.
- LITTLEJOHN, M. J. 1977. Long-range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach. In D. H. Taylor and S. I. Guttman (edits.). The Reproductive Biology of Amphians, pp. 263-294. Plenum Press, New York and London.
- LITTLEJOHN, M. J. & A. M. MARTIN. 1965. Mating call structure in three sympatric species of *Limnodynastes* (Anura, Leptodactylidae). Copeia, 1965 (4): 509-511.
- LITTLEJOHN, M. J. & G. F. WATSON. 1976. Effectiveness of a hybrid mating call in eliciting phonotaxis by females of *Geocrinia laevis* complex (Anura: Leptodactylidae). Copeia, 1976(1): 76-79.
- LOFTUS -HILLS, J. J. & M. J. LITTLEJOHN. 1971. Pulse repetition rate as the basis for mating call discrimination by two sympatric species of *Hyla*. Copeia, 1971(1): 154-156.
- LOMBARD, R. E. & I. R. STRAUGHAN. 1974. Functional aspects of anuran middle ear structures. J. Exp. Biol., 61(1): 71-93.
- LUTZ, B. 1973. Brazilian species of Hyla. Univ. Texas Press, Austin & London, XVIII + 260 pp.
- LYNCH, J. D. 1971. Evolutionary relationships, osteology, and zoogeography of leptodactyloid frogs. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Publ., 53: 238 pp.
- MAC NALLY, R. C., 1979. Social organization and interspecific interactions in two sympatric species of *Ranidella* (Anura). Oecologia (Berlin), 42: 293-306.
- MARTEN, K. & P. MARLER. 1977. Sound transmission and its significance for animal vocalizations. II. Tropical forest habitats. Behav. Ecol. Sociobiol., 2: 271-290.

- MARTEN, K.; D. QUINE & P. MARLER. 1977. Sound transmission and its significance for animal vocalizations. Behav. Ecol. Sociobiol., 2: 291-302.
- MARTOF, B. S. 1953. Territoriality in the green frog, *Rana clamitans*. Ecology, 34: 165-174.
- MEYNES, J. & L. H. LOCKHART. 1978. Cytogenetic effects of Cis-Platinum (II) Diammine-Dicloside on human lymphocyte cultures. Mut. Res., 58: 87-97.
- MORRIS, D. 1970. The function and causation of courtship ceremonies. In D. Morris (edit.) Patterns of reproductive behavior, pp. 128-152. Mc-Graw-Hill, New York.
- MORTON, E. S. 1975. Ecological sources of selection on avian sounds. Amer. Natur., 108: 17-34.
- MORTON, E. S. 1977. On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some birds and mammal sounds. Am. Natur., 111: 855-869.
- NARINS, P. M. & R. R. CAPRANICA. 1978. Communicative significance of the two notes call of the treefrog *Eleutherodactylus coqui*. J. Comp. Physiol., 127: 1-9.
- NIMER, E. 1977. Clima, pp. 51-89, In Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Edit.) Geografia do Brasil vol. 3, região sudeste, Rio de Janeiro.
- OBERT, H.-J. 1977. Hormonal influences on calling and reproductive behavior in anurans. In D. H. Taylor and S. I. Guttman (edits.) The reproductive biology of amphibians, pp. 357-366. Plenum Press, New York.

- ODENDAAL, F. J.; E. M. BULL & J. R. TELFORD. 1983. The vocabulary of calls of *Ranidella riparia* (Anura: Leptodactylidae). Copeia, 1983 (2): 534-537.
- OHNO, S.; C. STENIUS; L. C. CHRISTIAN; W. BEÇAK & M. L. BEÇAK. 1964. Chromosomal uniformity in the avian sub-class Carinatae. Chromosoma, 15: 280-288.
- OLDHAM, R. S. 1975. Ovulation induced by vocalization in members of the *Rana pipiens* complex. J. Herpetol., 9(2): 248-249.
- OLDHAM, R. S. & H. C. GERHARDT. 1975. Behavioral isolating mechanisms of the treefrog *Hyla cinerea* and *H. gratiosa*. Copeia, 1975 (2): 223-231.
- PASSMORE, N. I. 1981. The relevance of the specific recognition concept to anuran reproductive biology. Mon. Zool. Ital. (N. S.) Suppl., 15: 93-108.
- PASSMORE, N. I. & S. R. TELFORD. 1981. The effect of chorus organization on mate localization in the painted reed frog (*Hyperolius marmoratus*). Behav. Ecol. Sociobiol., 9: 291-293.
- PENGILLEY, R. K. 1971. Calling and associated behaviour of some species of *Pseudophryne* (Anura: Leptodactylidae). J. Zool., 163: 73-92.
- PENTEADO, M. M. 1974. Fundamentos de Geomorfologia. I.B.G.E., Biblioteca Geográfica Brasileira, série D nº 3, Rio de Janeiro, 141 pp + 16 pl.
- PERRIL, S. A.; H. C. GERHARDT & R. DANIEL. 1978. Sexual parasitism in the green tree frog (*Hyla cinerea*). Science, 200: 1179-1180.

- PIEDRABUENA, A. E. & I. BARACHO. 1976. Teste de significância entre coeficientes de correlação. Ci. e Cult., 28(2): 191-192.
- PIELOU, E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York, 286 pp.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE POÇOS DE CALDAS, INDI. 1974. Poços de Caldas, informações básicas para investidores. Poços de Caldas, 44 pp.
- RABB, G. B. 1973. Evolutionary aspects of the reproductive behavior of frogs. In J. L. Vial (Edit.) Evolutionary biology of the anurans, pp. 213-227. Univ. Missouri Press, Columbia.
- RAMER, J. D.; T. A. JENSSEN & C. J. HURST. 1983. Size-related variation in the advertisement call of *Rana clamitans* (Anura: Rannidae), and its effect on conspecific males. Copeia, 1983(1): 141-155.
- ROSEN, M. & R. E. LEMON. 1974. The vocal behavior of spring peepers, *Hyla crucifer*. Copeia, 1974(4): 940-950.
- RUSAK, B. 1981. Vertebrate behavioral rhythms, In J. Aschoff (ed.). Behavioral Neurobiology, vol. 4, Biological Rhythms, pp. 183-213. Plenum Press, New York and London.
- RYAN, M. J. 1980. Female mate choice in a neotropical frog. Science, 209: 523-525.
- SALTHER, S. N. & J. S. MECHAM. 1974. Reproductive and courtship patterns. In B. Lofts (edit.) Physiology of the Amphibia, pp. 309-521. Academic Press, New York and London.
- SAVAGE, J. M. 1973. The geographical distribution of frogs: patterns and predictions. In J. L. Vial (edit.) Evolutionary biology of the anurans, 351-445. Univ. Missouri Press, Columbia.

- SAZIMA, I. 1975. Hábitos reprodutivos e fase larvária de *Leptodactylus mistacinus* e *L. sibilatrix* (Anura, Leptodactylidae). São Paulo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, USP, 71 pp.
- SAZIMA, I. & W. C. A. BOKERMANN. 1978. Cinco novas espécies de *Leptodactylus* do centro e sudeste brasileiro (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). Revta. bras. Biol., 38(4): 899-912.
- SCHIØTZ, A. 1973. Evolution of anuran mating calls: ecological aspects. In J. L. Vial (edit.) Evolutionary biology of the anurans, pp. 313-321. Univ. Missouri Press, Columbia.
- SCHMIDT, R. S. 1969. Preoptic activation of mating call orientation in female anura. Behaviour, 35: 114-127.
- SCHMIDT, R. S. 1985. Mating call phonotaxis in female american toad: induction by intracerebroventricular prostaglandin. Copeia, 1985(2): 490-492.
- SCHNEIDER, H. 1977. Acoustic behaviour and physiology of vocalization in the European treefrog, *Hyla arborea* (L.). In D. H. Taylor & S. I. Guttman (eds.) The Reproductive Biology of Amphibians, pp.295-335. Plenum Press, New York & London.
- SCHWARTZ, J. J. & K. D. WELLS. 1983a. The influence of background noise on the behavior of a neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*. Herpetologica, 39(2): 121-129.
- SCHWARTZ, J. J. & K. D. WELLS. 1983b. An experimental study of acoustic interference between two species of neotropical treefrogs. Anim. Behav., 31: 181-190.

- SIEGEL, S. 1975. Estatística não-paramétrica. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo e Rio de Janeiro, 350 pp. (Trad. A. A. de Farias).
- SOARES, P. C. 1973. Nota sobre a tectônica moderna na Depressão Periférica Paulista. Not. Geomorf., 13(25): 75-81.
- STRAUGHAN, I. R. 1973. Evolution of anuran mating calls: bioacustical aspects. In J. L. Vial (ed.) Evolutionary biology of the anurans, pp. 321-327. Univ. Missouri Press, Columbia.
- STRAUGHAN, I. R. & W. R. HEYER. 1976. A functional analysis of the mating calls of the neotropical frog genera of the *Leptodactylus* complex (Amphibia, Leptodactylidae). Papéis Avulsos Zool., 29(23): 221-245.
- SULLIVAN, B. K. 1982. Significance of size, temperature and call attributes to sexual selection in *Bufo woodhousei australis*. J. Herpetol., 16(2): 103-106.
- TELFORD, S. R. 1985. Mechanisms and evolution of inter-male spacing in the painted reed frog (*Hyperolius marmoratus*). Anim. Behav., 33: 1353-1361.
- TOFT, C.A. 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. Copeia, 1985(1): 1-21.
- TOWNSEND, C. R. & A. G. HILDREW. 1979. Foraging strategies and co-existence in seasonal environments. Oecologia (Berlin), 38: 231-234.
- VALDIVIESO, D. & J. R. TAMSITT. 1974. Thermal relations of the neotropical frog *Hyla labialis* (Anura: Hylidae). Life Sci. Occ. Pap. R. Ont. Mus., 26: 1-12.

- WALKOWIAK, W. & J. BRZOSKA. 1982. Significance of spectral and temporal parameters in the auditory communication of male grass frog. Behav. Ecol. Sociobiol., 11: 247-252.
- WASSERMAN, A. O. 1970. Polyploidy in the common tree toad *Hyla versicolor* Le Conte. Science, 167: 385-386.
- WEDOW JR., H. 1967. The Morro do Ferro thorium and rare-earth deposit, Poços de Caldas District, Brazil. U. S. Geol. Surv. Bull., 1185-D, 35 pp.
- WELLS, K. D. 1977a. The social behavior of anuran amphibians. Anim. Behav., 25: 666-693.
- WELLS, K. S. 1977b. The courtship of frogs. In D. H. Taylor and S. I. Guttman (edits.) The reproductive biology of amphibians, pp. 233-262. Plenum Press, New York and London.
- WELLS, K. D. 1977c. Territoriality and male mating success in the green frog (*Rana clamitans*). Ecology, 58: 750-762.
- WELLS, K. D. 1980. Behavioral ecology and social organization of a Dendrobatid frog (*Colostethus inguinalis*). Behav. Ecol. Sociobiol., 6: 199-209.
- WELLS, K. D. & B. J. GREER. 1981. Vocal responses to conspecific calls in a neotropical hylid frog, *Hyla ebraccata*. Copeia, 1981(3): 615-624.
- WELLS, K. D. & J. J. SCHWARTZ. 1982. The effect of vegetation on the propagation of calls in the neotropical frog *Centrolenella fleischmanni*. Herpetologica, 38(4): 449-455.
- WELLS, K. D. & J. J. SCHWARTZ. 1984. Vocal communication in a neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*: aggressive calls. Behaviour, 91: 128-145.

- WHITNEY, C. L. & J. R. KREBS.. 1975. Mate selection in Pacific tree frog. Nature, 255: 325-326.
- WICKBOM, T. 1945. Cytological studies on Dipnoi, Urodela, Anura and Emys. Hereditas, 31: 241-346.
- ZIMMERMAN, B. L. 1983. A comparison of structural features of calls of open and forest habitats frog species in the Central Amazon. Herpetologica, 39(3): 235-246.

## APÊNDICE 1

Comparação do número de espécies em diferentes horários ,  
no pico de atividade (02.11.1981) e no final da atividade repro-  
dutiva intensa (11.01.1982).

