



H275b

27281/BC

BIOLOGIA COMPORTAMENTAL DE  
*Eudocimus ruber* (AVES,  
THRESKIORNITHIDAE) EM MANGUEZAIS  
DA ILHA DO CAJUAL, MARANHÃO:  
REPRODUÇÃO E ALIMENTAÇÃO

ADRIANI HASS

**BIOLOGIA COMPORTAMENTAL DE *Eudocimus ruber***  
**(AVES, THRESKIORNITHIDAE) EM MANGUEZAIS DA**  
**ILHA DO CAJUAL, MARANHÃO:**  
**REPRODUÇÃO E ALIMENTAÇÃO**

**ADRIANI HASS**

**LUIZ OCTAVIO MARCONDES MACHADO**  
**ORIENTADOR**

9605399

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato (a) Adriani Hass  
Luiz O. M. Machado  
e aprovada pela Comissão Julgadora.

12/2/96 x

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

**UNICAMP**  
**FEVEREIRO/1996**

CM-00086572-7

DATA	BC
CHAMADA:	UNICAMP
	071515
E.	
	00727281
	667/96
	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/>
	3811,00
	10/04/96
CPD	

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP

H275b Hass, Adriani  
Biologia comportamental de *Eudocimus ruber* (AVES, THRESKIORNITHIDAE) em manguezais da Ilha do Cajual, Maranhão : reprodução e alimentação / Adriani Hass. -- Campinas, SP : [s.n.], 1996.

Orientador: Luiz Octavio Marcondes Machado.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Ave. 2. Animais - Comportamento. 3. Hábitos alimentares. 4. Reprodução. 5. Manguezais. I. Machado, Luiz Octavio Marcondes. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

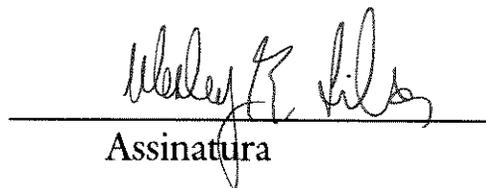
LOCAL E DATA: Campinas, 12 de fevereiro de 1996.

**BANCA EXAMINADORA  
TITULARES:**

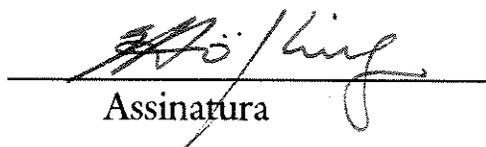
**Prof. Dr.  
Luiz Octavio Marcondes Machado**

  
Assinatura

**Prof. Dr.  
Wesley Rodrigues Silva**

  
Assinatura

**Profa. Dra.  
Elizabeth Höfling**

  
Assinatura

**SUPLENTE:**

**Prof. Dr.  
José Roberto Trigo**

\_\_\_\_\_  
Assinatura

**APROVADA**

Aos meus irmãos, Airton Jr., Alan e Nefertiti,  
que muito contribuíram para essa jornada.  
Às minhas sobrinhas, Iara e Adele, simplesmente  
maravilhosas.

## AGRADECIMENTOS

À orientação fornecida pelo amigo Prof. Luiz Octavio Marcondes Machado e estímulo profissional no início da minha vida ornitológica.

Aos membros da banca Profa Dra. Elizabeth Höfling, Prof. Dr. Wesley Rodrigues e Prof. Dr. José Roberto Trigo, pelas sugestões valiosas ao trabalho.

Ao Prof. Dr. Gustavo Melo (USP) pela identificação das minúsculas quelas quase digeridas dos crustáceos. Ao Prof. Dr. Roberto Brandão Cavalcanti, pela leitura e sugestões apresentadas à dissertação. À Profa. Dra. Fosca Pedini Leite pelo auxílio gentil a todas minhas solicitações durante o curso.

À amiga Rosa Helena Ribeiro Matos, irmã por opção, pela oportunidade de construir o mais nobre sentimento dessa vida. Agradeço a sua participação na minha formação pessoal, através das incontáveis discussões sobre as leis naturais do mundo, do espírito e do Universo.

Ao companheiro Flávio Henrique Guimarães Rodrigues, “que entrou na minha vida de mansinho...”, pelas longas aulas sobre pessoas, animais e coisas; pela prova à calma devido ao seu gênio terrível; pelo apoio incondicional aos meus atos e principalmente por me ensinar a ceder e amar.

