

GUILLERMO MARCELO RIVEROS GOMEZ

ETO-ECOLOGIA EVOLUTIVA E ADAPTATIVA DA COMUNICAÇÃO
SONORA EM ANDORINHAS (AVES: HIRUNDINIDAE)
NEOTROPICAIS.

Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida pelo candidato Guillermo Marcelo Riveros Gomez e aprovada pela comissão julgadora.

*Jacques Vielliard
08/07/88*

Tese apresentada à Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Biológicas (Ecologia).

Orientador: JACQUES M.E. VIELLIARD

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

CAMPINAS

1988

AGRADECIMENTOS

A execução desta dissertação foi possível graças à participação de diversos colegas e amigos, aos quais sou grato. Em especial agradeço:

-Ao Dr. Jacques M.E. Vielliard, pelo incentivo, apoio, orientação e amizade, em todas as fases de meu aprendizado no estudo da bioacústica de aves e pela orientação na realização deste estudo.

-Aos Profs. Wesley R. Silva, Luiz D. Marcondes Machado, Ismael Gioia, Pierre Montouchet, Ivan Szizima, Adão Cardoso, Celio Haddad e Urara Kawasoe, pelo incentivo amizade e apoio na minha formação como doutor.

-Aos Drs. Elenice A. Moraes Ferrari, Roberto Cavalcanti, Edwin Willis e Helmut Sick pela leitura do manuscrito e sugestões apresentadas e pela sua participação no exame prévio.

-À minha amiga Cecília Copi pela ajuda desinteressada na correção do Português, suas valiosas sugestões e pelo apoio e amizade durante minha permanência no Brasil.

-Aos Profs. Olga Arellano S., Sylvia Cuevas O. e Hugo Rubio por permitirme a possibilidade de obter o grau de doutor através da autorização de afastamento da Universidade na qual trabalho.

-Ao Dr. Ubiratam D'Ambrosio pela sua invitation de vir ao Brasil (UNICAMP), para realizar estudos de Pós-graduação em Ecologia.

-Às administrações das fazendas Rio Claro (Lencóis Paulista), Santa Maria (Campinas) e a Estação Experimental de Itirapina pela permissão e facilitação de acesso a áreas de estudo pertencentes a ditos locais.

-À minha família Maria Mercedes, Bárbara e Andrés, pelo sacrifício, apoio moral e incentivo doméstico.

-À CAPES (Coordinação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa consediada.

-Aos Profs. e funcionários do Departamento de Zoologia e do Instituto de Biologia da UNICAMP, pelo auxílio no trabalho formação e amizade.

~~-Aos meus colegas do curso de Pós-graduação em Ecologia~~
pela sua amizade, incentivo e apoio com que eles me distinguiram durante os três anos de permanência no Brasil.

ÍNDICE.

1.	RESUMO E SUMMARY	1
2.	INTRODUÇÃO.	6
2.1	Vocalizações como sinais de comunicação.	6
2.2	Fontes ecológicas da seleção das emissões sonoras.	7
2.3	Fatores bióticos.	9
2.4	Antecedentes biológicos e bioacústicos das andorinhas.	10
2.5	Objetivos.	15
3.	MÉTODO	16
3.1	Levantamento do repertório vocal e circunstâncias biológicas em que foram emitidas as vocalizações.	16
3.1.1	Locais para coleta de dados.	16
3.1.2	Indivíduos estudados.	18
3.1.3	Registros dos comportamentos.	19
3.1.4	Gravações.	22
3.2	Análise e classificação do repertório vocal.	23
3.2.1	Análise das gravações: sonogramas.	23
	A) Definições de termos.	
	B) Medições.	
3.2.2	Classificação do repertório.	26
4.	RESULTADOS	27
4.1	Biologia reprodutiva de <i>Notiochelidon cyanoleuca</i> .	27
4.1.1	Formação de casais	28
4.1.2	Construção do ninho.	29
4.1.3	Incubação.	31

4.1.4 Alimentação de ninhegos.	31
4.1.5 Cuidados parentais depois que os filhotes abandonaram o ninho.	32
4.1.6 Horário de atividades.	33
4.2 Considerações biológicas sobre outras espécies abordadas neste estudo.	34
4.3 Vocalizações.	36
4.3.1 Estrutura e classificação das notas.	37
4.3.1.1 Notas.	37
4.3.1.1.1 Notas melódicas.	37
4.3.1.1.2 Notas roucas.	44
4.4 Repertório vocal.	47
4.4.1 Repertório vocal de <i>Notiochelidon cyanoleuca</i> .	47
A) Canto.	
B) Grito de cortejo.	
C) Grito de contato pousado.	
D) Grito de contato em vôo.	
E) Gritos de contato de filhotes e juvenis.	
F) Grito de solicitação de ninhegos.	
H) Assobio.	
I) Grito de advertência.	
J) Grito de alarme.	
4.4.2 Vocalizações das outras espécies consideradas neste estudo.	63
4.4.2.1 Vocalizações de <i>Iachycineta leucorrhoa</i> .	63
A) Canto.	
B) Grito de contato.	

- C) Grito de briga.
- 4.4.2.2 Vocalizações de *Iachycineta albiventer*. 70
- A) Grito de contato.
- B) Grito matinal.
- C) Grito de alarme.
- 4.4.2.3 Vocalizações de *Stelgidopteryx ruficollis*. 73
- A) Canto.
- B) Grito de contato.
- C) Grito de contato de ninhegos.
- D) Grito de solicitação.
- E) Grito de alarme.
- 4.4.2.3 Vocalizações de *Phaeoprosne tapera*. 79
- A) Canto.
- B) Grito de contato.
- C) Grito de alarme.
- 4.4.2.4 Vocalizações de *Progne chalubea*. 82
- A) Canto.
- B) Grito de contato
- C) Gritos de advertência e alarme.
- E) Grito de briga.
- 4.4.2.6 Vocalizações de *Alopocheilidon fucata*. 87
- A) Canto.
- B) Gritos de contato pousado e em vôo.
- C) Grito de alarme.
- D) Grito de reconhecimento do casal.

5.	DISCUSSÃO.	92
5.1	Repertório vocal e suas funções.	92
5.2	Estrutura.	97
5.3	Classificação das vocalizações em relação ao comportamento.	98
5.3.1	Função das vocalizações das sete espécies de Hirundinidae estudadas.	100
5.3.1.1	Vocalizações de reconhecimento.	100
5.3.1.2	Gritos coesivos.	104
5.3.1.3	Gritos de solicitação.	107
5.3.1.4	Gritos hostis.	109
5.3.1.5	Gritos relacionados com a reprodução.	111
	A) Grito de cortejo.	
	B) Assobio.	
	C) Grito de revezamento ou reconhecimento do casal.	
5.4	Gradientes de relação estrutura-função.	115
5.6	Ontogênese dos gritos de contato.	120
5.7	Derivação das vocalizações de <i>Notiochelidon cyanoleuca</i> e sua relação com as outras espécies.	122
6.	CONCLUSÕES.	130
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	132
8.	APENDICE I.	138

ÍNDICE DAS TABELAS.

Tabela I. Características das notas melódicas dos tipos M-A, B, C e D com as medidas de frequência (Hz) duração (ms) e presença de harmônicos.	48
Tabela II. Características das notas roucas R-1, R-2 e R-3 com as medidas de frequência (Hz), duração (ms) e presença de harmônicos.	41
Tabela III. Número e tipos de vocalizações para as sete espécies estudadas.	45

ÍNDICE DO MAPA.

Mapa I. Localidades de estudo dentro do Estado de São Paulo	17
---	----

ÍNDICE DAS FIGURAS.

Fig. 1 Folha de campo utilizada para registrar as vocalizações e comportamentos.	21
Fig. 2 Número médio de cantos emitidos por <u>Notiochelidon cyanoleuca</u> nos diferentes meses do ano.	50
Fig. 3 Gradientes estrutura-função do repertório de <u>Notiochelidon cyanoleuca</u> .	119

ÍNDICES DAS PRANCHAS.

Prancha I. Representação gráfica da classificação das melódicas: A) notas M-A1, M-A2 e M-A3; B) notas M-A4 e C) notas M-B1.	42
Prancha II. Representação gráfica da classificação das notas melódicas: A) notas M-C1 e M-C2, B) notas M-C3 e M-D1 e C) notas M-D2.	43

Prancha III.	Representação gráfica da classificação das notas roucas: A) R-1, B) R-2 e C) R-3.	46
Prancha IV.	Vocalizações de <i>Notiochelidon cyanooleuca</i> : A, B e C.- Cantos de três indivíduos diferentes.	58
Prancha V.	Vocalizações de <i>Notiochelidon cyanooleuca</i> : A) grito de cortejo, B) revezamento e C) solicitação.	59
Prancha VI.	Vocalizações de <i>Notiochelidon cyanooleuca</i> : A) e B) gritos de contato de filhotes e C) juvenis.	60
Prancha VII.	Vocalizações de <i>Notiochelidon cyanooleuca</i> : A) grito de contato pousado e B) grito de contato em voo.	61
Prancha VIII	Vocalizações de <i>Notiochelidon cyanooleuca</i> : A) grito de alarme, B) advertência e C) assobio.	62
Prancha IX.	Vocalizações de <i>Tachycineta leucorrhoa</i> : A) canto, B) canto emitido depois do "play-back".	67
Prancha X.	Vocalizações de <i>Tachycineta leucorrhoa</i> : A, B e C.- gritos de contato.	68
Prancha XI.	Vocalizações de <i>Tachycineta leucorrhoa</i> : A) grito de alarme e B) grito de briga.	69
Prancha XII.	Vocalizações de <i>Tachycineta albiventer</i> : A) grito de contato, B) grito de alarme e C) matinal.	72

Prancha XIII	Vocalizações de <i>Stelgidopteryx ruficollis</i> :	77
	A) canto e B) canto emitido depois do "play-back".	
Prancha XIV.	Vocalizações de <i>Stelgidopteryx ruficollis</i> :	78
	A) grito de contato pousado e em voo,	
	B) grito de contato de filhotes e C) solicitação.	
Prancha XV.	Vocalizações de <i>Phaeoprogne tapera</i> :	81
	A) canto, B) grito de contato e C) grito de alarme.	
Prancha XVI.	Vocalizações de <i>Progne chalybea</i> :	85
	A) canto e B) canto emitido depois do "play-back".	
Prancha XVII	Vocalizações de <i>Progne chalybea</i> :	86
	A) grito de advertência, B) grito de alarme, C) grito de briga, D) e E) grito de contato.	
Prancha XVIII	Vocalizações de <i>Aloeocheilidon fucata</i> :	90
	A) canto, B) canto emitido depois do "play-back".	
Prancha XIX.	Vocalizações de <i>Aloeocheilidon fucata</i> :	91
	A) grito de contato, B) grito de reprodução e C) grito de alarme.	
Prancha XX	Derivação das notas que compõem as emissões vocais do repertório sonoro de <i>Notiocheilidon cyanoleuca</i> .	126

Prancha XXI Vocalizações de contato das espécies: 127

- A) *Iachycineta albiventris*, B) *Iachycineta leucorrhoa*, C) *Stelgidopteryx ruficollis*,
D) *Phaeoerodone tapera*, E) *Progne chalubea*,
F) *Notiochelidon cyanoleuca* e G) *Alopecchelidon fucata*.

Prancha XXII Vocalizações de alarme das espécies: 128

- A) *Stelgidopteryx ruficollis*, B) *Phaeoerodone tapera*, C) *Iachycineta albiventris*, D) *Iachycineta leucorrhoa*, E) *Progne chalubea*,
F) *Notiochelidon cyanoleuca* e G) *Alopecchelidon fucata*.

Prancha XXIII Cantos das espécies: A) *Stelgidopteryx* 129

- ruficollis*, B) *Notiochelidon cyanoleuca*,
C) *Phaeoerodone tapera*, D) *Progne chalubea*,
E) *Iachycineta leucorrhoa* e F) *Alopecchelidon fucata*.

1.0 RESUMO.

O presente trabalho teve por objetivo central o estudo do repertório sonoro e as circunstâncias biológicas em que as vocalizações foram emitidas para as sete espécies de andorinhas comuns da região de São Paulo (*Notiochelidon cyanoleuca*, *Tachycineta leucorrhoa*, *Tachycineta albiventer*, *Ergaticus chalybea*, *Phaeoprogne taera*, *Stelgidopteryx ruficollis* e *Alopochelidon fucata*).

Estas espécies foram consideradas simpátricas e sintópicas por compartilharem os mesmos habitats e espaços aéreos para sua alimentação e reprodução.

Foram descritas, analisadas e classificadas as estruturas físicas de cada uma das vocalizações e comparadas àquelas que tinham uma função biológica comum, estabelecendo-se os graus de similaridade entre elas. Distinguíram-se dois grandes grupos de notas, as notas melódicas que se subdividem em quatro grupos e as notas roucas com três grupos.

Observaram-se um máximo de 10 tipos de vocalizações para *N. cyanoleuca* e um número mínimo de três para *T. albiventer*, para as outras espécies foi observado um número de vocalizações intermediárias.

As diferenças de tamanho do repertório entre *N. cyanoleuca* e as demais espécies de andorinhas consideradas neste estudo podem ser consequência de mecanismos seletivos para evitar interferências na comunicação dentro de cada espécie.

As categorias funcionais foram estabelecidas com base nas características funcionais e também estruturais das vocalizações. Foram determinadas cinco categorias funcionais: 1) vocalizações de reconhecimento (canto), 2) gritos coesivos (gritos de contato pousado e em voo), 3) gritos de solicitação (ninhos), 4) gritos hostis (gritos de alarme e advertência) e 5) gritos relacionados com a reprodução (cortejo, assobio e reconhecimento do casal).

Ao associar as estruturas das notas das vocalizações de *N. cyanoleuca* e as funções das emissões vocais, pode-se distinguir um eixo de variação não contínua que correspondem à integração dos parâmetros estrutural e funcional, estabelecendo-se uma equivalência entre estrutura e função.

Estabeleceu-se a ontogênese das vocalizações de contato de *N. cyanoleuca* e *S. ruficollis* determino-se as transformações por que passa este tipo de grito, desde a fase de filhote até adulto.

Ao observar a derivação das diferentes vocalizações que compõem o repertório de *N. cyanoleuca* notamos que as vocalizações relacionadas com as diferentes fases da reprodução são formadas por notas roucas. Ao avaliar as derivações das notas vemos que existe uma relação estreita entre os comportamentos realizados na emissão de cada vocalização e as estruturas que compõem tais vocalizações. Assim podemos citar que os gritos de coesivos são compostos por notas M-B1 e M-C1, os gritos de solicitação, reconhecimento do casal e cortejo por notas R-1 e R-2 e os de conflito por M-C3.

Se relacionarmos todas as estruturas das vocalizações das espécies estudadas, observaremos que os gritos de função similar tem estruturas similares como nos casos dos gritos de contato, solicitação, alarme e advertência.

SUMMARY

The central purpose of this study was the examination of the vocal repertoires of seven species of swallows (*Notiochelidon cyanoleuca*, *Tachycineta leucorrhoa*, *Tachycineta albiventer*, *Progne chalybea*, *Phaeoprogne tapera*, *Stelgidopteryx ruficollis* e *Alopochelidon fucata*) and the biological contexts in which they were employed in the region of São Paulo. The swallows were considered sympatric and syntopic in that they shared the same habitats and the same aerial areas for feeding and breeding.

The physical characteristics of each vocalization was analyzed, classified and compared with those having a common biological function, thereby establishing the degree of similarity among them. Two major categories of notes were identified: the melodic notes (further sub-divided into four groups) and the husky notes (three groups).

A maximum of 10 types of vocalizations were registered in *N. cyanoleuca* whereas only 3 were detected in *T. albiventer*. Intermediate numbers of vocalizations were observed for the other species. The larger repertoire of *N. cyanoleuca* compared with the other swallow species studied may be the result of selection for avoidance of interference in communication within species.

Functional categories were established using behavioral criteria and structural characteristics of vocalizations. Five such categories were recognized: 1) recognition song, 2) cohesive calls (calls for perching contact and flocking), 3) begging calls (nestlings), 4) aggressive calls (warning and alarm calls) and 5) calls related to breeding (courtship,

hiss and mate recognition calls).

When the note structures of vocalizations of *N. cyanoleuca* and the functions of vocalizations are associated, it is possible to distinguish two axes of non-continuous alteration which correspond to the structural and functional axes defining the relationship between structure and function. It was established that the contact vocalizations in *N. cyanoleuca* and *S. ruficollis* change continuously during their ontogeny between the nestling and adult phases.

From analyses of the derivation of different vocalizations of *N. cyanoleuca*, it is apparent that vocalizations associated with reproductive activities are only composed of husky notes. Depending upon the derivation of the notes, there is a relation between the behavior undertaken when the note is produced and the acoustic structure of the vocalization. Hence, cohesive calls are formed by M-B1 and M-C1 notes, breeding calls by husky notes R-1 and R-2, and the aggressive calls are formed by M-C3.

When all the structures of species vocalizations are related, it is observed that calls of similar function have similar structures, as in the cases of contact calls, begging calls and warning calls.

2.0 Introdução.

2.1 Vocalizações como sinais de comunicação.

Na maioria das espécies animais o desenvolvimento de diversas funções vitais implica na participação de dois ou mais animais. Esta cooperação entre parceiros é possível graças a uma comunicação por sinais. Na comunicação estão consequentemente implícitos o emissor, o receptor e o sinal. Estes sinais podem ser de origem química, tátil, visual, elétrica e acústica (Leroy, 1979).

A bioacústica, que estuda os diferentes aspectos da comunicação sonora, beneficiou-se com o grande desenvolvimento tecnológico de aparelhos de gravação e análise dos sons, os quais permitem que o sinal de comunicação seja facilmente definido e conservado em termos de parâmetros físicos.

Nas aves, as vocalizações são emissões sonoras produzidas pela siringe. O fato de que estas vocalizações existam como tal nas espécies de aves e que impliquem num determinado consumo de energia, significa que tem uma função biológica.

As vocalizações cumprem fundamentalmente uma função de comunicação (Thorpe, 1961) que em muitas espécies de aves são mais utilizadas que os sinais visuais (Smith, 1963).

O sinal acústico dentro do domínio da zoologia é uma manifestação de um organismo emissor, que solicita a cooperação funcional de um ou vários indivíduos receptores (Leroy, 1979). Os sinais contém mensagens específicas que indicam as ativi-

des que o emissor pode efetuar no momento da emissão ou especificar uma provável mudança destas atividades.

Nas aves o sinal acústico tem como função biológica fundamental o reconhecimento entre os indivíduos de uma mesma espécie, e também desempenha uma função importante na evolução. O sinal acústico, sendo o veículo de uma informação específica, segue uma evolução adaptativa e filogenética e, por isso, tem sido usado cada vez mais para avaliar as relações entre populações ou espécies afins. O sinal acústico que permite este reconhecimento específico entre os indivíduos da mesma espécie é denominado canto; outras funções como cortejo e defesa territorial são subsequentes ao reconhecimento específico (Vielliard, 1986) .

Existem outros sinais sonoros chamados de gritos que tem funções diferentes do canto. Os gritos se relacionam com funções de alarme, contato, localização de filhotes, presença de um predador, etc. Na maioria das aves, os sinais sonoros são integrados a sequências comportamentais complexas. Assim, ao estudar a comunicação sonora específica em aves, deve-se identificar o sinal, verificar sua funcionalidade e delimitar as sequências comportamentais que correspondem à função estudada.

2.2 Fontes ecológicas da seleção das emissões sonoras.

Smith (1963) assinala que em qualquer sistema de comunicação, um dos principais efeitos da seleção natural é a construção de sinais com máxima eficiência. A distância na qual uma

ave é capaz de se comunicar por meio de um sinal vocal depende da taxa de atenuação do som usado, da amplitude do som na fonte, do nível de barulho de fundo do ambiente e da sensibilidade auditiva do receptor (Morton, 1975).

Morton (1977) assinala que os sinais usados por animais a curta distância podem caracterizar-se por ser sinais de alta frequência e de atenuação rápida ou podem ter mudanças fortes de amplitude e modulação. Em contraste sinais usados a longa distância são moldados para uma menor atenuação por pressões seletivas. Marler (1967) assinala que a seleção favorece a diferenciação específica nos sinais de comunicação à longa distância porque outras maneiras de comunicação seriam impossíveis simultaneamente.

Em estudos comparativos usando amostras de sons de aves de espaços abertos, densos e semifechados, Chappuis (1971) e Morton (1975) verificaram que os cantos em espaços abertos apresentam em comum uma modulação rápida e forte, sendo que o espectro de frequências era tanto mais amplo quanto mais aberto era o espaço do habitat. Segundo Morton (1975), para as espécies de espaços abertos a seleção favorece a codificação da informação baseada nos componentes temporais dos sinais sonoros, devido ao padrão temporal permanecer quase inalterado, providenciando assim um meio mais eficiente para a comunicação.

2.3 Fatores bióticos.

O receptor tem um papel muito importante na eficiência da comunicação sonora, pois a recepção do sinal vai depender da distância que o separa do emissor. Leroy (1979) assinala que a relação da posição entre receptor e emissor é que vai determinar a eficiência do sinal acústico. Por outro lado, Marler (1955) afirma que a forma de alguns sinais auditivos está mais estritamente determinada pela sua função.

Os sinais acústicos podem estabelecer uma comunicação com inimigos ou companheiros, entre estes últimos o parceiro sexual, juvenis e outros membros do grupo, mas o fator determinante é a necessidade de diferenciar os sinais daqueles de outras espécies simpátricas (Marler, 1957).

O potencial de localização do som é um fator seletivo da estrutura do som, uma vez que alguns chamados exigem a detecção da direção do emissor, como as emissões territoriais, gritos de contato e gritos de tumultuar o predador "mobbing" (Hansen, 1978).

Marler (1955) foi o primeiro a estudar o potencial de localização do som, assinalando que a localização de um som por um receptor binaural ocorre pela distinção de diferenças de intensidade, de fase de onda sonora e do tempo de recepção nos dois ouvidos. Os sons de difícil localização não permitem a recepção destas diferenças. Os gritos que não informam a posição do emissor são de duração mais longa, não apresentam mudanças

repentinas de frequência e têm formas gradativas na estrutura do som. Marler (1956) assinala que os gritos que devem ser localizáveis a distância têm mudanças repentinas e descontínuas bruscas ao longo de um amplo espectro de frequências transitórias.

A proximidade entre o emissor e o receptor diminui as dificuldades de comunicação; a diferenciação específica é menos importante, pois a possibilidade de erro na identificação do sinal é menor e há possibilidade de se receber sinais de outras modalidades sensitivas, permitindo uma maior exploração de sinais altamente graduados em estrutura no lugar dos sons estereotipados (Marler, 1967).

Collins (1960) descobriu que em espécies sociais, onde há menos limitações físicas quando os indivíduos estão próximos, os sons são governados pelas regras de "estrutura-motivacional". Estas regras relacionam a convergência estrutural de muitos sons de animais nos contextos hostis e amigáveis, em que os sons estridentes, ou seja, de ampla faixa de frequência, são usados em contextos hostis e os sons de altas frequências e de tonalidade pura são usados em contextos amigáveis ou de apaziguamento, representando os extremos de um espectro comportamental (Morton, 1977).

2.4 Antecedentes biológicos e bioacústicos das andorinhas.

As andorinhas (família Hirundinidae) são aves com hábitos muito especializados, que as fazem ser de grande interesse

para estudos sobre evolução adaptativa. Esta família encontra-se distribuída no mundo todo, com 82 espécies divididas em 21 gêneros (Edwards, 1974). Na região neotropical existem 23 espécies (Meyer de Schauensee, 1970) e no Brasil 13 espécies (Pinto, 1944) de andorinhas.

Os estudos realizados neste grupo de aves tem sido relacionados a diversos aspectos da biologia, tais como: morfológicos, fisiológicos, alimentares, reprodutivos, comportamentais, ecológicos e taxonômicos. A maioria destes estudos tem sido realizada em espécies distribuídas em outras regiões biogeográficas. Assim, estudos sobre as andorinhas representam um amplo universo para abordar diferentes tópicos biológicos. Dentre estes tópicos, encontram-se os estudos sobre as manifestações vocais deste grupo de aves, que são desconhecidas nas espécies neotropicais.

Sobre a comunicação sonora nas andorinhas existem poucos estudos que permitam obter generalizações sobre os sistemas de comunicação que elas utilizam. Os estudos tem sido realizados principalmente em dois tópicos: obtenção do repertório vocal de algumas espécies e reconhecimento parental entre filhotes e pais.

O primeiro estudo foi realizado por Samuel (1971) onde ele obteve o repertório vocal de duas espécies: *Hirundo_rustica* e *Hirundo_pyrchonota*. Estes repertórios foram analisados e comparados entre si determinando-se alguns aspectos interessantes como a relação entre o grau de colonialidade e o número de vocalizações do repertório de uma espécie, sendo este maior na

espécie não colonial (*Hirundo_rustica*) e menor na colonial (*Hirundo_erythronota*). Este aspecto também foi verificado nos estudos de Brown (1985), que trabalhou com as mesmas espécies em outras localidades. Ambos autores determinaram quase os mesmos tipos de vocalizações para ambas espécies.

Prodrón (1982) realizou um estudo sobre o regime alimentar as vocalizações de *Hirundo_daurica*, onde determina o repertório vocal para esta espécie e dá uma interpretação biológica a estas emissões. Ele determina que esta espécie teria seis tipos de manifestações vocais diferenciáveis, que comparadas com as vocalizações de outras espécies simpátricas, *Delichon_urbica* e *Hirundo_rustica*, mostraram semelhanças estruturais entre os cantos, gritos de contato, gritos de alarme e gritos de chamados de filhotes.

Brown (1983) obtém o repertório de *Iachycineta_thalassina*, determinando duas classes de vocalizações: "chee-chee calls" e "twitter calls". Cada uma destas classes foi associada a vários contextos comportamentais e comparada às outras espécies de andorinhas.

Quanto aos gritos de reconhecimento parental, eles foram estudados por Burt (1977), Beecher et al. (1981b), Stoddard & Beecher (1983), Beecher et al. (1985) e Sieber (1985). Burt (1977) determinou o tempo necessário para que os pais reconheçam seus filhotes nas espécies *Iachycineta (Iridoprocne)_bicolor* e *Hirundo_rustica*, concluindo que a partir de 17 dias de idade eles conseguem distinguir seus próprios filhotes.

As outras espécies estudadas pelos autores mencionados anteriormente correspondem a *Riparia riparia*, *Hirundo rustica* e *Stelgidopteryx serripennis*, estabelecendo que os gritos emitidos pelos filhotes são emitidos a partir dos 12 a 14 dias de idade e teriam duas possíveis funções que dependeriam dos hábitos de nidificação serem ou não coloniais. Nas espécies coloniais, este grito teria uma função de reconhecimento parental a partir dos 17 dias de idade que corresponderia à época em que os filhotes iniciariam seus primeiros vôos. Pelo contrário, nas espécies não coloniais só teriam uma função de contato entre pais e filhotes para manter a coesão do grupo.

A ausência de estudos bioacústicos sobre as espécies neotropicais da família Hirundinidae e a possibilidade de utilizar as manifestações sonoras como elementos comparativos entre espécies afins, motivou a realização deste estudo sobre as vocalizações das espécies reprodutivas comuns do Estado de São Paulo: *Notiochelidon cyanoleuca* (Vieillot, 1817), *Tachycineta leucorhoa* (Vieillot, 1818), *Tachycineta albiventris* (Boddaert, 1783), *Stelgidopteryx ruficollis* (Vieillot, 1817), *Alcocheliidon fucata* (Temminck, 1822), *Progne chalybea* (Gmelin, 1789) e *Phaeoprocops tabora* (Temminck, 1822) (Vielliard, com. pers., 1985). Sobre estas espécies conhece-se de forma geral seus habitats, os locais de nidificação e comportamentos alimentares (Sick, 1985).

No caso deve-se levar em consideração que, no Estado de São Paulo, as sete espécies mencionadas são simpátricas e sintópicas e realizam grande parte de suas atividades em espaços

abertos. Sob estas condições os cantos e os gritos devem ser semelhantes em certos parâmetros estruturais, mas devem diferenciar-se em outros, de modo que a informação biológica que os cantos possuem seja reconhecida pela própria espécie. As semelhanças e diferenças entre os cantos e gritos destas espécies permitiriam em parte reconhecer as linhas evolutivas, tanto filogenéticas como adaptativas das espécies em estudo.

2.5 Objetivos.

- Estabelecer o repertório sonoro das espécies comuns da família Hirundinidae do Estado de São Paulo.
- Analisar e caracterizar a estrutura física de cada tipo de vocalização emitida pelas espécies estudadas.
- Relacionar as manifestações sonoras com os padrões comportamentais e reconhecer as funções biológicas das vocalizações das espécies estudadas.
- Determinar qualitativamente o grau de similaridade entre as vocalizações das diferentes espécies consideradas neste estudo, para estabelecer relações filogenéticas entre as espécies
- Determinar a ontogênese dos gritos de contato das espécies de andorinhas estudadas.

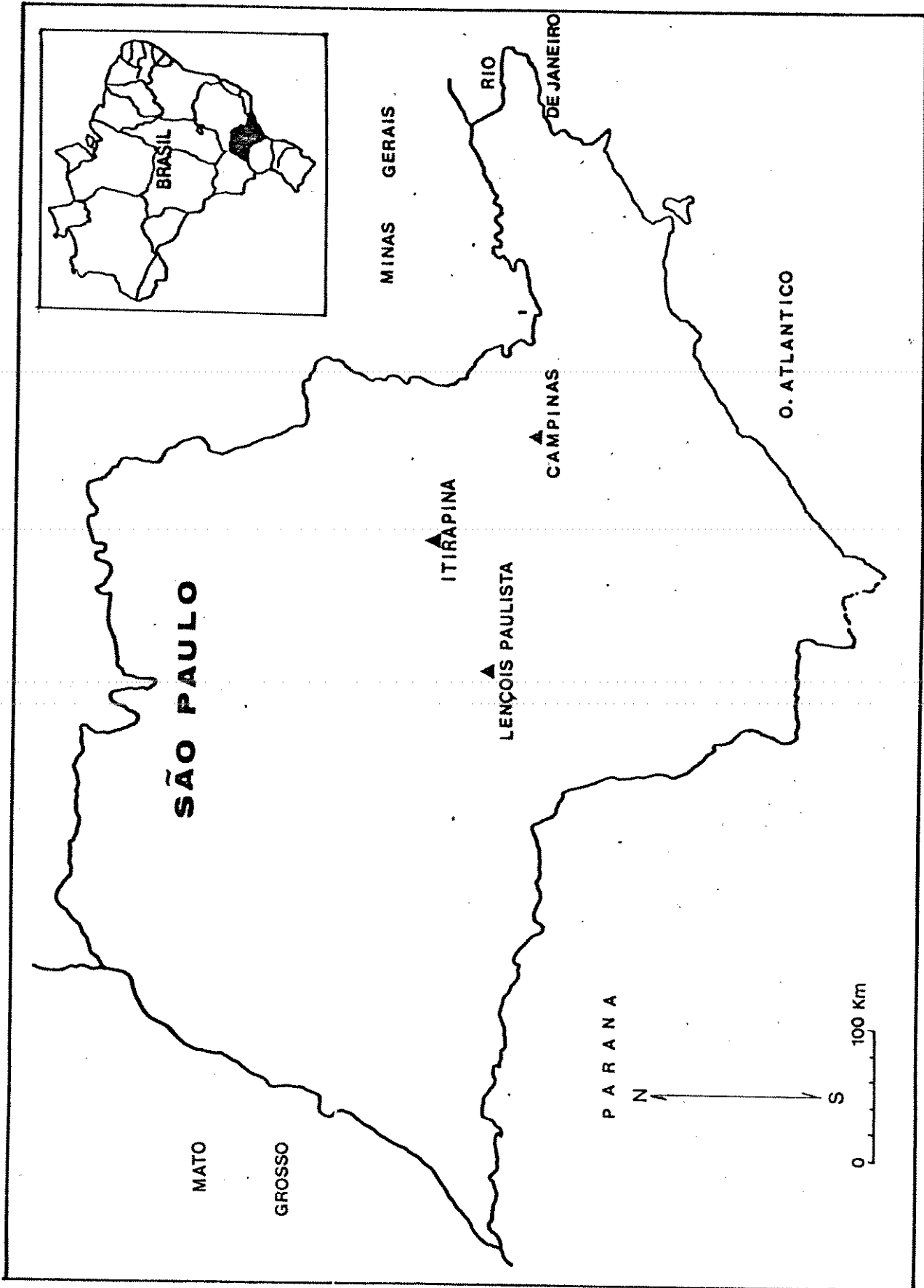
3.0 Método.

A metodologia do presente trabalho apresenta duas etapas de desenvolvimento: a primeira é o levantamento do repertório vocal e das circunstâncias biológicas em que estas são emitidas para as sete espécies de andorinhas estudadas, *Notiochelidon cyanoleuca*, *Tachycineta leucorrhoa*, *Tachycineta albiventer*, *Stelaeidopteryx ruficollis*, *Alopochelidon fucata*, *Progne chalybea* e *Phaeoprogne tapera*; a segunda relaciona-se com a análise dos repertórios e sua classificação em função dos contextos comportamentais e biológicos encontrados, com as normas utilizadas para a apresentação dos resultados e discussão.