	02.11.81	11.01.82	d	d <sup>2</sup>
17h30	5	4	1	1
18h00	6	5	2	4
18h30	8	7	1	1
19h00	12	9	3	9
19h30	15	11	4	16
20h00	13	11	2	4
20h30	15	11	4	16
21h00	15	10	5	25
21h30	15	10	5	25
22h00	12	10	2	4
22h30	11	7	4	16
23h00	10	5	5	25
23h30	9	4	5	25
24h00	4	4	0	0
00h30	3	4	- 1	1
			42	172

$$t = \frac{\bar{x}}{S \bar{x}}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum d}{N}$$

$$S \bar{x} = \frac{SQ}{N (N - 1)}$$

$$SQ = 172 - \frac{42^2}{15} = 54,4$$

$$S \bar{x} = \frac{54,4}{15 \cdot 14} = 0,2590$$

$$t = \frac{2,8}{0,5090} = 10,81^{***} \text{ para 14 G. L.}$$

## APÊNDICE 2

Detalhes de cálculo para a reta de regressão e coeficiente de correlação entre número de espécies e número de indivíduos ativos em 02.11.1981. Calculados a partir da tabela 2.

$$\Sigma x^2 = \Sigma n_e^2 - \frac{n_e^2}{N} = 1809 - \frac{153^2}{15} = 248,4$$

$$\Sigma y^2 = \Sigma n_i^2 - \frac{n_i^2}{N} = 59566 - \frac{840^2}{15} = 12.526$$

$$\Sigma xy = \Sigma n_e \cdot n_i - \frac{n_e \cdot n_i}{N} = 10276 - \frac{153 \cdot 840}{15} = 1708$$

$$b = \frac{1708}{248,4} = 6,8760 \quad a = \frac{840}{15} - \frac{153}{15} \cdot 6,8760 = -14,1352$$

$$r = \frac{1708}{\sqrt{248,4 \cdot 12526}} = 0,9683 \quad y = -14,1352 + 6,8760 x$$

t = 13,977 \*\*\*, para 13 GL

## APÊNDICE 3

Detalhes de cálculo para a reta de regressão e coeficiente de correlação entre número de espécies e número de indivíduos ativos em 11.01.1982. Calculados a partir da tabela 3.

$$\Sigma x^2 = \Sigma n_e^2 - \frac{n_e^2}{N} = 956 - \frac{114^2}{16} = 143,75$$

$$\Sigma y^2 = \Sigma n_i^2 - \frac{n_i^2}{N} = 11223 - \frac{381^2}{16} = 2.150,4375$$

$$\Sigma xy = \Sigma n_e \cdot n_i - \frac{n_e \cdot n_i}{N} = 3242 - \frac{114 \cdot 381}{16} = 527,4$$

$$b = \frac{527,4}{143,75} = 3,6687 \quad a = \frac{381}{16} - \frac{114}{16} \cdot 3,6687 = -2,3269$$

$$r = \frac{527,4}{\sqrt{143,75 \cdot 2150,4375}} = 0,9485 \quad y = -2,3269 + 3,6687 x$$

t = 11,203 \*\*\*, para 14 GL

## APÊNDICE 4

Determinação da Equidade (E) e da Equidade relativa (Er)  
em 02.11.1981 e em 11.01.1982.

$n_i$  = número de indivíduos.

$H_{max} = \log_2 n = \log_2$  número de espécies no momento analisado.

$H_{max.r} = \log_2 n_{max} = \log_2$  número máximo de espécies no dia.

i.p. = índice de proporcionalidade.

02.xi.1981, H max.r.= 4,08747

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>17h30</u>				
A. bokermanni	2	0,1176	0,36315	
E. juipoca	2	0,1176	0,36315	H max= 2,32193
L. cunicularius	4	0,2353	0,49117	E= 0,94212
P. jordanensis	6	0,3530	0,53030	Er= 0,53552
P. saltica	<u>3</u>	<u>0,1725</u>	<u>0,44165</u>	
	17	1	2,18894	

18h00

A. bokermanni	2	0,1000	0,33219	
E. juipoca	2	0,1000	0,33219	
L. cunicularius	4	0,2000	0,46439	H max= 2,58496
O. americanus	1	0,0500	0,21610	E= 0,88364
P. jordanensis	8	0,4000	0,53877	Er= 0,55882
P. saltica	<u>3</u>	<u>0,1500</u>	<u>0,41854</u>	
	20	1	2,28418	

18h30

H. hayii	3	0,0909	0,31448	
A. bokermanni	2	0,0606	0,24510	
E. juipoca	4	0,1212	0,36900	
L. cunicularius	2	0,0606	0,24510	H max= 3,00000
O. americanus	4	0,1212	0,36900	E= 0,91871
P. cuvieri	2	0,0606	0,24510	Er= 0,67429
P. jordanensis	10	0,3031	0,52120	
P. saltica	<u>6</u>	<u>0,1818</u>	<u>0,44715</u>	
	33	1	2,75613	

02.xi.1981, H max.r. = 4,08747

espécie	ni	i.p.	-i.p. (log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>19h00</u>				
H. albopunctata	6	0,0769	0,28460	
H. caldarum	5	0,0641	0,25406	
H. hayii	4	0,0513	0,21981	
H. minuta	2	0,0256	0,13537	
H. perviridis	6	0,0769	0,28460	H max= 3,58496
A. bokermanni	5	0,0641	0,25406	E= 0,91758
E. juipoca	3	0,0385	0,18091	Er= 0,80477
L. cunicularius	2	0,0256	0,13537	
O. americanus	6	0,0769	0,28460	
P. cuvieri	18	0,2308	0,48821	
P. jordanensis	13	0,1667	0,43086	
P. saltica	<u>8</u>	<u>0,1026</u>	<u>0,33703</u>	
	78	I	3,28948	

19h30

H. albopunctata	6	0,0682	0,26421	
H. caldarum	8	0,0909	0,31448	
H. hayii	2	0,0227	0,12397	
H. minuta	2	0,0227	0,12397	
H. perviridis	10	0,1136	0,35647	
H. polytaenia	4	0,0455	0,20284	
P. ayeaye	1	0,0114	0,07359	H max= 3,90689
P. cochranæ	1	0,0114	0,07359	E= 0,89252
A. bokermanni	5	0,0568	0,23504	Er= 0,85309
E. juipoca	2	0,0227	0,12397	
L. cunicularius	2	0,0227	0,12397	
O. americanus	7	0,0796	0,29063	
P. cuvieri	17	0,1932	0,45824	
P. jordanensis	13	0,1477	0,40754	
P. saltica	<u>8</u>	<u>0,0909</u>	<u>0,31448</u>	
	88	I	3,48699	

02.xi.1981,  $H_{\max.r.} = 4,08747$ 

espécie	ni	i.p.	-i.p. ( $\log_2$ i.p.)	
<u>20h00</u>				
H. albopunctata	8	0,0963	0,32514	
H. caldarum	10	0,1205	0,36787	
H. minuta	2	0,0241	0,12953	
H. perviridis	10	0,1205	0,36787	
H. polytaenia	4	0,0482	0,21087	$H_{\max} = 3,70043$
P. ayeaye	1	0,0121	0,07706	$E = 0,88571$
P. cochranæ	1	0,0121	0,07706	$E_r = 0,80184$
A. bokermanni	3	0,0361	0,17299	
E. juipoca	1	0,0121	0,07706	
O. americanus	7	0,0843	0,30081	
P. cuvieri	18	0,2169	0,47824	
P. jordanensis	10	0,1205	0,36787	
P. saltica	<u>8</u>	<u>0,0963</u>	<u>0,32514</u>	
	83	1	3,27751	

02.xi.1981, H max.r.= 4,08747

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>20h30</u>				
Centrolenella sp.	5	0,0543	0,22822	
H. albopunctata	8	0,0870	0,30649	
H. caldarum	10	0,1087	0,34801	
H. minuta	2	0,0217	0,11992	
H. perviridis	12	0,1305	0,38339	
H. polytaenia	4	0,0435	0,19674	
H. ranki	6	0,0652	0,25682	H max= 3,90689
P. ayeaye	1	0,0109	0,07106	E= 0,92442
P. cochranæ	3	0,0326	0,16101	Er= 0,88358
A. bokermanni	3	0,0326	0,16101	
E. juipoca	2	0,0217	0,11992	
O. americanus	6	0,0652	0,25682	
P. cuvieri	16	0,1739	0,43887	
P. jordanensis	8	0,0870	0,30649	
P. saltica	<u>6</u>	<u>0,0652</u>	<u>0,25682</u>	
	92	1	3,61159	

02.xi.1981, H max.r.= 4,08747

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>21h00</u>				
Centrolenella sp.	4	0,0426	0,19396	
H. albopunctata	8	0,0851	0,30250	
H. caldarum	10	0,1064	0,34393	
H. minuta	2	0,0213	0,11828	
H. perviridis	11	0,1170	0,36216	
H. polytaenia	4	0,0426	0,19396	
H. ranki	6	0,0638	0,25331	H max= 3,90689
P. ayeaye	1	0,0106	0,06953	E= 0,92145
P. cochranæ	3	0,0319	0,15855	Er= 0,88074
A. bokermanni	4	0,0426	0,19396	
E. juipoca	2	0,0212	0,11828	
O. americanus	6	0,0638	0,25331	
P. cuvieri	18	0,1915	0,45665	
P. jordanensis	8	0,0851	0,30250	
P. saltica	<u>7</u>	<u>0,0745</u>	<u>0,27912</u>	
	94	I	3,60000	

02.xi.1981, H max.r.= 4,08747

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>21h30</u>				
Centrolenella sp.	5	0,0588	0,24038	
H. albopunctata	6	0,0706	0,26999	
H. caldarum	8	0,0941	0,32085	
H. minuta	2	0,0235	0,12716	
H. perviridis	12	0,1411	0,39864	
H. polytaenia	3	0,0353	0,17029	
H. ranki	8	0,0941	0,32085	H.max= 3,90689
P. ayeaye	1	0,0118	0,07558	E= 0,91111
P. cochranæ	1	0,0118	0,07558	Er= 0,87086
A. bokermanni	4	0,0471	0,20762	
E. juipoca	3	0,0353	0,17029	
O. americanus	5	0,0588	0,24038	
P. cuvieri	17	0,2000	0,46439	
P. jordanensis	6	0,0706	0,26999	
P. saltica	<u>4</u>	<u>0,0471</u>	<u>0,20762</u>	
	85	1	3,55961	
<u>22h00</u>				
Centrolenella sp.	5	0,0694	0,26711	
H. albopunctata	6	0,0833	0,29868	
H. caldarum	3	0,0417	0,19114	
H. perviridis	12	0,1666	0,43075	
H. polytaenia	3	0,0417	0,19114	H max= 3,58496
H. ranki	8	0,1111	0,35219	E= 0,91474
A. bokermanni	4	0,0556	0,23118	Er= 0,80229
E. juipoca	3	0,0417	0,19114	
O. americanus	1	0,0139	0,08575	
P. cuvieri	16	0,2222	0,48219	
P. jordanensis	7	0,0972	0,32687	
P. saltica	<u>4</u>	<u>0,0556</u>	<u>0,23118</u>	
	72	1	3,27932	

02.xi.1981, H max.r.= 4,08747

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>22h30</u>				
Centrolenella sp.	3	0,0545	0,22877	
H. albopunctata	5	0,0909	0,31448	
H. caldarum	2	0,0364	0,17399	
H. perviridis	12	0,2182	0,47923	H max= 3,45942
H. polytaenia	4	0,0727	0,27495	E= 0,89379
H. ranki	8	0,1455	0,40462	Er= 0,75646
A. bokermanni	3	0,0545	0,22877	
E. juipoca	1	0,0182	0,10519	
P. cuvieri	12	0,2182	0,47923	
P. jordanensis	2	0,0364	0,17399	
P. saltica	<u>3</u>	<u>0,0545</u>	<u>0,22877</u>	
	55	1	3,09199	
<u>23h00</u>				
Centrolenella sp.	3	0,0638	0,25331	
H. albopunctata	3	0,0638	0,25331	
H. caldarum	1	0,0213	0,11828	
H. perviridis	11	0,2340	0,49033	H max= 3,32193
H. polytaenia	2	0,0426	0,19396	E= 0,86940
H. ranki	8	0,1702	0,43481	Er= 0,70657
A. bokermanni	2	0,0426	0,19396	
E. juipoca	2	0,0426	0,19396	
P. cuvieri	12	0,2553	0,50287	
P. saltica	<u>3</u>	<u>0,0638</u>	<u>0,25331</u>	
	47	1	2,88810	

02.xi.198I, H max.r.= 4,08747

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>23h30</u>				
Centrolenella sp.	3	0,0833	0,29868	
H. albopunctata	2	0,0556	0,23178	
H. perviridis	12	0,3332	0,52830	
H. polytaenia	I	0,0278	0,14369	H max= 3,16992
H. ranki	8	0,2222	0,48219	E= 0,83114
A. bokermanni	1	0,0278	0,14369	Er= 0,64457
E. juipoca	2	0,0556	0,23178	
P. cuvieri	6	0,1667	0,43086	
P. saltica	<u>1</u>	<u>0,0278</u>	<u>0,14369</u>	
	36	1	2,63466	
<u>24h00</u>				
H. albopunctata	1	0,0417	0,19114	H max= 2,00000
H. perviridis	11	0,4583	0,51588	E= 0,83310
H. ranki	8	0,3333	0,52832	Er= 0,40764
P. cuvieri	<u>4</u>	<u>0,1667</u>	<u>0,43086</u>	
	24	1	1,66620	
<u>24h30</u>				
H. perviridis	9	0,5625	0,46692	H max= 1,58496
H. ranki	6	0,3750	0,53064	E= 0,78712
P. cuvieri	<u>1</u>	<u>0,0625</u>	<u>0,25000</u>	Er= 0,30522
	16	1	1,24756	

11.i.1982, H max.r.= 3,70043

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>17h00</u>				
E. juipoca	2	0,2222	0,48219	H max= 1,58496
P. jordanensis	4	0,4445	0,51995	E= 0,96561
P. saltica	<u>3</u>	<u>0,3333</u>	<u>0,52831</u>	Er= 0,41359
	9	1	1,53045	
<u>17h30</u>				
H. hayii	4	0,3529	0,53029	H max= 2,00000
E. juipoca	2	0,1176	0,36315	E= 0,93269
P. jordanensis	6	0,3529	0,53029	Er= 0,50410
P. saltica	<u>3</u>	<u>0,1766</u>	<u>0,44165</u>	
	17	1	1,86538	
<u>18h00</u>				
H. hayii	4	0,3077	0,52231	H max= 2,00000
E. juipoca	2	0,1538	0,41539	E= 0,94164
P. jordanensis	5	0,3847	0,53019	Er= 0,50849
P. saltica	<u>2</u>	<u>0,1538</u>	<u>0,41539</u>	
	13	1	1,88328	
<u>18h30</u>				
Centrolenella sp.	3	0,1304	0,38324	
H. albopunctata	2	0,0870	0,30649	
H. hayii	6	0,2608	0,50569	H max= 2,80735
E. juipoca	2	0,0870	0,30649	E= 0,93347
P. cuvieri	2	0,0870	0,30649	Er= 0,70818
P. jordanensis	6	0,2608	0,50569	
P. saltica	<u>2</u>	<u>0,0870</u>	<u>0,30649</u>	
	23	1	2,62058	