À amiga Giselle Garcia Azevedo (“Giseliu”), companheira e cúmplice da minha vida universitária, pela abençoada existência.

Aos meus amados irmãos, cada um participante de uma etapa. Ao Airton Jr., “louquiiiiinho” pelas idas e vindas ao Portinho quase de madrugada, pelos binóculos doados e por muito mais. Ao Alan, pela profissão (a culpa é tua!!), pela parte moral e financeira, pelo apoio em todos os momentos da minha vida etc. À Nefertiti, mais cúmplice que ninguém nessa vida (nossas vidas estão nas nossas mãos, né?), por me ceder seu “salário”, me tirar do sério e outras coisinhas mais.

Aos meus pais, Ivonete P. Hass e Airton L. Hass pelo apoio, carinho e preocupação muito peculiares. À minha mãe por segurar a onda e cuidar da Muchacha, Turtle e da minha amada e insubstituível Adelaide Nanhon.

Aos meus segundos pais, Ivaldo e Helena Matos, pela preocupação com meu bem-estar, pelo apoio nas horas difíceis e pelo carinho incomparável.

Ao “Seu” Domingos, pelo traslado até a Ilha e companhia, pela horas de sufoco no mar e pelo auxílio na coleta de dados, afinal nem todos sabem navegar, possuem bom humor e sobem em árvores de mangue escorregadias. Ao Antônio Henrique Ferreira da Cunha, pela companhia no início do trabalho e pela disponibilidade em estar sempre pronto para outra.

À Gilda Vanconcelos de Andrade, exemplo que segui, pela minha formação profissional, pelas sugestões durante a etapa inicial da coleta de dados e pela amizade. Aos professores Paulo e Nivaldo Figueiredo, Emília Girnos, Murilo Drummond e Lenira Lacerda, pelo apoio essencial durante muitas etapas da minha vida.

À Malu Messias, companheira de república, conselheira e amiga, atualmente visita oficial na minha fase “agrupada”.

À Isabela Galarda Varassim, pela clareza de atitudes, pela amizade e presença muito charmosa durante o curso. À Claudia Galarda Varassim, por transformar a matemática em português.

À Andréa Lúcia Souza, que me fez ver a vida com outros olhos. Agradeço antes de tudo, a oportunidade de convivência, e também o auxílio nas análises estatísticas.

Ao amigo coringa Ary Gomes, responsável pelo visual não só desta, como de muitas outras dissertações da Ecologia.