3.1 Levantamento do repertório vocal e circunstâncias biológicas em que foram emitidas as vocalizações.

3.1.1 Locais para a coleta dos dados.

Os dados da maioria das gravações e os registros comportamentais foram coletados em quatro locais do Estado de São Paulo: no campus da UNICAMP e na Fazenda Santa Maria em Campinas (Lat. 22° 54' S e Long. 47° 05' W), na Fazenda Rio Claro em Lençóis Paulista (Lat. 22° 41' S e Long. 48° 55' W) e na Estação Experimental de Itirapina em Itirapina (Lat. 22° 15' S e Long. 47° 49' W) (Mapa I).



MAPA I. Localidades de estudo dentro do Estado de São Paulo.

Nos três últimos locais as características ambientais eram muito semelhantes por apresentarem um setor de casas, jardins ao redor das residências, reservatórios de água, barrancos nas estradas de terra de acesso e dos próprios locais; circundando estes locais se encontravam matas próprias da região, como também monoculturas e árvores exóticas.

Nestas condições ambientais foram estudadas as espécies de andorinhas que compartilham os mesmos locais de nidificação e o mesmo espaço aéreo para alimentação, consideradas como simpátricas e sintópicas, sendo este o cenário onde foram gravadas as emissões vocais.

O único local com características ambientais diferentes dos anteriores é o Campus da UNICAMP por ter um ambiente mais urbanizado e principalmente por ser habitado por uma única espécie residente de andorinha, Notiochelidon cyanoleuca. A grande densidade desta espécie no Campus permitiu obter um maior número de gravações e também acompanhar o ciclo reprodutivo de um maior número de casais.

3.1.2 Indivíduos estudados.

Neste estudo foram consideradas sete espécies de andorinhas dentre as quais Notiochelidon cyanoleuca foi a espécie base para esta pesquisa, considerando-a como padrão de comparação em relação às outras seis espécies em todos os tópicos analisados neste trabalho.

Como as vocalizações são emitidas geralmente durante o ciclo reprodutivo, nos sítios já selecionados foram registrados os ninhos com os respectivos casais, além daqueles em processo de formação, para assim monitorar o processo reprodutivo completo. Depois de haver registrado os casais para todas as espécies em questão, foram feitas observações dos comportamentos apresentados durante as diferentes emissões vocais com uma periodicidade de três a quatro dias por semana durante os meses de junho a janeiro dos anos 1986-87 e 1987-88. Dentro do conjunto de observações comportamentais que se realizaram podemos mencionar as seguintes: territórios, alimentação, repouso, reprodução (formações de casais, cortejo, construção do ninho, incubação, cuidados com a prole e aprendizagem dos filhotes). Também foram considerados aspectos ecológicos como distribuição espacial e temporal, atividade, localização, tipos de construção e materiais utilizados nos ninhos.

3.1.3 Registros dos comportamentos.

Os comportamentos foram observados pelo mesmos métodos em todos os locais de estudo. Um dos procedimentos foi observar caminhando e com olho desarmado ou com binóculos, registrando os comportamentos a medida que aconteciam em uma caderneta de campo, sem limite de tempo de observação "ad libitum" (cf. Lehner, 1979). O outro procedimento consistiu em registrar as vocalizações e os comportamentos por 30 minutos em uma folha de campo preparada para este fim "amostragem sequencial" (Lehner,

1979). Esta folha continha colunas verticais onde já estavam mencionadas as possíveis vocalizações e comportamentos, e linhas horizontais (35) onde eram registrados cronologicamente a hora, tipo e número de vocalizações emitidas em cada instante e o comportamento associado, mais observações complementares. Além disto eram registrados dados gerais como data, espécie observada, horário de início e término, local, número de indivíduos observados, etapa do ciclo reprodutivo e condições climáticas (Fig. 1).

3.1.4 Gravações.

Para registrar as emissões vocais foi utilizado um gravador UHER 4000 Report IC Mono alimentado por uma bateria UHER recarregável e um microfone ultra direcional, Sennheiser MEBB. Os sons foram registrados em fitas magnéticas para audio, marca SCOTCH (212-C), à velocidade de 19 cm/s em uma só pista. Foram feitos "play-backs", que consistem em tocar as vocalizações gravadas nesse instante na presença do próprio emissor para observar e registrar as respostas aos cantos e gritos próprios ou de outros indivíduos. Estas gravações se realizaram em vários horários para determinar se existiam variações estruturais durante diferentes períodos do dia. Ao final de cada gravação eram anunciados, na própria fita, dados como data, espécie, local, hora, tipo de vocalização, contexto comportamental, tipo de ambiente, se a gravação era espontânea ou provocada por "play-back", tipo de gravador e microfone.

No laboratório de bioacústica foi elaborado um relatório para cada rolo de fita gravada contendo dados gerais como nome do pesquisador, local, datas das gravações, tipo de fita, gravador e microfone utilizados e a listagem dos registros sonoros gravados com os dados específicos anunciados depois de cada gravação. As gravações eram editadas, ou seja, cada uma separada da fita original de campo, unida a uma fita líder onde se escreviam resumidamente os dados do relatório e número de referência e logo repassada para um carretel próprio para cada espécie e depositada no Arquivo Sonoro Neotropical do Departamen-

to de Zoologia do Inst. de Biologia da Universidade Estadual de Campinas - SP. Toda emissão sonora arquivada desta maneira é considerada um material científico como são os exemplares animais e vegetais de uma coleção científica.

As gravações já editadas foram escutadas repetidas vezes e listados todos os sons registrados em cada uma delas. Com base nesta lista foram selecionadas as emissões mais representativas e relacionadas a cada tipo de comportamento para fazer os sonogramas.

Os sonogramas são representações gráficas dos sons. Estes gráficos se localizam no plano melódico, o qual tem como parâmetros a frequência e o tempo, a primeira no eixo das ordenadas e o segundo nas abscisas. O terceiro parâmetro do som é a amplitude ou intensidade que aparece difusamente representado no sonograma segundo os graus de carbonização do gráfico, mais ou menos escuro. Os sonogramas foram feitos em um sonógrafo VOICE IDENTIFICATION Series 700 e regulado da mesma forma para todos os sonogramas feitos, obtendo assim uma homogeneização dos parâmetros que são: 0-8 kHz, 2.4 s, filtro de 300 Hz.

3.2 Análise e classificação do repertório vocal.

3.2.1 Análise das gravações: sonogramas

Para analisar fisicamente os sonogramas escutou-se repetidas vezes as gravações selecionadas para a sua confecção verificando as concordâncias dos sons com as representações gráficas de cada som que compõe uma emissão sonora.

A seguir são apresentadas as definições de alguns termos de bioacústica utilizados para a descrição e análise dos sonogramas e no paragrafo Medições a forma como os valores mencionados na descrição das vocalizações foram obtidas.

A.- Definições de termos.

Fundamental - frequência componente mais grave ou única de um som.

Harmônico - múltiplos inteiros da frequência do fundamental. Os harmônicos são denominados pelo valor do múltiplo: H2 (segunda ordem), sendo o dobro da frequência do fundamental, H3 (terceira ordem) o triplo da frequência do fundamental, etc.

Modulação de frequência - Variações da frequência no tempo.

Pseudopulso - Emissão sonora cujos caracteres gráficos são semelhantes a um pulso: muito breve e fortemente modulado em frequência.

Pulso - Som cujo fornecimento de energia é único e instantâneo: várias frequências não harmônicas simultâneas.

Som puro - som cuja energia é toda concentrada numa única frequência (igual ao fundamental), eventualmente modulada.

Trinado - sucessão rápida de algumas notas iguais.

B.- Medições.

Frequência: A frequência de um som corresponde ao número de períodos (do movimento periódico das moléculas) por unidade de tempo. O parâmetro utilizado para a medição é o Hertz (Hz), onde $1 \text{ Hz} = 1 \text{ período por segundo}$ e $1 \text{ kHz} = 1000 \text{ Hz}$.

As notas melódicas apresentam sua energia distribuída em certas faixas de frequência, e a medição da frequência foi geralmente feita no ponto médio da faixa de frequência ou foram dados os valores de frequência nos limites superior e inferior do espectro de frequência.

A modulação de frequência pode ser ascendente, descendente ou nula. Tanto no primeiro como no segundo caso foi tomado o valor de mudança da frequência por unidade de tempo e expressa em Hertz por milissegundo (Hz/ms).

Duração: o tempo de duração de uma emissão vocal expressa em milissegundo (ms).

Intervalo de tempo: o intervalo de tempo é considerado como o período de tempo, expresso em ms, entre uma nota e outra. O valor do intervalo é tomado a partir do instante em que uma nota finaliza (tempo zero) e vai até o instante do aparecimento da nota seguinte.

3.2.2 Classificação do repertório.

Para obter o repertório vocal de uma espécie de ave e a sua relação com os fatores ambientais e comportamentais é necessário em primeiro lugar conhecer seu ciclo biológico, especialmente o período reprodutivo onde se pode obter a maioria das vocalizações, para assim, ao relacionar os comportamentos e as emissões vocais se possa estabelecer a função biológica de cada vocalização. Por este motivo o levantamento bioacústico das espécies estudadas se realizou durante as épocas reprodutivas em dois anos consecutivos.

A análise e a classificação das vocalizações levaram à criação de um sistema de categorias das notas para a qual certas convenções são necessárias.

A apresentação das notas tem os seguintes símbolos em sequência: primeiro a letra M ou R que significa a classe melódica ou rouca da nota, respectivamente. Em seguida, aparece, nos casos das notas melódicas, as letras A, B, C ou D indicando o tipo de nota. Depois aparece um número 1, 2, 3 ou 4 indicando variantes dos tipos de notas.

4.0 RESULTADOS

O levantamento dos contextos comportamentais permite associar as circunstâncias que envolvem cada vocalização com suas funções biológicas. Cada vocalização emitida pelas espécies estudadas foi definida desta maneira. Os resultados obtidos são qualitativos mas fornecem uma base para estudos quantitativos posteriores que permitirão comprovar as funções aqui apresentadas. Os resultados do levantamento bioacústico das espécies estudadas que se realizou durante as épocas reprodutivas em dois anos consecutivos, totalizaram para as sete espécies observadas 120 amostras de 30 minutos cada uma, correspondendo a 60 horas de observação direta no campo. Além disto, foram obtidas as gravações de 32 fitas de rolo de 22 minutos com gravações de vocalizações diversas para todas as espécies, sem contar com as gravações já feitas e arquivadas no Arquivo Sonoro Neotropical (Laboratório de Bioacústica, UNICAMP). Também foi feito um acompanhamento das diferentes etapas do processo reprodutivo de *Notiochelidon cyanoleuca* e dos comportamentos reprodutivos das outras espécies estudadas, totalizando 450 horas de observação no campo.

4.1 Biologia reprodutiva de *Notiochelidon cyanoleuca*.

Para facilitar sua descrição, o processo reprodutivo desta espécie foi subdividido em cinco etapas: formação do casal, construção do ninho, incubação dos ovos, alimentação dos ninhe-

gos e cuidados parentais aos filhotes depois de abandonar o ninho.

A seguir são descritos os aspectos mais relevantes de cada etapa, que estão em íntima relação com a função biológica das vocalizações sonoras emitidas durante estes períodos.

4.1.1 Formação de casais

Esta etapa foi difícil de observar, porque, em primeiro lugar, o macho e a fêmea são morfologicamente similares e em segundo lugar porque esta espécie nidifica durante todo o ano e os casais já estão acasalados quando inicia-se a observação. Só se observou alguns comportamentos que estariam em relação com esta etapa e que caracterizariam este evento reprodutivo, consistindo no seguinte: a) presença de um casal pousado em um poleiro, que geralmente é um fio elétrico onde um deles começa a emitir uma série de vocalizações que seriam o canto e depois outras que foram denominadas de gritos de cortejo. Estas estão associadas a um "display" caracterizado por deslocamentos do macho para a fêmea de frente a ela; enquanto a fêmea se aparta, novamente o macho repete o mesmo "display" umas três vezes; b) depois disto, ambos podem voar em direções diferentes ou ambos iniciam um vôo rápido e ascendente em uma perseguição do macho à fêmea provocando investidas entre os dois, que logo se separaram e reiniciam a perseguição.

Estes seriam os comportamentos mais comuns desta etapa do processo reprodutivo que finaliza com a cópula, observada uma

única vez, quando o casal estava pousado num fio elétrico. Nesta ocasião a cópula durou alguns segundos quando o macho subiu sobre a fêmea onde se manteve tremulando as asas. A seguir pousou ao seu lado e segundos depois subiu novamente sobre a fêmea realizando o mesmo comportamento.

4.1.2 Construção do ninho

Os lugares procurados para a construção do ninho estão em íntima relação com sítios urbanos ou suburbanos, uma vez que todos os ninhos foram encontrados em cavidades artificiais como em telhados de casas, barracões ou em qualquer buraco inacessível aos animais domésticos e ao homem. Foram encontrados ninhos, por exemplo, em calhas de lâmpadas fluorescentes, dentro de tubos de ar condicionado, dentro de tubos de água estocados em barracões, etc. Um aspecto importante do sítio de nidificação é que este esteja livre de obstáculos para uma saída ou entrada rápida ao ninho.

Para diferenciar os indivíduos do casal, observou-se algumas sutilezas de sua plumagem como falta de penas na cauda ou asa, manchas no peito ou abdômen e também o comportamento diferencial do macho em relação à fêmea, já que só o macho emite o canto. Ao diferenciar visual ou auditivamente o macho da fêmea foi possível distinguir seus comportamentos na construção do ninho e nas etapas seguintes.

Os 25 ninhos observados nos diferentes locais amostrados são construídos com uma base de capim grosso que é o material

que dá forma ao ninho. Este material é levado no bico por ambos os membros do casal ao lugar de construção do ninho, onde vão sendo entrelaçados em forma pouco elaborada formando uma tigela alta e volumosa.

Duas camadas podem ser distinguidas no ninho: a parte externa que constitui a maior parte do ninho e a interna muito mais delgada e composta de material delicado como finas inflorescências de gramíneas entrelaçadas internamente, sobre as quais se encontra um revestimento macio de penas de outras aves.

As dimensões do ninho dependem do espaço dentro do buraco escolhido. As medidas médias dos 25 ninhos correspondem a: 103 mm de diâmetro externo, 73 mm de altura externa, 27 mm de espessura, 48 mm de diâmetro interno e 33 mm de profundidade.

A maioria das vezes (70%), os ninhos são reutilizados para uma nova nidificação. A construção do ninho completo dura aproximadamente 15 dias e quando é reutilizado só uma semana.

O comportamento de nidificação por parte dos casais é bem sincronizado. Ambos participam ativamente na construção, levando no bico o material que recolheram no chão nas proximidades do ninho, únicas ocasiões em que estas aves pousam no solo. Esta etapa termina com a oviposição. Do total de 25 ninhos observados foram encontrados 3 ou 4 ovos em cada um, com uma média de 3,56 ovos por ninho. São ovos de cor branca, ovoides, ovipostos um por dia.

4.1.3 Incubação

Dos 25 ninhos observados o período de incubação tem uma duração média de 16 dias (56%), sendo o mínimo 15 dias (24%) e o máximo 17 dias (20%). Nesta etapa o macho e a fêmea incubam os ovos, sendo a fêmea quem mais permanece dentro do ninho. O macho faz revezamento por pouco tempo enquanto a fêmea se alimenta. Durante o período em que não se alimenta, o macho fica pousado no poleiro e faz visitas de 2 a 3 minutos ao ninho voltando depois aos seus poleiros de vigilância. Os ovos podem ficar abandonados durante o dia por períodos máximos de uma hora. Durante a noite ambos indivíduos se encontram dentro do ninho.

4.1.4 Alimentação de ninhegos

É nesta etapa que se observa a maior atividade por parte do casal. Este período de alimentação tem uma duração média de 27 dias sendo sua duração mínima de 25 dias e a máxima de 28 dias. Os ninhegos nascem indefesos, nus e com os olhos fechados. A partir do nascimento, o macho e a fêmea revezam-se para alimentar os ninhegos, mas durante os primeiros dias a fêmea permanece mais tempo dentro do ninho. Depois de uma semana, os ninhegos ficam sozinhos sendo alimentados pelos dois membros do casal alternadamente com maior frequência durante a primeira metade deste período e depois com visitas de alimentação gradativamente mais esparsas.

Outro aspecto importante deste período é o início das primeiras vocalizações emitidas pelos ninhegos que se iniciam ao final da primeira semana: são vocalizações de solicitação de alimento e, a partir de 14-16 dias de idade, as vocalizações de contato.

Ao redor dos 20 dias os ninhegos saem do ninho dando seus primeiros vôos e voltando ao ninho depois de um período curto de tempo emitindo vocalizações de contato.

4.1.5 Cuidados parentais depois que os filhotes abandonam o ninho

Os cuidados parentais depois que os filhotes abandonaram o ninho tem uma duração curta de 3-4 dias em que os filhotes sempre estão acompanhados pelos seus pais, tanto estando pousados ou voando. Os filhotes e os juvenis diferem dos adultos pela cor de sua plumagem que é marrom azulada nas costas, asas e cauda, o que permite diferenciá-los facilmente.

Neste curto período de tempo os filhotes emitem gritos de contato como uma maneira de manter-se perto de seus pais, como também o casal adulto emite os gritos de contato, tanto pousado como voando, para manter a coesão do grupo.

Os pais neste período ainda alimentam parcialmente seus filhotes, já que eles estão aprendendo a capturar insetos no ar acompanhados de pelo menos um dos pais.

Depois deste período os filhotes se tornam independentes de seus progenitores, passando a realizar suas atividades sem a vigilância dos pais, mas voltando ao ninho para dormir.

4.1.6 Horário de atividades

Os indivíduos desta espécie iniciam suas atividades meia hora depois do nascer do sol, voando bem alto e descendo paulatinamente até quase um metro do chão capturando insetos. Este comportamento é realizado durante 90 minutos desde o início de suas atividades diárias. Depois, eles se agrupam em poleiros como fios elétricos e antenas de televisão para realizar comportamento de conforto durante um período variável de tempo, mas que a maioria das vezes foi de aproximadamente uma hora. A partir deste momento os casais se separam realizando suas atividades que são diferenciadas entre os casais dependendo da etapa reprodutiva em que eles se encontram.

Mais ou menos ao meio dia, observa-se novamente a formação de grupos alimentando-se por um período aproximado de uma hora e 30 minutos. Depois desta atividade voltam a desagregar-se para suas funções individuais como conforto, descanso e reprodução.

Ao final da tarde, uma a duas horas antes do pôr do sol, novamente os indivíduos se agregam para alimentar-se e depois dirigem-se para seus refúgios, que podem ser lugares protegidos como telhados, interior de buracos e embaixo de pontes ou seus próprios ninhos no caso dos casais em reprodução.

Este padrão de comportamento se altera quando as condições climáticas são instáveis durante o dia ou quando o tempo muda bruscamente como nos casos de tempestades. Antes e depois

das chuvas observa-se o agrupamento de andorinhas em comportamento alimentar.

Os padrões descritos acima foram observados durante todo o ano independentemente do período de reprodução.

4.2 Considerações biológicas sobre as outras espécies abordadas neste estudo.

Em três das localidades em que foi realizado este estudo, *Notiochelidon cyanoleuca* não era a única espécie da família Hirundinidae. Coexistiam com ela, outras espécies desta família compartilhando o mesmo espaço aéreo quando se alimentavam. Este conjunto de espécies da mesma família foi considerado simpátrico e sintópico.

Na fazenda Rio Claro (Lencóis Paulista, SP), encontraram-se 6 espécies, *Notiochelidon cyanoleuca*, *Tachycineta leucorhoa*, *Progne chalybea*, *Stelidopteryx ruficollis*, *Aloporheliidon fucata* e *Phaeoprogne tapera*. Destas seis espécies observou-se três compartilhando os mesmos locais de nidificação nos telhados das casas da fazenda (*N. cyanoleuca*, *P. chalybea* e *I. leucorhoa*). Esta mesma situação foi observada na fazenda Santa Maria, Campinas, SP.

As outras espécies como *S. ruficollis* e *A. fucata* utilizavam barrancos à beira de estrada onde cavavam buracos de até um metro de profundidade com um diâmetro entre 6 e 7 cm. Estas galerias eram reutilizadas por ambas espécies de um ano para outro.

é interessante assinalar que as únicas espécies que permanecem durante todo o ano nos locais de estudo são *N. cyanoleuca* e *P. chalybea*. As outras espécies só foram registradas durante o período de reprodução de julho a fevereiro, nidificando somente uma vez neste período e desaparecendo do local ao finalizar seu processo de reprodução.

Na Estação Experimental de Itirapina (Itirapina, SP), foram registradas cinco espécies compartilhando o mesmo espaço aéreo: *N. cyanoleuca*, *P. chalybea* e *I. leucorrhoa* utilizando as casas da Estação como lugares de construção do ninho, *S. cyficollis* que utiliza os barrancos que estão por perto das casas e *Tachycineta albiventer* nidificando no meio da lagoa em um tubo que emerge da água.

Os comportamentos de nidificação são muito similares aos de *N. cyanoleuca* já descritos anteriormente, variando nas vocalizações que elas emitem nos diferentes contextos comportamentais. Estas vocalizações e suas relações com os comportamentos realizados serão descritas nos capítulos posteriores.

4.3 Vocalizações

Existe uma variedade de vocalizações emitidas pelas andorinhas e para classificá-las podemos utilizar dois aspectos importantes: um deles está de acordo com as características temporais e melódicas das vocalizações, que são compostas por unidades, denominadas notas, que podem ser repetidas em ritmos determinados constituindo sinais de comunicação; o outro aspecto está relacionado com os contextos comportamentais ao considerar que cada sinal de comunicação está associado a determinados comportamentos, permitindo assim evidenciar o seu significado biológico.

Em primeiro lugar será apresentada uma classificação estrutural das notas que compõem as vocalizações emitidas pelas sete espécies de andorinhas consideradas neste estudo. A seguir se descreveram fisicamente as diferentes vocalizações com os contextos comportamentais em que foram emitidas, para depois tentar dar o significado biológico de cada uma delas.

Foram gravadas 2131 vocalizações para as sete espécies, as quais foram escutadas repetidas vezes e selecionadas as mais conspícuas de cada uma delas para a realização dos sonogramas. A partir destes sonogramas, com uma análise visual e auditiva, foi feita uma classificação das notas que compõem as vocalizações e a descrição do repertório vocal para cada espécie.

4.3.1 Estrutura e classificação das notas

4.3.1.1 Notas

As unidades que compõem as vocalizações são as notas. Estas são variadas e podem ter padrões estruturais identificáveis em uma sequência. As características das notas são determinadas pelos seus parâmetros físicos: frequência (Hz), duração (ms) e intensidade (dB).

As notas podem ser classificadas, quanto a sua estrutura melódica e temporal, em notas melódicas e roucas, segundo os critérios de Fandiño-Mariño (1986). As notas melódicas são aquelas que apresentam uma estrutura temporal definida e contínua, com ou sem harmônicos, enquanto as notas roucas são estrutural e temporalmente pouco definidas, sendo sua estrutura melódica difusa.

4.3.1.1.1 Notas melódicas

As notas melódicas podem ser subdivididas em quatro grupos tomando em consideração sua estrutura temporal, seu espectro de frequência e características de seus elementos.

Notas melódicas pseudopulsadas (M-A): Estas notas são formadas por um único pseudopulso ou um conjunto de pseudopulsos ou pulsos. Podemos separar em quatro categorias este tipo de nota melódica (Prancha I).

M-A1.- São notas formadas por um único pseudopulso. Suas frequências são muito variáveis e podem oscilar entre 2000 e 8000 Hz, com uma duração menor de 5 ms.

M-A2.- Estas notas são formadas por um conjunto de pseudopulsos que não superam o número de 17, sendo sua duração total entre 60 e 150 ms e sua faixa de frequência de 2000 a 6000 Hz.

M-A3.- Neste grupo se encontram notas compostas por pseudopulsos em um número superior a 17, emitidas entre 150 a 300 ms e com repartição diferencial de energia dentro dos pseudopulsos. Sua frequência de emissão oscila entre 2000 e 6800 Hz.

M-A4.- São notas que se compõem por um grupo de pseudopulsos que em conjunto sofre uma modulação de tipo ascendente e em outras ascendente e descendente formando num sonograma uma letra V invertida. A duração deste tipo de nota varia entre 150 e 300 ms com frequências que oscilam entre os 2000 e 6500 Hz.

Notas melódicas mistas (M-B): Estas notas estão compostas por pseudopulsos e notas moduladas formando unidades que se repetem como um todo, tanto nos gritos como no canto (Prancha I).

M-B1.- Este tipo de nota se caracteriza por ter uma duração entre 100 e 300 ms com frequências de 2000 a 6000 Hz. Existem notas com diferentes proporções de pseudopulsos em relação às notas moduladas, mas sua estrutura total permite reuni-las todas dentro deste grupo.

Notas melódicas moduladas sem presença de harmônicos (M-C): Este grupo de notas pode ser subdividido em três subgrupos considerando-se as frequências de modulação e duração da nota (Prancha II).

M-C1.- é um conjunto de pulsos modulados formando uma unidade que é repetida a intervalos de tempos definidos. As mo-

dulações dos pulsos são rápidas tanto ascendentes como descendentes entre as frequências de 2000 e 7000 Hz, variando sua duração entre 15 e 70 ms. Um conjunto de pulsos modulados pode ser emitido entre 70 e 170 ms.

M-C2.- Este grupo de notas se caracteriza por ser formado por um conjunto de notas moduladas formando uma unidade que está presente em vocalizações compostas por sequências repetidas ou participando de um complexo sonoro com características diferentes. Estas unidades apresentam notas que sofrem diminuição de amplitude de modulação a medida que as notas estão sendo emitidas, sendo denominadas de notas trinadas. São conjuntos formados por 5 ou 6 notas cuja duração de emissão varia entre 230 e 360 ms e sua faixa de modulação se encontra entre 2000 e 6300 Hz. Cada nota tem sua própria frequência de modulação que é diferente entre cada uma das notas que compõem uma unidade sonora.

M-C3.- As notas deste grupo são notas emitidas isoladamente, caracterizadas por sofrerem modulações descendentes num pequeno intervalo de tempo e numa grande amplitude de frequência, que corresponde a uma faixa compreendida entre 3000 e 8150 Hz. A modulação de frequência corresponde aproximadamente a -15 a -20 Hz/ms.

Notas melódicas moduladas com presença de harmônicos

(M-D): Estas notas apresentam harmônicos em sua estrutura melódica, podendo diferenciar-se dois grupos dependendo da presença ou não do som fundamental (Prancha II).

M-D1.- São aquelas notas simples que apresentam dois harmônicos. Temos o caso de notas que apresentam um padrão sonográfico de modulação semelhante a um arco, sendo sua parte inicial ascendente e a final descendente. Os harmônicos presentes são H5 e H6, sendo este último o de maior intensidade. O fundamental encontra-se na frequência dos 1500 Hz e a duração da nota é de 40 ms.

M-D2.- Neste grupo estão representadas as notas em que aparece o fundamental e H2. O fundamental está na faixa dos 2300 a 2800 Hz e a duração da nota pode variar entre os 30 e 350 ms.

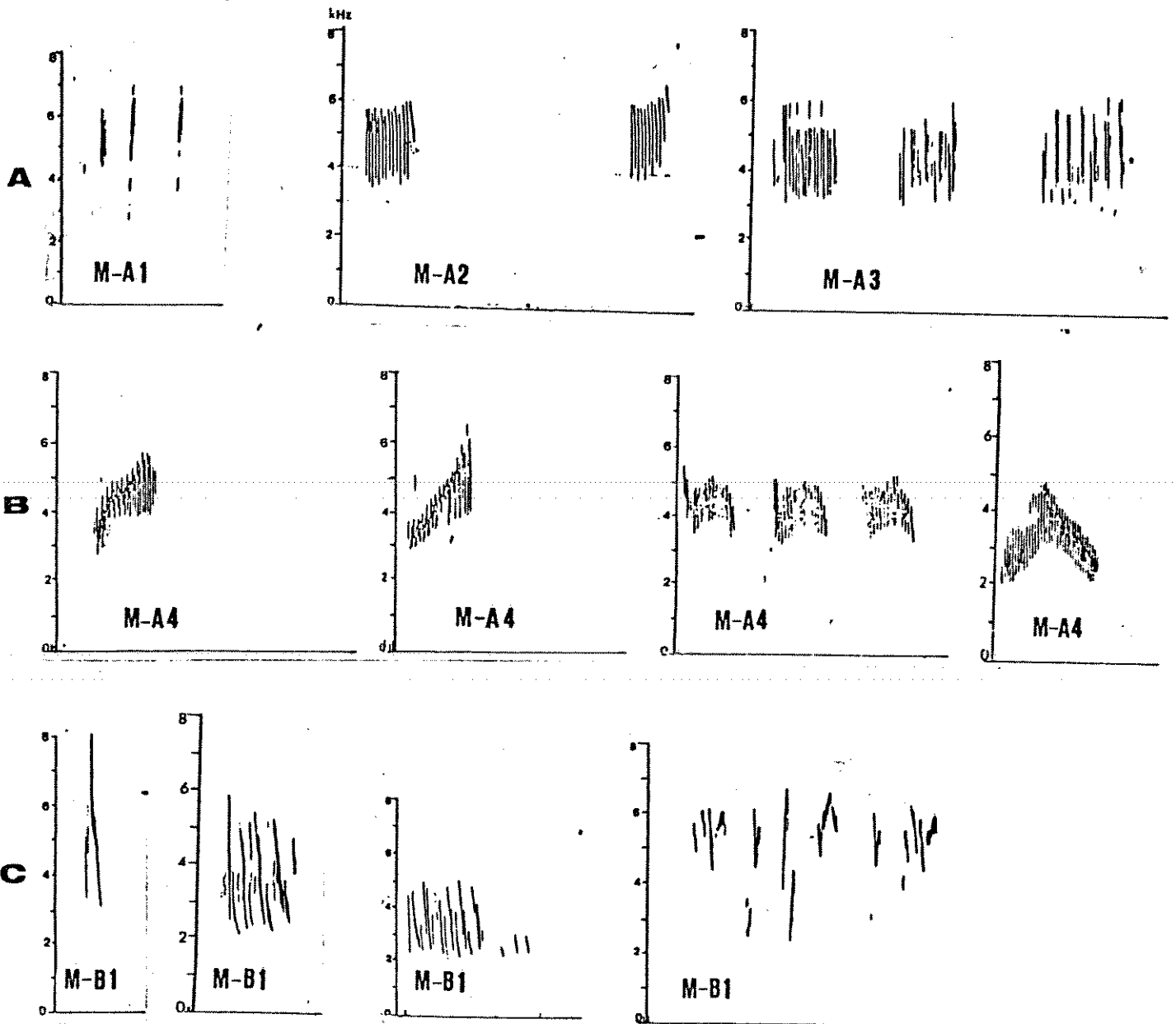
Um resumo das características das notas melódicas é apresentado na tabela I.

Tabela I. Características das notas melódicas dos tipos M-A, B, C e D, com as medidas de frequência (Hz), duração (ms) e presença de harmônicos.