11,1.1982, H max.r.= 3,70043

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>19h00</u>				
Centrolenella sp.	3	0,1200	0,36707	
H. albopunctata	4	0,1600	0,42302	
H. caldarum	1	0,0400	0,18575	
H. hayii	4	0,1600	0,42302	H max= 3,16992
H. perviridis	2	0,0800	0,29151	E= 0,93165
E. juipoca	2	0,0800	0,29151	Er= 0,79809
P. cuvieri	2	0,0800	0,29151	
P. jordanensis	6	0,2400	0,49413	
P. saltica	<u>1</u>	<u>0,0400</u>	<u>0,18575</u>	
	25	1	2,95327	

19h30

Centrolenella sp.	3	0,0769	0,28460	
H. albopunctata	6	0,1538	0,41539	
H. caldarum	5	0,1282	0,37992	
H. perviridis	5	0,1282	0,37992	
H. polytaenia	2	0,0513	0,21981	H max= 3,45942
H. ranki	2	0,0513	0,21981	E= 0,95641
E. juipoca	2	0,0513	0,21981	Er= 0,89412
P. cuvieri	4	0,1026	0,33703	
P. jordanensis	4	0,1026	0,33703	
P. saltica	5	0,1282	0,37992	
E. ovale	<u>1</u>	<u>0,0256</u>	<u>0,13537</u>	
	39	1	3,30861	

11.i.1982, Hmax.r.= 3,70043

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>20h00</u>				
Centrolenella sp.	3	0,0667	0,26054	
H. albopunctata	6	0,1333	0,38754	
H. caldarum	6	0,1333	0,38754	
H. perviridis	8	0,1779	0,44312	
H. polytaenia	3	0,0667	0,26054	H max= 3,45942
H. ranki	4	0,0889	0,31041	E= 0,94484
E. juipoca	2	0,0444	0,19950	Er= 0,88330
P. cuvieri	6	0,1333	0,38754	
P. jordanensis	2	0,0444	0,19950	
P. saltica	4	0,0889	0,31041	
E. ovale	<u>1</u>	<u>0,0222</u>	<u>0,12195</u>	
	45	1	3,26859	

20h30

Centrolenella sp.	3	0,0682	0,26421	
H. albopunctata	6	0,1363	0,39188	
H. caldarum	6	0,1364	0,39188	
H. perviridis	8	0,1818	0,44715	
H. polytaenia	3	0,0682	0,26421	H max= 3,45942
H. ranki	4	0,0909	0,31448	E= 0,94652
E. juipoca	2	0,0455	0,20284	Er= 0,88487
P. cuvieri	5	0,1136	0,35647	
P. jordanensis	2	0,0455	0,20284	
P. saltica	4	0,0909	0,31448	
E. ovale	<u>1</u>	<u>0,0227</u>	<u>0,12397</u>	
	44	1	3,27441	

11.i.1982, H max.r.= 3,70043

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>21h00</u>				
Centrolenella sp.	3	0,0938	0,32026	
H. albopunctata	6	0,1875	0,45282	
H. caldarum	4	0,1250	0,37500	
H. perviridis	8	0,2500	0,50000	H max= 3,32193
H. polytaenia	3	0,0938	0,32026	E= 0,91226
H. ranki	1	0,0312	0,15607	Er= 0,81895
E. juipoca	2	0,0625	0,25000	
P. cuvieri	2	0,0625	0,25000	
P. saltica	2	0,0625	0,25000	
E. ovale	<u>1</u>	<u>0,0312</u>	<u>0,15607</u>	
	32	1	3,03048	

21h30

Centrolenella sp.	3	0,1000	0,33219	
H. albopunctata	8	0,2667	0,50852	
H. caldarum	2	0,0667	0,26054	
H. perviridis	8	0,2667	0,50852	H max= 3,32193
H. polytaenia	3	0,1000	0,33219	E= 0,85983
P. ayeaye	1	0,0333	0,16345	Er= 0,77188
E. juipoca	2	0,0667	0,26054	
P. cuvieri	1	0,0333	0,16345	
P. saltica	1	0,0333	0,16345	
E. ovale	<u>1</u>	<u>0,0333</u>	<u>0,16345</u>	
	30	1	2,85630	

11.i.1982, H max.r.= 3,70043

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>22h00</u>				
Centrolenella sp.	3	0,1034	0,33850	
H. albopunctata	8	0,2759	0,51256	
H. caldarum	1	0,0345	0,16758	
H. perviridis	8	0,2759	0,51256	H max= 3,32193
H. polytaenia	3	0,1034	0,33850	E= 0,84467
P. ayeaye	1	0,0345	0,16758	Er= 0,75827
E. juipoca	2	0,0689	0,26591	
P. cuvieri	1	0,0345	0,16758	
P. saltica	1	0,0345	0,16758	
E. ovale	<u>1</u>	<u>0,0345</u>	<u>0,16758</u>	
	29	1	2,80593	

22h30

Centrolenella sp.	2	0,0833	0,29868	
H. albopunctata	7	0,2917	0,51848	
H. perviridis	8	0,3333	0,52832	H max= 2,80735
H. polytaenia	3	0,1250	0,37500	E= 0,85541
P. ayeaye	1	0,0417	0,19114	Er= 0,64896
E. juipoca	1	0,0417	0,19114	
P. saltica	<u>2</u>	<u>0,0833</u>	<u>0,29868</u>	
	24	1	2,40144	

11.i.1982, H max.r.= 3,70043

espécie	ni	i.p.	-i.p.(log <sub>2</sub> i.p.)	
<u>23h00</u>				
Centrolenella sp.	2	0,1053	0,34195	
H. albopunctata	5	0,2632	0,50686	H max= 2,32193
H. perviridis	8	0,4210	0,52545	E= 0,86920
H. polytaenia	3	0,1579	0,42047	Er= 0,54540
P. saltica	<u>1</u>	<u>0,0526</u>	<u>0,22349</u>	
	19	1	2,01822	
<u>23h30</u>				
Centrolenella sp.	1	0,0833	0,29868	H max= 2,00000
H. albopunctata	2	0,1667	0,43086	E= 0,80702
H. perviridis	7	0,5833	0,45363	Er= 0,43617
H. politaenia	<u>2</u>	<u>0,1667</u>	<u>0,43086</u>	
	12	1	1,61403	
<u>24h00</u>				
Centrolenella sp.	1	0,0909	0,31448	H max= 2,00000
H. albopunctata	2	0,1818	0,44715	E= 0,84287
H. perviridis	6	0,5455	0,47696	Er= 0,45555
H. polytaenia	<u>2</u>	<u>0,1818</u>	<u>0,44715</u>	
	11	1	1,68574	
<u>00h30</u>				
Centrolenella sp.	1	0,1111	0,35219	H max= 2,00000
H. albopunctata	1	0,1111	0,35219	E= 0,72326
H. perviridis	6	0,6667	0,38995	Er= 0,39091
H. politaenia	<u>1</u>	<u>0,1111</u>	<u>0,35219</u>	
	9	1	1,44652	
ponto estimado				
H. albopunctata	1	0,1667	0,43086	H max= 1

## APÊNDICE 5

Figuras representando o número de indivíduos ativos e o número de notas nas populações de anuros no Morro do Ferro, no pico de atividades (02.11.1981) e no final da época de vocalizações intensas (11.01.1982). Agrupadas de acordo com a possibilidade de aplicação ou resultados da prova de Wilcoxon, na seguinte sequência:

*Centrolenella* sp.

*H. minuta*

*O. americanus*

*H. hayii*

*P. cochranæ*

*A. bokermanni*

*L. cunicularius*

*H. caldarum*

*H. perviridis*

*H. ranki*

*P. ayeaye*

*E. juipoca*

*P. cuvieri*

*P. jordanensis*

*P. saltica*

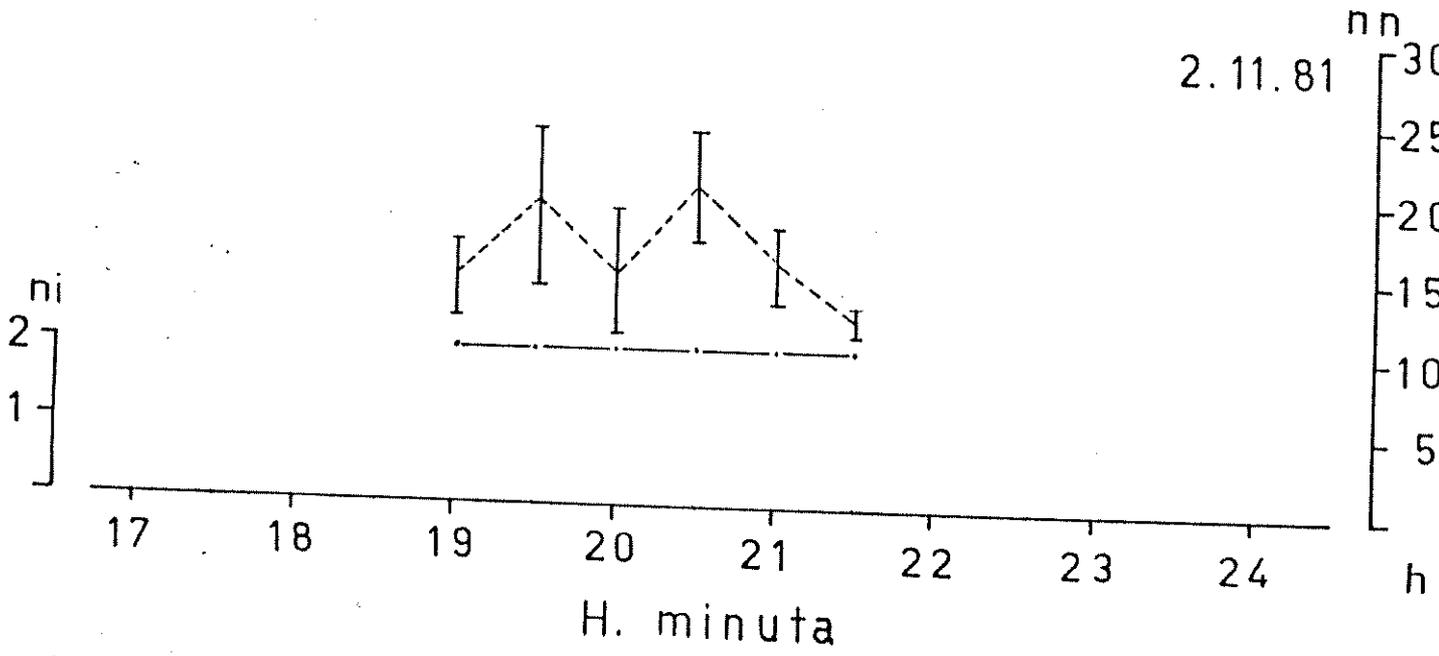
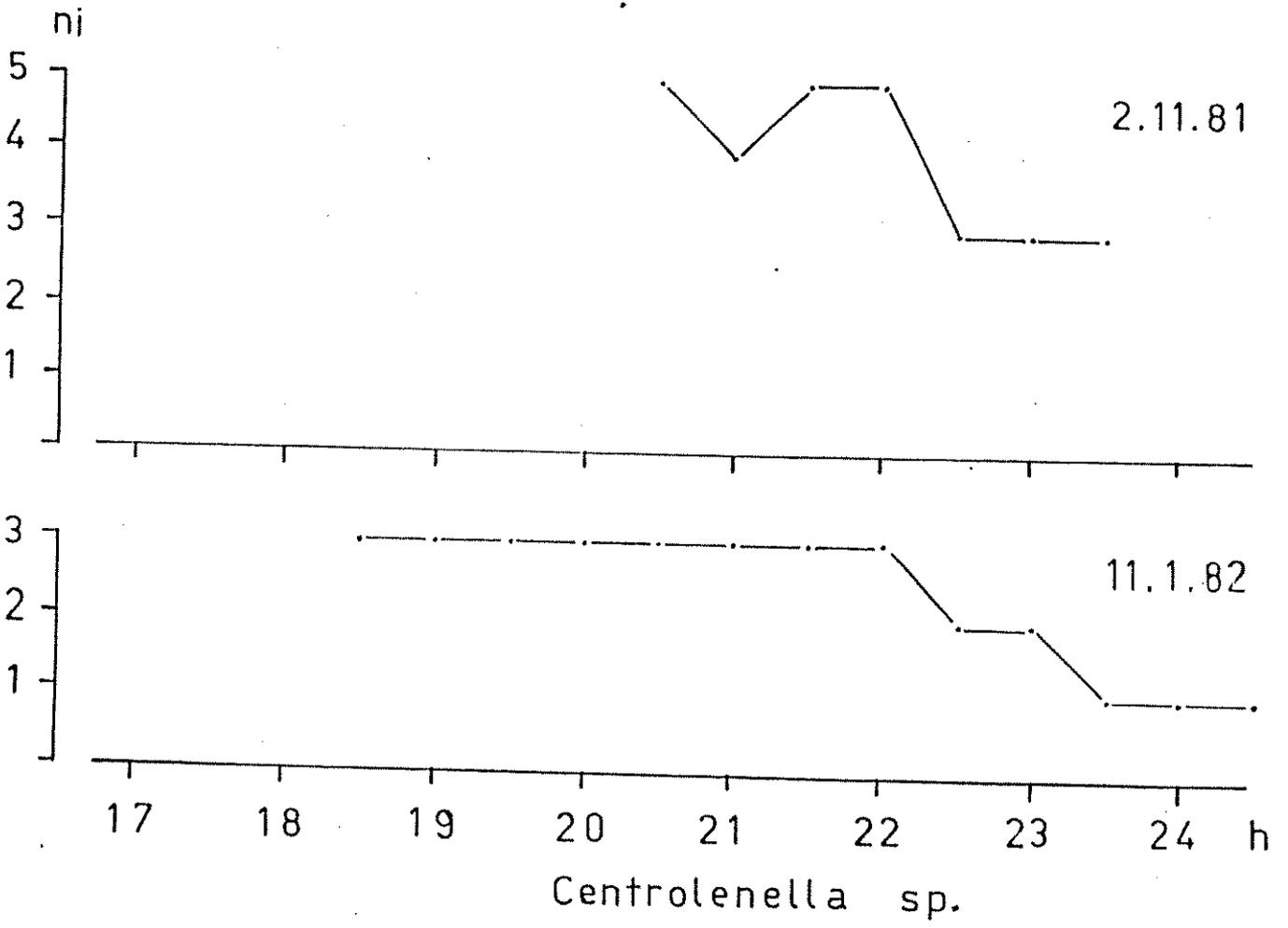
*E. ovale*