À Ilha do Cajual, paraíso das aves. Pela oportunidade de conhecer um pouco mais a Natureza, com seus encantos e perigos ... onde o guará pousa, uma ave no paraíso.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	5
<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	7
<b>CAPÍTULO 1. REPRODUÇÃO E CRESCIMENTO</b> .....	11
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>METODOLOGIA</b> .....	14
Formação da colônia e ninhos .....	14
Ovos e filhotes .....	15
<b>RESULTADOS</b> .....	19
Formação da colônia .....	19
Ninhos e ovos .....	20
Filhotes .....	24
<b>DISCUSSÃO</b> .....	29
Formação da colônia .....	29
Ninhos e ovos .....	30
Filhotes .....	33
<b>CAPÍTULO 2. DIETA E COMPORTAMENTO ALIMENTAR</b> .....	37
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	38
<b>METODOLOGIA</b> .....	40
Itens alimentares .....	40
Análises de carotenóides .....	40
Estratégias de forrageamento .....	42
<b>RESULTADOS</b> .....	45
Itens alimentares .....	45
Análises de carotenóides .....	47
Estratégias de forrageamento .....	51
Espécies associadas .....	56
<b>DISCUSSÃO</b> .....	57
Dieta .....	57
Análises de carotenóides .....	59
Comportamento alimentar .....	60
Espécies associadas .....	63
<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS PARA A CONSERVAÇÃO</b> .....	65
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	67
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	69
<b>ANEXO 1</b> .....	78
<b>ANEXO 2</b> .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Ilha do Cajual no Golfão Maranhense, Alcântara e do Braço de Mangunça, Maranhão. ....	8
Figura 2. Foto de satélite (Landsat TM5; escala 1:50000) da Ilha do Cajual, MA: localização das áreas A e B de nidificação de <i>E. ruber</i> . ....	9
Figura 3. Áreas de alimentação de adultos de <i>E. ruber</i> na Ilha do Cajual, MA. a) área de lama contínua; b) área com poças de lama isoladas. ....	10
Figura 4. Esquema das partes do corpo de filhotes de <i>E. ruber</i> , que foram utilizadas como medidas. a) cúlmen; b) asa; c) tarsometatarso. ....	16
Figura 5. Precipitação média mensal (mm) do período de janeiro a dezembro de 1994, na Praia do Boqueirão, localizada a 37 km da Ilha do Cajual, MA (seta indica o início da nidificação). ....	19
Figura 6. Distribuição da frequência dos ninhos de <i>E. ruber</i> em árvores de mangue com ninhos, localizadas nas duas áreas de estudo (A e B) da Ilha do Cajual, MA. ....	21
Figura 7. Ninho marcado de <i>E. ruber</i> com dois ovos individualizados, na Ilha do Cajual, MA. ....	22
Figura 8. Etapas do desenvolvimento dos filhotes de <i>E. ruber</i> na Ilha do Cajual, MA: a) 1 <sup>a</sup> . semana; b) 2 <sup>a</sup> . semana; c) 3 <sup>a</sup> . semana; d) 4 <sup>a</sup> . semana. ....	26
Figura 9. Relação entre o comprimento inicial e o final para a) tarsometatarso; b) asa; c) cúlmen; de 17 filhotes de <i>E. ruber</i> na Ilha do Cajual, por meio de 20 intervalos de seis dias. ....	27
Figura 10. Processo de extração dos pigmentos das amostras de penas de <i>E. ruber</i> e de cinco espécies de caranguejos da Ilha do Cajual, MA. ....	41
Figura 11. Estrutura molecular do pigmento $\beta$ -caroteno. ....	42
Figura 12. Frequência das quatro espécies de crustáceos decápodes jovens encontradas nos regurgitos de filhotes de <i>E. ruber</i> , na Ilha do Cajual, MA. ....	45
Figura 13. Crustáceos decápodes presentes nos regurgitos de <i>E. ruber</i> na Ilha do Cajual. a) <i>Uca maracoani</i> ; b) <i>Ucides cordatus</i> ; c) <i>Uca thayeri</i> ; d) <i>Eurytium limosum</i> ; e) <i>Goniopsis cruentata</i> . ....	47

Fig. 14. Espectro de absorbância de penas de *E. ruber* e de cinco crustáceos decápodes da Ilha do Cajual, MA: 1)  $\beta$ -caroteno; 2) hexânico de penas; 3) ETOAC de penas; 4) hexânico de *Uca* spp; 5) ETOAC de *Uca* spp; 6) hexânico de *Aratus pisoni*; 7) ETOAC de *Aratus pisoni*; 8) hexânico de *Goniopsis cruentata*; 9) ETOAC de *Goniopsis cruentata*; 10) hexânico de *Ucides cordatus*; 11) ETOAC de *Ucides cordatus*; 12) hexânico de *Eurytium limosum*; 13) ETOAC de *Eurytium limosum*. ..... 50

Figura 15. Frequência dos quatro comportamentos de forrageamento de *E. ruber*: tentativas superficial e profunda, pinçar e tesourar em duas áreas de alimentação na Ilha do Cajual, MA. .... 51

Figura 16. Frequência de indivíduos de *E. ruber*, em relação ao tamanho do grupo formado durante as atividades alimentares em área de poças de lama da Ilha do Cajual, MA. .... 52

Figura 17. Tamanho de presa capturada por *E. ruber*, em área de lama contínua e em poças isoladas na Ilha do Cajual, MA. .... 55