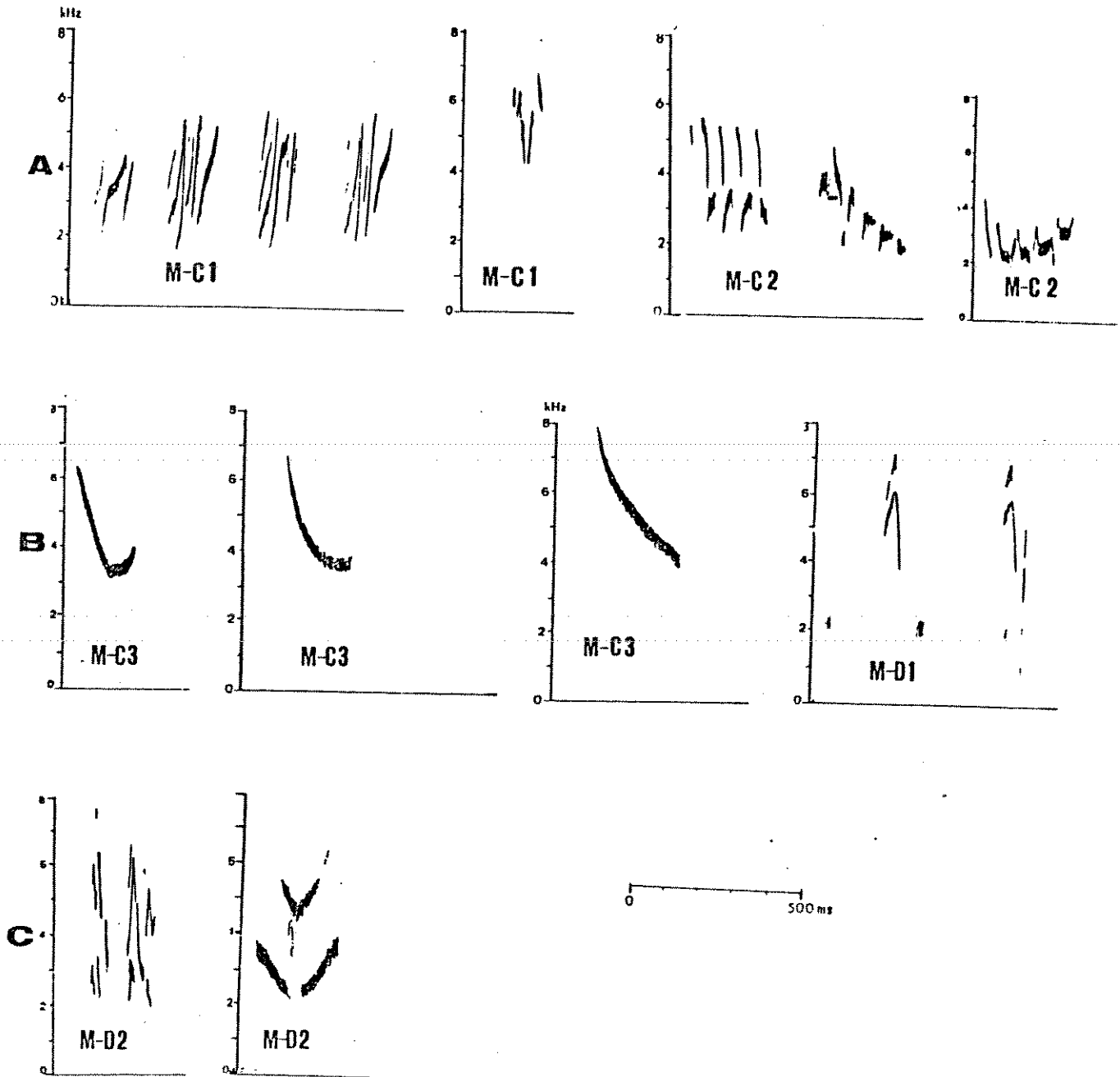
NOTAS	FREQUÊNCIA Hz	HARMONICOS	DURAÇÃO ms	PARTICULARIDADES
M-A1	2000-8000	Não	5	Pseudopulsos iso- lados
M-A2	2000-6000	Não	60-200	Conjunto de pseu- dopulsos 17 sem modulação
M-A3	2000-6800	Não	150-300	Conjunto de pseu- dopulsos 18
M-A4	2000-6500	Não	150-300	Conjunto de pseu- dopulsos modulados
M-B1	2000-8200	Não	100-300	Grupos de pseudo- pulsos e notas mo- dulados
M-C1	2000-7000	Não	70-170	Conjunto de pulsos modulados
M-C2	2000-6300	Não	230-360	Notas moduladas trinadas
M-C3	3000-8150	Não	170-270	Notas moduladas
M-D1	1500*	Sim	40	H5 e H6
M-D2	12300* a 2800*	Sim	30-350	Fundamental e H2

* Frequência do fundamental

PRANCHA I. Representação gráfica da classificação das notas melódicas: A) notas M-A1, M-A2 e M-A3
 B) notas M-A4 e C) notas M-B1.



PRANCHIA 11. Representação gráfica da classificação das notas melódicas: A) Notas M-C1 e M-C2, B) notas M-C3 e M-D1 e C) notas M-D2.



4.3.1.1.2 Notas roucas

Notas_roucas_(R): São vocalizações cuja energia não aparece distribuída em limites bem definidos de frequências, sendo sua estrutura melódica e temporal difusa. Geralmente as notas roucas são associadas a frequências baixas, mas estas notas foram consideradas roucas mais pela sua forma que pela sua frequência (Prancha III).

Podemos dividir as notas roucas em três categorias considerando seu tempo de emissão.

R-1.- São notas com amplitude de frequência entre 1150 e 7000 Hz emitidas em intervalos de 50 a 250 ms, encontrando-se uma maior concentração de energia na faixa superior da nota.

R-2.- Estas vocalizações diferenciam-se das outras por não apresentarem nenhuma organização temporal aparente (chiados). São notas que tem uma duração ampla entre 1300 e 2200 ms e suas frequências oscilam entre 2000 e 7700 Hz com a energia concentrada na faixa média das notas.

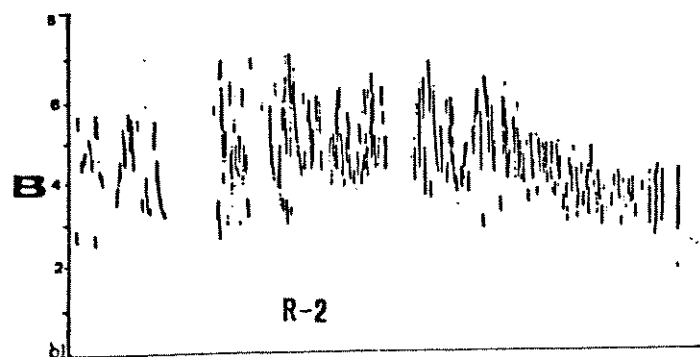
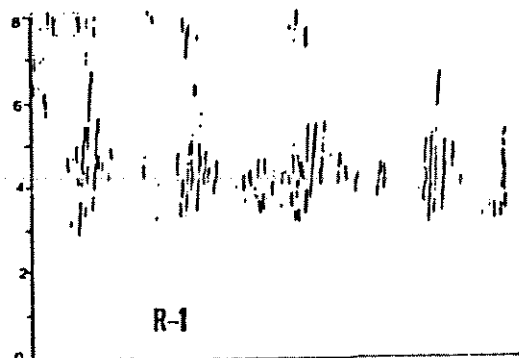
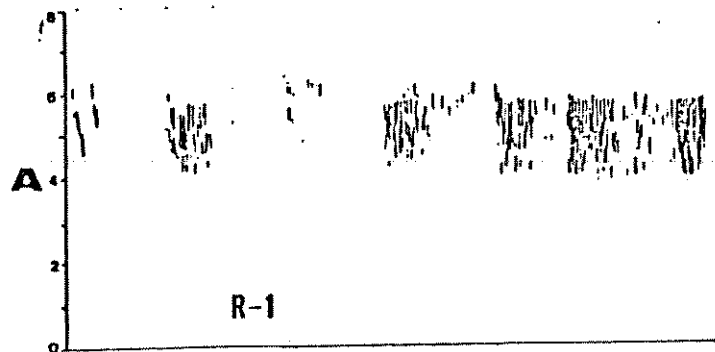
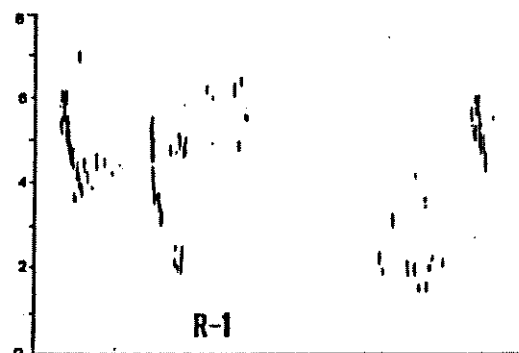
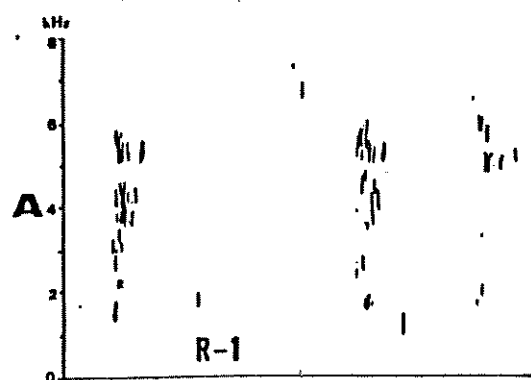
R-3.- São notas cujas frequências oscilam entre 3500 e 7300 Hz, e sua duração varia entre 180 e 250 ms. Parecem ser notas de transição entre as notas roucas R-1 e R-2 e as notas melódicas pseudopulsadas de tipo M-A2.

Na tabela II é apresentado um resumo das características físicas das notas roucas.

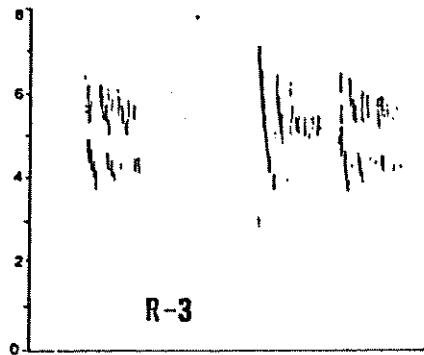
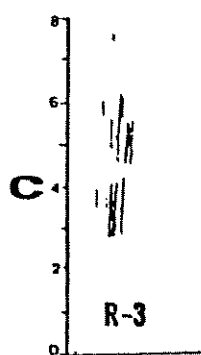
Tabela II. Características das notas roucas R-1, R-2 e R-3 com as medidas de frequência (Hz), duração (ms) e a presença de harmônicos.

NOTAS	FREQUÊNCIA Hz	HARMÔNICOS	DURAÇÃO ms	PARTICULARIDADES
R-1	1150-7000	Não	50-250	Energia concentrada na faixa superior da nota.
R-2	2000-7700	Não	1300-2200	Energia concentrada entre 4000 e 6000 Hz
R-3	3500-7300	Não	180- 250	Energia concentrada entre 3000 e 4000 Hz e 5000 e 6000 Hz

PRANCHIA III. Representação gráfica da classificação das notas roucas: A) Notas R-1, B) notas R-2 e C) notas R-3.



0 500 ms



4.4 Repertório_vocal.

Dentro de um repertório vocal encontram-se duas categorias de vocalizações que são o canto e os gritos. Deste ponto de vista foi necessário estabelecer para cada uma das espécies de andorinhas estudadas quais das vocalizações eram o canto e quais os gritos. Através das observações comportamentais associadas com as vocalizações emitidas em tais situações foi possível, na maioria dos casos, estabelecer os repertórios vocais para as diferentes espécies estudadas. As vocalizações emitidas pelas espécies estudadas foram denominadas de acordo com o comportamento observado quando eram emitidas (Tabela III).

4.4.1 Repertório vocal de *Notiochelidon_cyanoleuca*.

Para esta espécie foram determinados 10 tipos de vocalizações das quais um é canto e 9 são gritos. Os gritos são os seguintes: contato em voo, contato pousado, advertência, alarme, cortejo, revezamento, solicitação, contato de filhotes e asso-bio.

Tabela III. Número e tipos de vocalizações analisadas para as sete espécies estudadas.

N. cyano- | T. leuco- | T. albi- | S. rufi- | A. fuca- | P. cha- | P. ta- |

leuca | lrrhos | lventer | lcollis | lta | lybea | lpera |

Canto	156	45		50	36	120	15	
Contato	106	86	53	180	40	130	20	
pousado								
Contato	80	17	64	70	11	60	15	
em voo								
Alarme	40	14	35	85	20	70	15	
Advertên-	53	20			20		12	
cia								
Briga		10					14	
Assobio	40							
Cortejo	90							
Solicita-	68			68				
ção								
Contato del	33							
filhote								
Revezamen.	45				25			
to								
Total	711	192	152	453	152	380	91	2131

A.- Canto (Prancha IV, pág. 58): O canto é uma vocalização emitida pelo macho durante todo o ano, sendo emitida com maior frequência no período reprodutivo (Fig. 2). É uma vocalização com duração entre 1800 e 2200 ms emitida a intervalos de 1 a 2 s.

Estruturalmente está formada por duas partes, a primeira (Prancha IV. I) composta de um conjunto de chiados (R-2) pouco estereotipados onde dificilmente se distingue algum tipo de organização. Sua duração apresenta variações num mesmo indivíduo como também em indivíduos diferentes; este período de tempo varia entre 1200 e 1700 ms. Tal chiado apresenta uma concentração da energia na faixa de frequência entre 4500 e 6000 Hz, tendo como limite superior 8000 Hz e inferior 2300 Hz.

A segunda parte (Prancha IV. F) está composta de três pseudopulsos (M-A1) e uma nota modulada (M-C3). Este conjunto de elementos é bastante estereotipado, existindo apenas pequenas variações tanto intraindividuais como interindividuais. As características físicas dos pseudopulsos são: a frequência oscila entre 2500 e 6800 Hz; são separados por intervalos de 80 ms entre o primeiro e o segundo pulso e de 110 ms entre o segundo e o terceiro. Depois de 130 ms é emitida a nota modulada que tem um tempo de modulação de 230 ms entre as frequências 7700- 3600 Hz (Prancha IV).

Esta vocalização é emitida em vários contextos comportamentais essencialmente de reconhecimento específico dos indivíduos da mesma espécie, o que foi comprovado através de experimentos de "play-back" no campo. Quando os indivíduos machos es-

cutavam sua própria vocalização, apresentavam mudanças no comportamento, como deslocamentos rápidos de um poleiro a outro ou vôos rasantes sobre o lugar de origem da fonte de emissão voltando depois ao local de pouso. Também se produz uma mudança no intervalo de emissão do canto de 1 a 2 s passando a 0,5 s de intervalo entre uma vocalização e outra. Estas mudanças eram mais acentuadas quando o "play-back" se realizava na presença de outro indivíduo no setor, produzindo neste caso um aumento de intensidade sonora na segunda parte do canto (Prancha IV. F) representando a parte estereotipada do canto.

Esta vocalização também foi escutada no cortejo, sendo emitida pelo macho entre os gritos de cortejo e no ar quando o casal realizava os vôos de acasalamento já descritos anteriormente. Em outras oportunidades o canto foi escutado na etapa de construção do ninho associada com outras vocalizações dentro do sítio de nidificação.

B.- Grito de cortejo (Prancha V A, pág. 59): Esta vocalização é uma emissão rouca pouco definida estruturalmente, com uma distribuição de energia irregular sem nenhum padrão definido. É muito semelhante ao canto desta espécie diferenciando-se por não apresentar a parte estereotipada do canto. Sua duração, bastante regular, está entre 2100 e 2200 ms e as frequências oscilam entre 2000 e 7700 Hz (R-2) (Prancha V A).

Este grito é emitido a intervalos de 1,5 a 2,0 s quando o macho está procurando acasalar-se, estando ele pousado e isolado de outro macho. Quando uma fêmea

se aproxima, há uma mudança no ritmo de vocalização, passando a ser emitido a intervalos de 1 s e associado a um "display" de cortejo descrito no parágrafo 4.1.2. Este grito também é emitido na etapa de construção do ninho, porém com menos frequência que no caso anterior.

C.- Grito de contato pousado (Prancha VII A, pág. 61): Os indivíduos adultos desta espécie apresentam dois gritos de contato pousado. O primeiro dos gritos de contato pousado se caracteriza estruturalmente por estar formado por um conjunto de dois pseudopulsos e uma nota melódica ligeiramente modulada. Este conjunto tem uma duração de 35 ms, e a repartição de energia dentro do grito é maior na nota modulada. Esta vocalização é emitida entre as frequências 2900 e 8150 Hz; cada elemento que compõe este grito tem suas próprias faixas de frequência. Este conjunto de elementos foi classificado como uma nota tipo M-B1 (Prancha VII A).

O segundo grito se caracteriza por apresentar dois conjuntos de pulsos e notas. O primeiro deles corresponde a uma nota tipo M-B1 separada por um intervalo de 240 ms do segundo conjunto que é composto de duas notas moduladas e um pulso, sendo do mesmo tipo de nota assinalada anteriormente. Estes elementos apresentam diferenças na frequência de emissão e na duração de cada um deles. A nota como um todo tem uma duração de 120 ms e faixa de frequência entre 3400 e 7600 Hz. Esta nota também é considerada do tipo M-B1 (Prancha VII A).

Estes dois gritos são emitidos em vários contextos comportamentais. No caso do primeiro grito, é emitido quando o indivíduo está pousado em poleiros de descanso, como também nos de vigilância, tanto quanto a andorinha está isolada como quando em companhia de outros indivíduos. Também é emitido a intervalos regulares de 1 a 2 s, tanto pelo macho como pela fêmea para provocar a saída dos filhotes do ninho.

O segundo grito de contato é emitido em poleiros perto do ninho nas etapas de cortejo, construção de ninho e incubação, sendo emitido com maior frequência quando um indivíduo do casal está dentro do ninho e outro pousado fora.

D.- Grito de contato em voo (Prancha VII B, pág. 61): Este grito é estruturado por um conjunto de cinco notas moduladas emitidas em 80 ms; cada nota diferencia-se da outra por ter um espectro de frequência particular. O limite máximo de frequência de cada nota chega aos 6900 Hz e o mínimo a 4000 Hz. Este tipo de grito foi denominado estruturalmente como M-C1 (Prancha VII B).

Este grito é escutado durante o voo enquanto os indivíduos capturam insetos. Pode ser emitido só um conjunto de notas a intervalos de tempo irregulares ou duas destas unidades separadas por um intervalo de 75 ms. Durante o horário de atividades este grito é escutado com maior frequência durante as primeiras horas do dia e ao final da tarde, quando os indivíduos tem um comportamento prolongado de alimentação. Este grito foi emitido com maior intensidade quando foi observada a presença

de um predador, principalmente gaviões, por perto das andorinhas em voo, provocando entre elas uma mudança comportamental que consiste na formação de um grupo que voa em conjunto atrás do predador para provocar seu afastamento, o que se conhece como "mobbing" (Prancha VII B).

E.- Gritos de contato de filhotes e juvenis (Prancha VI A, pág. 60): Quando os ninhegos tem uma idade de 14 a 16 dias, pode-se distinguir os gritos de contato emitidos dentro do ninho em resposta ao grito de contato pousado emitido quando um dos membros do casal ingresa no ninho. Esses gritos são chiados curtos, pouco estruturados, com duração entre 50 e 75 ms e frequência entre 1150 e 7000 Hz, emitidos a intervalos de tempo irregulares. Corresponde a notas R-1. É muito difícil determinar se estes gritos são emitidos por um filhote ou por mais de um, uma vez que a ninhada é composta geralmente por 3 ou 4 ninhegos e o pesquisador não consegue ver dentro do ninho (Prancha VI A).

Aos 18 dias de idade, este grito muda em estrutura visualizando-se no sonograma chiados mais definidos em frequência e tempo, com uma distribuição de energia maior na metade superior da nota (R-3). Sua duração é maior que a vocalização anterior, variando entre 200 e 250 ms e há uma redução da faixa de frequência com limite inferior da nota em 3500 Hz e superior a 7300 Hz (Prancha VI B).

Aos 27-28 dias de idade, período em que os filhotes já abandonaram o ninho mas continuam em companhia de seus progeni-

tores, o grito de contato já é mais estruturado sendo formado por 3 notas moduladas que em seu conjunto dura 100 ms, com frequências que oscilam entre 4700 e 8000 Hz. Estes gritos são emitidos em resposta aos gritos de contato dos pais, em companhia de outros juvenis e isolados em um poleiro (Prancha VI C).

F.- Gritos de solicitação de ninhegos (Prancha V C, pág. 59):

Este grito é emitido pelos ninhegos durante grande parte da etapa em que permanecem dentro do ninho solicitando alimento a seu pais. São chiados simples e curtos de 100 a 200 ms de duração com uma distribuição de energia maior na metade superior da nota com uma frequência que oscila entre 3800 e 6300 Hz (R-1). Os gritos são emitidos a intervalos irregulares de tempo entre 60 e 100 ms, sendo emitidos mais rapidamente ao início da solicitação e estimulados pela presença dos pais ou por qualquer barulho que se provoque dentro do ninho (Prancha V C).

G.- Grito de revezamento (Prancha V B, pág 59) : Esta vocalização é formada por 4 chiados, emitidos a intervalos irregulares que variam entre 15 e 350 ms. Estes chiados apresentam frequências diferentes que podem variar entre os 1380 e 6550 Hz. A duração de cada chiado oscila entre 70 e 250 ms (R-1) (Prancha V B).

Pelas observações feitas, esta vocalização só é emitida pelo macho. Isto ocorre quando a fêmea sai e o macho entra no ninho nas etapas de incubação, nos primeiros dias de cuidados dos ninhegos dentro do ninho e também quando o macho se encon-

tra pousado em um poleiro e a fêmea passa perto dele para entrar no ninho ou pousa ao lado dele.

H.- Assobio (Prancha VIII C, pág. 62): É um grito de uma única nota pura e modulada com duração entre 250 e 270 ms, a frequência oscila entre os 4000 e 8150 Hz, com uma modulação de frequência de -16 Hz/ms (M-C3) (Prancha VIII C).

Este grito se manifesta durante as etapas de construção do ninho e incubação dos ovos. O grito é emitido por os ambos membros do casal, a maioria das vezes juntos, tanto dentro como fora do ninho.

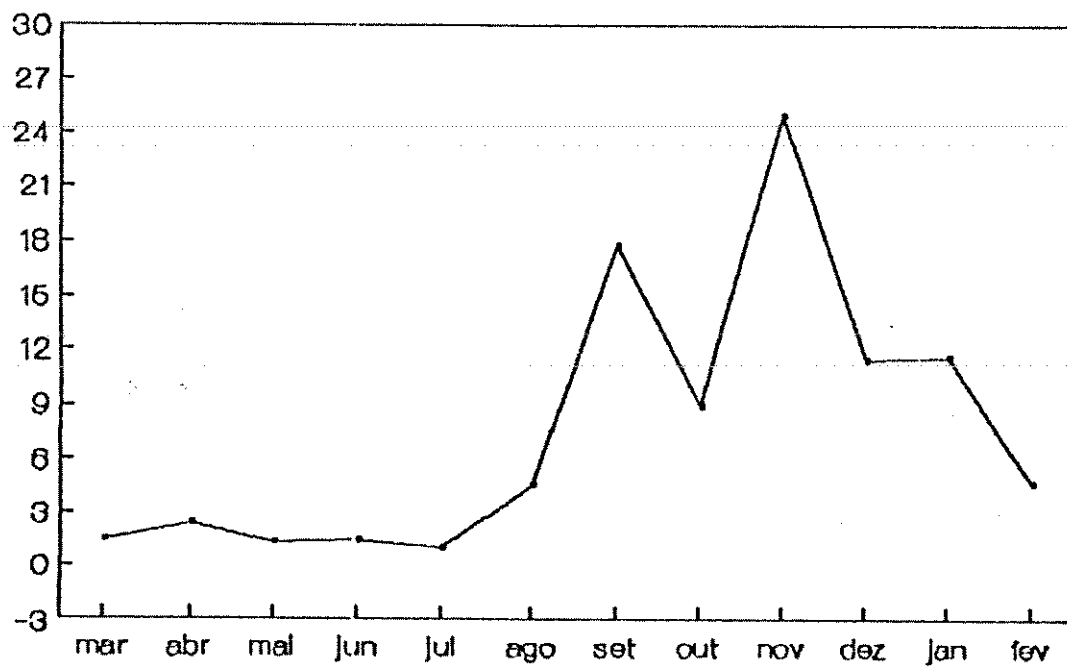
I.- Grito de advertência (Prancha VIII B, pág. 62): Esta vocalização é representada por uma nota pura e modulada rapidamente em forma descendente entre 6500 e 3600 Hz com uma duração de 160 ms. A modulação de frequência média é de -18 Hz/ms correspondendo à nota tipo M-C3 (Prancha VIII B).

Esta vocalização foi emitida quando o macho ou a fêmea, estando pousado nos poleiros de vigilância ou conforto, advertiam a presença do observador perto do ninho. Se o observador se aproximava devagar em direção ao ninho esta emissão se fazia mais frequente até o observador ultrapassar uma distância crítica, quando se observava uma mudança no comportamento e nas vocalizações emitidas. Esta distância foi medida 30 vezes com 12 casais diferentes dando uma distância de $6,0 \pm 0,5$ m.

J.- Grito de alarme (Prancha VIII A, pág. 62): O grito de alarme se compõe de uma sequênciã de notas similares emitidas a intervalos de 280 ms. Cada nota tem uma duraçãõ de 220 a 230 ms, modulada descendentemente entre 6900 e 3600 Hz com uma modulaçãõ de frequênciã de -12 Hz/ms, sendo classificadas como notas do tipo M-C3 (Prancha VIII A).

Estas vocalizações sãõ emitidas quando o intruso, neste caso o observador, ultrapassa a distãnciã críticã de 6 m e sãõ acompanhadas de vôos rasantes sobre o observador. Logo a andorinha volta ao seu poleiro de vigilãnciã e começa a efetuar um "display" que consiste na movimentaçãõ de cabeçã de um lado para outro em um ângulo de 100° aproximadamente. Se a fonte de perturbaçãõ persiste, a andorinha volta a realizar vôos rasantes e se o observador se aproxima ainda mais do ninho elas fogem. Esta vocalizaçãõ é emitida por ambos os membros do casal.

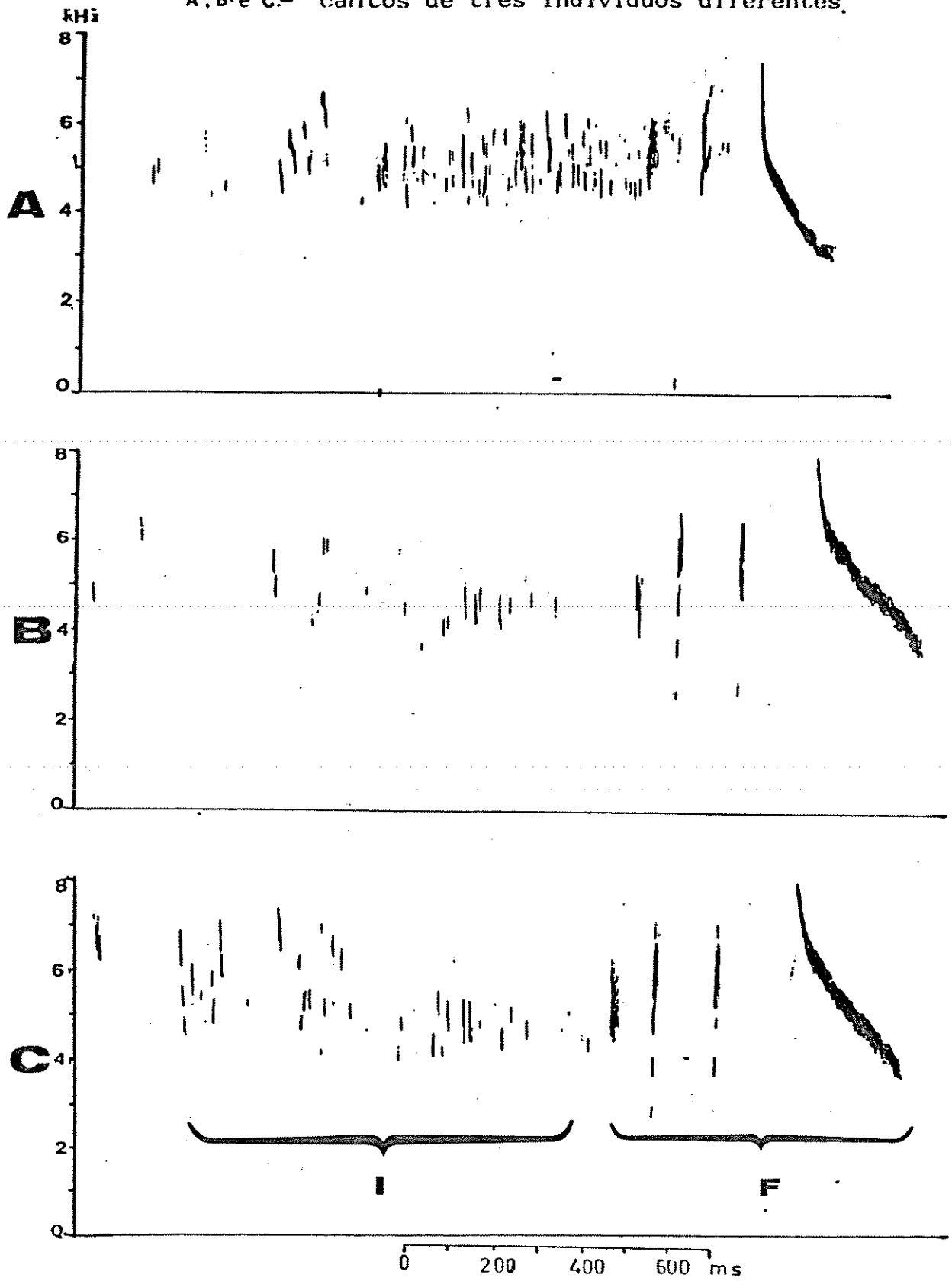
Fig. 2. Número médio de cantos emitidos por Notiochelidon cyanoleuca nos diferentes meses do ano.



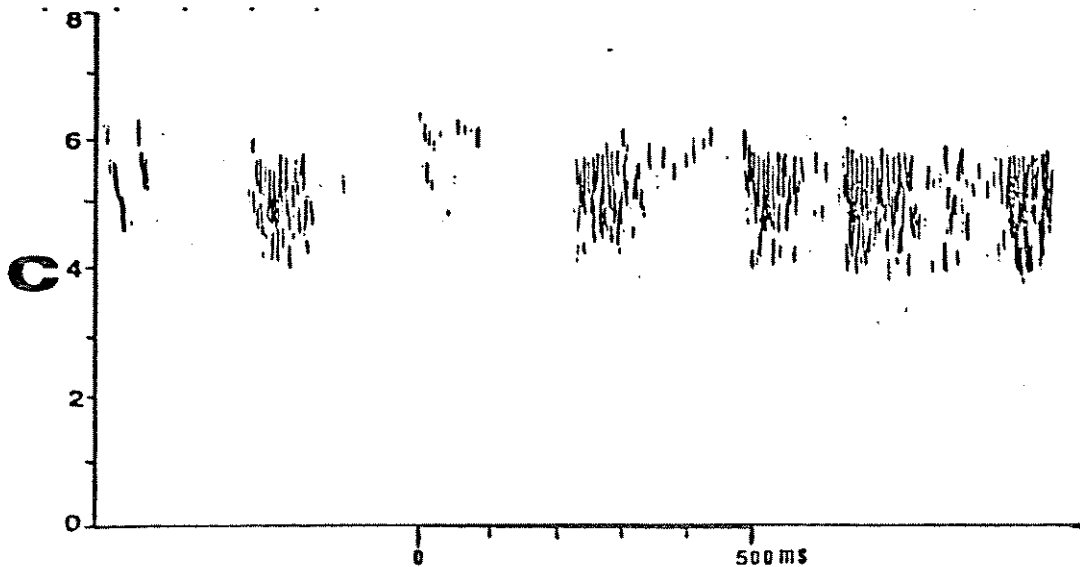
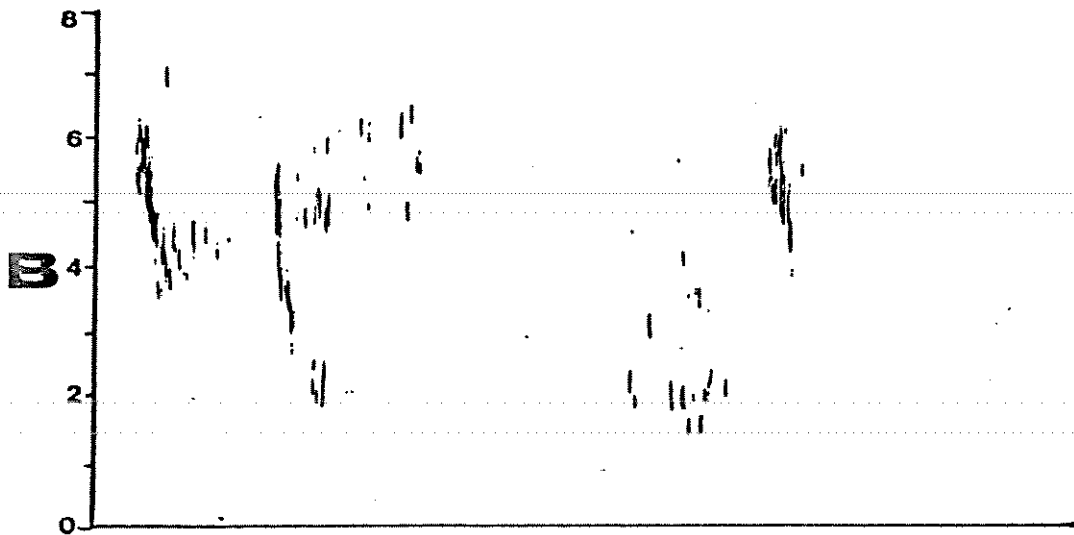
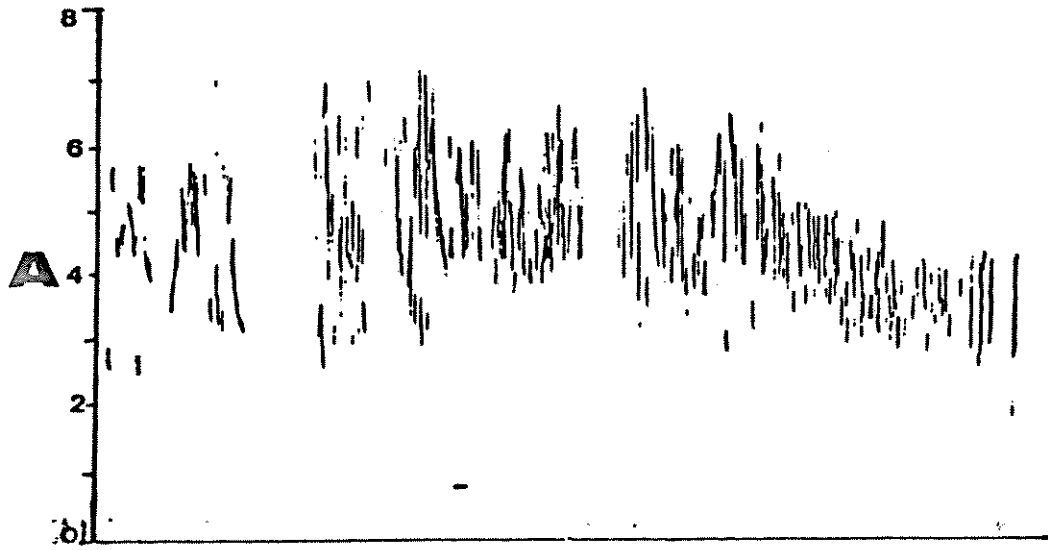
N = 192 (amostras de 30 min.)