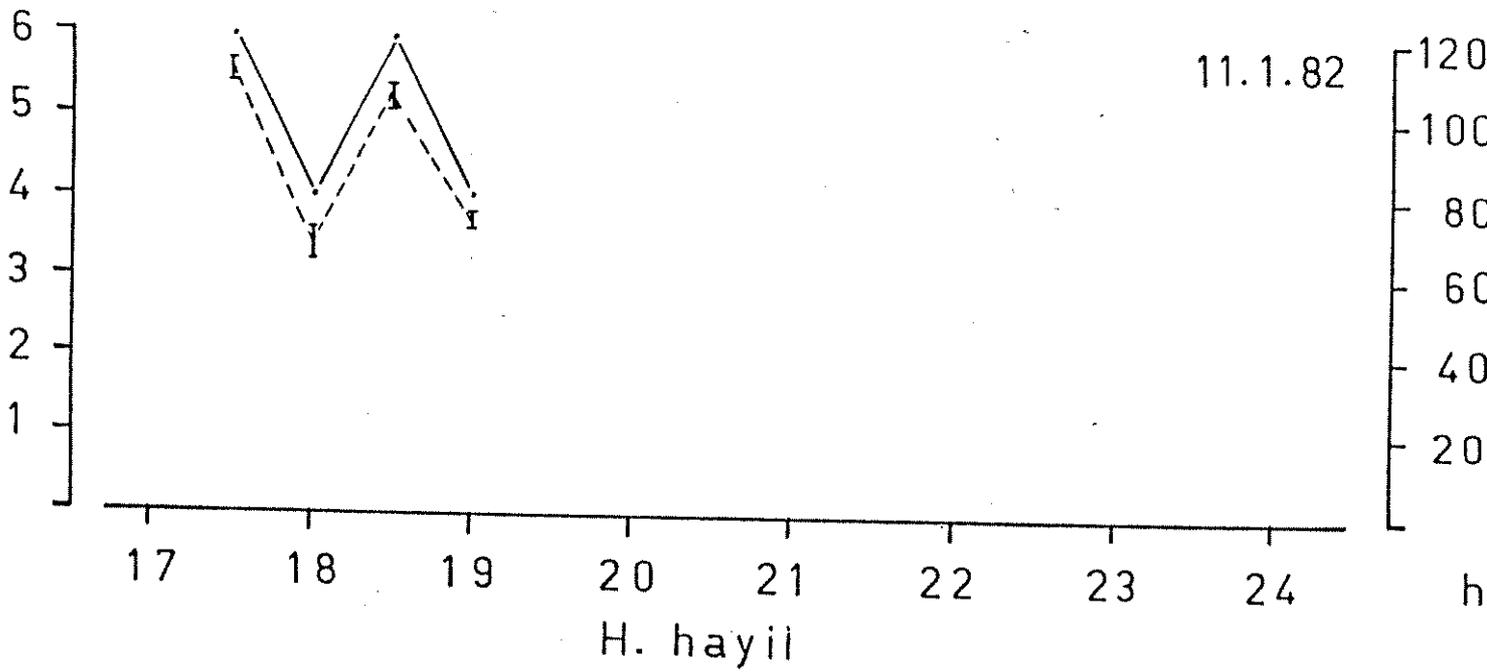
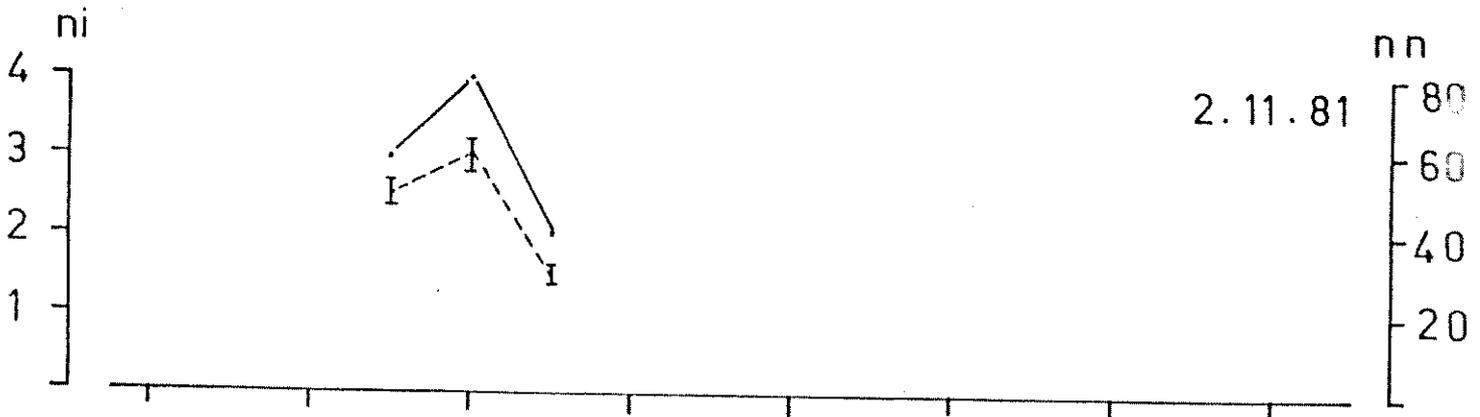
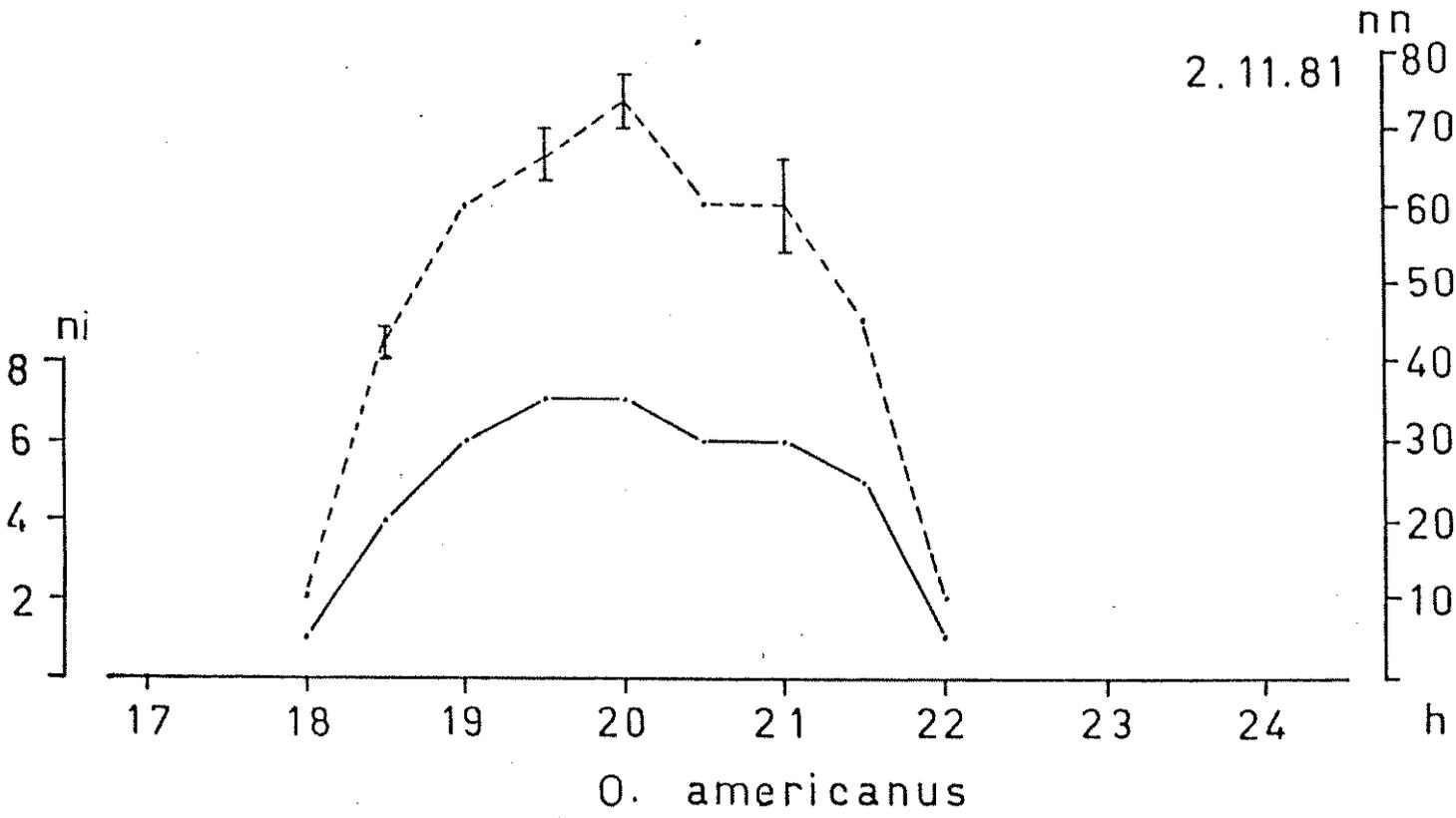
*H. albopunctata*

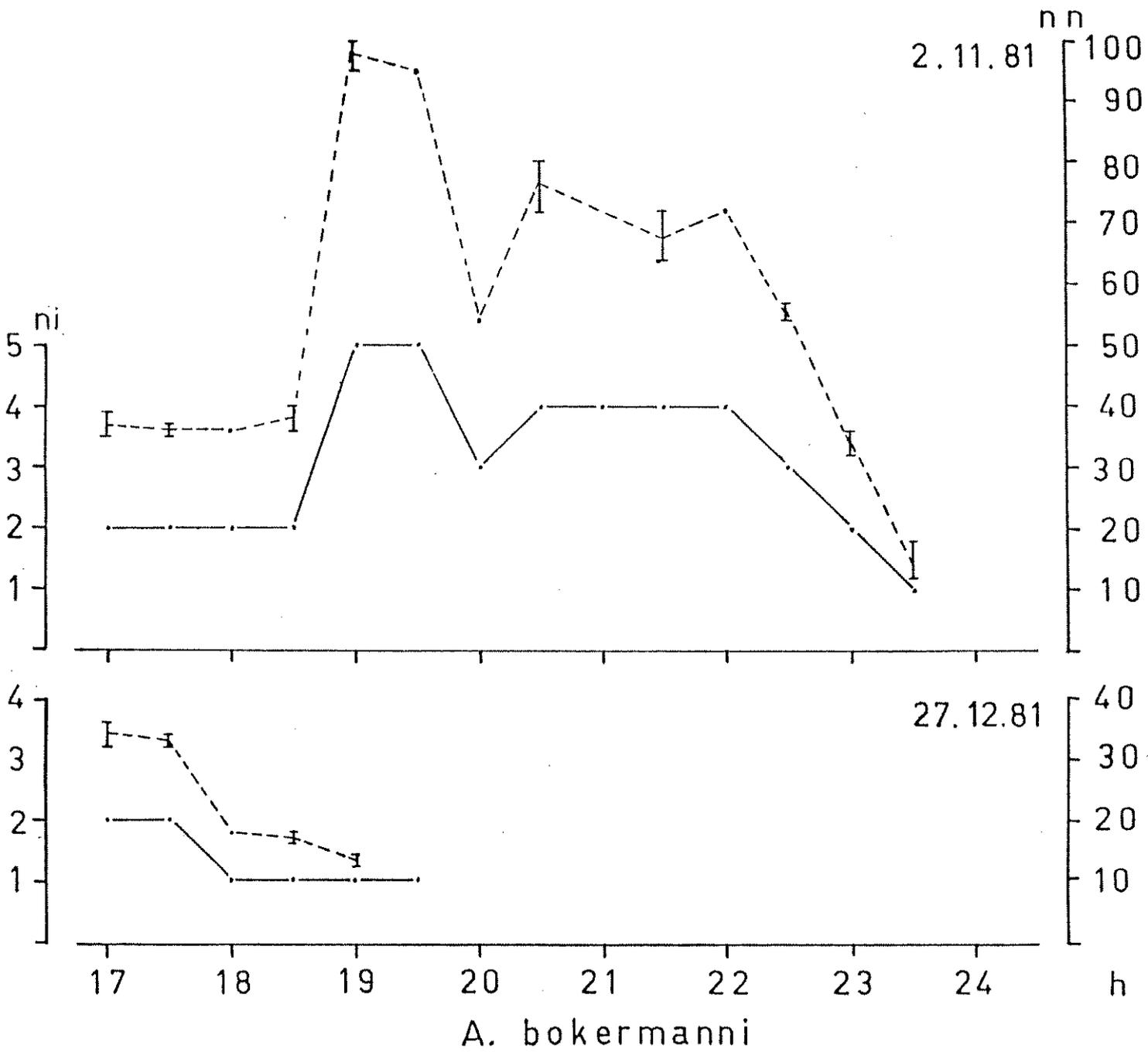
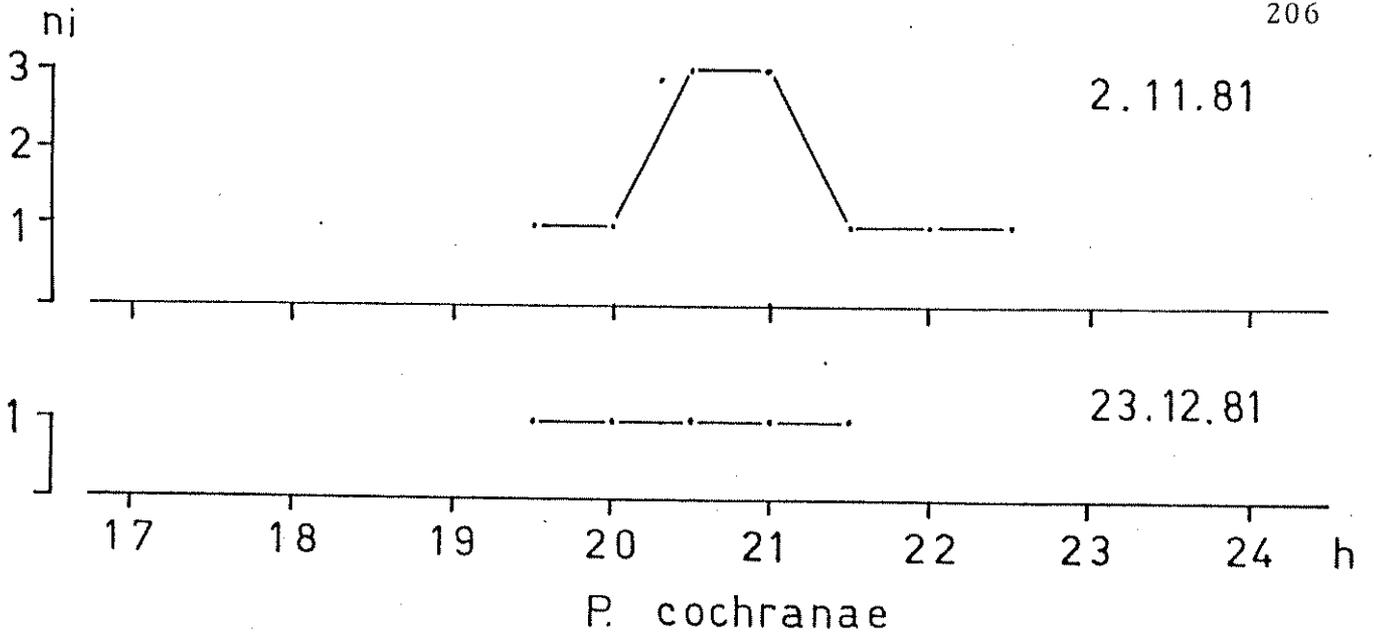
*H. polytaenia*