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I. Mortalidade e sobrevivência de ovos e filhotes de <i>E. ruber</i> durante o período de incubação e pós-eclosão, respectivamente, na Ilha do Cajual, MA. ....	23
Tabela II. Desenvolvimento cronológico de filhotes de <i>E. ruber</i> , no período de um mês na Ilha do Cajual, MA. ....	25
Tabela III. Estimativa da idade de filhotes de <i>E. ruber</i> por meio derivação das medidas das curvas de um indivíduo hipotético, segundo método de Ricklefs e White (1975). As assíntotas são fornecidas. ....	28
Tabela IV. Espécies de crustáceos, e seus respectivos habitats, encontrados em quatro estômagos de filhotes de <i>E. ruber</i> na I. do Cajual, MA. Habitats segundo Melo (1985). ....	46
Tabela V. Espécies de crustáceos decápodes encontradas nas duas regiões amostradas, lama e árvores de mangue, na Ilha do Cajual, MA. ....	46
Tabela VI. Índices de retenção para doze amostras em dois sistemas de solventes (hexano-acetato 7.3 e MeOH-acetato 95.5); o comprimento de onda (nm) e a região do visível (am= amarelo; lar= laranja) das amostras está entre parênteses. ....	48
Tabela VII. Absorção de onda (nm) das amostras de penas e caranguejos coletadas na Ilha do Cajual, MA. ....	48
Tabela VIII. Médias e desvios padrões do comportamento de lavagem e deglutição do item alimentar em de três classes de tamanho de presas registradas para 19 indivíduos de <i>E. ruber</i> , na Ilha do Cajual, MA, em cada área, contínua e poças de lama isoladas, respectivamente. ....	53
Tabela IX. Médias e desvios padrões do tempo de procura pelo alimento e número de bicadas no substrato por 19 indivíduos observados de <i>E. ruber</i> , em cada área, lama contínua e poças de lama isoladas, respectivamente. ....	54
Tabela X. Frequência de ocorrência das espécies associadas a <i>E. ruber</i> na Ilha do Cajual, MA em relação ao número de avistamentos (N=50). ....	56

## RESUMO

O guará, *E. ruber*, é uma ave vadeadora, colonial e forrageadora tátil, que se reproduz em regiões costeiras, mangues e lhanos. As populações do litoral da América do Sul apresentam grande flutuação numérica em sua distribuição, variando de poucos a milhares de indivíduos, sendo que as populações brasileiras de *E. ruber* encontram-se ameaçadas devido à pressão de caça e ao corte dos manguezais onde vivem. Este estudo abordou aspectos reprodutivos e alimentares, fatores indispensáveis para a elaboração de um plano efetivo de conservação, de uma colônia reprodutiva na Ilha do Cajual, Alcântara, Maranhão.

O estudo foi realizado durante os meses de janeiro a setembro de 1994, durante a estação reprodutiva completa da espécie, na Ilha do Cajual, Alcântara, Maranhão. Para a reprodução, foram verificados o padrão de distribuição espacial dos ninhos, através do mapeamento de 4800 m<sup>2</sup> do manguezal. Foram registrados a altura e a quantidade de ninhos por árvore, a distribuição de todas as espécies ocorrentes no manguezal, espécie de árvore utilizada e seu respectivo diâmetro. Alguns ninhos foram acompanhados para determinar a taxa de eclosão e os filhotes foram medidos a cada seis dias para obtenção das curvas de crescimento, sendo estes últimos anilhados a partir da 3<sup>a</sup> semana. Para a alimentação, indivíduos adultos foram selecionados para registrar características do comportamento alimentar em duas áreas distintas. Coletaram-se também regurgitos de ninhegos, os quais foram analisados qualitativamente em laboratório.

*E. ruber* nidificou em *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* e *A. shaueriana*, utilizando menos de um quinto das árvores disponíveis e cada árvore utilizada geralmente continha mais de um ninho (n=79). O diâmetro das árvores utilizadas variou entre 8,0 a 23,0 cm e a altura entre 4,0 a 15,0 m (n=95). Os ninhos apresentaram estrutura frágil, sendo construídos entre ramificações ou ao longo dos galhos; contiveram, na maioria das vezes, 2 ovos (n=50) e o período de incubação durou, em média  $25 \pm 5,3$  dias (n=7). As taxas de mortalidade de ovos e filhotes foram 0,04 e 0,03, respectivamente, estando associadas principalmente à predação. As medidas de asa, tarsometatarso e cúlmen apresentaram

crescimento diferencial, seguindo essa ordem. Isso esteve relacionado ao comportamento dos filhotes dentro da colônia reprodutiva.

A análise de fragmentos de exoesqueletos, presentes nos regurgitos de filhotes, revelou a presença predominante de *Uca* spp., que esteve associado às áreas utilizadas pelos adultos para obter o alimento. Adultos apresentaram o comportamento de tentativa superficial e profunda como tática alimentar mais freqüente e o tamanho de presa mais consumida variou entre as classes 1 a 3, sendo preferidas à classe 2 de tamanho. É provável que presas menores sejam mais fáceis de serem capturadas e que presas maiores possuam um valor energético mais alto, sendo preferidas apesar de suas densidades baixas.