PRANCHA IV. Vocalizações de Notiochelidon cyanoleuca:

A, B e C.- cantos de três indivíduos diferentes.

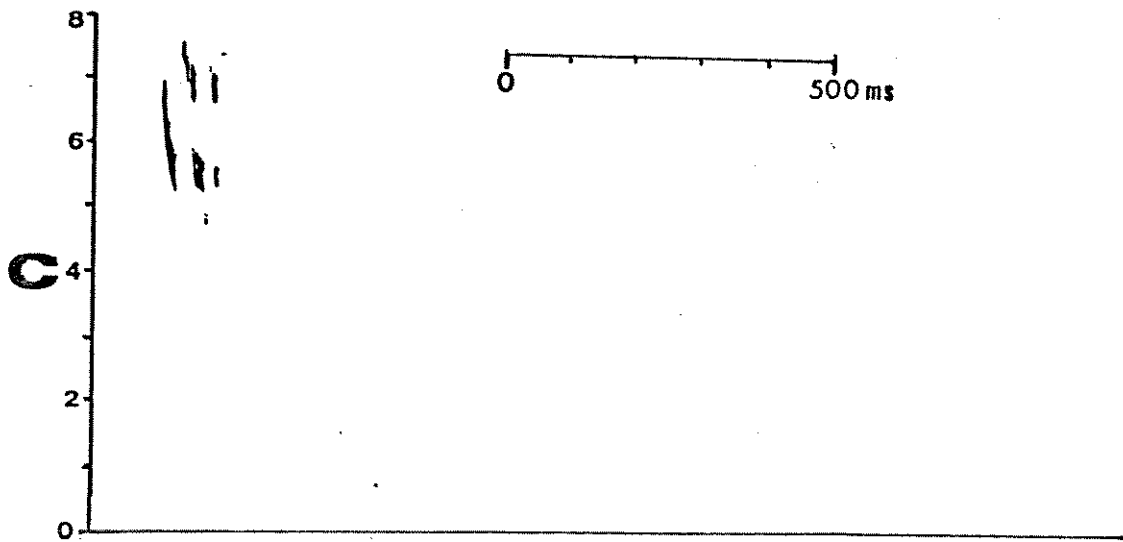
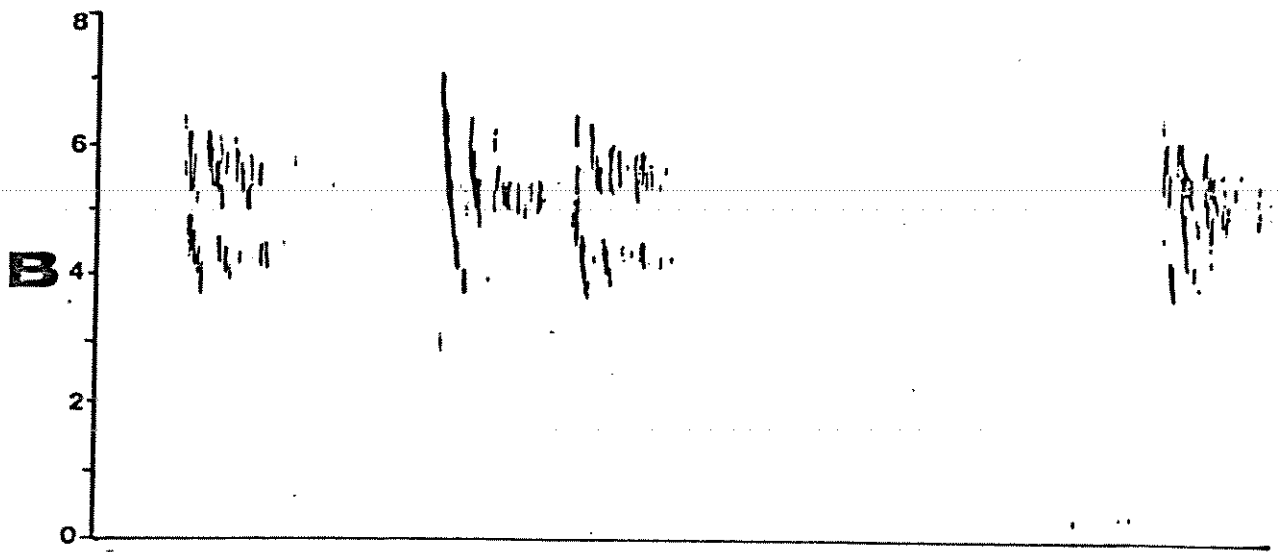
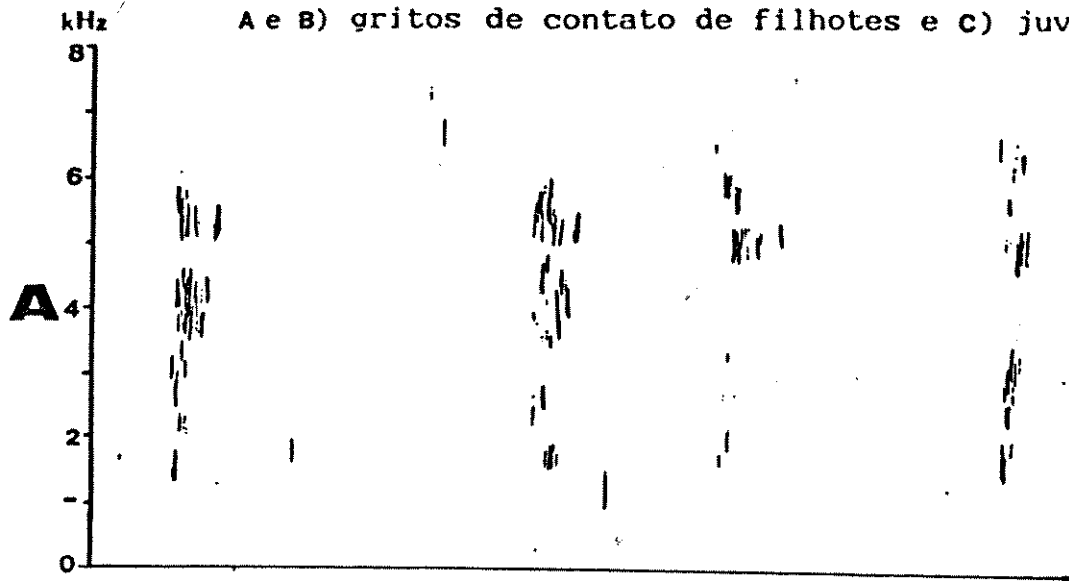


kHz A) grito de cortejo, B) revezamento e C) solicitação.



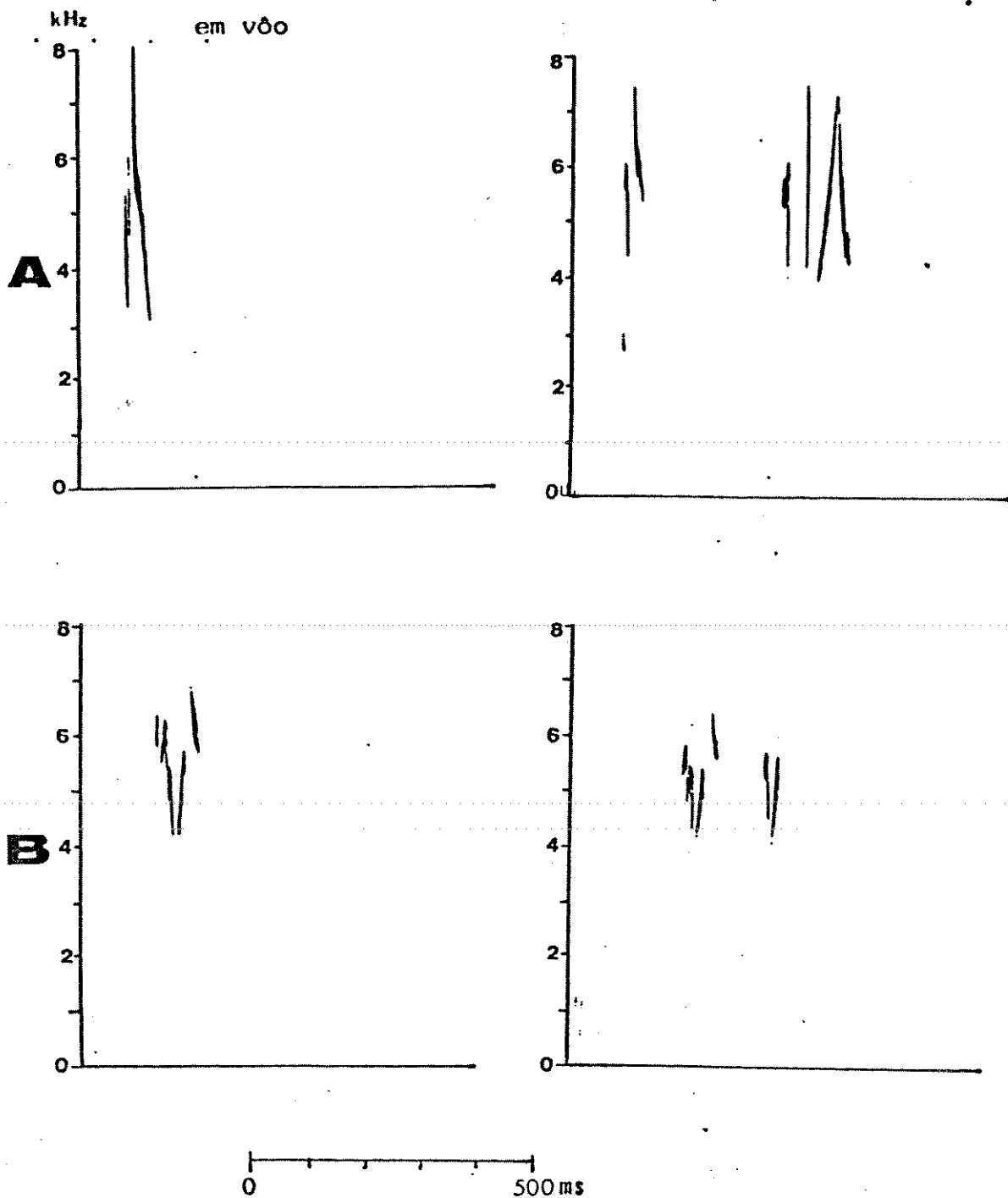
PRANCHA VI. Vocalizações de Notiochelidon cyanoleuca :

A e B) gritos de contato de filhotes e C) juvenis.



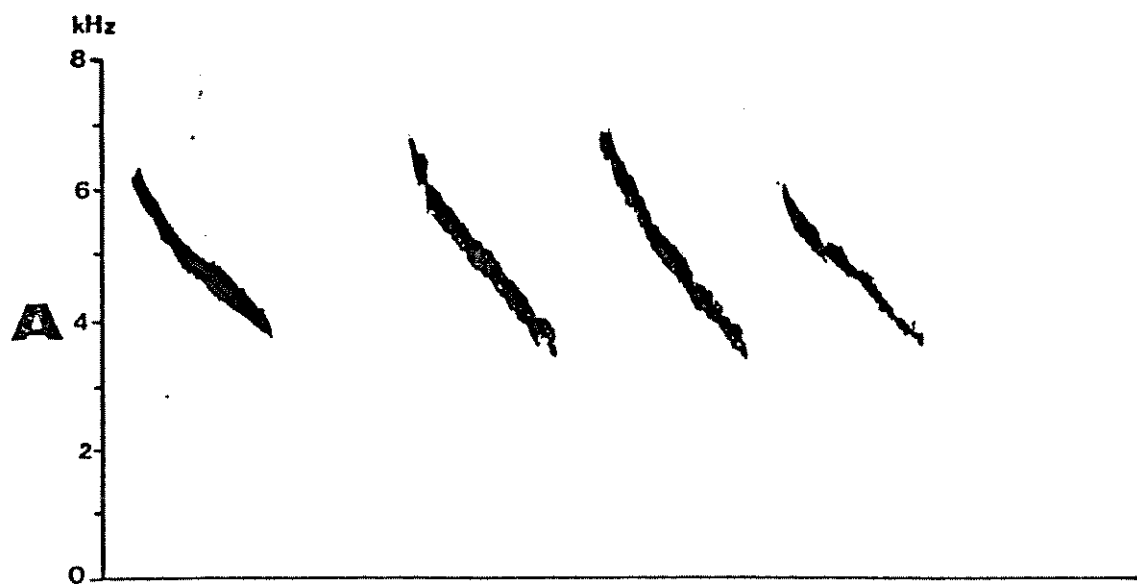
PRANCHA VII. Vocalizações de Notiochelidon cyanoleuca :

A) grito de contato pousado e B) grito de contato,

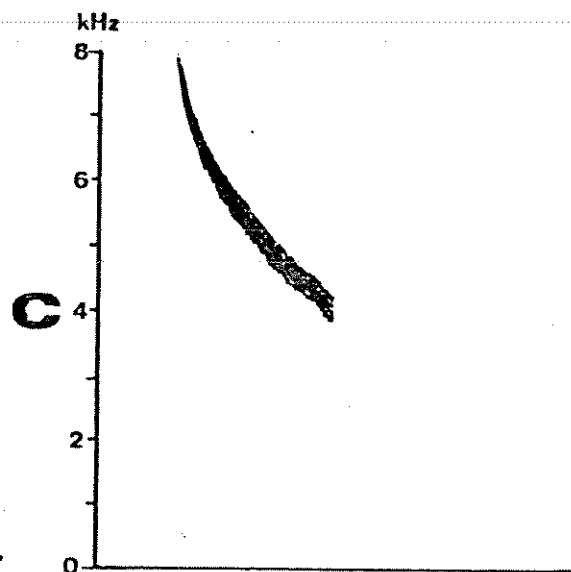
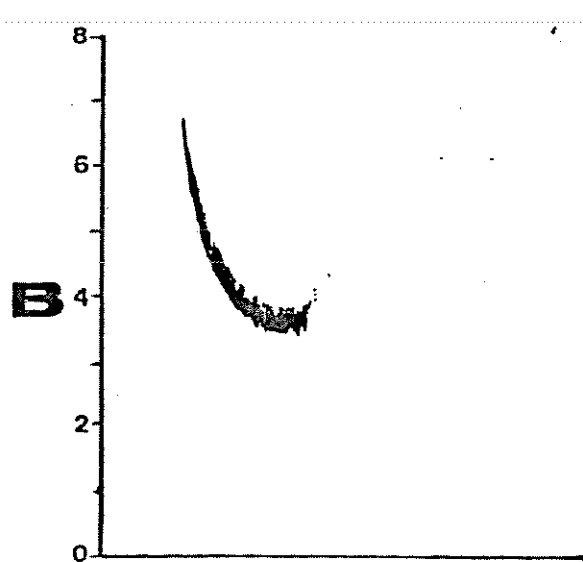


PRANCHA VIII. Vocalizações de Notiochelidon cyanoleuca :

A) grito de alarme, B) advertência e C) assobio.



0 500 ms



4.4.2 Vocalizações das outras espécies consideradas neste estudo.

As vocalizações descritas a seguir correspondem às que foram escutadas, gravadas e cujo comportamento associado foi observado para as espécies de andorinhas que eram simpátricas e sintópicas de *Notiochelidon cyanoleuca*. Para estas espécies foi utilizada a mesma denominação que para as vocalizações do repertório de *N. cyanoleuca*, tendo assim, um padrão de comparação entre as vocalizações das diferentes espécies incluídas nesta pesquisa.

4.4.2.1 Vocalizações de *Tachycineta leucorrhoa*: As vocalizações emitidas por esta espécie que foram associadas a algum comportamento, correspondem ao canto, grito de contato, grito de alarme e grito de briga.

A.- Canto (Prancha IX, pág. 67): O canto desta espécie está estruturado por notas tipos M-A1 e M-A2 organizadas da seguinte maneira: em primeiro lugar tem uma nota inicial (I) formada por 9-10 pseudopulsos com duração de 200 ms (M-A2). Logo é emitida a parte média (M) do canto que geralmente está estruturada por três notas de tipo M-A2, observando-se variação individual do canto por aumento de uma nota nesta parte da vocalização. Quando foi aplicado "play-back" registrou-se uma diminuição de duas notas na região média do canto. Provavelmente a diminuição das notas se deve ao grau de excitação da ave. A

parte final do canto está formada por cinco unidades, denominadas com letras de A até E, mantendo um número constante de elementos representando a secção estereotipada do canto. É interessante ressaltar que nesta espécie as notas B a E apresentam pseudopulsos com defasagem brusca de frequência entre um e outro num período muito curto de tempo. É realmente extraordinária a capacidade desta espécie de produzir estas alterações de frequência em intervalos de 15 a 20 ms. A duração total do canto varia entre 1500 e 2400 ms (Prancha IX A e B).

Esta vocalização faz parte essencialmente do reconhecimento específico. Isto foi comprovado através de experimentos de "play back" no campo: quando os machos escutavam sua própria vocalização, eles apresentavam mudanças no comportamento, como deslocamentos rápidos pelo ar de forma excitada ou vôos rasantes sobre o observador voltando depois ao local de pouso. Na resposta vocal ao "play-back" ocorre uma redução do intervalo de tempo entre as vocalizações, passando de 1 a 2 s para 0,8 s entre uma emissão e outra. Estas mudanças eram mais acentuadas quando o "play back" se realizava na presença de outro indivíduo da mesma espécie no setor, produzindo um aumento de intensidade sonora na parte final do canto.

Esta vocalização também foi escutada no cortejo sendo emitida pelo macho pousado ou em vôo, e também nas etapas de construção e incubação, emitidas fora ou no interior do ninho.

B.- Grito de contato (Prancha X, pág. 68): O grito de contato é formado por um conjunto de pseudopulsos que apresenta varia-

ções intra e interindividuais quanto ao número de pseudopulsos, que oscila entre 17 e 25, os intervalos de tempo entre um grito e outro variando de 88 a 275 ms. Por outro lado sua frequência é mais ou menos constante nos diferentes gritos, sendo seu limite inferior 2400 Hz e 6750 Hz o superior (M-A3) (Prancha X).

Esta vocalização é a mais escutada nos períodos de atividade desta espécie, sendo emitida em várias atividades como vôo, principalmente quando está se alimentando, em comportamento de conforto e descanso com outros indivíduos da mesma espécie pousados em poleiros. Este grito acompanha o canto quando é emitido para reconhecimento específico, cortejo e defesa do ninho.

C.- Grito de alarme (Prancha XI, pág. 69): São notas formadas por 31 pseudopulsos que em conjunto sofrem uma pequena modulação, primeiro descendente e logo ascendente para terminar descendentemente. A duração é de 150 ms com intervalos de 100 ms e as frequências de emissão oscilam entre 3000 e 5350 Hz. Cada grito é uma nota tipo M-A4 (Prancha XI A).

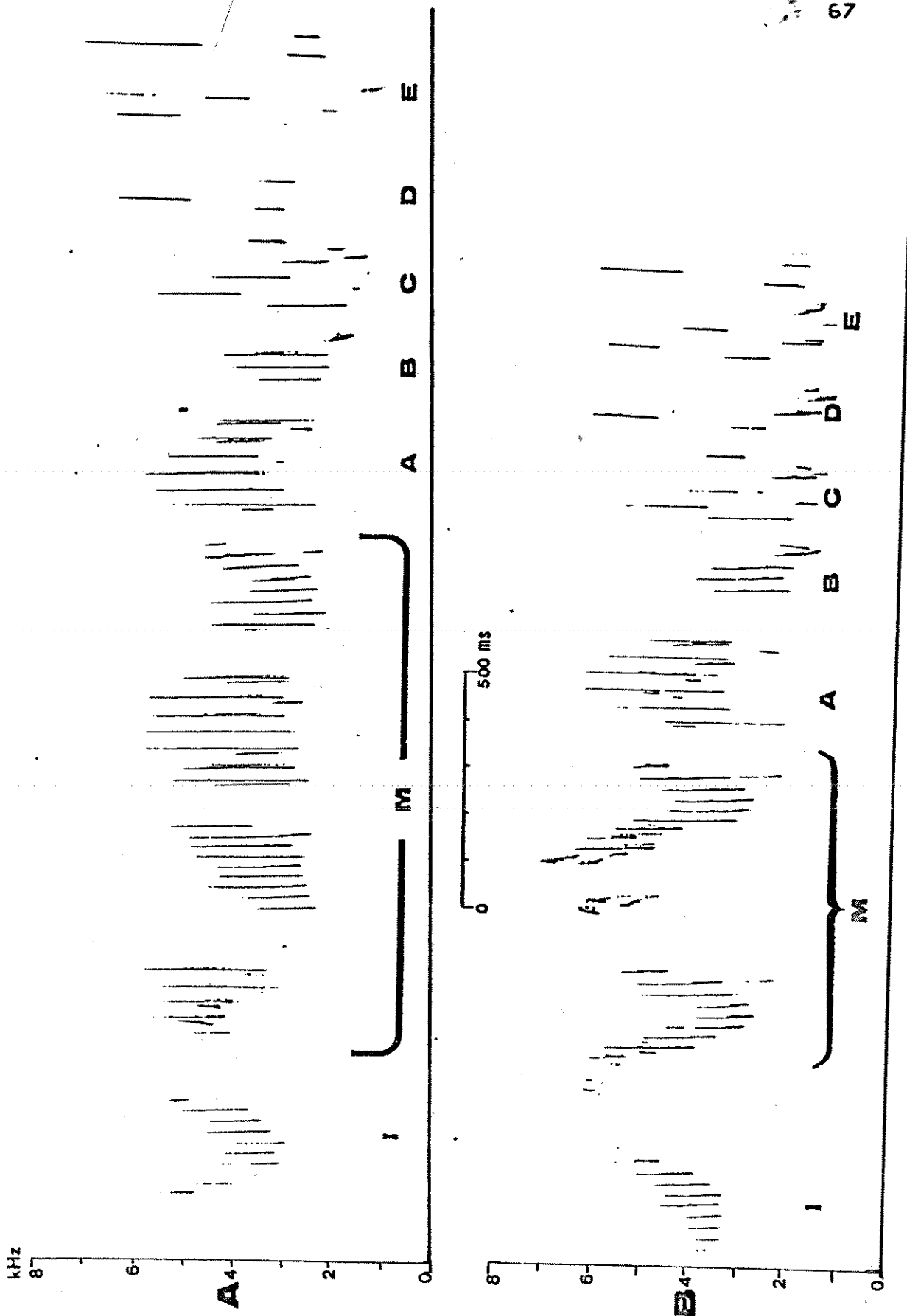
Este grito é emitido nas mesmas circunstâncias que os gritos de alarme de *N. cyanooleuca*, inclusive a distância crítica para provocar esta emissão coincide em 6 m. A mesma nota que é utilizada como grito de alarme é utilizada como advertência. No caso dos gritos de alarme o intervalo entre uma vocalização e outra é menor.

D.- Grito de briga (Prancha XI B, pág. 69): Este grito é formado por duas notas melódicas, onde a primeira é uma nota modulada apresentando harmônicos, cujo fundamental teria uma frequência de 1500 Hz, com duração de 40 ms e sua energia está concentrada nos harmônicos H5 e H6 (nota tipo M-D1). A segunda nota é modulada com forma de arco no sonograma com duração de 100 ms emitida 100 ms depois da primeira nota e sua frequência é equivalente à frequência de H5 da 1ª nota, apesar de ser um som puro (nota tipo M-B1) (Prancha XI B). No sonograma na Prancha XI C, observa-se que a nota de forma de arco tem uma estrutura harmônica semelhante à da primeira nota, mas que corresponde a emissões simultâneas de cada lado da siringe, de dois sons puros sem relações harmônicas (a modulação das frequências é diferente entre as duas emissões).

Esta vocalização foi observada em uma briga interespecífica, entre esta espécie e outra da mesma família, provocada por defesa de um poleiro desta espécie já ocupado pela outra.

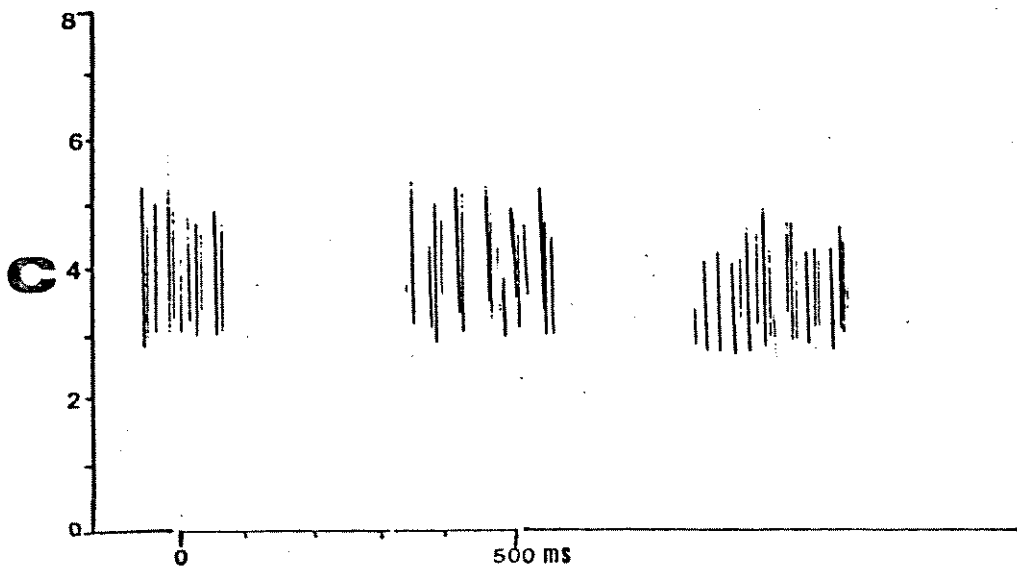
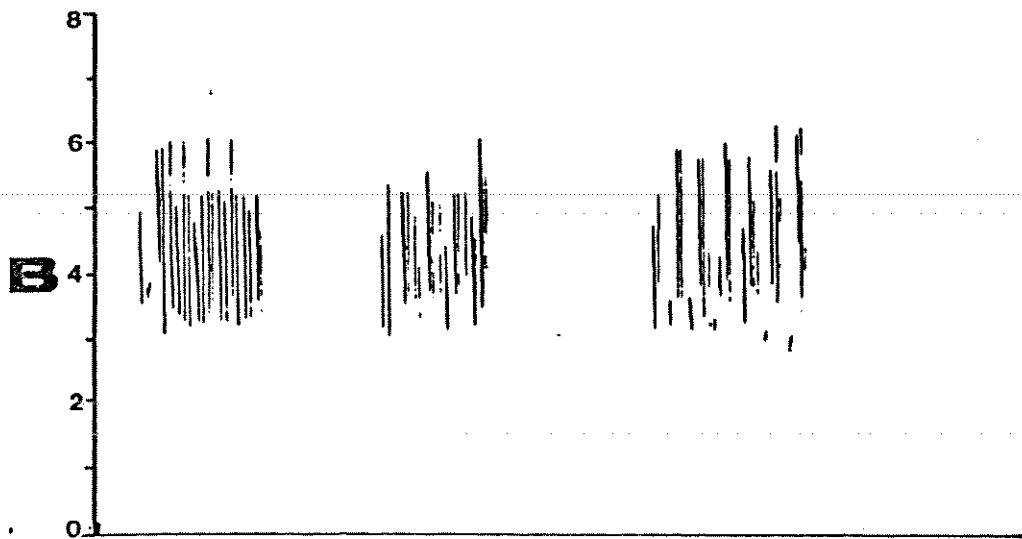
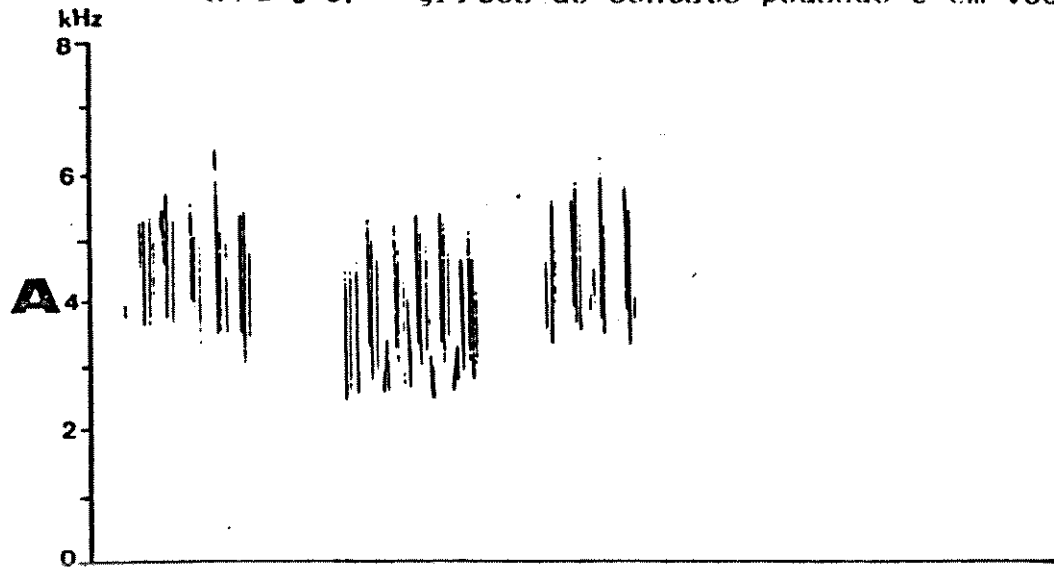
PRANCHA IX. Vocalizações de Tachycineta leucorrhoa:

A) canto, B) canto emitido depois de "play-back".



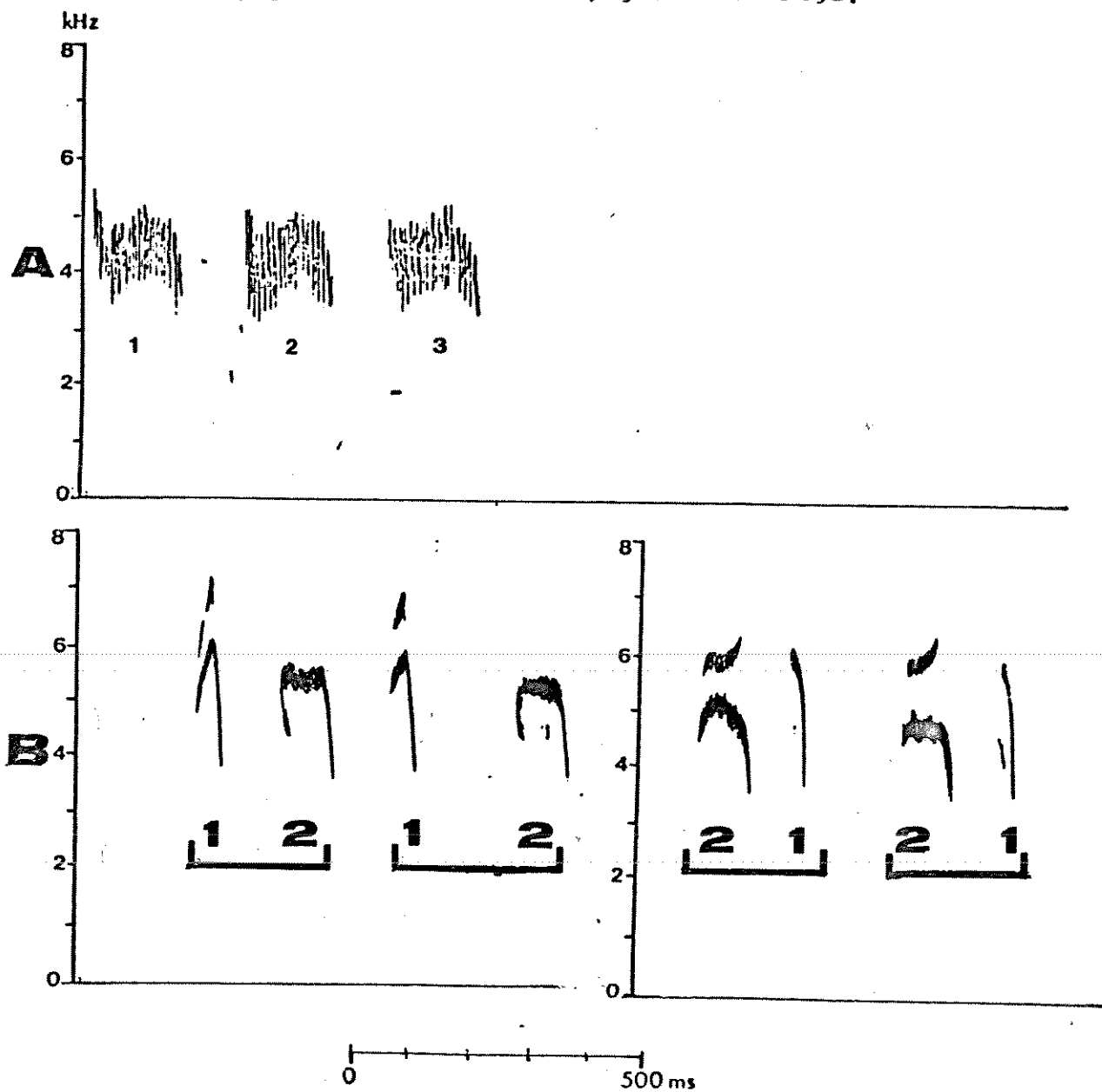
PRANCHA X. Vocalizações de Tachycineta leucorrhoa :

A, B e C.- gritos de contato pousado e em vôo.