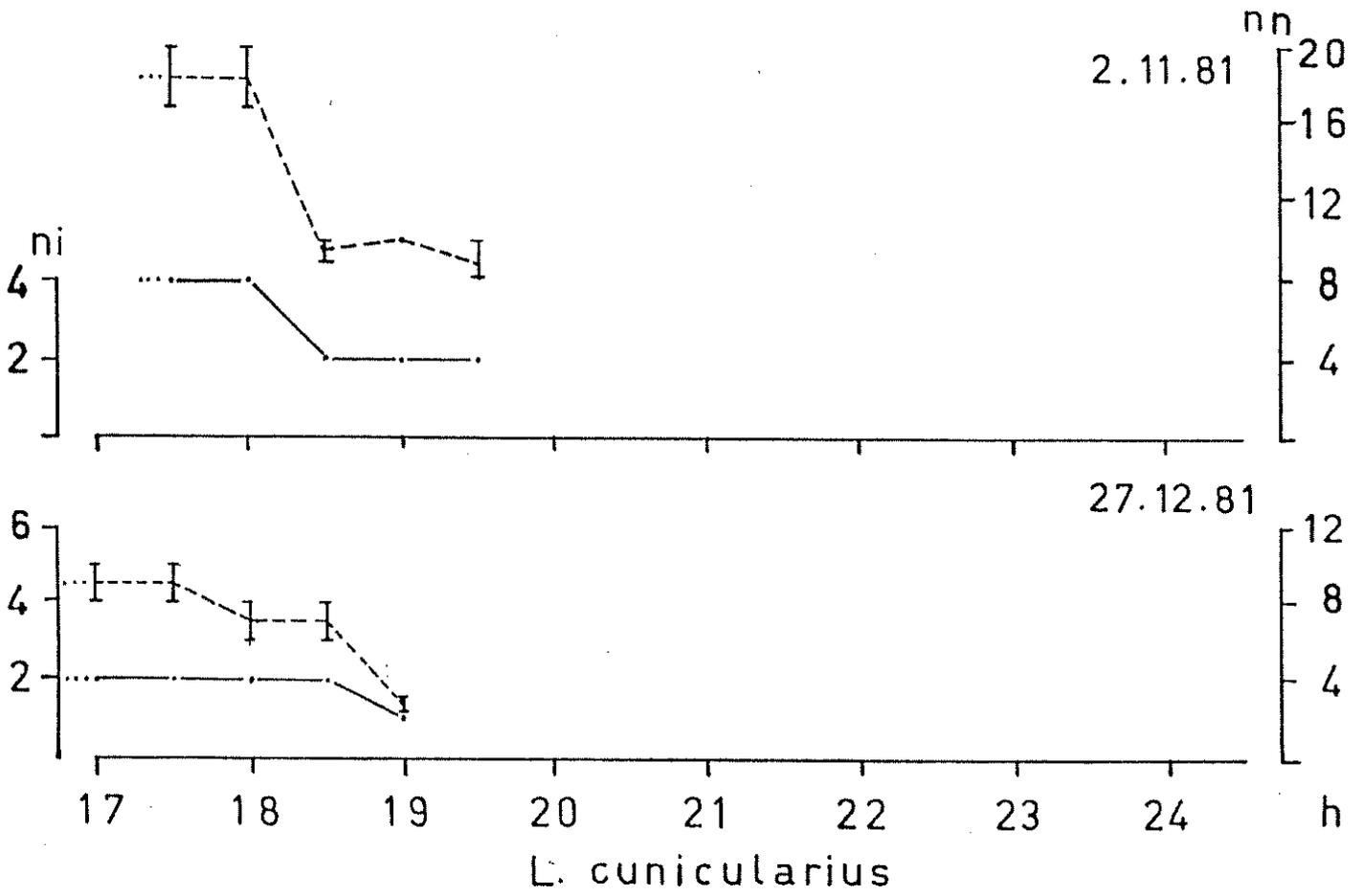
$n_i$  = número de indivíduos, interligado por traços contínuos.

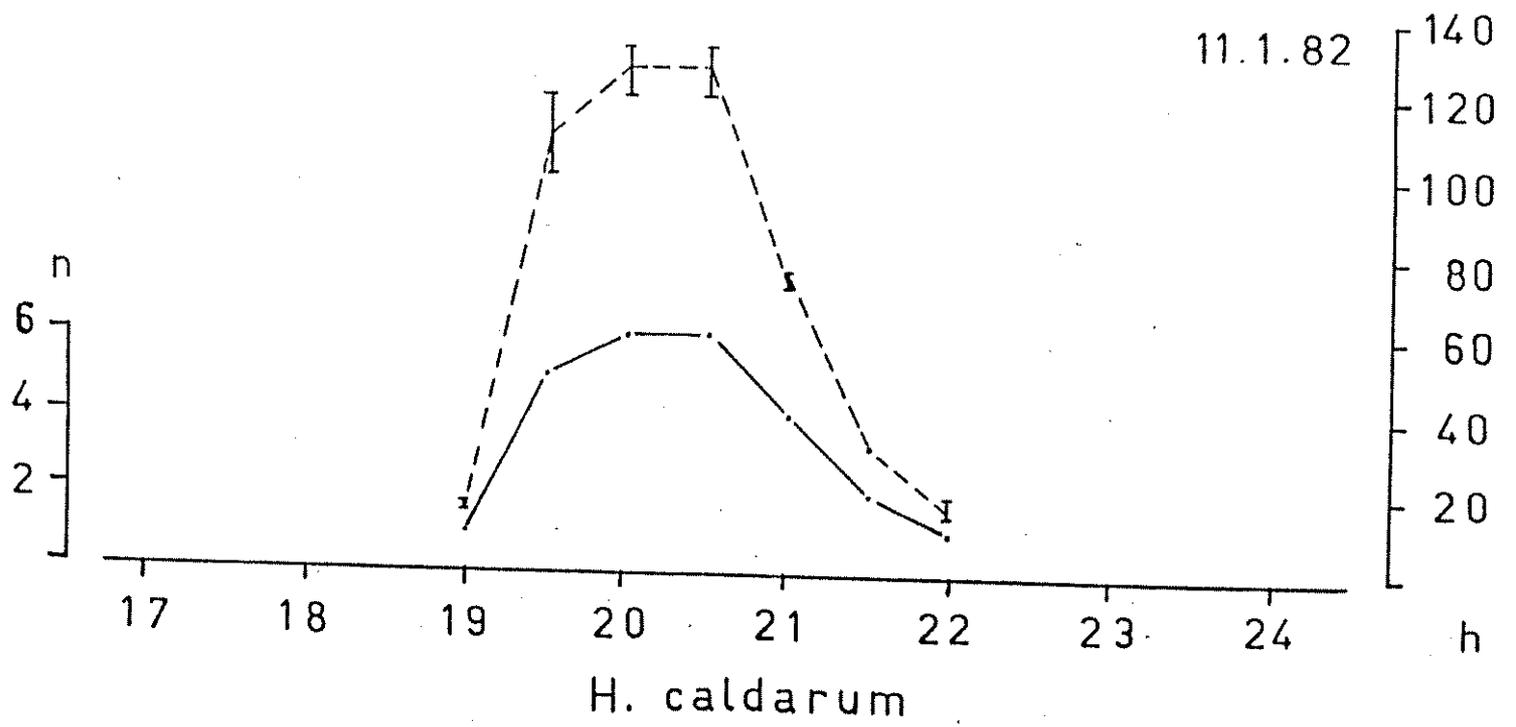
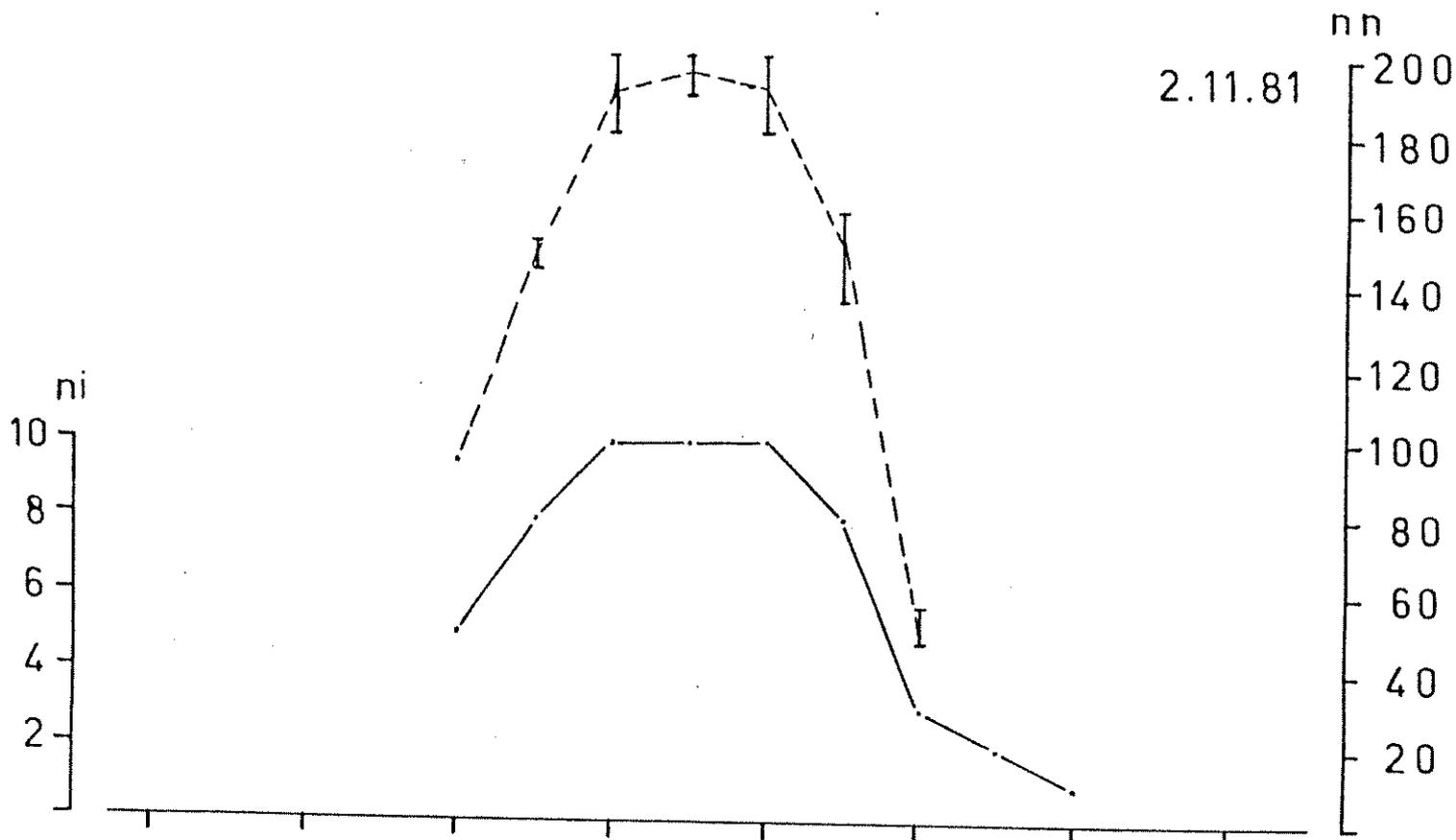
$nn$  = número de notas na população (média e amplitude - indicada nos traços verticais), interligado por traços interrompidos.