Tais características biológicas parecem permitir uma ampla utilização do espaço alimentar e reprodutivo, possibilitando a sobrevivência de *E. ruber* na Ilha do Cajual.

## ABSTRACT

### BEHAVIORAL BIOLOGY OF *Eudocimus ruber* (AVES, THRESKIORNITHIDAE) IN A MANGROVE AREA IN CAJUAL ISLAND, MARANHÃO, BRAZIL: REPRODUCTION AND FEEDING HABITS

The scarlet ibis, *E. ruber*, is a wading, colonial and tactile foraging bird, that breeds in coastal regions, mangroves and in the Venezuelan llanos. Populations from the littoral region of South America present a large numerical fluctuation in their distribution, varying from few to thousands of individuals, so that the Brazilian populations of *E. ruber* are endangered due to the pressures of hunting and clearing of the mangroves where they live. This study referred to the reproductive and feeding aspects of the species, essential factors for the elaboration of an effective conservation plan for a reproductive colony at Cajual Island, Alcântara, Maranhão.

The study was carried out during the months of January to September, 1994, during the complete breeding season of the species, at Cajual Island, Alcântara, Maranhão. For the study on reproduction, the spatial distribution pattern of the nests was verified by mapping 4800 m<sup>2</sup> of the mangrove. The height and quantity of nests per tree, the distribution of all the species that occurred in the mangrove, the species of tree used and its respective diameter, were registered. A few nests were accompanied to determine the hatching rate and the nestling were measured every six days to obtain growth curves. Six week-old nestling, or older, were ringed. For the study on feeding habits, adult individuals were selected to register characteristics of their feeding behavior in two distinct areas. The regurgits of the nestling were also collected and analyzed qualitatively in laboratory.

*E. ruber* built its nests in *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* and *A. shaueriana*, using less than one fifth of the trees available. Usually each tree had more than one nest (n=79). The diameter of the trees used varied between 8.0 and 23.0 cm and their height from 4.0 to 15.0 m (n=95). The nests presented a weak structure, being built between branches or along them, generally contained two eggs (n=50) and the period of incubation

lasted  $25 \pm 5.3$  days ( $n=7$ ). The mortality rate of the eggs and off-spring was 0.04 and 0.03, respectively, being associated mainly to predation. The measurements of the wing, tarsometatarsus and culmen presented a differential growth, following this order. This was related to the behavior of the nestling in the reproductive colony.

The analysis of fragments of exoskeletons present in the regurgits of the nestling revealed the predominant presence of *Uca* spp., that was associated to the areas used by the adults for obtaining food. The adults presented the behavior of shallow probing and deep probing as the most frequent feeding tactic and the size of the most consumed prey varied between classes 1 and 3, being size class 2 the most preferred. It is probable that smaller prey are easier to catch and that larger prey have a higher energetic value, being preferred even though they present low densities.

These biological characteristics seem to allow for a wide use of the feeding and reproductive space, making the survival of *E. ruber* at Cajual Island.

## INTRODUÇÃO GERAL

O guará (*Eudocimus ruber* L. 1758) é uma ave ciconiforme, pertencente à família dos íbises (Threskiornithidae), de bico curvo e afilado, coloração vermelha e hábitos gregários. Sua distribuição abrange alguns países da América Central e Sul (French e Harverschmidt, 1970), estendendo-se pelo Brasil nos Estados do Maranhão, Pará e Amapá.

A taxonomia do gênero *Eudocimus* tem sido objeto de muitas controvérsias. Ridgway (1884) sugeriu a monoespecificidade do gênero, composto por duas subespécies dicromáticas. No entanto, Zahl (1950) estudando uma colônia mista na Venezuela, verificou a presença de pares exclusivamente com a mesma coloração. Estudos recentes têm fornecido evidências adicionais para a problemática; Ramo e Busto (1982; 1985; 1987) encontraram híbridos viáveis entre o íbis branco (*Eudocimus albus*) e o vermelho (*Eudocimus ruber*) na zona de simpatria, propondo o nome *Eudocimus ruber* para as duas formas.