PRANCHA XI. Vocalizações de Tachycineta leucorrhoa :

A) grito de alarme e B) grito de briga.



4.4.2.2 Vocalizações de *Tachycineta albiventris*

As vocalizações observadas para esta espécie foram: grito de contato, grito de alarme e um grito matinal. O canto para esta espécie ainda não foi determinado, ou por desconhecer-se sua existência ou por que *I. albiventris* não tem um canto definido, podendo utilizar outra vocalização para o reconhecimento específico. Os experimentos de "play back" utilizados para determinar a existência do canto para esta espécie não obtiveram nenhuma resposta positiva.

A.- Grito de contato (Prancha XII A, pág. 72): Este grito corresponde a uma emissão composta de um número máximo de 12 pseudopulsos com duração que varia entre 125 e 140 ms e intervalo de 600 a 700 ms entre os gritos. Sua frequência se distribui na faixa dos 5200-5500 Hz com um limite superior de 6100 Hz e inferior de 3100 Hz. Estas estruturas correspondem ao tipo M-A2 (Prancha XII A).

Estas vocalizações são emitidas pela fêmea ou pelo macho quando se encontram pousados em poleiros sozinhos ou em companhia de outros indivíduos. Também foi observada sua emissão durante o voo com algumas diferenças estruturais como redução do número de pseudopulsos para 7 ou 8, redução da duração da nota para 70 a 100 ms e um intervalo de 150 a 300 ms entre as notas, mantendo-se semelhante quanto à frequência de emissão (tipo de nota M-A2). O grito de contato em voo e pousado é emitido em comportamentos de alimentação e conforto respectivamente, emitido por ambos os membros do casal.

B.- Grito matinal (Prancha XII C, pág. 72): Vocalização composta de uma nota com duração de 330 ms, modulada em forma de V no sonograma e apresentando harmônicos, onde o fundamental tem início anteriormente ao H2, aos 3000 Hz. Esta nota foi classificada como A-D2 (Prancha XII C).

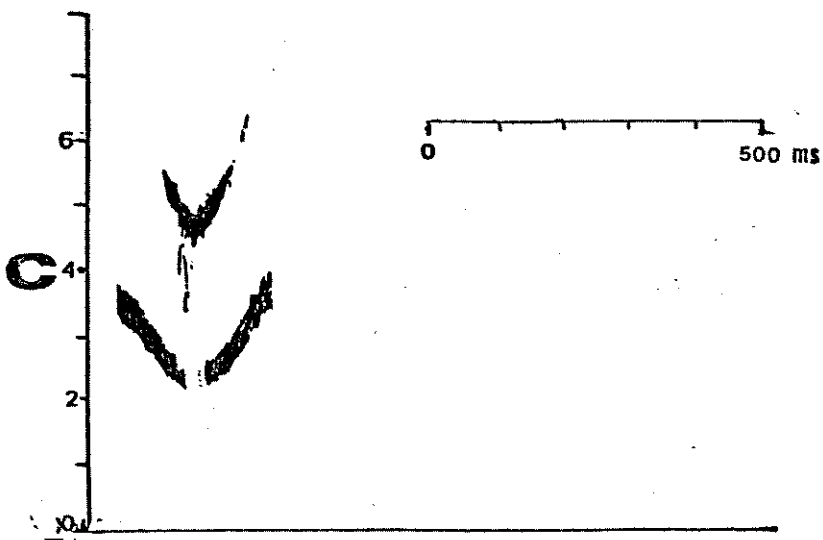
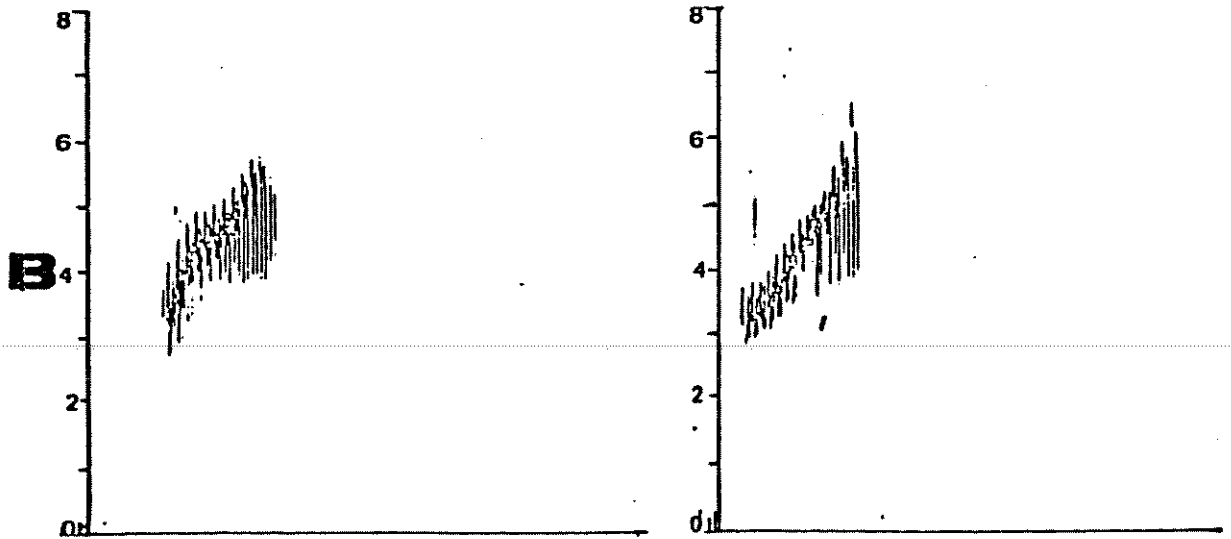
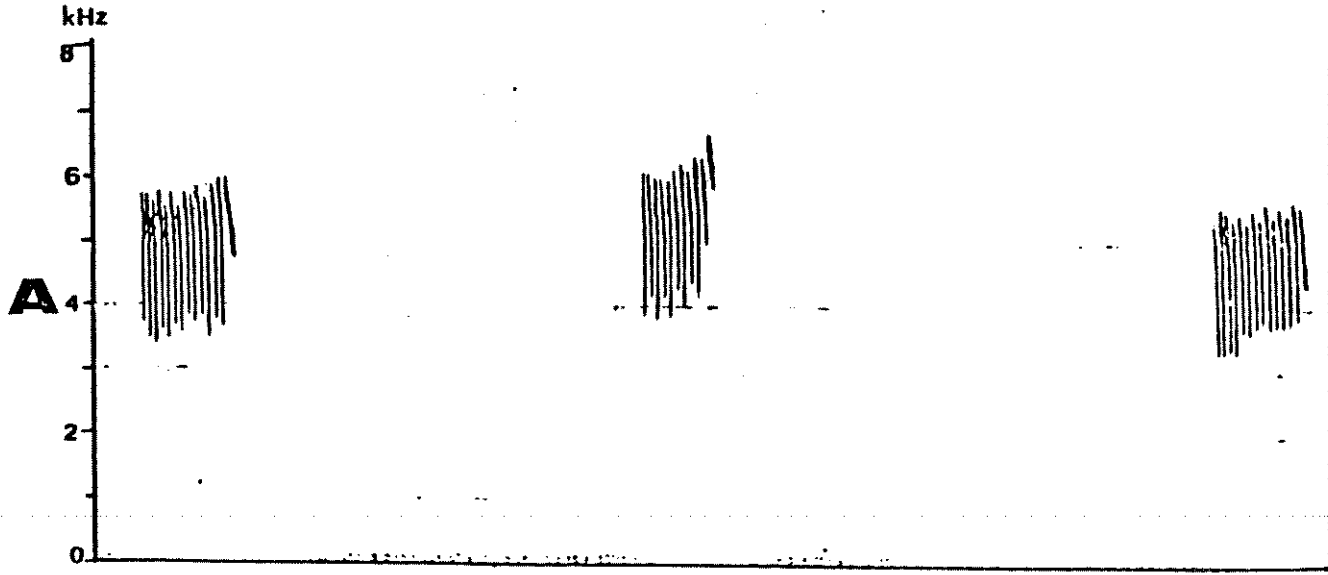
Este grito foi gravado nas primeiras horas do amanhecer, sendo provocado pela aproximação do observador quando a andorinha estava pousada.

C._ Grito de alarme (Prancha XII C, pág. 72): é um grito formado por uma nota pseudopulsada com duração de 170 a 190 ms e com uma modulação ascendente, sendo sua frequência modulada principal entre os 3500 e 5500 Hz, alcançando um limite superior de 6500 Hz e inferior de 2500 Hz (M-A4). Emitido repetidamente a intervalos de 2,0 s quando é utilizado como advertência e de 0,8 s quando corresponde ao alarme propriamente dito (Prancha XII B).

Este grito é emitido em poleiros perto do ninho por ambos os membros do casal. É emitido com função de advertência ou alarme dependendo da distância da fonte de perturbação, sendo que a distância crítica para provocar a mudança de ritmo do grito corresponde aproximadamente a 4,5 ou 5,0 m de distância.

PRANCHA XII. Vocalizações de Tachycineta albiventer :

A) grito de contato, B) grito de alarme e c) matinal.



4.4.2.3 Vocalizações de *Stelgidopteryx ruficollis*

As vocalizações desta espécie estão representadas por cinco emissões sonoras: canto, grito de contato, grito de contato de ninhegos, grito de solicitação e grito de alarme.

A.- Canto (Prancha XIII A e B, pág 77): Esta vocalização está formada por três tipos de conjuntos de notas I, A e B. A primeira delas corresponde ao conjunto de início (I), caracterizada por ter quatro notas emitidas em intervalo de 120 ms e frequência entre 1500 e 6000 Hz, o segundo conjunto apresenta um espectro de frequência maior que a nota de início. Os conjuntos A e B são muito semelhantes, diferenciando-se quanto à duração, sendo que A dura 130 ms e B 100 ms. Outra diferença consiste no número de notas que compõem os conjuntos: A tem 6 notas e B sete notas; suas frequências são similares, oscilando entre 1300 e 7200 Hz. As notas são emitidas na seguinte ordem: I, A, B, A, A, separadas por 80, 110, 140 e 240 ms respectivamente (N= 30). A duração total do canto é de 1230 ms. Os conjuntos I, A e B foram classificados como notas M-C2 (Prancha XIII A).

Quando se aplica "play back", o canto sofre algumas modificações quanto à sua estrutura pois a ave fica excitada ao escutar seu próprio canto. Esta modificação é manifesta pela ausência do conjunto B dentro do canto, redução da faixa de frequência entre 2100 e 5900 Hz e aumento na duração dos conjuntos I e A (N= 20) e diferentes modulações em I. A duração do canto também sofre redução pela ausência de B e de um conjunto A (Prancha XIII B).

O canto é emitido em situações comportamentais como reconhecimento específico, atração da fêmea para formação do casal e na defesa do ninho. O canto também é emitido em voo nas etapas de acasalamento e construção do ninho.

B.- Grito de contato (Prancha XIV A, pág. 78): Esta espécie tem dois tipos de grito de contato similares em sua estrutura. Ambos são compostos de pseudopulsos onde a energia está reforçada no terço final do grito e tem sua faixa de frequência entre 2000 e 6100 Hz. Diferenciam-se quanto ao número de pseudopulsos, sendo que o grito de contato pousado tem 14 pseudopulsos emitidos em 210 ms e o grito de contato em voo é formado por 18 pseudopulsos emitidos em 280 ms. As estruturas destes gritos foram classificadas como notas do tipo M-A3 (Prancha XIV A).

O grito de contato pousado é emitido em poleiros que geralmente são fios elétricos ou arame de cerca perto do ninho e o grito de contato em voo é emitido quando estes indivíduos se alimentam caçando insetos no ar. Os intervalos de tempo de emissão entre os gritos de contato dos dois tipos são variáveis para o mesmo indivíduo ou indivíduos diferentes. O grito de contato pousado também é emitido antes do canto.

C.- Grito de contato de ninhegos (Prancha XIV B, pág. 78): Os ninhegos emitem um grito de contato entre eles e seus pais; é emitido a partir de 12 dias de idade. Caracteriza-se como um chiado pouco estruturado apresentando modulações rápidas e con-

tínuas com duração de 95 a 110 ms e faixa de frequência que tem como limites 2800 e 5600 Hz. Este grito é emitido a intervalos de 730 ms (Prancha XIV B 1ª sonograma).

Aos 18 e 20 dias de idade estes gritos tem uma estrutura mais definida, apresentando modulações ascendentes e descendentes. A nota que compõe este grito tem uma duração de 100 ms e uma frequência que oscila entre 2600 e 5000 Hz. Em ambos os casos as notas foram classificadas como R-3, que são consideradas notas de transição (Prancha XIV B 2ª e 3ª sonograma).

Estes gritos são emitidos quando um dos membros do casal entra no ninho. O primeiro grito por parte dos ninhegos é o de contato, depois são emitidos os de solicitação e finalmente depois de serem alimentados, emitem novamente gritos de contato. Qualquer perturbação dentro do ninho, como barulho, estimula a emissão deste grito.

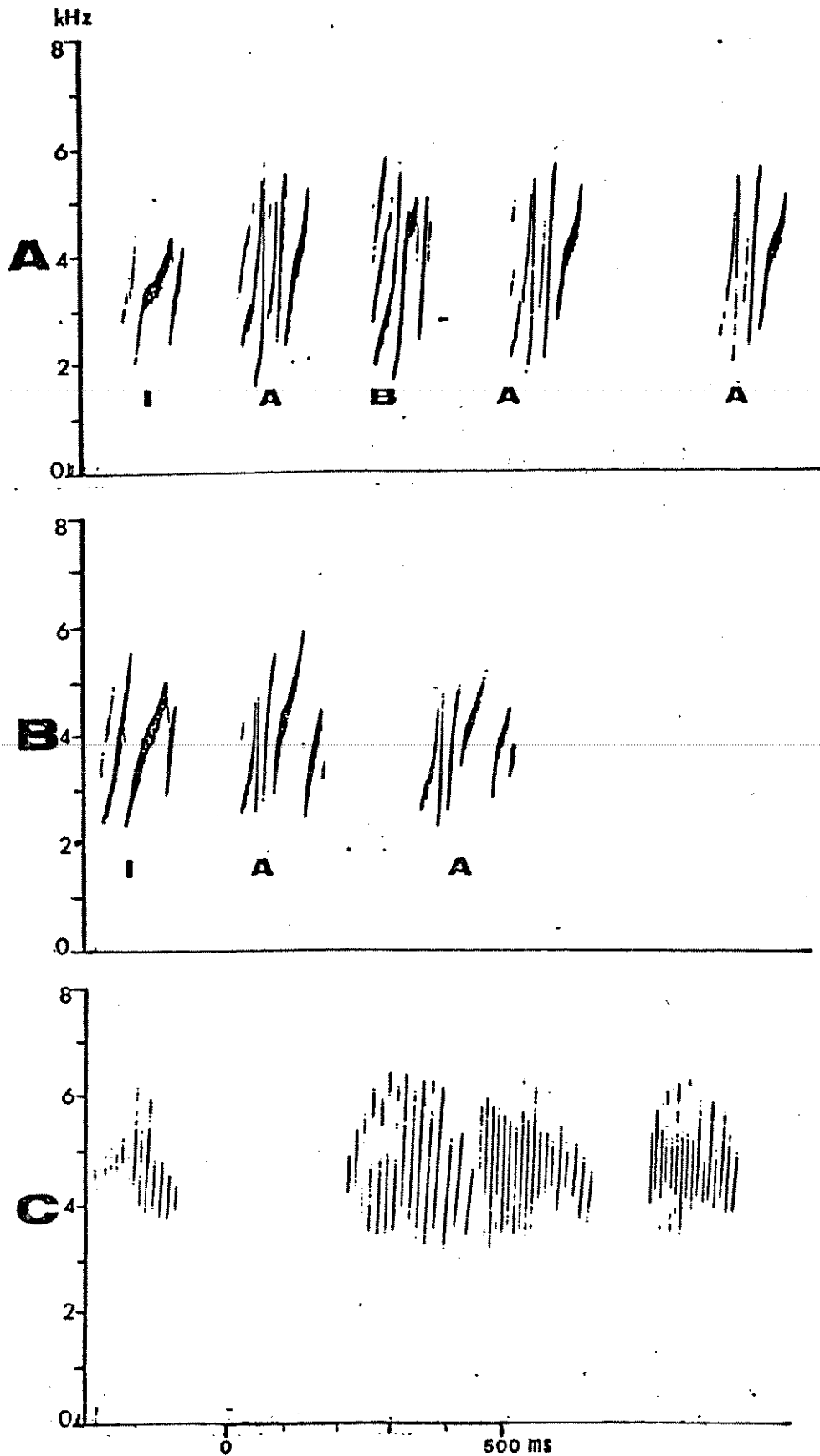
D.- Grito de solicitação (Prancha XIV C, pág 78): O grito de solicitação é emitido dentro do ninho pelos ninhegos. Começa a ser emitido durante a primeira semana de vida, provocado pela presença de qualquer de seus pais ou também por barulhos na entrada do ninho. Esta vocalização se caracteriza por ser um chiado de 130 ms de duração com uma frequência que oscila entre 2500 e 6500 Hz. Aos 16 e 18 dias de idade este grito apresenta-se mais estruturado e definido, conservando sua duração e frequência. Estas notas correspondem a R-1 da classificação de estruturas de notas (Prancha XIV C).

E.- Grito de alarme (Prancha XIII C pág. 77): São vocalizações formadas por conjuntos de pseudopulsos que funcionam como unidades. Estes conjuntos são formados por 17 pseudopulsos, com uma duração total entre 160 e 220 ms. São emitidos a intervalos irregulares de tempo dependendo do estado de excitação do indivíduo, ou seja, quanto mais excitado menor será o intervalo entre os conjuntos de pseudopulsos. Dentro de cada conjunto existe uma variação de frequência entre os pseudopulsos (M-A3) (Prancha XIII C).

Como para as espécies anteriores, o grito de alarme é provocado geralmente pelo observador, existindo uma distância crítica, neste caso 6 m, que provoca a sua emissão. Somados aos gritos, há o comportamento agressivo caracterizado por vôos rasantes sobre o observador e este comportamento continua se persiste a fonte de perturbação. Esta vocalização também é usada como grito de advertência emitido antes de ser ultrapassada a distância crítica quando as andorinhas estão pousadas. Os intervalos de emissão são diferentes entre alarme e advertência, sendo maiores no último caso.

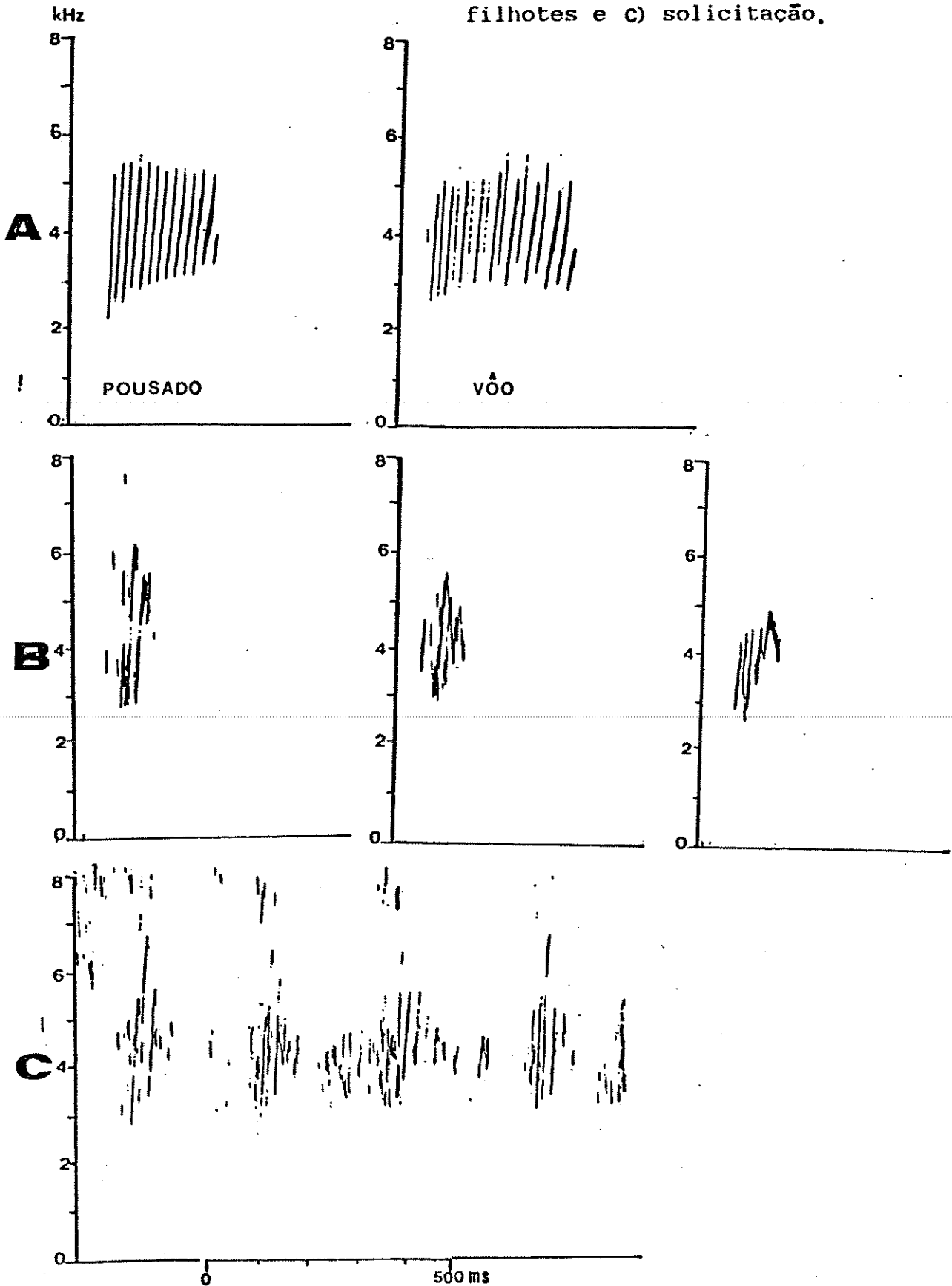
PRANCHIA XIII. Vocalizações de Stelgidopteryx ruficollis :

A) canto, B) canto emitido depois de "play-back" e
C) grito de alarme.



PRANCHA XIV. Vocalizações de Stelgidopteryx ruficollis:

A) grito de contato pousado e em vôo, B) gritos de contato de filhotes e C) solicitação.



4.4.2.4 Vocalizações de *Phaeogenes tapera*

Esta espécie foi a menos observada, uma vez que era pequeno o número de casais presentes nos locais de trabalho. *Phaeogenes tapera* já foi frequente nas zonas suburbanas, fazendas e matas pequenas, mas nestes últimos anos sua presença diminuiu drasticamente nestes lugares por motivos que se desconhecem (Vielliard, 1986 com. pers.). Foram identificados três tipos de vocalizações: canto, grito de contato e grito de alarme. Isto permitiu relacioná-la com as outras espécies consideradas, ressaltando que é possível que estas três vocalizações não formam o seu repertório completo.

A.- Canto (Prancha XV A, pág. 81): O canto desta espécie é formado por conjuntos de pseudopulsos de tipo M-A2 e por notas M-C2 chamadas de trinados. Sua organização inclui uma ordem de emissão destes conjuntos, onde em primeiro lugar são vocalizados duas vezes os conjuntos tipo M-A2 a intervalos de 120 ms e logo emitidas duas notas de tipo M-C2 a intervalos de 150 ms, sendo que a duração total do canto é de 1400 ms (Prancha XV A).

Os cantos são emitidos geralmente em poleiros como fios elétricos, antenas de TV e galhos, observando-se sua vocalização na defesa do ninho, em cortejo para atração da fêmea, reconhecimento de macho e fêmea e em vôo.

B.- Grito de contato (Prancha XV B, pág. 81): é uma nota composta de pseudopulsos do tipo M-A2, com duração entre 55 e 130

ms e frequência que oscila entre 2000 e 5000 Hz, emitida a intervalos entre 70 e 110 ms (Prancha XV B).

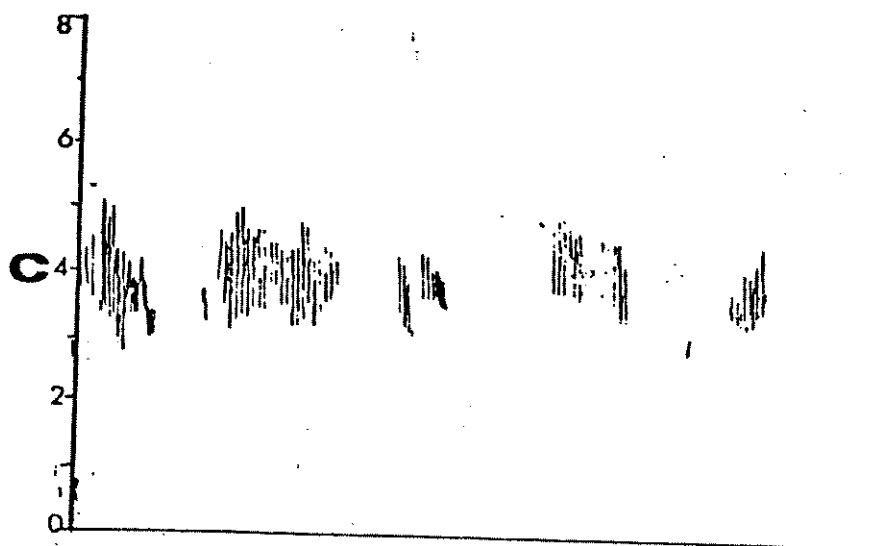
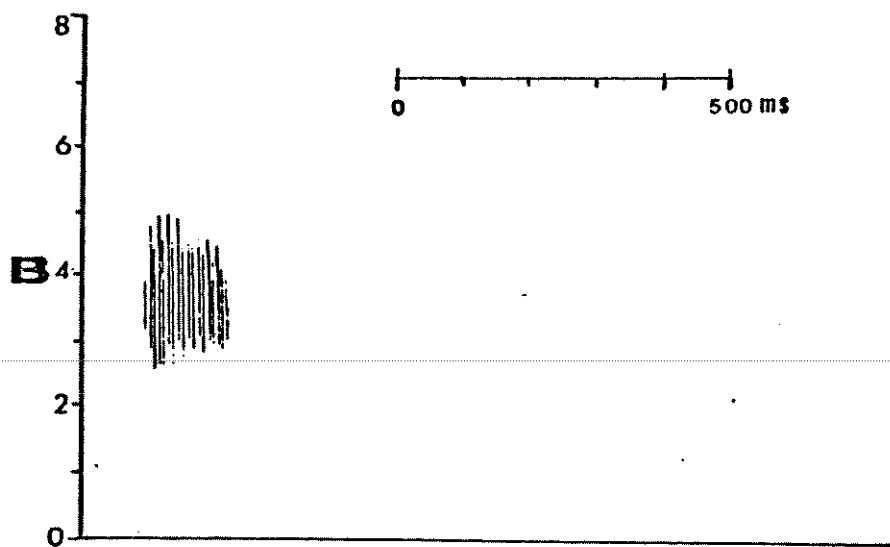
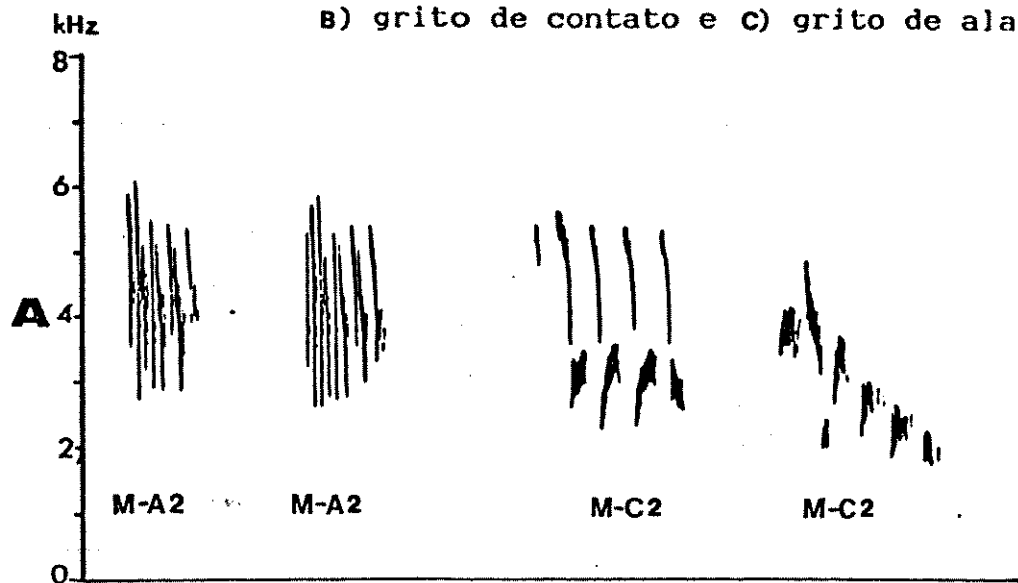
Estes gritos foram emitidos por ambos os membros do casal, quando pousados em comportamento de conforto, descanso ou vigilância. Também é emitido como grito de contato em vôo quando eles se alimentavam.

C.- Gritos de alarme (Prancha XV C, pág. 81): Este grito é formado por notas pseudopulsadas (M-A4), que formam unidades de número variável de pseudopulsos. Estas unidades sofrem pequenas modulações ascendentes e descendentes. Sua duração varia entre 150 e 200 ms e a frequência oscila entre 3000 e 5100 Hz (Prancha XV C).

Esta vocalização é emitida quando o observador se aproxima do lugar de nidificação. É emitida por ambos os indivíduos que compõem o casal tanto em vôo como pousados.

PRANCHA XV. Vocalizações de Phaeoprogne tapera : A) canto

B) grito de contato e C) grito de alarme.



4.4.2.5 Vocalizações de *Ecogne_chalybea*

A.- Canto (Prancha XVI, pág. 85): Esta vocalização é composta de dois conjuntos alternados de notas de características diferentes, correspondendo às notas M-B1 e M-C2. Esta sequência tem um número mínimo de quatro notas e máximo de seis. Quando o macho encontra-se excitado por experiências de "play back" inverte a sequência das notas emitidas e também aumenta o número de notas do canto dentro dos conjuntos. Esta espécie e *Phaeoecogne_taegera* são as únicas que apresentam notas trinadas do tipo M-C2 (Prancha XVI A e B).

O canto deste espécie foi emitido nos mesmos contextos comportamentais de *Phaeoecogne_taegera*, *Stelgidopteryx_ruficollis* e *Tachycineta_leucorrhoa* já descritos anteriormente.

B.- Grito de contato (Prancha XVII D e E, pág. 86): Existem três tipos de gritos de contato que se diferenciam estruturalmente. O primeiro deles é um grito formado por 10 a 17 pseudopulsos com duração entre 110 e 180 ms correspondendo ao tipo de nota M-A2. Estes gritos eram irregularmente emitidos em poleiros como fios elétricos ou antenas de televisão em comportamentos de descanso, conforto ou de localização de filhotes (Prancha XVII D).

O segundo grito tem uma estrutura similar ao anterior diferenciando-se por apresentar 8 a 14 pseudopulsos com modulações menos rápidas e pela maior duração da nota, 160 a 250 ms, correspondendo ao tipo de nota M-B1. Esta nota representa o

grito de contato em voo em comportamentos de alimentação em grupo durante todo o ano (Prancha XVII E, primeira nota).

O terceiro tipo de grito é composto das duas notas anteriores emitidas na ordem M-B1 e M-A2 com um intervalo de 285 ms, sendo denominado grito de contato de duas notas.