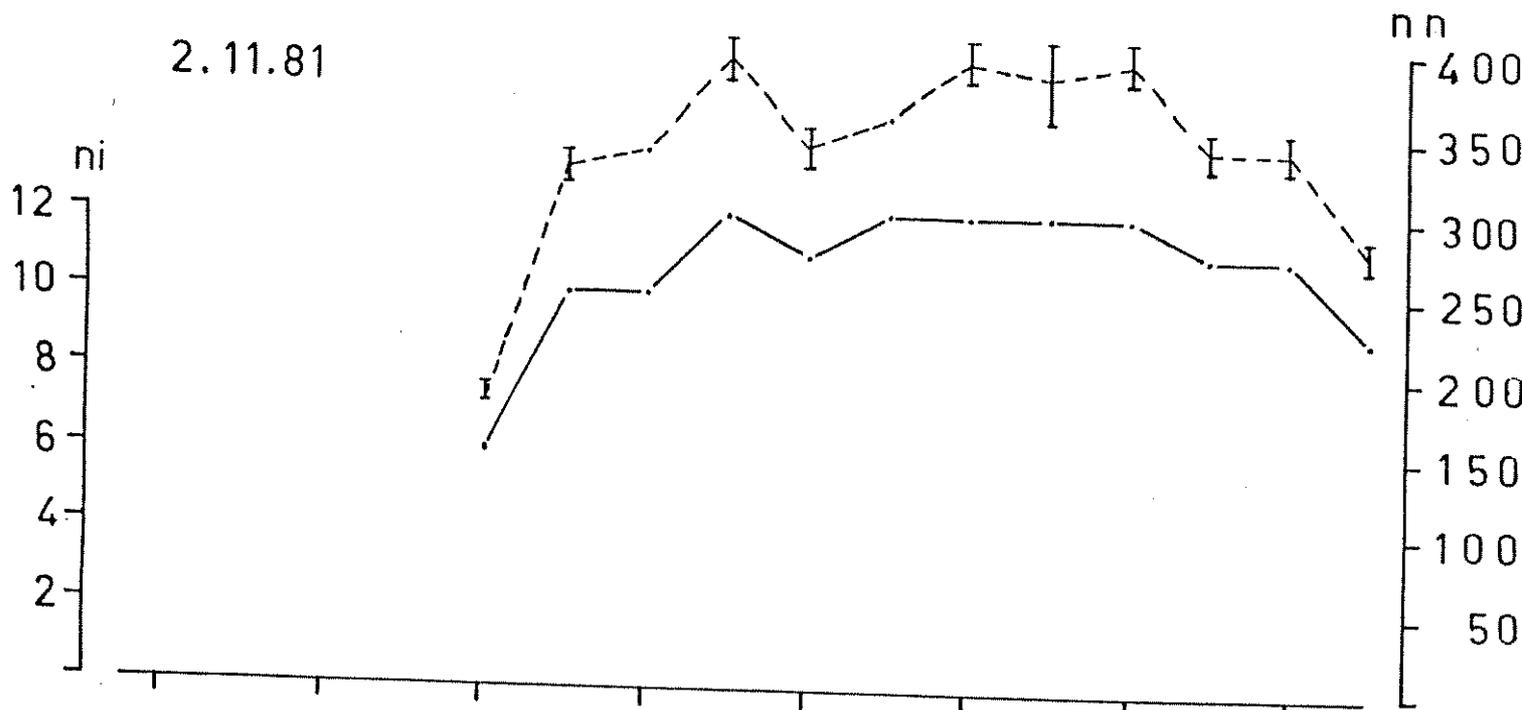




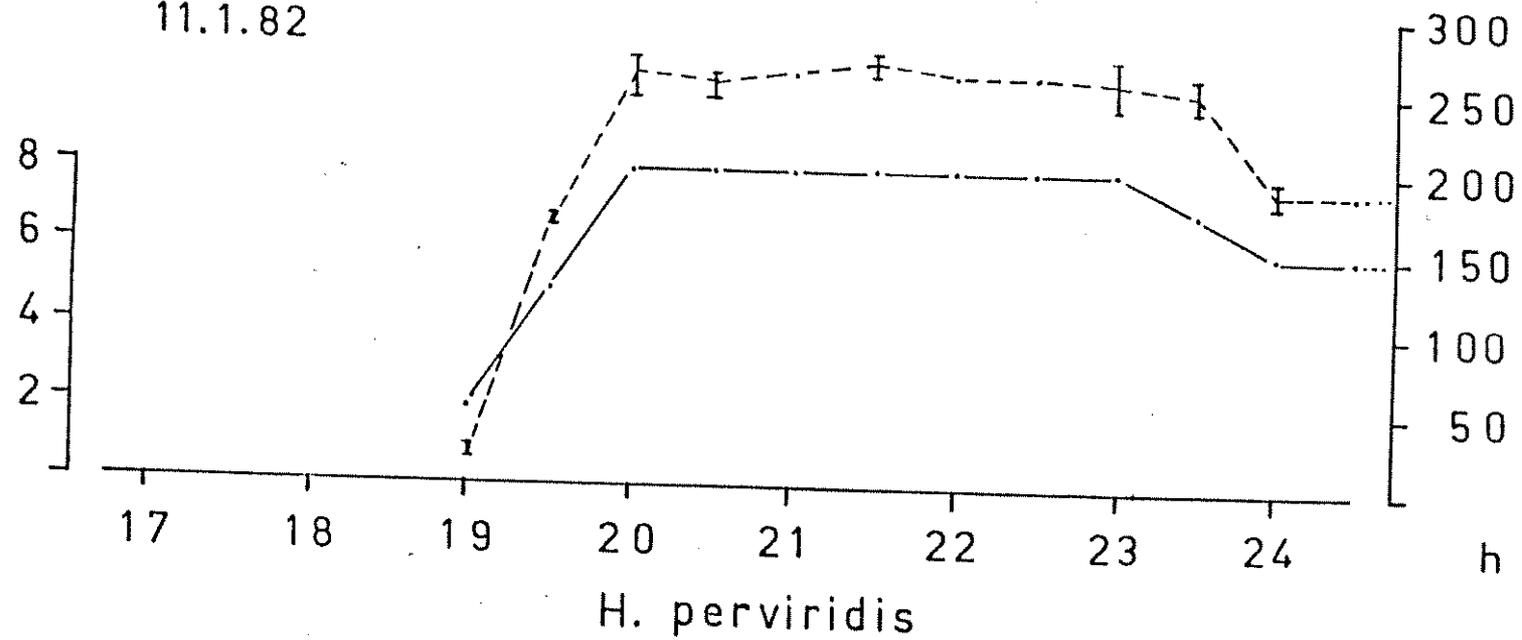




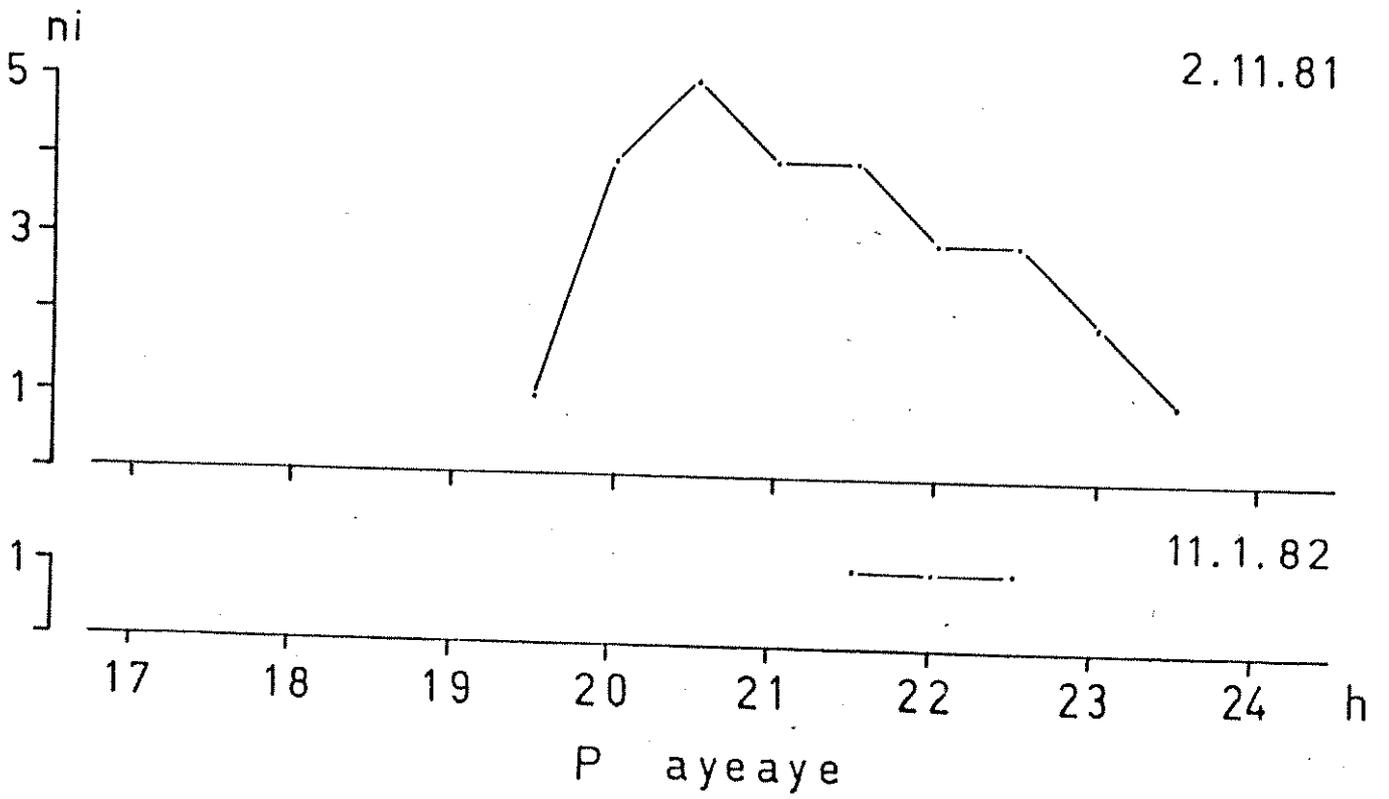
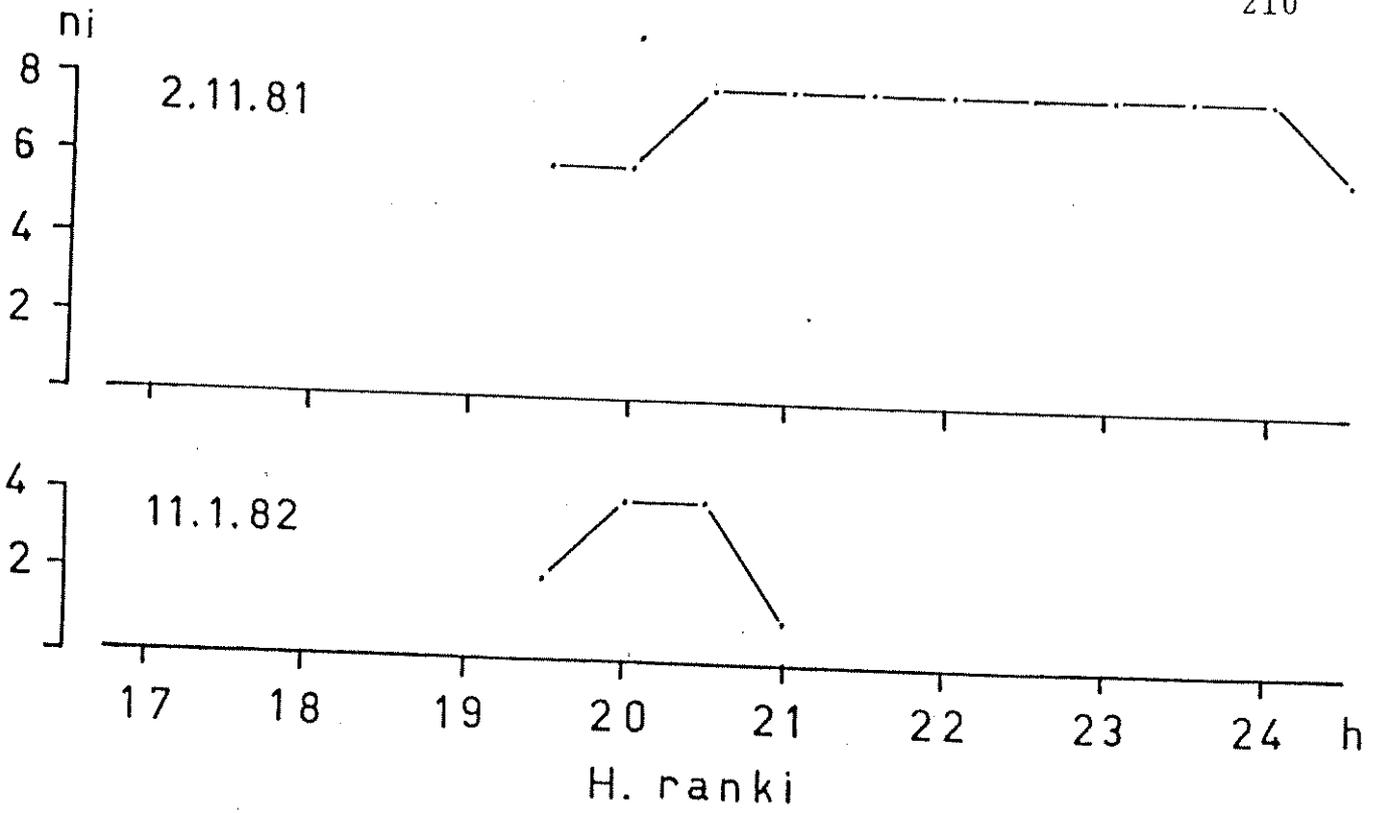
2.11.81