Este grito de contato foi emitido geralmente quando o indivíduo se encontrava isolado no ar ou pousado, possivelmente com uma função de localização (Prancha XVII E, primeira e segunda nota).

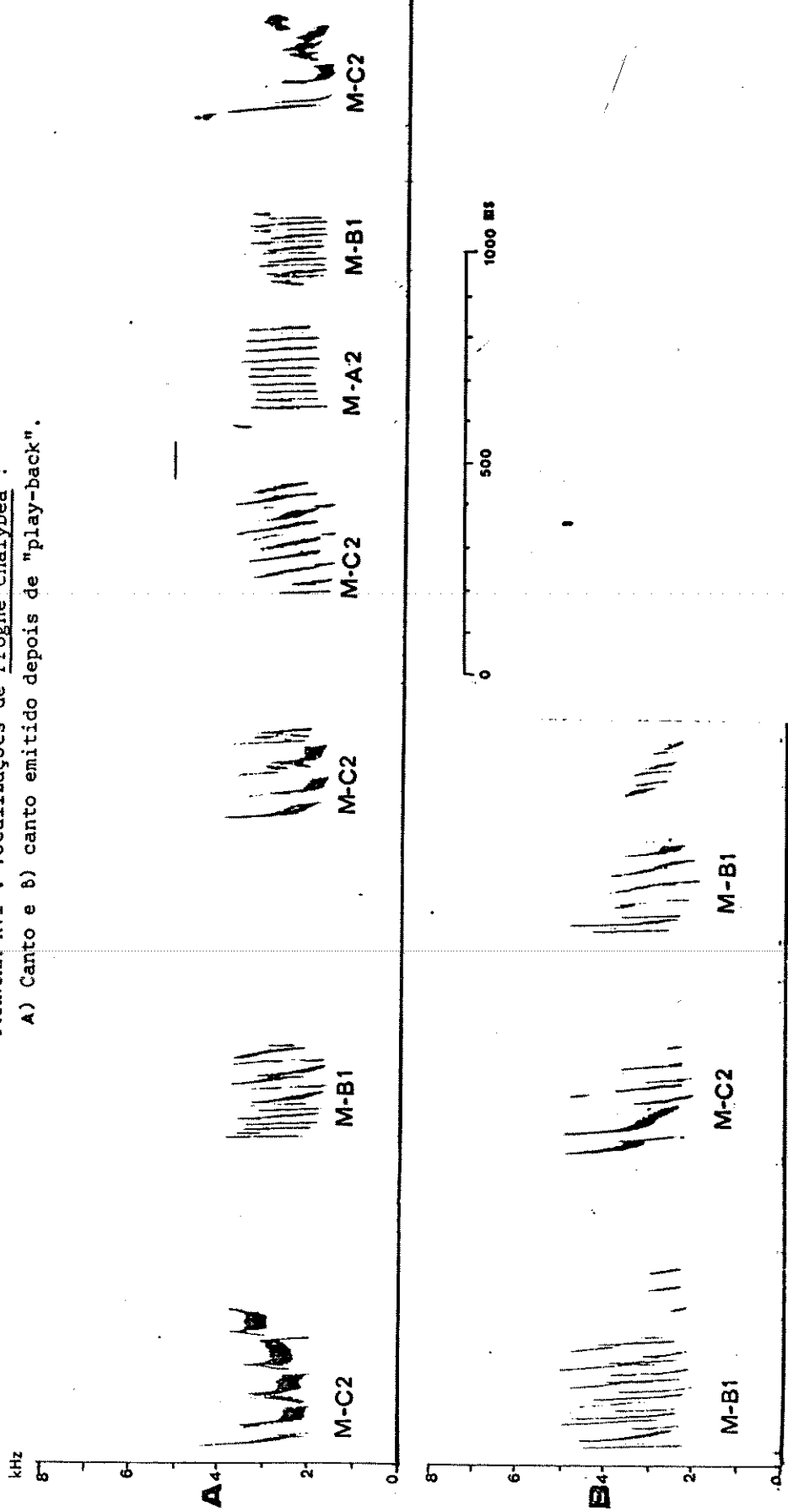
C.- Gritos de advertência e de alarme (Prancha XVII A e B, pág. 86): Ambos os gritos tem uma estrutura similar quanto à sua frequência, número de pseudopulsos e duração da nota, classificada como M-A4. Nos dois casos as notas são moduladas, mas em forma diferente como se pode verificar na Prancha XVII A e B.

Os comportamentos observados na vocalização de cada tipo de grito foram diferentes. O grito de advertência, que é o menos modulado, é emitido por ambos os membros do casal pousados perto do ninho em poleiros que determinam o território de nidificação. Quando o observador aproxima-se do ninho a uma distância de 15 a 20 m, se o observador era detectado, eram emitidos estes gritos. Ultrapassando a distância de aproximadamente 8 m o grito de alarme era emitido pousado ou voando perto do observador. Utilizando este último grito em experiências de "play back", para grupos de 30 a 40 indivíduos pousados em antena de TV, provocava-se sempre o afastamento do grupo todo, que emitia esta vocalização (Prancha XVII B).

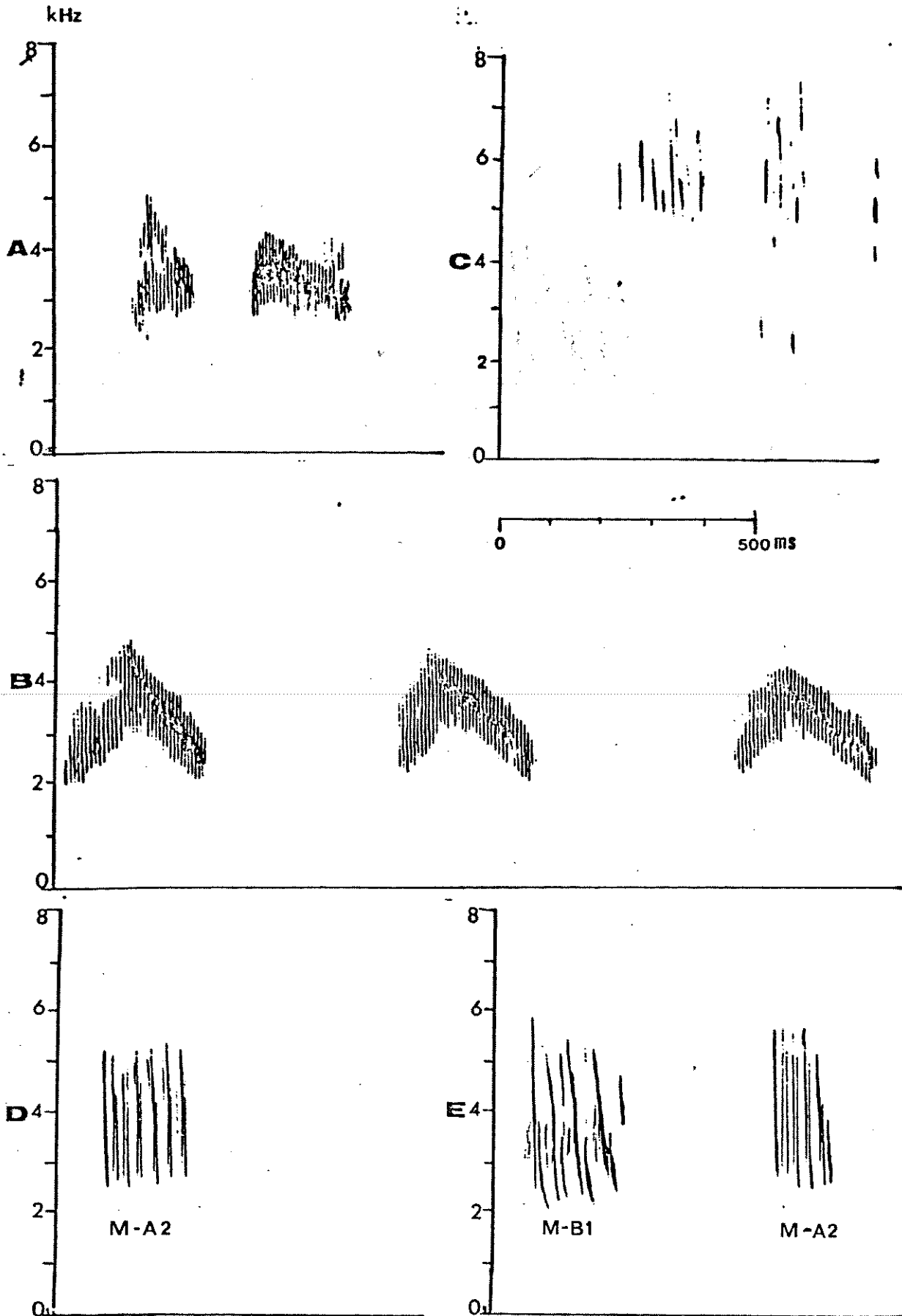
D.- Grito de briga (Prancha XVII C, pág. 86): Este grito é formado por dois conjuntos de pseudopulsos, o primeiro com 11 e o segundo com 8, separados por um intervalo de 120 ms. As frequências das notas M-A2 que correspondem a este grito, oscilam entre 4200 e 7600 Hz (Prancha XVII C).

Este grito foi gravado em um comportamento de briga pelo local de pouso entre dois indivíduos da mesma espécie.

PRANCHA XVI . Vocalizações de Progne chalybea :
A) Canto e B) canto emitido depois de "play-back".



A) grito de advertência, B) grito de alarme, C) grito de briga e D) e E) grito de contato.



4.4.2.6 Vocalizações de *Allochelidon fucata*.

Esta espécie foi incluída neste estudo por encontrar-se compartilhando os mesmos locais de alimentação das espécies que habitam a fazenda Rio Claro em Lençóis Paulista, SP. Esta ave ocupa os ninhos antigos feitos por *Stelgidopteryx ruficollis* nos barrancos à beira de estrada de terra. Foram reconhecidas como vocalizações o canto, gritos de contato pousado e em voo, revezamento e alarme.

A.- Canto (Prancha XVIII, pág. 90): Esta vocalização é formada por três conjuntos de notas moduladas, do tipo M-C1, denominadas A, B e C pela ordem de emissão (N= 20). O conjunto A é formado por três notas moduladas descendentes com frequências que oscilam entre 2150 e 4200 Hz, com duração de 360 ms. O conjunto B é formado por 9 notas descendentes moduladas exceto uma cuja modulação é em forma de V no sonograma, com frequência entre 2200 e 5500 Hz e duração de 400 ms. O conjunto C que é emitido em 180 ms com frequência semelhante à anterior, contém 6 notas moduladas tanto ascendentes como descendentes. O intervalo de tempo entre o conjunto A e B é de 240 ms e entre B e C 70 ms, sendo a duração total do canto de 1250 ms (Prancha XVIII A).

Quando são feitos experimentos de "play back" ocorrem variações na sequência de emissão das notas e na estrutura do canto. Quanto à estrutura, observou-se a omissão da nota A e o aparecimento de um novo conjunto, denominado D, formado por 6

notas moduladas ascendentes e descendentes entre 2000 e 5200 Hz com duração total de 300 ms. A sequência de emissão das notas corresponde a: B, C, D, C, D, C seguidas do canto normal depois de 600 ms de intervalo (N= 16).

Esta vocalização é emitida nos mesmos contextos comportamentais descritos anteriormente para o canto das outras espécies.

B.- Grito de contato pousado e em voo (Prancha XIX A pág. 91): Este grito é composto por dois conjuntos de notas separados por um intervalo de 50 ms. O primeiro contém três notas moduladas, sendo as duas primeiras com harmônicos, com duração total de 35 ms. O segundo conjunto tem duas notas moduladas com harmônicos separadas por uma nota modulada pura com duração total de 90 ms. Os dois conjuntos têm sua energia concentrada no fundamental, de 2800 Hz, e H2, sendo classificadas como notas do tipo M-D2 (Prancha XIX A).

Este grito é emitido em poleiros perto do ninho em comportamentos de descanso ou de conforto, estando a ave sozinha ou na presença de outros indivíduos. Também é emitido em voo em comportamento de alimentação.

C.- Grito de alarme (Prancha XIX C, pág. 91): é uma nota com modulação primeiramente descendente entre 6400 e 3100 Hz e depois ligeiramente ascendente até 4000 Hz durante 170 ms, com uma modulação de frequência de aproximadamente -19 Hz/ms na parte descendente. Esta nota é repetida a intervalos de aproximadamente 450 ms enquanto persiste a fonte de perturbação (Prancha XIX C).

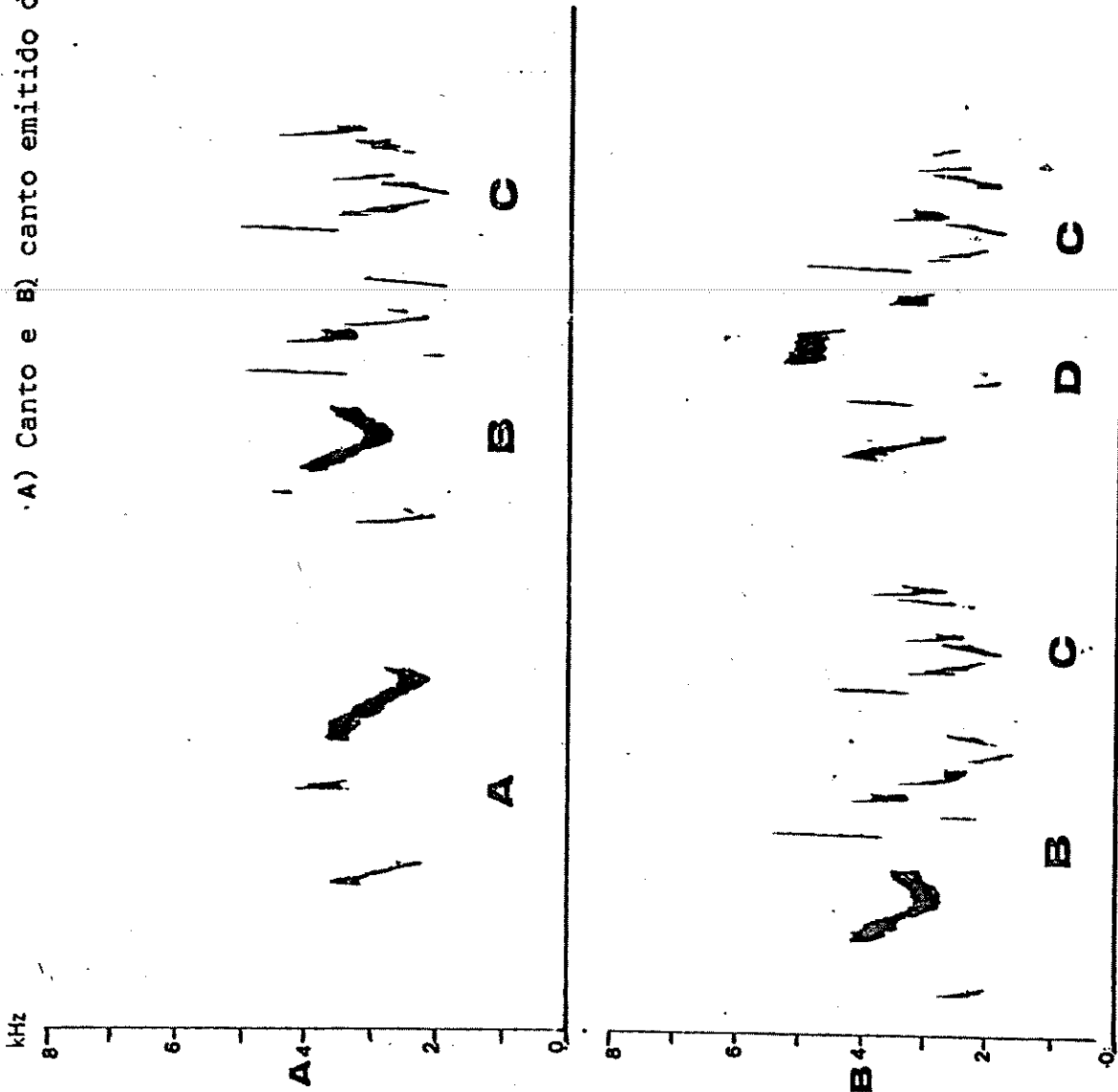
Esta vocalização é emitida nos mesmos contextos comportamentais dos gritos de alarme das outras espécies descritas. Também foi observada sua emissão em comportamentos de advertência quando o observador chegava a uma distância de aproximadamente 15 m do ninho, sendo que neste caso o intervalo entre as notas foi maior.

D.- Grito de reconhecimento do casal (Prancha XIX B, pág. 91): Este grito é emitido pelo macho e pela fêmea diferindo em sua estrutura e comportamento para cada membro do casal. O grito emitido pelo macho é formado por dez notas moduladas ascendentes ou descendentes nas frequências de 2000 a 5000 Hz com duração total de 470 a 500 ms. O grito da fêmea contém 14 notas com o mesmo tipo de modulação com frequências entre 2000 e 6700 Hz, com 730 ms de duração (Prancha XIX B).

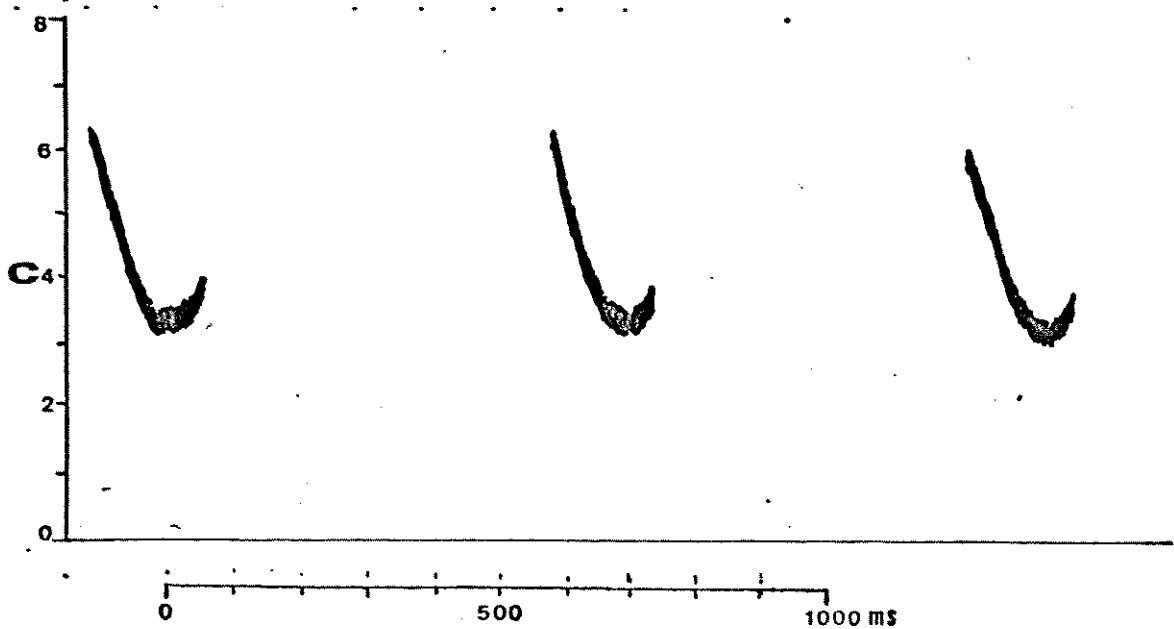
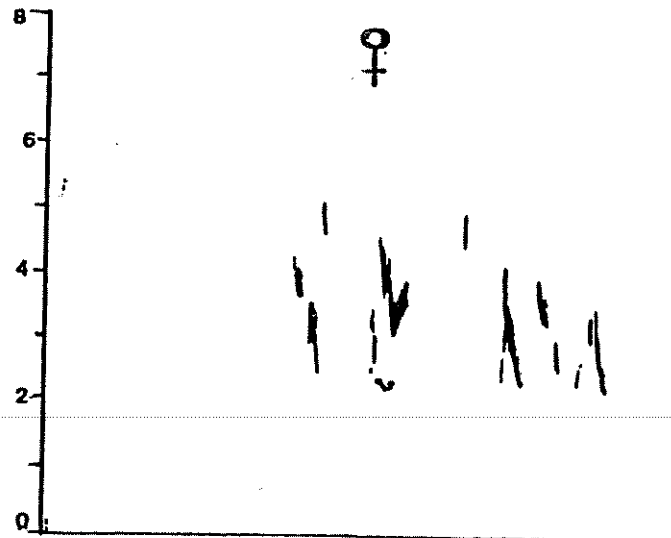
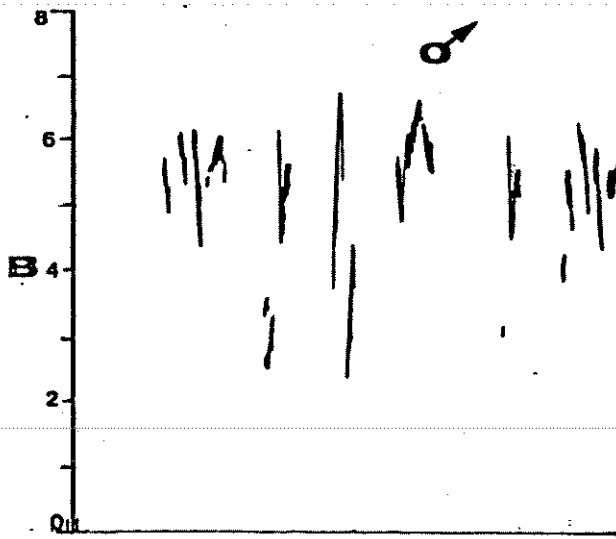
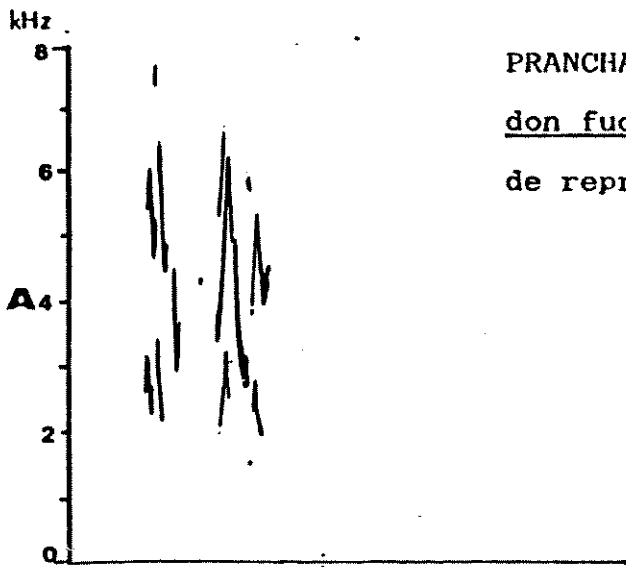
Estes gritos foram observados na etapa de construção do ninho, quando a fêmea levava material para o interior do ninho e o macho encontrava-se no poleiro de vigilância. A aproximação da fêmea desencadeava a emissão do grito pelo macho ao qual a fêmea respondia.

PRANCHA XVIII. Vocalizações de Alopocheilidon fucata :

A) Canto e B) canto emitido depois de "play-back".



PRANCHA XIX. Vocalizações de Alopocheilodon fucata: A) Grito de contato B) gritos de reprodução e C) gritos de alarme.



5.0 DISCUSSÃO.

5.1 Repertório vocal e suas funções

Nas espécies animais o desenvolvimento de diversas funções vitais implica a participação de dois ou mais indivíduos. A cooperação entre parceiros é dada graças à possibilidade de uma comunicação, por intermédio de sinais. Estes sinais podem ser de origem química, tátil, visual, elétrica e acústica (Leroy, 1979). Nas andorinhas esta comunicação é feita através de sinais sonoros e complementada por sinais visuais.

O sinal acústico é uma manifestação de um organismo emissor que solicita a cooperação funcional de um ou vários indivíduos receptores (Leroy, 1979). O sinal acústico depende em grande parte das propriedades acústicas do meio ambiente para maximizar a transmissão a distância de uma vocalização. A propagação dos sons num meio determinado é importante para concretizar a comunicação entre o emissor e o receptor. A eficiência de propagação do som ao nível do chão é reduzida devido à absorção de energia sonora pelo solo e por gradientes atmosféricos, como vento e temperatura, que provocam a criação de uma zona de sombreamento (Morton, 1975). O mesmo autor assinala que a distância na qual uma ave é capaz de se comunicar por meio de uma sinal vocal depende da taxa de atenuação do som usado, da amplitude do som na fonte, do nível de ruído de fundo do ambiente e da sensibilidade auditiva do receptor.

Ao relacionar a distância de propagação e a taxa de atenuação dos sons, vemos que muitas aves canoras vocalizam no

alto das árvores ou outros locais elevados, como foi verificado por Konishi (1970) e Morton (1975). Este último autor assinala que espécies de espaços abertos emitem suas vocalizações em vôo ou em postos altos aproveitando ainda poleiros feitos pelo homem como fios elétricos, antenas de televisão, etc.

Chappuis (1971) e Morton (1975) assinalam que os cantos em espaços abertos apresentam em comum uma modulação rápida e forte, sendo que o espectro de frequências era tanto mais amplo quanto mais aberto era o espaço do habitat.

Para as espécies de andorinhas estudadas constatee esta situação, uma vez que todos os seus gritos e cantos foram emitidos em poleiros com altura superior a três metros. Analisando as frequências de todas as vocalizações das espécies estudadas de Hirundinidae, observe uma ênfase na faixa de frequência entre 3000 e 6000 Hz, característica dos sons emitidos por aves de espaços abertos, de acôrdo com os valores encontrados por Morton (1975).

Outro fator importante que está relacionado com a estrutura do som e as propriedades acústicas do ambiente são os horários de emissão das vocalizações das aves que emitem em espaços abertos durante suas atividades diárias. Morton (1975) assinala que algumas espécies que usam frequências relativamente altas e tonalidade pura cantam só às primeiras horas do dia, provavelmente evitando o estabelecimento dos gradientes térmicos do dia. É interessante destacar que as andorinhas estudadas não apresentam um comportamento como o assinalado por Morton (1975), já que estas espécies não têm um horário específico pa-

ra um determinado tipo de som, vocalizando ao longo do dia. Há uma certa preferência pelos horários da manhã e fim de tarde, sem que isto signifique que em outras horas do dia não se escute suas vocalizações. Observou-se uma redução do 60% aproximadamente da atividade vocal entre as 10 hr da manhã e até as 15 hr da tarde.

As propriedades acústicas do ambiente são consideradas como o cenário de fundo dentro das quais fontes de seleção, tais como distância de contato, tamanho do território operam para selecionar os sons, constituindo as estruturas que encontramos nas vocalizações das aves (Morton, 1975).

A necessidade de distinção específica surge principalmente do fato que os sinais acústicos de comunicação são perceptíveis à distância e podem ser escutados pelo receptor errado. Isto está relacionado com o fato de que os sinais acústicos podem estabelecer comunicação tanto com inimigos como com companheiros, estes últimos incluindo o parceiro sexual, juvenis, rivais e membros do grupo não reprodutivo, sendo que um fator determinante é a necessidade de distinguir os sinais sonoros daqueles das outras espécies simpátricas e sintópicas. (Marler, 1957).

Um fator seletivo da estrutura do som é seu potencial de localização. Algumas emissões exigem a detecção da direção do emissor, como o canto, o grito de contato e o grito de tumultuar o predador ("mobbing") (Hansen, 1978). Segundo Marler (1955) a localização de uma fonte sonora é determinada por diferenças sobre a base binaural através da intensidade e diferença de fase de escuta de som.

Marler (1957) assinala que os gritos que tem função de manter a coesão do casal ou do grupo, gritos de contato pousado e gritos de localização de filhotes, devem ser curtos e conspícuos. Nas andorinhas foram observados, além dos gritos que cumprem as funções assinaladas anteriormente, outros como gritos de contato em vôo e gritos de contato de ninhegos usados em funções intraespecíficas.

Collias (1960) estabelece que o conjunto de vocalizações que compõem o repertório vocal de uma espécie está de acordo com suas necessidades funcionais e ecológicas. Ele classifica as vocalizações em cinco grandes categorias que incorporam: alimentação, predação, comportamento sexual e defensivo, inter-relação pais e filhotes e finalmente agregação e movimentos de grupo.

Das 15 vocalizações classificadas por Collias (1963) no repertório do Tecedor-africano *Ploceus "Textor" cucullatus* (Ploceidae), oito são destinadas a atividades não reprodutivas e as outras sete estão relacionadas com os hábitos de nidificação.

No repertório de *Notiochelidon cyanoleuca* foram determinadas dez vocalizações, das quais quatro estão associadas ao processo de reprodução e as outras seis ao comportamento de relação pais e filhotes, defesa e agregação. Nas outras espécies de andorinhas estudadas os repertórios continham um menor número de vocalizações.

As diferenças de tamanho do repertório entre *Notiochelidon cyanoleuca* e as demais espécies de andorinhas consideradas

como simpátricas e sintópicas podem ser consequência de mecanismos provocados por pressões seletivas para evitar interferências na comunicação dentro de cada espécie. Diminuir o repertório é uma maneira de manter a separação das vocalizações utilizadas como sinais entre espécies simpátricas (Marler & Hamilton, 1966).

Marler (1957) sugere que espécies coloniais têm um repertório menor que espécies não coloniais. Este assunto foi testado por Samuel (1971) e Brown (1985) em duas espécies de andorinhas, assinalando que a diferença no tamanho do repertório vocal de *Hirundo_rustica*, espécie colonial com quatro vocalizações, e *Hirundo_pyrchonota*, espécie não colonial com dez vocalizações, estariam refletindo diretamente a diferença em seu grau de sociabilidade. Brown (1983) menciona que vários trabalhos sugerem que um amplo repertório vocal seria ineficiente em aves coloniais, produzindo interferência na comunicação o que leva a uma redução do repertório vocal.

A comparação entre o tamanho do repertório de *Notiochelidon_cyanoleuca*, espécie considerada não colonial com dez emissões vocais, e *Stelgidopteryx_ruficollis*, espécie colonial com cinco vocalizações, reforça a sugestão de Marler (1957), Samuel (1971) e Brown (1985). Por outro lado, comparando as sete espécies estudadas neste trabalho evidencia-se que *Tachycineta_leucorrhoa* e *Phaeoerogone_tapeera* tem um repertório vocal tão reduzido quanto *Stelgidopteryx_ruficollis* e não são coloniais, em quanto *Allochelidon_fucata* espécie não colonial tem um repertório de tamanho intermediário entre *N.cyanoleuca* e *S.ruficollis*.

Com estes fatos seria inconsistente comparar duas espécies simpátricas com diferentes graus de sociabilidade para estabelecer que este fator determinaria as diferenças do tamanho do repertório vocal. Seria mais recomendável considerar um grupo maior de espécies de uma categoria taxonômica, tal como a nível de gênero ou família, para generalizar um processo evolutivo como aquele proposto pelos autores citados anteriormente com referência às andorinhas.

É muito importante a menção por Leroy (1979) de que o tamanho do repertório de sinais acústicos reflete, pelo menos em parte, o grau de socialização de uma espécie ao mesmo tempo que a estrutura de seu modo de agregação. Mas Leroy adverte: "As potencialidades de uma espécie não são decifráveis ao nível de um único indivíduo. Para reconhecer o repertório completo de uma espécie é necessário analisar a estrutura social da mesma, seu ciclo biológico completo e sua inserção no ecossistema."

O reduzido tamanho do repertório de *S. ruficollis*, *I. leucorhoa*, *I. albiventris* e *P. tapera*, seria consequência de pressões seletivas de difícil identificação por desconhecer-se a história evolutiva das espécies, para assim estabelecer os possíveis fatores que determinaram tal redução.

5.2 Estrutura.

As vocalizações são emissões sonoras produzidas pela siringe. Do ponto de vista funcional são denominadas canto e gritos, diferindo principalmente na forma pela qual as notas se

organizam temporalmente, adquirindo um significado biológico. As notas são as unidades das emissões vocais (Leroy, 1979). Nas andorinhas são de dois tipos: melódicas e roucas. As notas melódicas diferenciam-se principalmente pela organização de seus elementos, suas modulações e sua estrutura temporal e harmônica. As notas roucas são interpretadas como sons desestruturados, cujo parâmetro de codificação é quase que exclusivamente o temporal.

Ao considerar as derivações estruturais das notas que compõem as vocalizações de uma espécie poderia-se construir uma derivação das diferentes unidades que formam os diferentes sinais de um repertório vocal. Somado à função biológica de cada emissão, teríamos uma associação entre estrutura e comportamento, permitindo relacionar as sequências motivacionais do comportamento e as derivações das notas (Morton, 1975).

Depois da classificação das vocalizações para as diferentes emissões das espécies de andorinhas, analisarei a derivação das notas que compõem o repertório de *Notiochelidon cyano-leuca* e discutirei suas relações com os gradientes motivacionais do comportamento.

5.3 Classificação das vocalizações em relação ao comportamento.

A classificação das vocalizações é geralmente arbitrária como também as organizações de categorias comportamentais já estabelecidas por outros autores (Collias, 1960). Assim temos a

classificação de Collias (1960) que agrupa os sinais acústicos das aves em cinco categorias que foram mencionadas anteriormente no ítem 5.1.