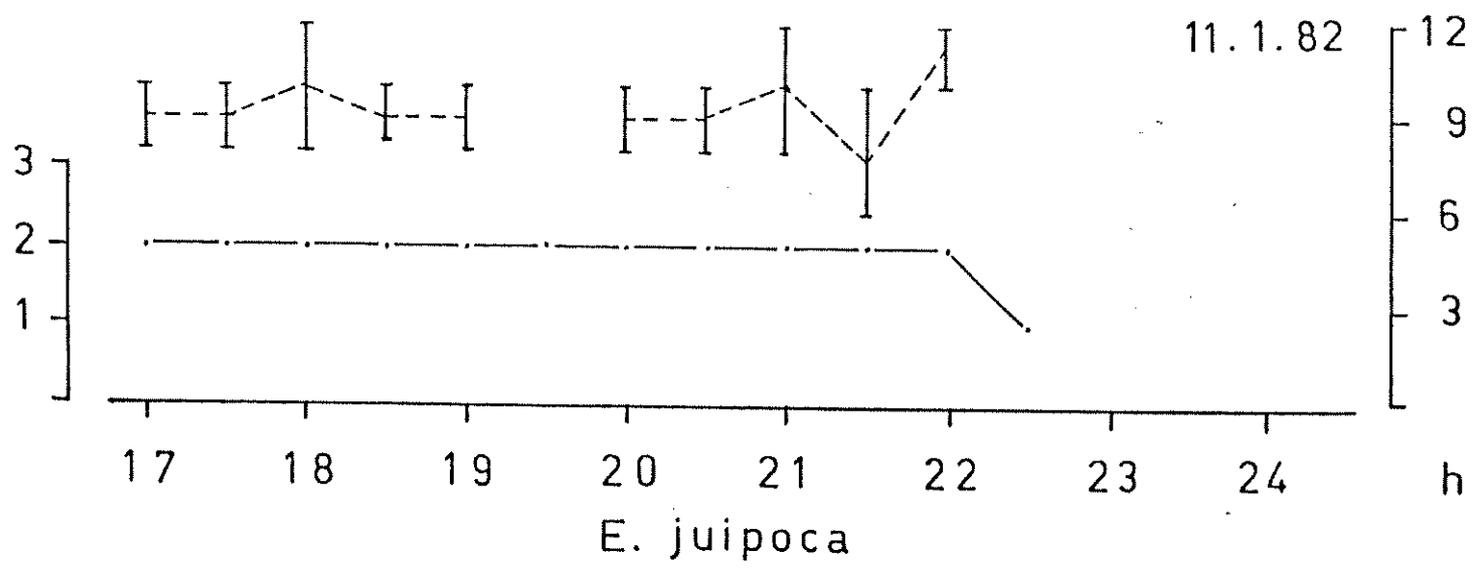
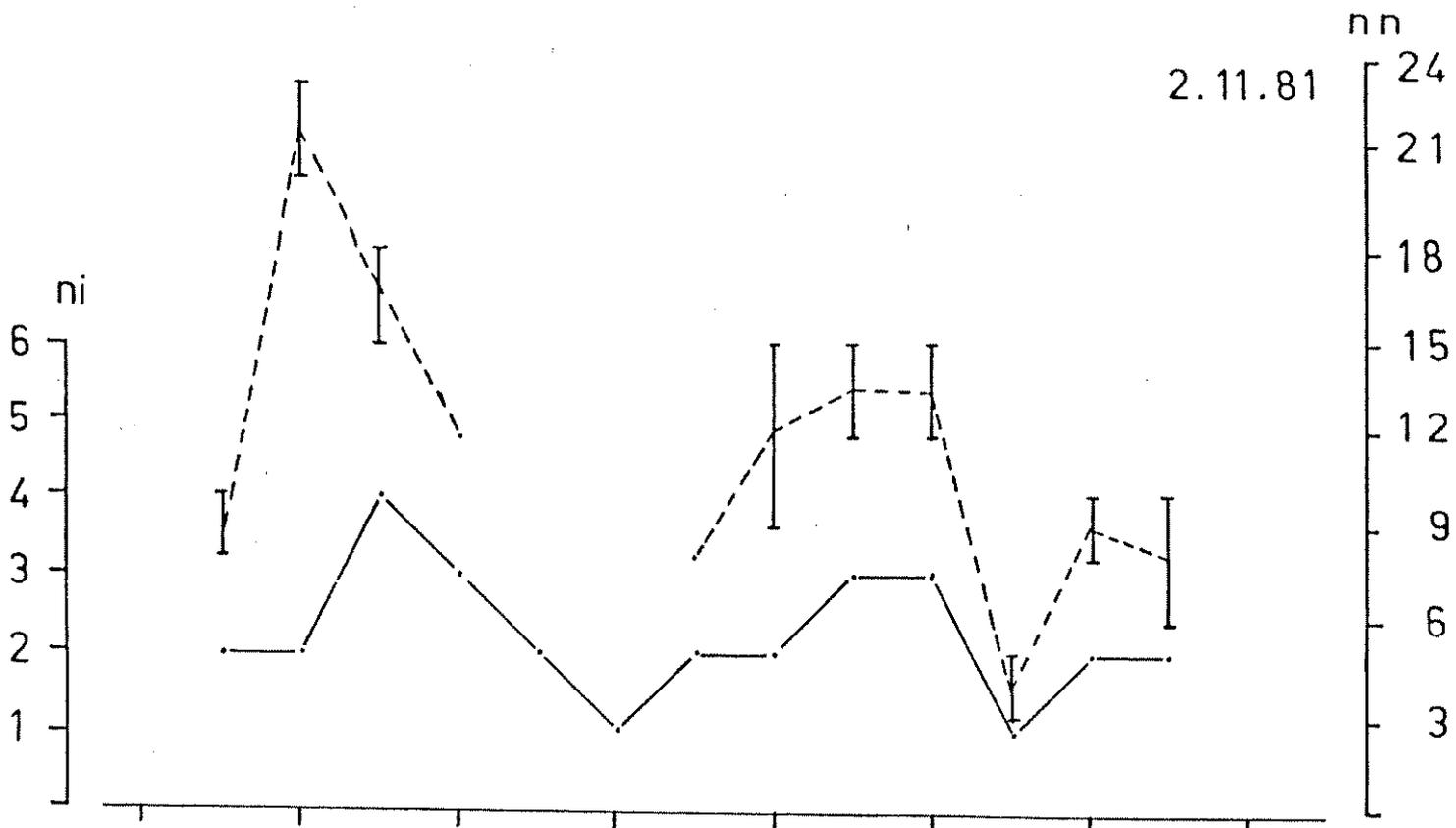


11.1.82



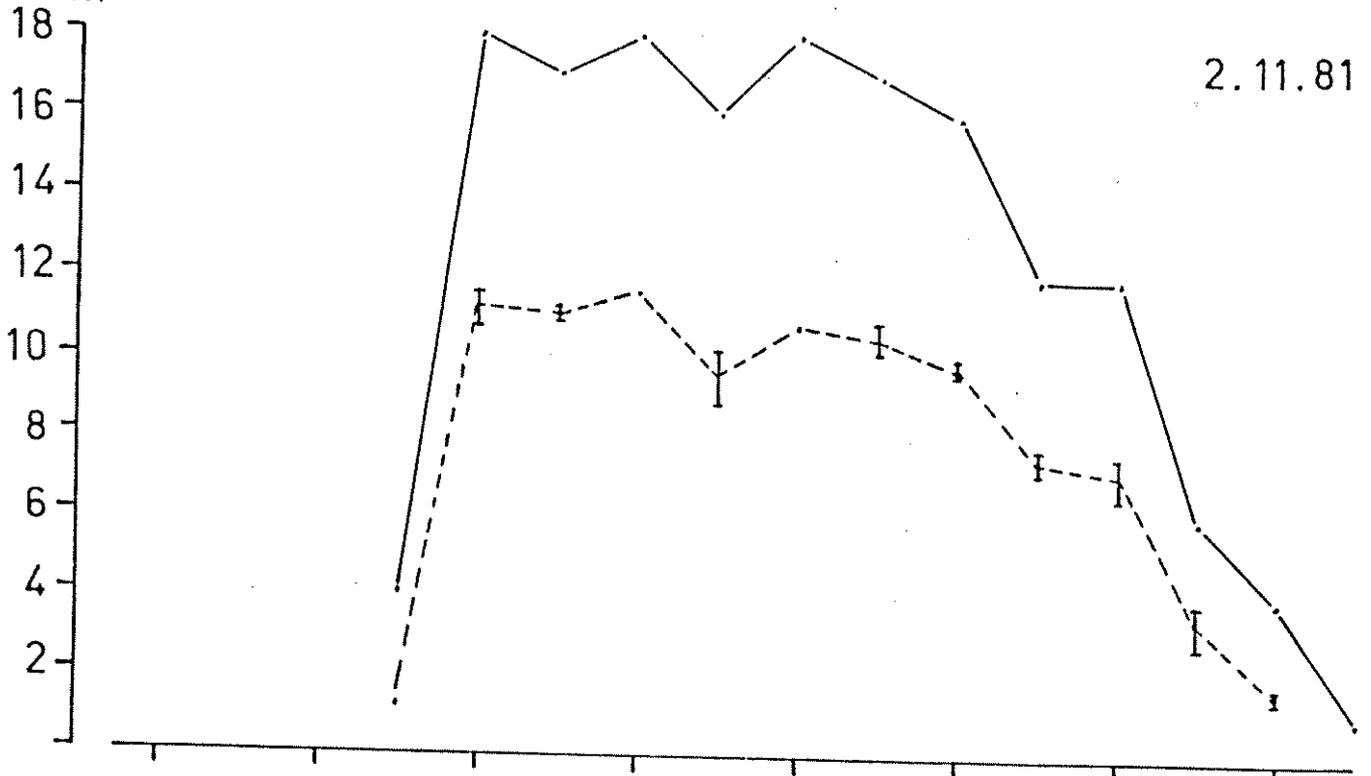
H. perviridis



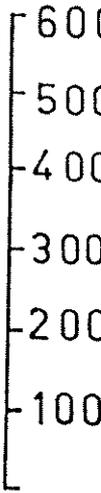


*E. juipoca*

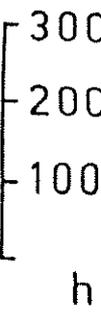
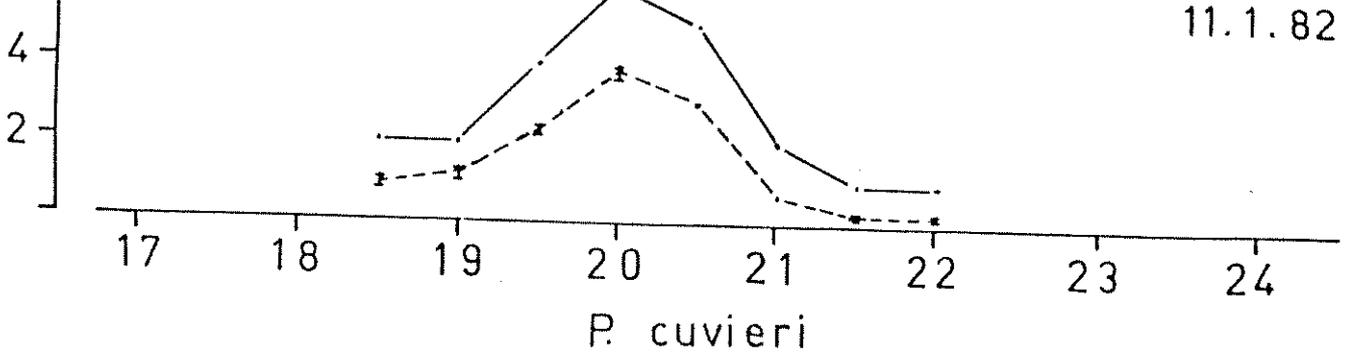
ni

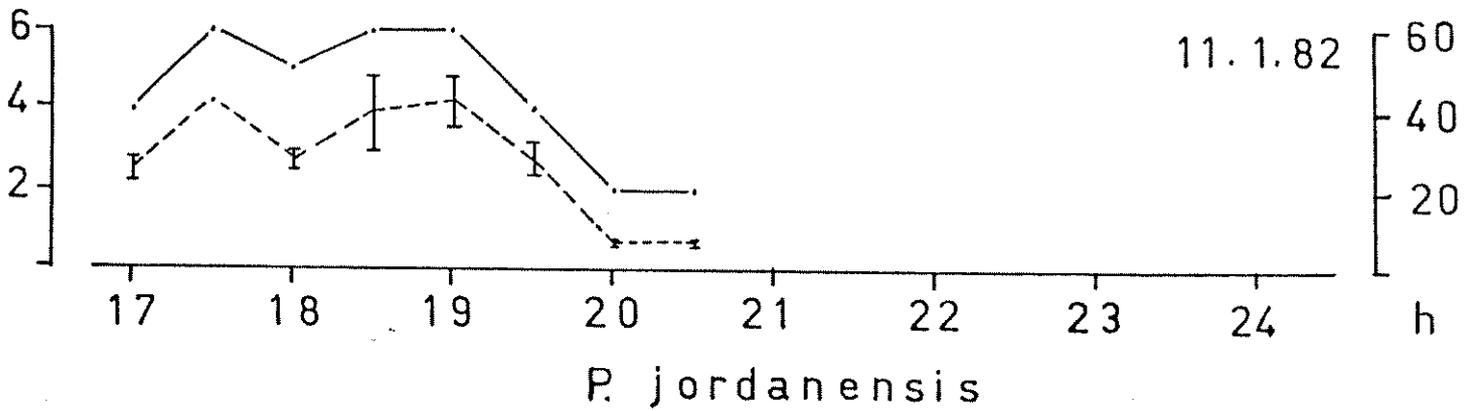
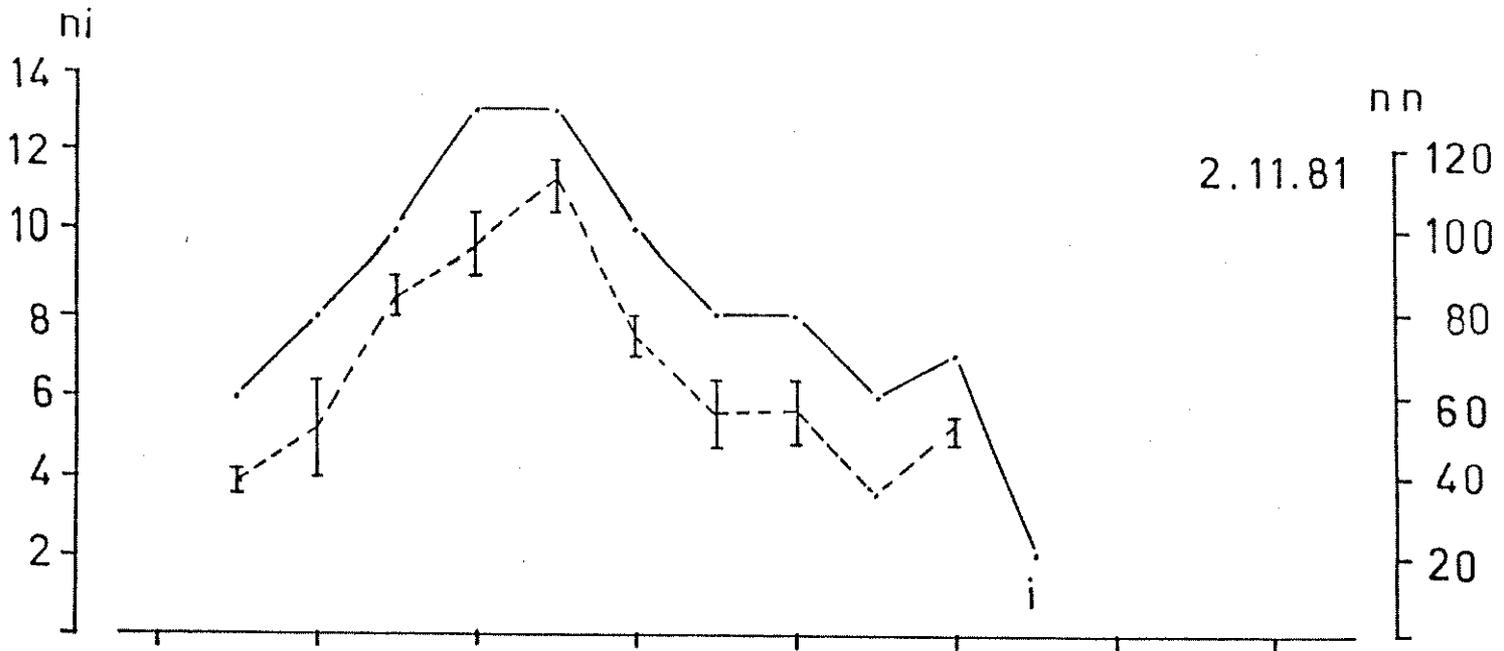


nn

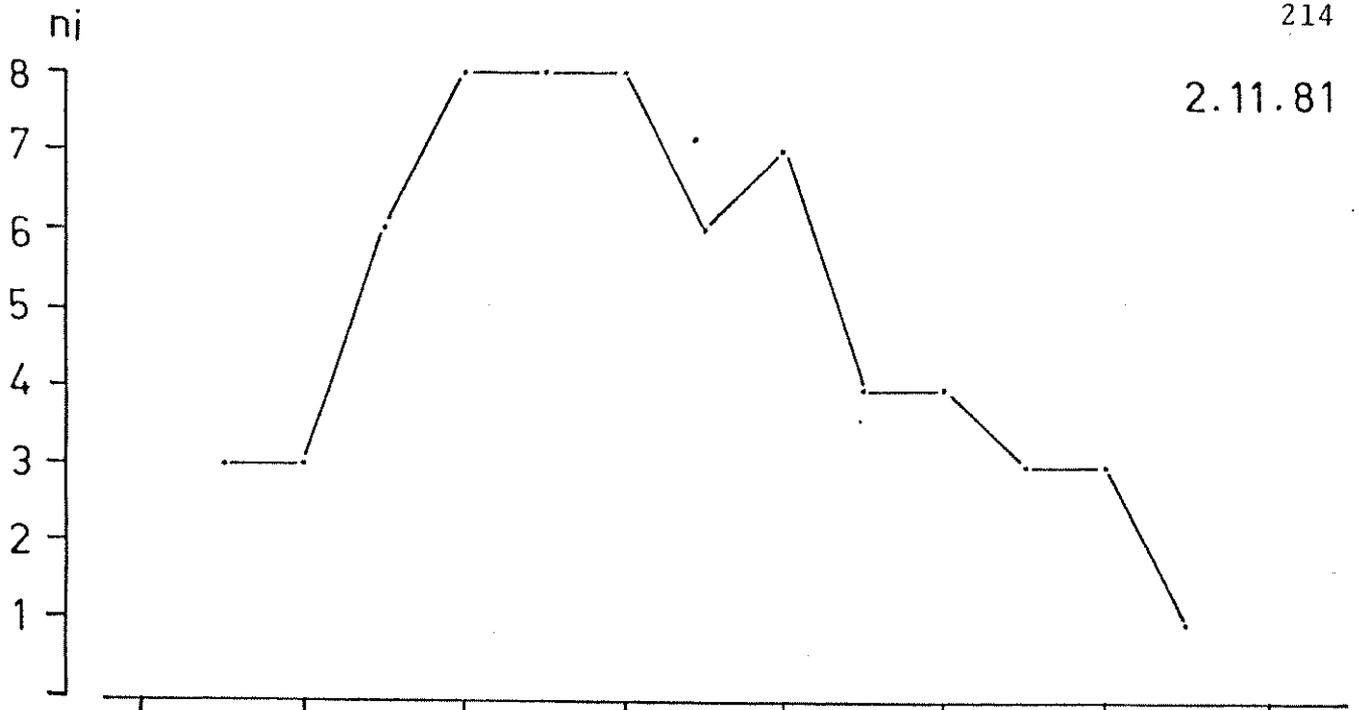


6

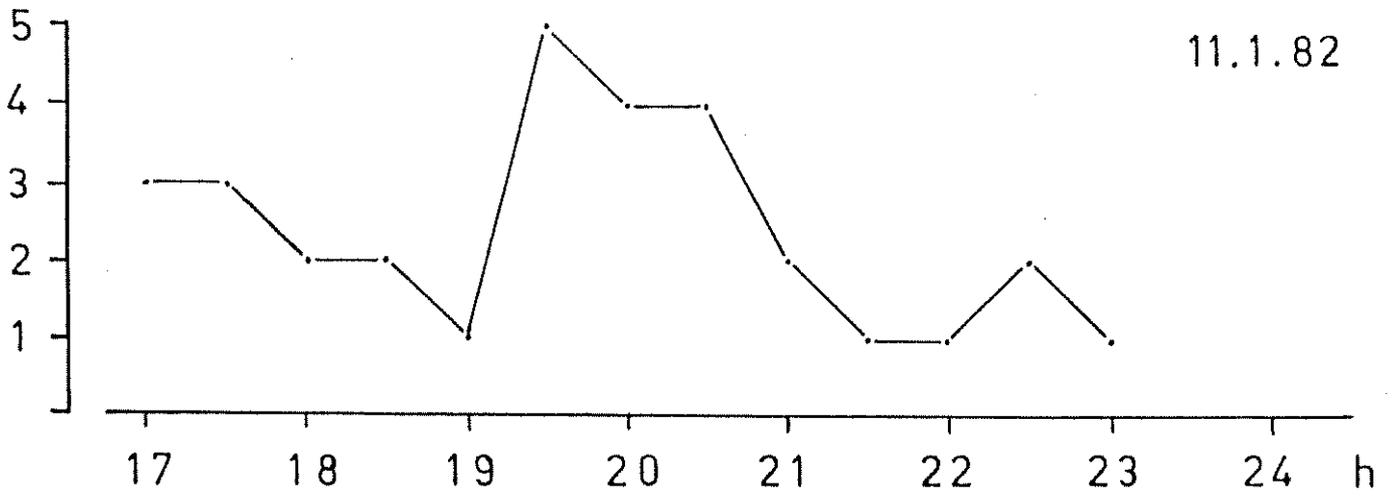




2.11.81

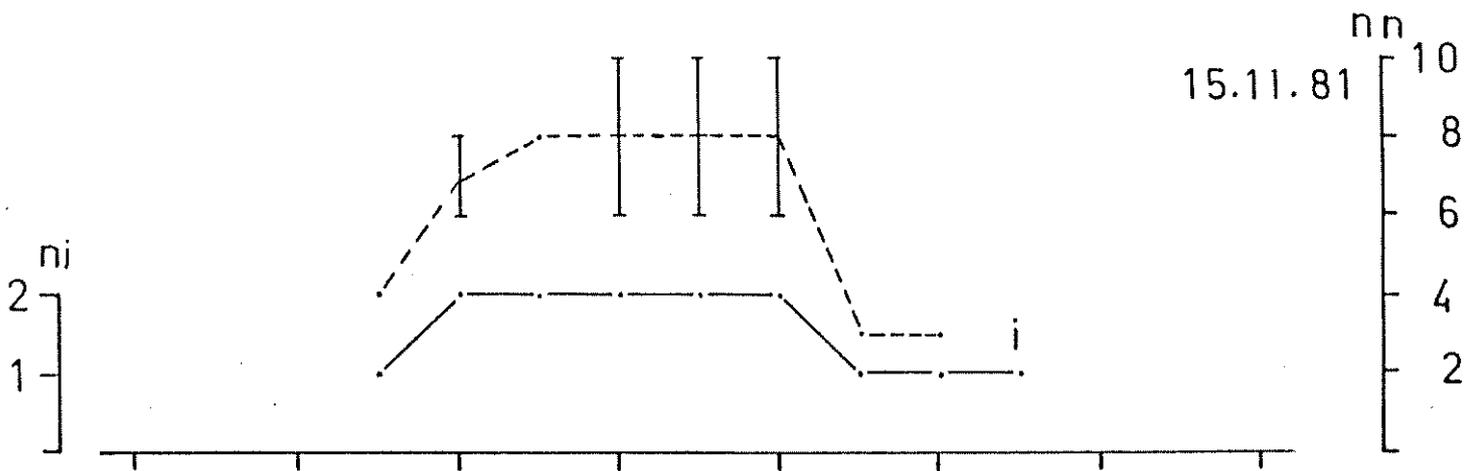


11.1.82

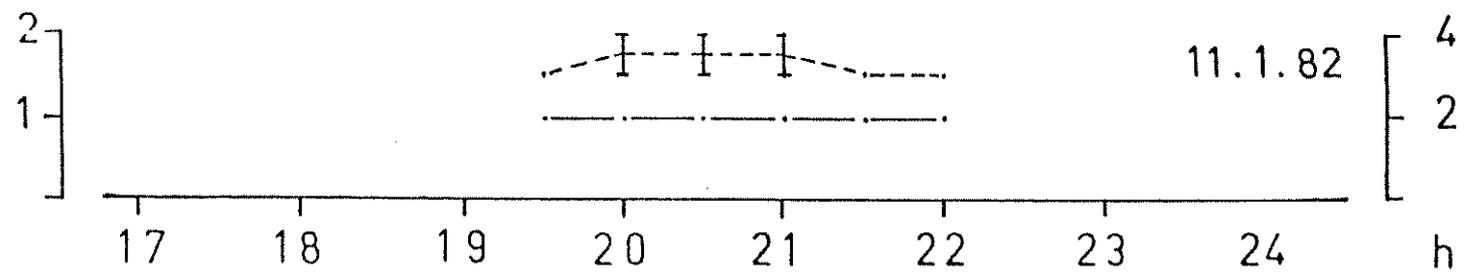


*P. saltica*

15.11.81



11.1.82



*E. ovale*