Thorpe (1961) classifica as emissões em dez categorias funcionais: 1) grito de contentamento, 2) grito de "stress" ou aflição, 3) grito de defesa territorial (canto na maioria das vezes), 4) grito de contato em voo, 5) grito de solicitação, 6) grito de agrupamento, 7) grito de grupo, 8) grito de briga, 9) alarmes e 10) gritos de alarme especializados tais como grito contra predador terrestre ou grito contra predador aéreo. Thorpe (1961) acredita que existe algum fator funcionando nas espécies de Passeriformes que limita a aproximadamente quinze o número dos principais sinais de informação transmissíveis pelo meio aéreo.

Smith (1969) estuda a classificação das mensagens, que ele chama de exhibições comportamentais, assinalando que não são tão diversas nem numerosas e determina então doze categorias de mensagens: 1) de identificação, 2) mudança de probabilidades, 3) relativas ao comportamento geral, 4) comportamento de deslocamento, 5) atos hostis, 6) escape, 7) comportamento de ansiedade, 8) associação, 9) comportamento do casal, 10) jogo, 11) cópula e 12) frustração.

Classificar as vocalizações através de categorias pré estabelecidas, as vezes confunde por ser difícil separar ou unir uma exibição comportamental. O melhor método é a observação direta do uso da exibição que realiza o animal, de acordo com as categorias naturais de uso (Altman, 1967).

As categorias selecionadas foram estabelecidas com base nas características funcionais mas também foram consideradas as características estruturais das vocalizações, posto que desta forma se obteria uma conclusão mais verossímil e mais válida cientificamente (Mulligan & Olsen, 1969; Vielliard, 1986). As características funcionais foram obtidas observando-se *in natura* o evento comportamental conforme as propostas por Leroy (1979) e Vielliard (1986). Quando uma emissão é um sinal espontâneo pode-se provocar uma resposta, por exemplo utilizando-se "play-back", que permite deduzir sua função (Vielliard, 1986).

5.3.1 Função das vocalizações das sete espécies de andorinhas estudadas.

5.3.1.1. Vocalizações de reconhecimento.

Canto: O canto nas aves tem sido definido de diversas maneiras, frequentemente referindo-se à sua estrutura estereotipada e complexa (Thorpe, 1961) ou às suas funções subseqüentes, particularmente cortejo e defesa territorial. O uso de definições tanto funcionais como estruturais tem conduzido a uma ambigüidade na literatura ornitológica (Smith, 1966).

Segundo Vielliard (1986) o canto é definido como um sinal acústico de reconhecimento específico que tem um papel bem determinado na comunicação sonora, sendo portanto o veículo de uma informação específica.

Sob este ponto de vista o canto está submetido a tres fatores evolutivos: filogenético, adaptativo e funcional. Em relação ao primeiro factor o canto sigue uma evolução filogenética e por isso tem sido utilizado para avaliar as relações filogenéticas e evolutivas entre populações e espécies afins (Hardy, 1961, Diamond, 1980; Orenstein and Pratt, 1983 e Short and Horne, 1983). Em relação aos fatores adaptativos o canto evolui sob pressão seletiva do ambiente para ter uma propagação efetiva que permita ao receptor receber à distância um sinal com um significado biológico definido. O fator funcional está definido pela função de reconhecimento específico do canto, o que o leva a ser um sinal próprio da espécie para ser reconhecido pelos indivíduos da espécie (Beecher, 1982 e Vielliard, 1986).

O reconhecimento específico através do canto foi comprovado nas andorinhas com experimentos de "play-back". Elas respondem ao seu próprio canto com mudanças comportamentais e emitindo um canto com variações estruturais.

As mudanças comportamentais foram muito similares para todas as espécies. As aves ficaram mais excitadas deslocando-se de um poleiro para outro e em vôos exploratórios até a fonte de emissão. Nunca foi produzido comportamento agressivo, como ocorre em espécies territoriais, à fonte de emissão que neste caso é o gravador (Marler, 1956; Orians and Willson, 1977 e Reed, 1982).

As mudanças na vocalização após do "play-back" foram diferentes entre as espécies, encontrando-se, como elemento co-

num, redução à metade do intervalo de tempo entre um canto e outro.

Para *Notiochelidon cyanoleuca* e *Iachycineta leucorrhoa* observa-se uma maior intensidade das notas estereotipadas do canto e a redução parcial da parte não estereotipada desta vocalização.

Para as espécies *Phaeoerodne taepera*, *Progne subis*, *Stelgidopteryx ruficollis* e *Alopecchelidon fucata* observa-se mudanças na organização da emissão das notas, como a repetição ou a eliminação de algumas notas em relação à estrutura do canto espontâneo.

Os parâmetros que sofreram mudanças nos cantos das andorinhas aqui estudadas já foram discutidas em outras espécies, comprovando-se a especificidade desta vocalização como função primária para o reconhecimento específico, sendo a de defesa territorial uma consequência desta função primária (Konishi, 1970 e Becker, 1982).

O cortejo como outra função subsequente do canto, foi observado em todas as espécies. Em *Notiochelidon cyanoleuca* foi observado que existe uma vocalização própria para esta função e o canto que é emitido em conjunto com os gritos de cortejo teriam uma função de reforço do cortejo.

Samuel (1971), Prodrón (1982) e Brown (1983 e 1985) determinaram que o canto de *Hirundo rustica*, *Hirundo pyrrebonota*, *Hirundo daurica* e *Iachycineta thalassina* cumpre funções de reconhecimento, defesa de território e cortejo.

O canto para as andorinhas estudadas neste trabalho, é a vocalização de maior duração dentro do repertório de cada espécie, sendo geralmente composto de duas partes, uma não estereotipada apresentando variações individuais e outra estereotipada no final, não apresentando variações interindividuais e intra-populacionais. Nas outras espécies pesquisadas, o canto também apresentou características semelhantes ao das espécies tratadas neste estudo, por exemplo o canto de *Hirundo pyrchonota* dura entre 4 e 6 s constando de duas partes, sendo uma estereotipada de 500 a 750 ms de duração (Samuel, 1971 e Brown, 1985).

A existência de algumas semelhanças entre os cantos das andorinhas quanto a alguns parâmetros estruturais refletiria em parte o fato de que estas espécies pertencerem a uma mesma entidade taxonômica, que neste caso corresponde ao nível de família. Temos o caso de duas espécies estudadas neste trabalho, *Progne chalybea* e *Phaeoprogne taepera*, sendo esta última considerada por alguns autores como pertencente ao gênero *Progne* (Pereyra, 1969). Analisando o canto destas duas espécies observam-se muitas semelhanças no canto (Plancha XV e XVI), como a presença das notas do tipo M-B1 e M-C2, particularmente por serem as únicas espécies que emitem as notas trinadas (M-C2). Por estas razões e por conhecer que o canto é uma vocalização determinada geneticamente para esta família por sua reduzida variabilidade na estrutura do canto para todas as espécies estudadas neste trabalho e com função de reconhecimento específico, eu estaria inclinado a dizer que ambas espécies pertenceriam ao mesmo gênero.

5.3.1.2. Gritos coesivos.

Gritos de contato pousado e em voo.

Estes gritos são discutidos conjuntamente, não pelas suas semelhanças mas pela associação e integração funcional que apresentam.

Os gritos de contato pousado foram emitidos em várias situações comportamentais, comuns a todas as espécies. Estes comportamentos podem ser resumidos da seguinte maneira:

- Em comportamento de conforto, quando grupos de andorinhas estão pousados em fios elétricos ou antenas de TV depois de alimentar-se, teriam função de coesão de grupo. Estruturalmente esta vocalização é formada por dois conjuntos de notas repetidas iguais na maioria das espécies ou duas unidades diferentes no caso de *Notiochelidon cyanoleuca*.
- Esta vocalização também é emitida para provocar a saída de filhotes do ninho, emitida a intervalos regulares e tem uma função de localização. Neste caso esta vocalização estava formada por uma única unidade, tendo sido chamada grito de contato de uma só nota, no presente trabalho.
- Quando os filhotes ainda estão dependentes dos pais, estes mantém o grupo emitindo esta vocalização a intervalos irregulares.
- Os ninhegos emitem este som como reconhecimento entre pais e filhotes dentro do ninho.

Podemos dizer que esta vocalização tem função polivalente sendo prioritariamente de coesão de grupo, do casal e familiar.

As mesmas funções descritas anteriormente foram determinadas para outras espécies de andorinhas: *H. rustica*, *H. erythronota*, *H. daurica* e *L. thalassina* (Samuel, 1971; Prodrón, 1982 e Brown, 1983 e 1985).

Estes gritos de contato pousado estão diferenciados estruturalmente dos gritos de contato em voo em *Notiochelidon cyanoleuca* e *Progne chalybea* ao passo que *Phaeoprogne tapera*, *Tachycineta leucorrhoa*, *Tachycineta albiventer*, *Stelgidopteryx ruficollis* e *Alopecchelidon fucata* utilizam o mesmo tipo de vocalização para contato pousado ou em voo.

Os gritos de contato emitidos pelas andorinhas são emitidos quando se alimentam capturando insetos no ar. *Notiochelidon cyanoleuca* tem dois gritos de contato em voo, um formado por um conjunto de notas moduladas emitido quando captura insetos em grupos intraespecíficos e, quando o grupo está composto por várias espécies de andorinhas, esta espécie emite uma vocalização de dois conjuntos de notas moduladas. A diferença funcional entre a emissão de um grito de contato de uma ou duas notas em grupos intra ou interespecíficos, respectivamente não foi decifrada aqui.

As vocalizações de contato em voo teriam uma função de coesão de grupo como os de contato pousado. Thorpe (1961) assinala que os gritos de contato em voo, ou gritos de integração em grupo, são de ocorrência quase universal em aves que se agrupam em qualquer período de seu ciclo de vida.

Esta vocalização também é emitida por *Notiochelidon cyanoleuca* quando se produz o comportamento de "mobbing" ou de tumultuar o predador. Considera-se que esta vocalização cumpre um papel importantíssimo na coesão do grupo e na localização como uma maneira de não disgregar os indivíduos que formam o grupo, para poder assim reagir rapidamente frente a um possível predador através do comportamento de tumultuar.

Na maioria das espécies de andorinhas esta emissão geralmente está formada por um conjunto de pseudopulsos e nas espécies *Notiochelidon cyanoleuca* e *Alopochelidon fucata* por conjuntos de notas moduladas ou mistas.

Considerando estruturalmente estes gritos coesivos ou associativos das andorinhas podemos estabelecer o seguinte: estes funcionam a curta distância não sofrendo restrições de propagação e informam a localização do emissor.

Os gritos de contato para as espécies de andorinhas são emissões sonoras de um padrão estrutural similar, mantendo uma composição melódica com pequenas variações entre as espécies. Como estas vocalizações são emitidas pelo mesmo órgão, a sirinxe, têm a mesma origem, quase a mesma estrutura melódica e cumprem a mesma função, poder-se-ia considerar-las como emissões estrutural e funcionalmente homólogas, considerando-se homólogas.

Também é importante considerar que estas espécies, por serem da mesma família, teriam uma base genética comum, que estaria de certa maneira determinando a estrutura fenotípica das vocalizações ou que daria origem a esta semelhança estrutural e

funcional dos gritos de contato. Esta consideração é válida se a origem destas espécies for considerada monofilética o que parece ser o caso, devido ao fato de pertencer a uma mesma família, Hirundinidae, sendo assim considerada pela maioria dos ornitólogos.

5.3.1.3. Gritos de solicitação.

Estes gritos são emissões espontâneas provocadas pela presença do adulto na entrada do ninho, geralmente emitidos depois da vocalização dos gritos de contato, que neste caso são utilizados para o reconhecimento de pais e filhotes.

Estas vocalizações são ouvidas ao produzir-se qualquer ruído dentro do ninho e vão aumentando em ritmo à medida que os filhotes crescem. Estes gritos também são escutados sem a presença dos pais mas não na mesma intensidade do que quando um progenitor chega ao ninho. Marler (1956) descreve este grito indicando que o mesmo é emitido de forma ocasional em situações de relaxamento e aumenta com a chegada dos pais. Collias (1960) assinala que jovens de *Iurdus migratorius* poderiam expressar diferentes estados de fome através de suas gritos de solicitação aumentando-os o número de emissões quando permaneciam um período de tempo sem alimentar-se.

Morton (1977) comenta que quando os ninhegos já enxergam, os gritos são às vezes graduados de tal maneira que quando o adulto se aproxima o ritmo da vocalização é maior.

No caso das duas espécies das quais tive a possibilidade de gravar gritos de solicitação de filhotes, *Notiochelidon cyano-leuca* e *Stelgidopteryx ruficollis*, os comportamentos foram muito semelhantes. Ficavam sem vocalizar quando estavam sozinhos no ninho e o aparecimento de um membro do casal estimulava a série de vocalizações dos filhotes, que eram mais intensas à medida que o progenitor se aproximava deles. Também este grito era desencadeado quando os membros do casal passavam por perto do ninho, voando e emitindo o grito de contato. Isto era mais frequente quando os filhotes estavam por abandonar o ninho, o que significaria que os gritos de solicitação neste caso teriam uma função de localização dos filhotes por parte dos pais.

Estruturalmente as vocalizações eram compostas por notas roucas em ambas as espécies com frequências altas, de curta duração, caracterizando os gritos de propagação curta que favoreceriam a localização dos filhotes pelos pais mas não pelos predadores (Collias, 1960).

5.3.1.4 Gritos hostis.

Gritos de advertência e alarme.

Em termos gerais os gritos de advertência e alarme refletem um conflito intra ou interespecífico, no qual estas vocalizações transmitem uma mensagem de mudança de probabilidades (Smith, 1969).

Entre os gritos hostis emitidos pelas andorinhas observa-se os gritos de advertência e os de alarme. Nas andorinhas estudadas ambos os gritos tem estrutura melódica similar, sendo os de alarme emitidos com maior intensidade que os de advertência e a intervalos de tempo menores, dependendo principalmente da distância da fonte desta vocalização, como já foi descrito no item 4.4.1. I e J. Os gritos de advertência considerados neste estudo correspondem aos gritos de alarme de baixa intensidade, descritos no repertório de *Hirundo rustica*, *Hirundo erythronota* e *Iachycineta thalassina* (Samuel, 1971 e Brown, 1983, 1985).

As funções dos gritos de alarme têm sido discutidas na literatura etológica como também na sociológica, revelando aspectos complexos, ainda não completamente elucidados, particularmente no que diz respeito a sua evolução (Sherman, 1977 e Dawking & Krebs, 1978).

Sherman (1977) classifica em seis categorias as funções possíveis para os gritos de alarme: a) desviar a atenção do predador para outra presa, b) desencorajar a perseguição pelo

predador, c) alertar os pais, d) ajudar ao grupo, e) reduzir as probabilidades de futuros ataques do mesmo predador e f) anunciar que outros tenham uma ação similar.

Nas andorinhas é possível distinguir algumas destas funções que muitas vezes não se evidenciam bem. Pelo menos quatro funções são distinguíveis: alertar pais, ajudar ao grupo, reduzir as probabilidades de novos ataques e anunciar que outros tenham uma ação similar. Para que os gritos de alarme possam cumprir estas funções, o emissor tem que ser localizável a uma certa distância pelos outros indivíduos do grupo ou pelo parceiro.

Do ponto de vista estrutural, encontramos os gritos de advertência e alarme com maior intensidade que as outras emissões e com fortes transições de frequência apresentando modulações rápidas. Entre as andorinhas há dois tipos fundamentais de estrutura para estes gritos. A primeira, encontrada em *Pragnis chalybea*, *Phaeoprogne taepora*, *Tachycineta leucorrhoa*, *Tachycineta albiventris* e *Stelgidopteryx ruficollis*, são notas de tipo M-A4 que são conjuntos de pseudopulsos com energia concentrada entre 3000 e 6000 Hz e modulações ascendentes e descendentes, que também considero notas homólogas com os gritos de contato. A segunda estrutura, encontrada em *Notiochelidon cyanoleuca* e *Allochelidon fucata*, são notas de tipo M-C3 que são notas isoladas com modulação descendente e uma grande amplitude de frequência. Estas características facilitam grandemente a propagação e localização de seu emissor, garantindo desta maneira sua funcionalidade nas categorias assinaladas anteriormente.

É interessante notar que estes gritos sempre foram emitidos na presença do observador perto do ninho e não na presença de um predador. Na presença de um predador se emitem vocalizações que provocam comportamentos de tumultuar como uma maneira de alertar ao predador que ha sido descoberto, ou para confundir-o (Shields, 1984). Os gritos de alarme emitidos perto do ninho teriam uma função de protecção da prole (Shalter, 1979).

5.3.1.5 Gritos relacionados com a reprodução.

A.- Grito de cortejo.

Na maioria das espécies de andorinhas estudadas aqui o canto é utilizado como reconhecimento específico, defesa de território e cortejo. Samuel (1981) e Brown (1983 e 1985) identificaram as mesmas funções para o canto nas espécies de andorinhas por eles estudadas.

Para Guira_guira (Anu-branco) foram identificados os chamadinhos para o cortejamento, sendo diferentes do canto (Fandiño-Mariño, 1986). Isto significaria que em algumas espécies de aves a função de cortejo não seria cumprida pelo canto, mas sim por outras vocalizações. Davis (1940) apresenta para toda a subfamília dos *Crotophaginae* uma série de gemidos que são usados durante o comportamento de acasalamento, que corresponderiam aos gritos de cortejo.

Para uma única espécie de andorinha, Notiochelidon_cyano-leuca, foi encontrado um grito de cortejo que é emitido geral-

mente na etapa de acasalamento e na construção do ninho. Esta vocalização é emitida em conjunto com o canto associado a um "display" descrito anteriormente no item 4.1.1. Este grito está formado por notas chiadas de tipo R-2 com frequências entre 2000 e 7700 Hz e uma concentração de energia na faixa entre 4000 e 7500 Hz caracterizando uma nota de curto alcance, o que está de acordo com a proximidade dos parceiros durante o cortejo.

O canto desta espécie tem uma parte dentro de sua estrutura, denominada como I, sendo a parte não estereotipada, cuja organização é muito similar em duração e amplitude de frequência ao grito de cortejo, o que significaria que o canto estaria reforçando a atividade de cortejo. Durante as emissões deste grito de cortejo observa-se que em cada quatro ou cinco gritos eram emitidos um ou dois cantos, repetindo estas sequências por 1 ou 2 minutos, durante a etapa de formação dos casais. Esta vocalização também era emitida na etapa de construção do ninho mas sem a emissão do canto, possivelmente por não necessitar de reforço como na etapa de acasalamento. A função neste caso seria assegurar o acasalamento durante a construção do ninho (Gompertz, 1961).

B.- Assobio.

O assobio é uma vocalização observada em *Notiochelidon cyanoleuca* não sendo conhecida para outras espécies de andorinhas. Aparentemente esta vocalização corresponde a uma emissão

denominada "miaulement" em um estudo de *Hirundo daurica* na França feito por Prodron (1982) que é emitida durante toda a estação de reprodução.

No caso de *N. cyanoleuca*, este grito foi emitido durante a construção do ninho e incubação, por ambos os membros do casal, quando juntos, tanto dentro como fora do ninho.

Pela pouca informação que se tem sobre as vocalizações de andorinhas é difícil compara-lo com outras espécies e associá-lo a um dado comportamento. Segundo as observações feitas durante a emissão destas vocalizações, se poderia pensar que esta emissão teria uma função de coordenação de atividades de construção e incubação.

Collias (1963) observou no repertório de *Ploceus cucullatus* um grito na etapa de construção quando um parceiro voltava ao ninho trazendo material. Eram vocalizações de curta duração e de amplo espectro de frequência audíveis a curta distância, semelhante ao assobio. Ele também encontra outra vocalização da fêmea com características estruturais semelhantes ao grito anterior, que era emitida dentro do ninho quando o macho entrava. Em ambos os casos o autor não tinha idéia de sua função mas no último caso ele pensava que a fêmea emitia este grito como uma maneira de prevenir distúrbios por parte do macho na fase terminal de construção do ninho ou na incubação. O assobio poderia ter uma função similar às descritas anteriormente, mais mesmo assim não fica bem definida sua função.

C.- gritos de revezamento ou reconhecimento do casal.

Estes gritos pouco conhecidos na literatura ornitológica foram observados em *Notiochelidon cyanoleuca* e *Alopochelidon fucata*, eram emitidos nas etapas de construção do ninho e incubação. Em ambas as espécies o comportamento era similar, caracterizando-se pela seguinte sequência comportamental: o macho estava pousado perto do ninho e quando a fêmea passava em sua frente para entrar no ninho, o macho emitia este grito. Em *N. cyanoleuca* eram notas chiadas de tipo R-1 com energia concentrada na faixa entre 4500 e 6000 Hz, caracterizando-se como nota de alta frequência e de curto alcance; a fêmea sempre respondia com grito de contato em voo. Em *A. fucata* eram notas M-B1, quando o macho executava um voo curto até o ninho voltando ao poleiro e a fêmea respondia com um grito de notas M-B1 de alta frequência. Em ambas as espécies a função deste grito era de reconhecimento do casal. Collias (1963) também observou este tipo de vocalização para *Ploceus cucullatus* identificando a mesma função que para as andorinhas. Samuel (1971), Brown (1983 e 1985) e Prodron (1982) não mencionam nenhum grito de revezamento ou reconhecimento do casal no repertório vocal determinado para as espécies de andorinhas por eles estudadas. Razão pela qual fica difícil estabelecer se este tipo de grito é característico apenas para *N. cyanoleuca* e *A. fucata* ou se é próprio de um número maior de espécies de andorinhas.

5.4 Gradientes de relação estrutura-função.

Smith (1969) sugere que devido ao número limitado de exibições comportamentais que uma espécie pode usar, evoluíram-se mensagens que podem ser utilizados em grande número de situações. A razão da limitação do número de exibições comportamentais pode ser atribuída à natureza da comunicação. Robinson (1984) assinala que as vocalizações nos animais são "afetivas", representando tendências comportamentais específicas, estados motivacionais e a atividade do animal.

Segundo Gautier (1975) foi demonstrado em macacos que existe uma correlação entre o nível de excitação dos animais emissores e a estrutura das vocalizações emitidas. A partir deste fato, as mensagens comunicadas seriam essencialmente emocionais. O nível de excitação não tem sido até o momento submetido a nenhuma medição, somente sendo avaliado em função das condições que provocam tais vocalizações.

É conhecido que as emissões vocais em muitas espécies de aves estão sujeitas a uma considerável variabilidade. Smith (1963) assinala que um aspecto fundamental das modificações nas vocalizações é que frequentemente parece envolver uma variação de tipo contínuo e afirma que muitas variações acontecem rapidamente para serem facilmente diferenciáveis (ao ouvido humano), mas Pumphrey (1958) assinala três tipos de evidências que demonstram que a velocidade de discriminação de mudanças auditivas nas aves é aproximadamente dez vezes mais rápida que no ouvido humano. Isto sugere que as variações podem ter um significado ou alguma mensagem reconhecida pelo receptor.

Smith (1966) assinala que as repetições de uma exibição ou o aumento ou decréscimo da taxa de repetição são outros tipos de variação contínua, mesmo que se trate de uma variação na sinalização e não no sinal.

Barbour (1977) conclui que muitas vocalizações são altamente graduadas, mudando em repetição, rapidez, qualidade tonal e amplitude, segundo o nível de ativação que pode se integrar gradativamente com cada mudança do estado motivacional.

Aves com uma organização social estreita que vivem em grupos associados devem explorar as vantagens dos sinais altamente graduados. Isto foi comprovado com as espécies *Ploceus cucullatus* (Ploceidae) (Collias, 1963), *Corvus brachyrhynchos* (Corvidae) (Chamberlain & Cornwell, 1981) e *Guiraca guiraca* (Cuculidae) (Fandiño-Mariño, 1986).

O estudo dos sistemas graduados de comunicação conduz à determinação de eixos ao longo dos quais os diversos sinais podem ser ordenados segundo suas escalas de variação, tanto estrutural como funcional (Fandiño-Mariño, 1986).

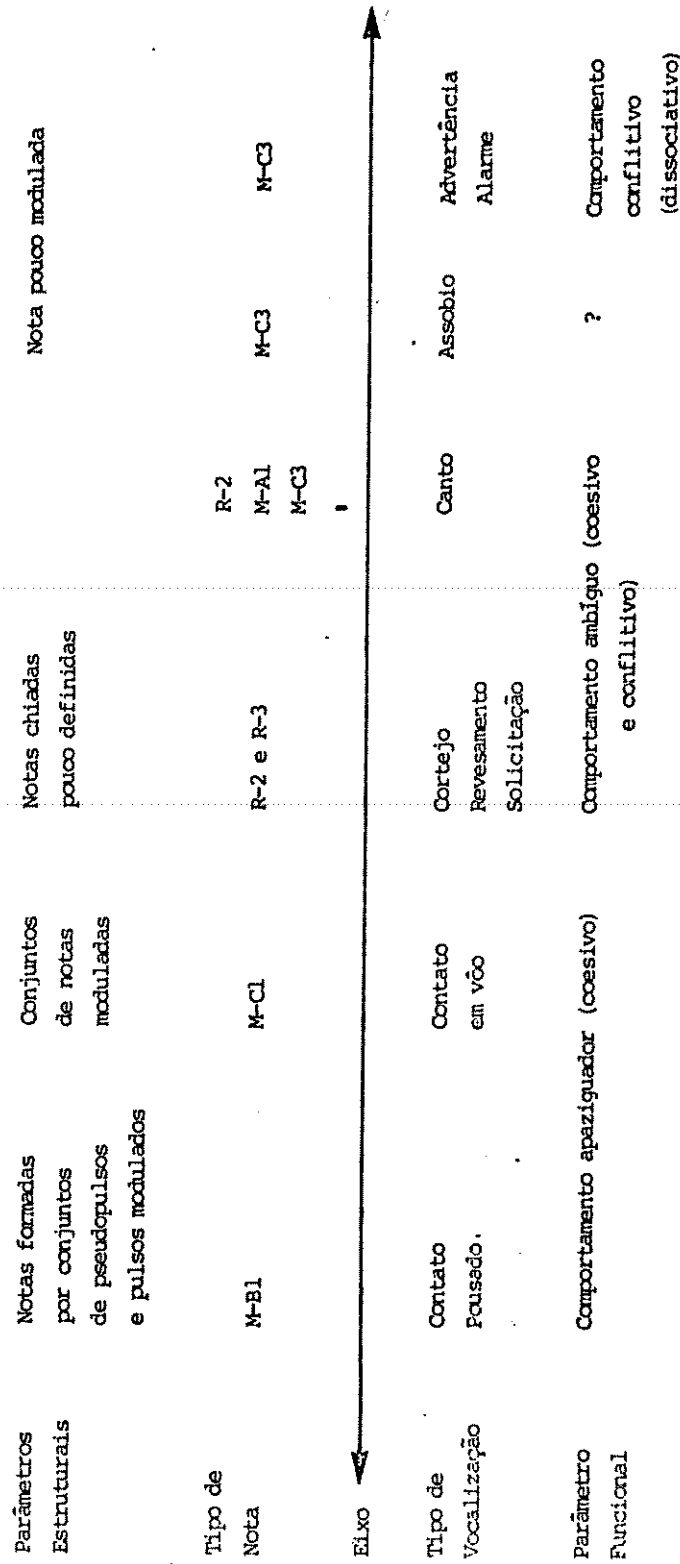
Collias (1963) conclui a sua análise das vocalizações de *Ploceus cucullatus* dizendo que tipos opostos de situação levam geralmente a estruturas vocais mais ou menos opostas. Morton (1977) acrescenta que nesta escala, os extremos estão representados por estruturas associadas a comportamentos de hostilidade em um extremo e de apaziguamento no outro e que entre os extremos existiriam diferentes estruturas indicando graus variáveis de hostilidade ou apaziguamento.

Fandiño-Mariño (1986) distinguiu, através da comparação estrutural das notas do repertório de **Guira_guira** eixos de variação contínua: um dos eixos corresponde àquele no qual as notas se distribuem de acordo com a duração e o espectro de frequência e sua correspondente função segundo a tendência coesiva ou dissociativa. Estes parâmetros o funcional e o estrutural ao relacionarlos entre eles se estabelece uma equivalência, é decir, quando as notas são alongadas e com espectro restrito de frequências estão relacionadas com a função coesiva ou de congregação associativa e por outro lado quando as notas são curtas e de largo espectro de frequências estão associadas às funções dissociativas.

Ao analisar as estruturas das notas que formam o repertório vocal de **Notiochelidon_cyanoleuca** e das outras espécies estudadas não foram encontradas variações contínuas entre as vocalizações, possivelmente porque estas espécies não apresentam organização social complexa. Do ponto de vista funcional cada vocalização está associada a um determinado comportamento, não existindo notas intermediárias em diferentes estados motivacionais do comportamento. A única variação apresentada por diferentes graus de variação motivacional foi o aumento da taxa de repetição da emissão entre o grito de advertência e o alarme.

Se associamos as estruturas das notas das vocalizações de **N. cyanoleuca** com as funções destas emissões, podemos construir um eixo de variação não contínua que correspondem aos parâmetros estrutural e funcional. Na variação estrutural, as notas podem ser distribuídas desde os conjuntos de pseudopulsos e

Fig. 3 Gradiente estrutura-função do repertório vocal de *Notiochelidon cyanoleuca*.



5.5 Ontogênese dos gritos de contato.

A ontogênese das vocalizações de contato compreende a série de transformações por que passa este tipo de grito desde a fase de filhote até de adulto (Dooling, 1982). Entre as espécies estudadas pode-se observar a ontogênese desta vocalização em *N. cyanoleuca* e *S. ruficollis*.

O processo de ontogênese das vocalizações de contato de *N. cyanoleuca* desenvolveram-se da maneira seguinte. As primeiras vocalizações de contato foram emitidas entre os 14 e 16 dias de idade, formadas por notas R-1. Com o crescimento dos filhotes, estas notas sofrem transformações que compreendem a redução do espectro de frequência e maior definição da estrutura das notas, até chegar a nota de tipo R-3 com a idade de 27 a 28 dias (Prancha VI A, B e C), correspondendo ao período em que começaram a abandonar o ninho. Durante o período juvenil este grito deve apresentar mudanças estruturais até chegar ao tipo de nota M-B1 que corresponde ao grito de contato pousado do adulto (Prancha VII A).

Para *S. ruficollis* foi observado um processo de ontogênese similar produzindo-se transformações nos mesmos parâmetros que para a espécie anterior (Prancha XIV B).

Segundo Beecher et al. (1981a e 1981b), Stoddard & Beecher (1983) e Beecher et al. (1985) os gritos de contato teriam uma função de reconhecimento parental para as espécies *Riparia riparia*, *Hirundo pyrrhonota* e somente função de contato nas espécies *Stelgidopteryx serripennis* e *Hirundo rustica*. Esta dua-

lidade de função dependeria do grau de colonialidade: espécies coloniais utilizariam este grito, associado à identificação visual, como reconhecimento parental.

Nas andorinhas estudadas pelos autores citados anteriormente e nas deste estudo, as vocalizações de contato de filhotes começaram a ser emitidas entre 12 a 14 dias de idade. Nas espécies que utilizam esta vocalização como reconhecimento parental esta função só se estabelece aos 18 dias, idade em que os indivíduos iniciam seus vôos (Beecher et al., 1985).

Estudar a ontogênese destes gritos é importante para determinar a estrutura do sinal que cumpre a função de reconhecimento parental.

Para *N. cyanoleuca* e *S. ruficollis* não foi possível determinar se as vocalizações de contato de filhotes teriam a função de reconhecimento parental.

5.6 Derivação das vocalizações de *N. cyanoleuca* e sua relação com outras espécies estudadas.

A importância de determinar a derivação das estruturas dos sinais de comunicação de uma espécie e relacioná-los com outros sinais de espécies pertencentes ao mesmo taxon ou taxon superior é permitir estabelecer relações filogenéticas entre um grupo de espécies de um mesmo gênero ou família que este já estreitamente relacionadas. Os sons são úteis para ornitólogos sistematas quando se consideram níveis superiores à espécie, porque as emissões vocais refletem a sequência de especiação (Payne 1986). Os sons tem sido usados e propostos como meios para relacionar espécies em vários grupos de aves (Hardy 1961, Keith 1973, Winkle & Short 1978 e Orensten & Pratt 1983). As vocalizações podem ser um estimador filogenético (cf. Payne, 1986) podendo ser reconhecidos como caracteres que divergiram, se estes caracteres são encontrados em outras espécies relacionadas (Payne, 1986).

Caracteres similares encontrados em um grupo de espécies e considerados de origem evolutiva comum e próprios deste grupo são chamados caracteres sinapomórficos (Wiley 1981). Um dos critérios usados para identificar caracteres sinapomórficos em vocalizações de aves é a comparação entre taxa estreitamente relacionados. Se um caracter é bem representado dentro das espécies de um grupo pode ser considerado um caracter primitivo (Payne 1986).

Ao considerar os repertórios vocais das sete espécies estudadas podemos estabelecer que os gritos de contato são todos formados por notas muito semelhantes quanto à frequência e duração, sendo estruturalmente compostos por pseudopulsos ou pseudopulsos ligeiramente modulados que seriam pequenas variações interespecíficas.

O fato de que todos os gritos de contato tenham sido considerados estrutural e funcionalmente homólogos (item 5.1.3.2) e que todas estas vocalizações apresentem pseudopulsos como estrutura comum me fez considera-lo como um caracter sinapomórfico segundo o conceito de Wiley (1981). Como este caracter é encontrado na maioria das emissões vocais das espécies estudadas (Prancha XXI, XXII e XXIII) pode-se inferir que seja um caracter primitivo na família Hirundinidae.

Ao observar a Prancha XX podemos ver a derivação das diferentes vocalizações que compõem o repertório de *N. cyanoleuca*. Este repertório é formado por vocalizações cujas estruturas são compostas fundamentalmente por dois tipos de notas: melódicas e roucas. Entre as melódicas estão as notas M-A1 que compõem parte do canto, M-B1 o grito de contato pousado, M-C1 o grito de contato em voo e M-C3 os gritos de assobio, advertência, alarme e também a parte estereotipada do canto. Entre as notas roucas, temos R-1 que compõem os gritos de solicitação, revezamento e gritos de contato de filhotes de 12 a 14 dias de idade; R-2 o grito de cortejo e a parte não estereotipada do canto e R-3 o grito de contato de filhotes de 18 dias de idade. Na ontogênese do grito de contato as notas vão derivando de R-1 a R-3 nos filhotes e depois a M-B1 em juvenis e adultos.

As vocalizações relacionadas com as etapas de reprodução estão estruturadas só por notas roucas excepto o assobio. Do canto é derivado o grito de assobio e a partir deste os gritos de advertência e alarme.

Ao relacionar as derivações das notas vemos que existe uma relação estreita entre os comportamentos realizados na emissão de cada vocalização e as estruturas que compõem tais vocalizações. Assim temos que os gritos coesivos são compostos por notas M-B1 e M-C1, os reprodutivos por notas roucas R-1 e R-2 e os de conflito por M-C3. O canto é formado por notas R-2, relacionado com a função reprodutiva do canto reforçando o cortejo na etapa de formação do casal e por notas M-A1 e M-C3 que correspondem à parte estereotipada do canto com função de reconhecimento específico.

Se relacionamos todas as estruturas das vocalizações das espécies de andorinhas estudadas aqui observamos que os gritos de função similar tem estruturas semelhantes, como nos casos dos gritos de solicitação, dos gritos de contato (Prancha XXI), gritos de advertência e alarme (Prancha XXII). Neste último caso, cinco espécies apresentam estrutura similar e *N. cyanoleuca* e *A. fucata* tem outra estrutura que é similar para ambas.

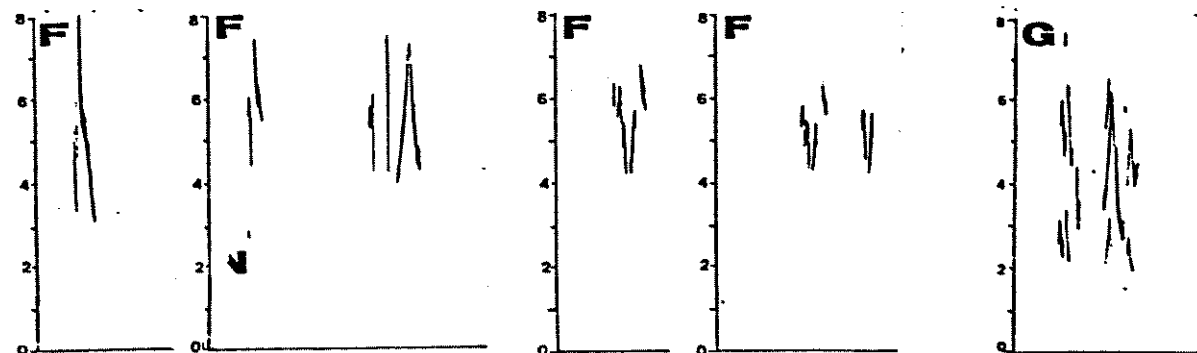
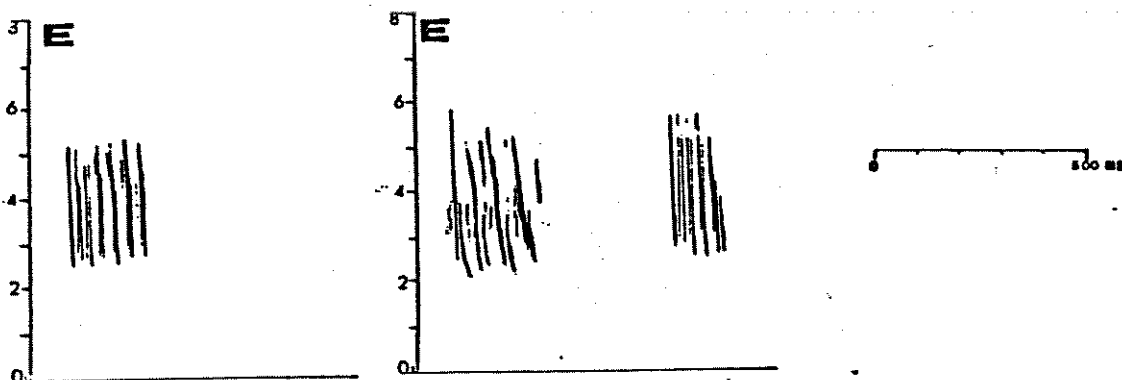
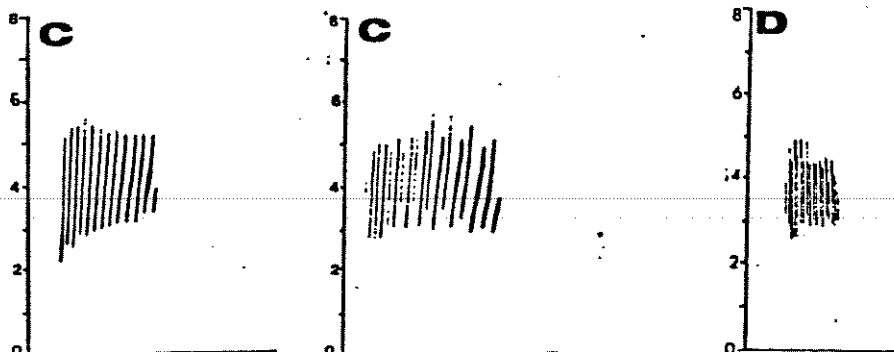
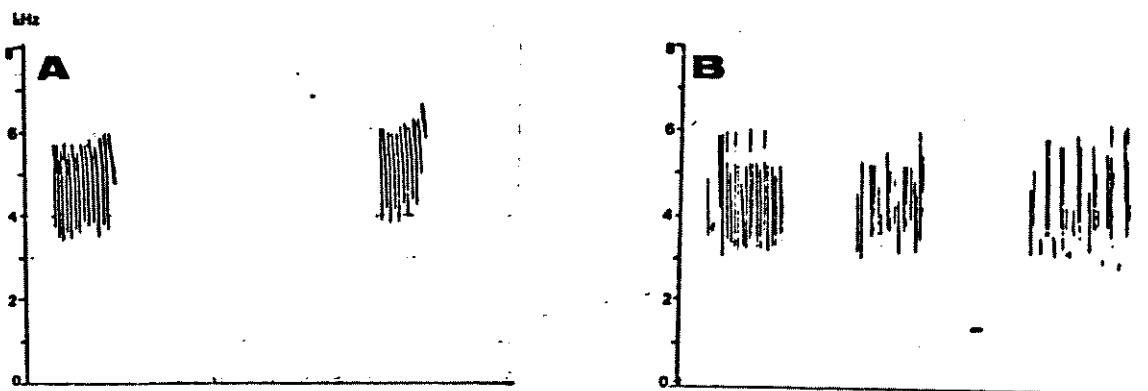
Os cantos (Prancha XXIII), ao contrário, apresentam algumas estruturas em comum, como os pseudopulsos, e outras diferenciadas para cada espécie, justificáveis pela função de reconhecimento específico do canto. Estas diferenças se apresentam em maior ou menor grau entre as espécies, dependendo da distân-

cia filogenética que possa existir entre cada gênero, que até o momento se desconhece. No caso de *Progne subelybea* e *Phaeoprogne tapera* os cantos são muito semelhantes na composição e estrutura das notas, o que faz supor que sejam espécies do mesmo gênero *Progne*, pois haveria uma base genética muito coesa para todas elas.

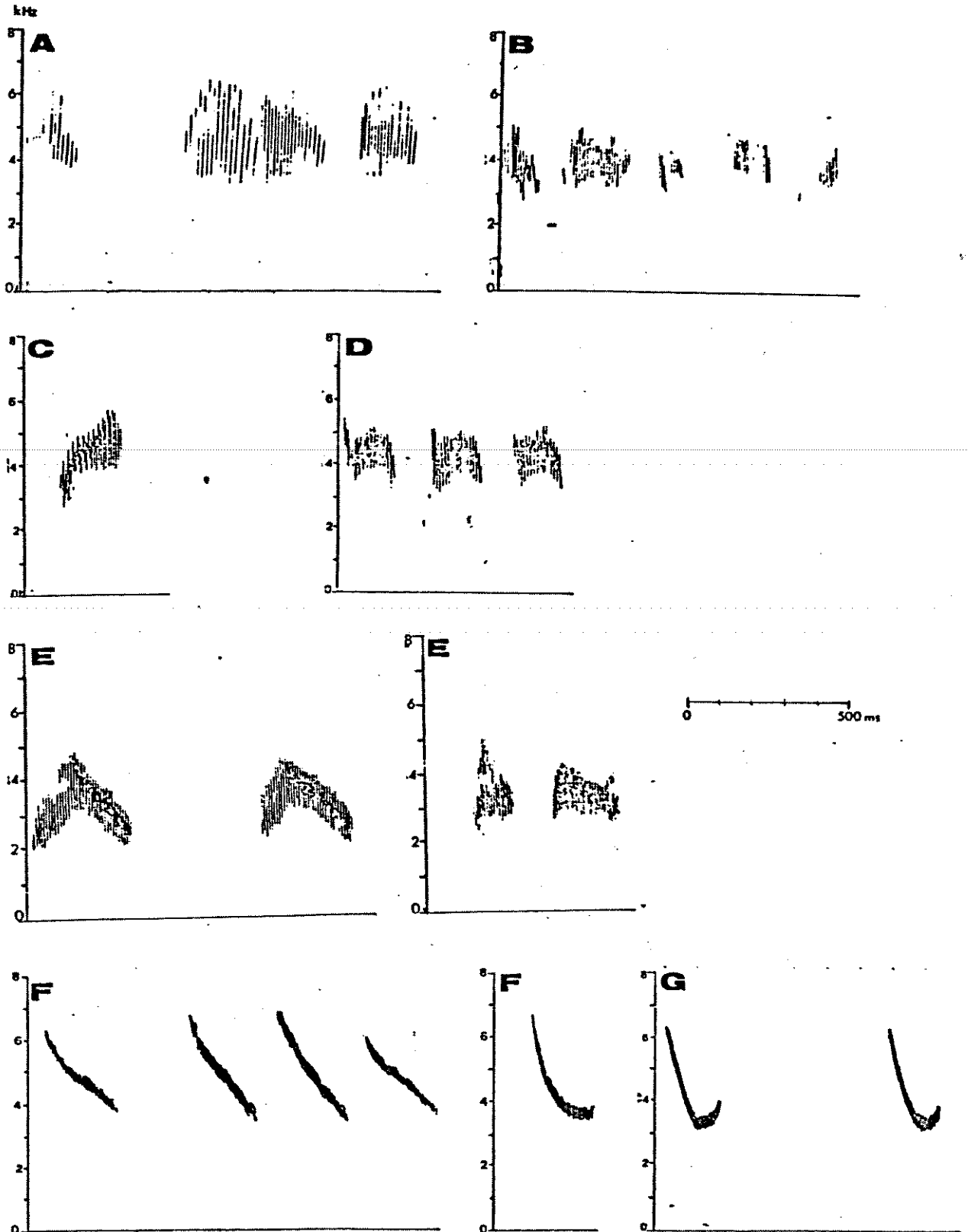
Os dados proporcionados por este trabalho dão base para estudos posteriores que estabelecerão o grau de similaridade taxonômica entre as espécies e permitirão a construção de dendrogramas para visualizar as relações filogenéticas entre as espécies neotropicais da família Hirundinidae.

PRANCHA XXI. Vocalizações de contato das espécies seguintes:

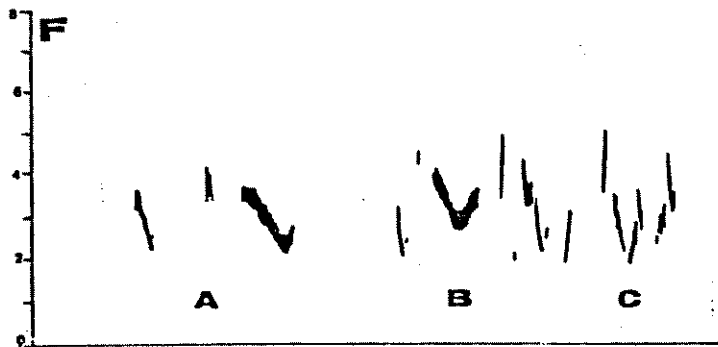
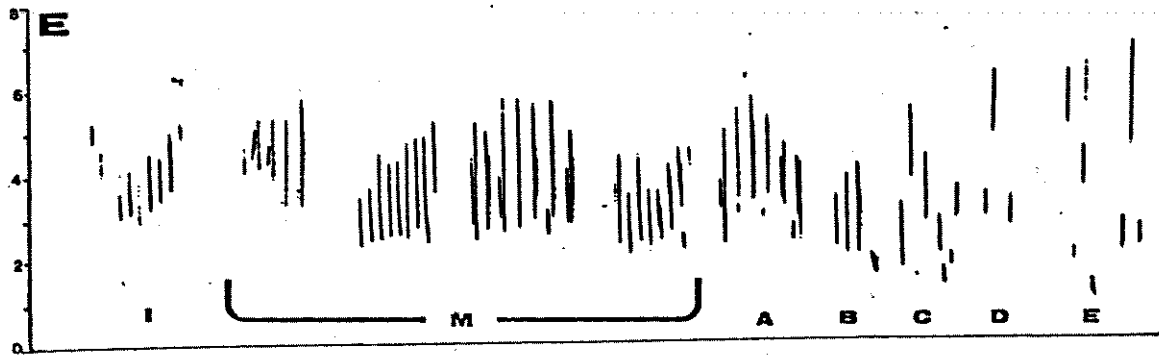
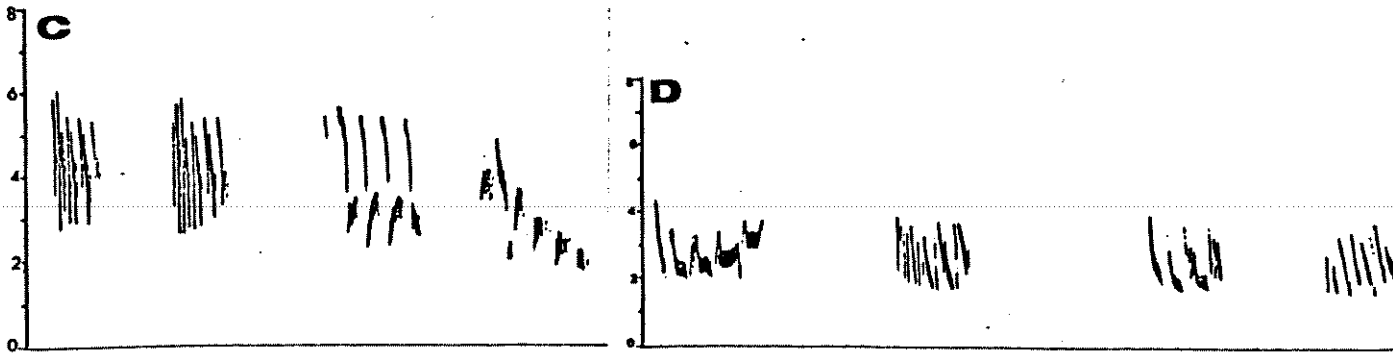
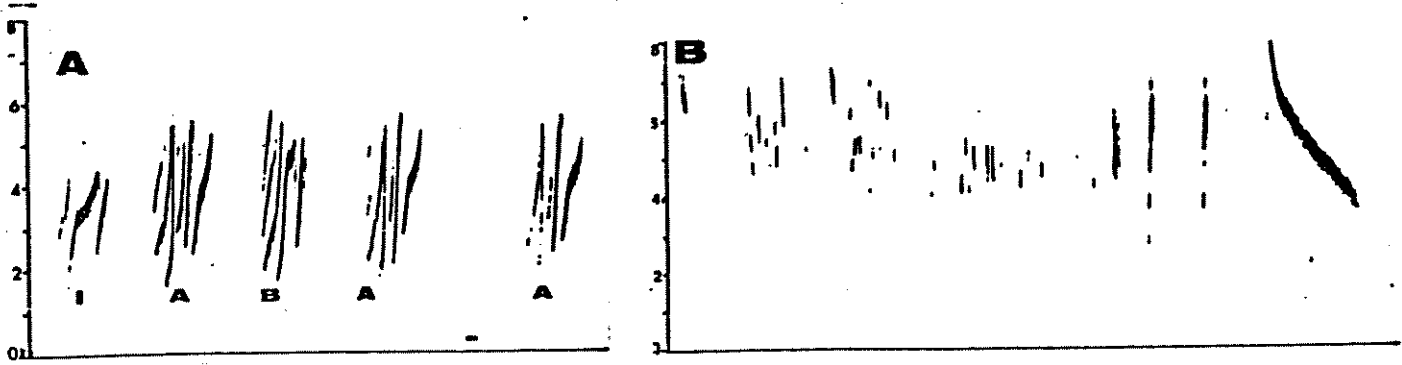
- A) Tachycineta albiventer, B) Tachycineta leucorrhoa,
 C) Stelgidopteryx ruficollis, D) Phaeoprogne tapera,
 E) Progne chalybea, F) Notiochelidon cyanoleuca
 e G) Alopochelidon fucata.



PRANCHA XXII. Vocalizações de alarme e advertência das seguintes espécies: A) Stelgidopteryx ruficollis, B) Phaeoprogne tapera, C) Tachycineta albiventer, D) Tachycineta leucorrhoa, E) Progne chalybea, F) Notiochelidon cyanoleuca e G) Alopochelidon fucata.



PRANCHA XXIII. Cantos das seguintes espécies: A) Stelgidopteryx ruficollis, B) Notiochelidon cyanoleuca, C) Phaeoprogne tapera, D) Progne chalybea, E) Tachycineta leucorrhoa e F) Alopochelidon fucata.



6.0 CONCLUSÕES

6.1 Através da análise física das vocalizações para todas as espécies estudadas neste trabalho podemos concluir que estas espécies tem uma capacidade extraordinária de emitir vocalizações formadas por pseudopulsos com defasagem brusca de frequência entre um pseudopulso e outro em um intervalo de 15 a 20 ms.

6.2 Ao comparar os tamanhos dos repertórios vocais para as espécies em estudo se constatou que a relação entre o grau de colonialidade e o tamanho do repertório vocal estabelecida por outros autores ao comparar só duas espécies simpátricas com diferente grau de colonialidade, é inconsistente. O que seria mais recomendável considerar um número maior de espécies de uma categoria taxonômica, tal como gênero ou família.

6.3 Ao relacionar as características estruturais e funcionais das vocalizações para as sete espécies estudadas se pode concluir que gritos de função similar tem estruturas semelhantes os quais foram considerados como homólogos, como nos casos dos gritos de contato, solicitação, advertência e alarme.

6.4 Ao associar as estruturas das notas das vocalizações de *N. cyanoleuca* e as funções das emissões vocais, pode-se traçar um eixo de variação não continua que correspondem aos parâmetros estrutural e funcional estabelecendo-se uma equivalência entre estrutura e função.

6.5 Ao analisar as estruturas físicas das vocalizações para as espécies tratadas neste estudo se observou que a maioria das vocalizações apresentam pseudopulsos como estrutura comum, o

que me levou a considerá-la um carácter sinapomórfico segundo o conceito de Wiley (1981); sendo assim, pode-se inferir que seja um carácter primitivo na família Hirundinidae.

6.7 Ao observar a derivação das diferentes vocalizações que compõem o repertório de *N. cyanoleuca* notamos que as vocalizações relacionadas com as etapas de reprodução são formadas por notas roucas. Ao relacionar as derivações das notas concluímos que existe uma relação estreita entre os comportamentos realizados na emissão de cada vocalização e as estruturas que compõem tais vocalizações. Assim observamos que os gritos coesivos são compostos por notas M-B1 e M-C1, os reprodutivos por notas R-1 e R-2 e os de conflito por M-C3.

6.8 Ao comparar e relacionar as estruturas física dos cantos de *Pbaeococcyz taepera* e *Progne subelybea* poderia-se concluir que ambas espécies compartilham o mesmo género *Progne*.

6.9 Ao analisar as vocalizações de briga de *Tachycineta leucorrhoa* se pode concluir que esta espécie tem a capacidade de emitir sons diferentes por cada lado da siringe.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALTMANN, S.A., 1967. The structure of primate social communication. In: ALTMANN, S.A., ed., *Social Communication Among Primates*. Chicago, Univ. of Chicago Press., p. 325-362.
- BARBOUR, D.B., 1977. Vocal communication in the Florida Scrub Jay, *Aphelocoma coerulescens* (Aves, Corvidae). Master thesis. Florida, Univ. of south Florida.
- BEECHER, M.D., BEECHER, I.M. and S. LUMPKIN, 1981a. Parent-offspring recognition in the Bank Swallows (*Riparia riparia*): I. Natural History. *Anim. Behav.*, 29: 86-94.
- BEECHER, M.D., BEECHER, I.M. and S. HAHN, 1981b. Parent-offspring recognition in Bank Swallows (*Riparia riparia*): II! development and acoustic basis. *Anim. Behav.*, 29: 95-101.
- BEECHER, M.D., 1982. Signature systems and kin recognition. *Amer. Zool.*, 22: 477-490.
- BEECHER, M.D., STODDARD, P.K. and P. LOESCHE 1985. Recognition of parents' voices by young Cliff Swallows, *Auk* 102: 600-605.
- BROWN, C.R., 1983. Vocalizations and behavior of the Violet-green Swallow in the Chiricahua Mountain, Arizona. *Wilson Bull.* 25 (1): 142-145.
- BROWN, C.R., 1985. Vocalizations of Barn and Cliff Swallows. *The southwestern naturalist*, 30 (3): 325-333.
- BURTT, E.H., 1977. Some factor in the timing of parent-chick recognition in swallows. *Anim. Behav.*, 25: 231-239.

- CHAMBERLAIN, D.R. & G.W. CORWELL 1971. Selected vocalizations of the common crow., *Auk*, 88: 613-634.
- CHAPPUIS, C., 1971. Un exemple de l'influence du milieu sur les émissions vocales des oiseaux: l'évolution des chants en forêt équatoriale. *Terre_et_Vie*, 25: 183-202
- COLLIAS, N.E., 1960. An ecological and functional classification of animal sounds. In: LANYON & TAVOLGA, ed., *Animal sounds_and_communication*. Washington, Am. Inst. of Biological Sciences., p. 368-391.
- COLLIAS, N.E., 1963. A spectrographic analysis of the vocal repertoire of the African Village Weaverbird. *Condor*, 65: 517-527.
- DAVIS, D.E., 1940 Social nesting habits of *Guirca_guira*. *Auk*, 57: 473-484.
- DAWKINS, R., & J.R. KREBS, 1978. Animal signals: Information or manipulation? IN: KREBS, J.R. & N.B. DAVIES, ed., *BEHAVIOURAL ECOLOGY* Oxford, Univ. of Oxford, p. 232-309.
- DOOLING, R.J., 1982. Ontogeny of song recognition in birds. *Amer. Zool.*, 22: 571-580.
- DIAMOND, A.W., 1980. Seasonality, populations structure and breeding ecology of the Seychelles Brush Warbler *Acrocephalus seychellensis*. Proc. IV Pan-African Ornithol. Cong., 253-266.
- EDWARD, E.P., 1974. *A coded_list_of_birds_of_the_world*. Sweet Briars USA. 174 p.
- FANDIÑO-MARIÑO, J.H., 1986. Análise da comunicação sonora do anu-branco *Guirca_guira* (Aves: Cuculidae), Avaliações ecológicas e evolutivas. UNICAMP, Campinas, SP.

- GAUTIER, J.P., 1975. Étude comparée des systèmes d'intercommunication sonore chez quelques cercopithécines forestier africains. Mise en évidence de corrélations phylogénétiques et socio-écologiques. Thèse de doctorat d'État. Rennes. Univ. de Rennes.
- GOMPERTZ, T., 1961. The vocabulary of the great tit. *Brit. Birds.*, 54: 369-418.
- HANSEN, P., 1978. Ecological adaptations in birds songs. *Natura Jutlandica*, 20: 33-54.
- HARDY, J.W., 1961. Studies on the behavior and phylogeny of certain New World Jays (Garrulinae). *Univ. Kansas Sci. Bull.* 42: 13-149.
- KEITH, S., 1973. The voice of *Sarothura insularis* with further notes on members of the genus. *Bull. Brit. Ornithol. Club.*, 23: 130-136.
- KONISHI, M., 1970. Evolution of design features in the coding of species-specificity. *Am. Zoologist*, 10: 67-72.
- LEHNER, P.N., 1979. *Handbook of Ethological Methods*. Garland STPM Press, New York & London. 403 pp.
- LEROY, Y., 1979. *L'univers sonore animal*. Bordas, Paris. 350 pp.
- MARLER, P., 1955. Characteristics of some animal calls. *Nature*, 176: 6-8.
- MARLER, P., 1956. The voice of the chaffinch and its function as a language. *Ibis*, 98(2): 231-261.
- MARLER, P., 1957. Specific distinctiveness in the communication signals of birds. *Behaviour*, 11: 13-39.

- MARLER, P., 1965. Communication in monkeys and apes. In: I. DEVORE, ed., *Ecimate behavior*. New York, Holt, Rinehart and Winston. p. 544-584.
- MARLER, P., & W.J. HAMILTON, 1966. *Mechanisms of animal behavior*. John Wiley and sons, New York.
- MARLER, P., 1967. Animal communication signals. *Science*, 152: 769-774.
- MEYER de SCHAUSENSEE, R., 1970. *A guide to the birds of South America*. Livingston Publishing Company. Wynnewood, Pennsylvania, USA. 470 p.
- MORTON, E.S., 1975. Ecological sources of selection on avian sounds., *Am. Nat.* 109: 17-34.
- MORTON, E.S., 1977. On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some bird and mammal sounds. *Am. Nat.*, 111: 855-869.
- MULLIGAN, J.A. & K.C. OLSEN 1969. Communication in canary courtship calls. In: HINDE, R.D., ed., *Bird vocalizations*. Cambridge Univ. Press.
- ORENSTEIN, R.L. & H.D. PRATT 1983. The relationships and evolution of the southwest Pacific warbler genera *Vitia* and *Psamathia* (Silviinae). *Wilson Bull.*, 95: 184-198.
- ORIAN, G.H. & M.E. WILLSON, 1964. Interspecific territories in birds. *Ecology*, 45: 736-745.
- PAYNE, R.B., 1986. Bird songs and avian systematics. *Current Ornithology*, 3: 87-126.
- PEREYRA, J.A., 1969. Avifauna Argentina, familia Hirundinidae golondrinas. *El Hornero*, 10(1): 1-19.

- PINTO, O.M. de O. 1944. *Catálogo das aves do Brasil. 2ª Parte.* Depto. de Zool., Secr. de Agricultura Ind. e Com., SP. 700 p
- PRODRON, R., 1982. Sur la nidification, le régime alimentaire et les vocalisations de l'Hirondelle rousseline en France *Hirundo daurica rufula* (Temminck). *Alauda*, 50(3): 177-191.
- PUMPHREY, R.J., 1958. Hearing in man and animals. *Proc. Roy. Inst. Gt. Brit.*, 32: 93-118.
- REED, R.E., 1977. Territorial interactions in sympatric songs sparrow and Bewick's wren populations. *Auk*, 94: 701-708
- ROBINSON, J.G., 1984. Syntactic structures in the vocalizations of Wedge-capped Capuchin Monkeys, *Cebus olivaceus*. *Behaviour*, 90(1-3): 46-79.
- SAMUEL, D.E., 1971. Vocal repertoires of sympatric Barn and Cliff Swallows. *Auk*, 88: 839-855.
- SHALTER, M.D., 1979. Responses of nesting passerines to alarms calls. *Ibis*, 121: 362-368.
- SHORT, L.L. & J.F.M. HORNE 1983. A review of duetting, sociality and speciation in some African barbets (Capitoniidae). *Condor*, 85: 323-332.
- SHERMAN, P.W., 1977. Nepotism and the evolution of alarm calls. *Science*, 192: 1246-1253.
- SICK, H., 1985. *Ornitologia Brasileira. uma Introdução.* Vol. I e II, 827 p.
- SIEBER, O.J., 1985. Individual recognition of parental calls by Bank Swallow chick (*Riparia riparia*). *Anim. Behav.*, 33: 107-116.

- SIELDS, W.M., 1984. Barn Swallows mobbing: self-defense, collateral kin defense, group defense, ou parental care? *Anim. Behav.*, 32: 132-148.
- SMITH, W.J., 1963. Vocal communication of information in bird. *Am. Nat.*, 97: 117-125.
- SMITH, W.J., 1966. Communication and relationships in the genus *Tyrannus*. *Pub. Nuttall Ornithol. Club.*, 6; Cambridge, Massachusetts, 250p.
- SMITH, W.J., 1969. Messages of vertebrate communication. *Science*, 165 (3889): 145-150.
- STODDARD, P.K. & M.D. BEECHER 1983. Parental recognition offspring in the Cliff Swallows. *Auk* 100 (4): 796-799.
- THORPE, W.H., 1961 *Bird-songs: the biology of vocal communication and expression in birds*. Cambridge, Cambridge Univ. Press., 143 p.
- VIELLIARD, J., 1986 O uso da bioacústica na observação de aves. Anais de II Encontro nacional de anilhadores de aves. Univ. Federal de Rio de Janeiro. p. 98-121.
- WILEY, E.O., 1981 *Phylogenetics: The theory and Practice of Phylogenetics Systematics*. John Wiley and Sons, New York.
- WINKLER, H. & L.L. SHORT 1978 A comparative analysis of acoustical signals in Pied Woodpeckers (Aves, *Picoides*). *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 160: 1-109.

8.0 APENDICE I.

Listagem dos sonogramas utilizados na construção das pranchas para as diferentes espécies estudadas.

Notiochelidon_cyanoleuca.

JV 391/7b/u/4	GRG 17/6/3/4
JV 647/6/3/meio	GRG 17/4/2/18
JV 10/9a/u/1	GRG 17/3/5/10
JV 10/9a/u/2	GRG 18/1/1/4 (1+2)
JV 647/3/1/1-4	GRG 19/2/3/2
JV 388/4a/u/6	GRG 17/6/4/10
JV 388/4a/u/4	GRG 18/1/1/2
JV 388/4a/u/8	GRG 18/1/3/1
GRG 21/3/4/1	GRG 17/6/2/4
GRG 20/2/4/1	GRG 17/4/2/2
GRG 19/4/1/3	GRG 17/3/4/4
GRG 21/3/1/2	GRG 17/6/4/2

Iachycineta_leucorrhoa.

GRG 16/8/u/12	GRG 21/1/4/2	GRG 17/1/1/2
JV 387/7/1/1	JV 387/7/2/4-6	JV 387/7/2/11-13
GRG 25/5/1/3	GRG 31/2/1/8	GRG 22/2/2/6
GRG 18/4/u/2	GRG 15/8b/u/u	GRG 31/2/1/9

Tachycineta albiventer.

JV 395/4/1/4 JV 395/4/1/8 JV 395/4/1/10
 JV 20/1/2/19-21 GRG 17/2/1/5

Progne chalybea.

JV 337/3/2/inicio GRG 15/4/1/3 GRG 26/1/3/11-12
 GRG 13/9/u/11-14 CC 13/4/2/2 CC 7/8/1/7
 GRG 13/7/u/3-4

Phaeoprogne taepca.

GRG 31/1/u/17 GRG 18/12/u/1 JV 387/1/1/2
 JV 387/1/2/5 JMC 67/2/14/1-5

Stelgidopteryx ruficollis.

CC 12/6/u/2+3 GRG 16/10/u/1 GRG 15/10/u/6
 GRG 18/5/1/7 GRG 23/5/2/14-21 GRG 22/4/u/meio
 GRG 23/5/1/inicio A GRG 22/4/u/meio GRG 23/5/1/inicio B
 GRG 22/4/u/meio gritos 3-4-5

Alcoeochelidon_fucata.

GRG 15/8/3/1

GRG 15/9/2/4 fim

GRG 15/9/3/2+3

GRG 29/3/3/5

GRG 29/3/3/5

GRG 16/1/2/6,7-8