As principais diferenças de importância taxonômica entre as populações do íbis branco da América do Norte e os íbises da América do Sul são a coloração da plumagem, o maior tamanho da forma branca na região Neártica e alguns aspectos da biologia reprodutiva e alimentar (revisão em van Wieringer e Brouwer, 1990). Segundo van Wieringer e Brouwer (1990), as populações de *Eudocimus* da América do Sul pertencem a uma mesma espécie, e são co-genéricas com *E. albus* da América do Norte. Neste estudo, o gênero foi considerado como sendo composto por duas espécies, mantendo seus respectivos nomes.

O "status" populacional de *E. ruber* em sua distribuição geral foi determinado pela Primeira Oficina Internacional sobre a Conservação do Guará, em 1988, Caracas, Venezuela (Frederick *et al.*, 1990), sendo considerado comum em Trinidad e ao longo de algumas regiões da costa norte/nordeste da América do Sul. Pode ser também encontrado no sudeste do País, embora em pequenas populações (Marcondes-Machado e Monteiro-Filho, 1989). A população mundial foi estimada em cerca de 115.000 pares reprodutivamente ativos, sendo que aproximadamente 24.000 indivíduos foram recenseados

no território brasileiro (Antas *et al.*, 1990). Embora esses dados sejam resultado de censos esporádicos, a situação atual de *E. ruber* no Brasil não é estável, com aparente declínio das populações da costa norte (Teixeira e Best, 1981) e nordeste (Teixeira *et al.*, 1990). Na Ilha do Cajual, a população de guarás foi estimada em 2500 indivíduos reprodutivamente ativos (Rodrigues, 1991) e embora exista acompanhamento dos ninhais desde 1989 (obs. pessoal), esse número pode estar subestimado devido ao intenso deslocamento dos indivíduos.

Considerando toda sua distribuição, o guará não está ameaçado de extinção (Luthin, 1990), porém os impactos ecológicos que essa espécie vêm sofrendo no Brasil, têm exposto essas populações a situações de vulnerabilidade e instabilidade, caracterizando-a como uma espécie ameaçada de extinção (Bernardes *et al.*, 1990).

As informações disponíveis para essa espécie no Brasil abrange registros de uma população extremamente ameaçada no sudeste (Marcondes-Machado e Monteiro-Filho, 1989, 1990) ou apenas resumos informativos em congressos (Marcondes-Machado *et al.*, 1989; Rodrigues, 1991; Argel de Oliveira *et al.*, 1993). A maioria das informações sobre a biologia de *E. ruber* provém de estudos realizados em populações da Venezuela, de Trinidad e das Guianas.

De acordo com o exposto, a escassez de informações no Brasil sobre essa espécie torna necessário o estudo da ecologia de *E. ruber*, abrangendo o comportamento reprodutivo e alimentar, destacando-se os fatores ambientais a que essas populações estão sujeitas. Além disso, o guará pode ser considerado como uma espécie bandeira, as quais atuam como símbolo popular para a conservação de ecossistemas ameaçados (Noss, 1993).

O objetivo geral deste estudo foi fornecer informações básicas sobre a biologia de *E. ruber*. Esta Dissertação será dividida em dois capítulos independentes, "Reprodução e Crescimento" e "Dieta e Comportamento Alimentar", sendo apresentada uma introdução geral e área de estudo, comuns aos dois capítulos, e discussão final.

## ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na Ilha do Cajual, município de Alcântara - Maranhão, situada no Golfão Maranhense (02° 26' S e 44° 03' W; Fig. 1). A área mixoalina da Ilha do Cajual possui substrato composto de partículas muito finas, formando extensas áreas propícias para o estabelecimento de manguezais. A macrofauna bêntica associada a esse ecossistema oferece recurso alimentar abundante para as espécies residentes, como *E. ruber*, e também para as aves migrantes.

De modo geral, as reentrâncias estuarinas possuem poucas espécies vegetais e animais, porém a ausência de competidores e a entrada maciça de nutrientes (Nybakken, 1982) ocasiona uma superabundância desses organismos, permitindo a exportação do excesso energético para outras áreas. Na Ilha do Cajual, observa-se uma grande diversidade e abundância de poliquetas, crustáceos e moluscos (Lopes, 1993), que são consumidos por aves migrantes e residentes (Rodrigues, 1993). A estrutura trófica desse estuário é de extrema importância para a manutenção de outras cadeias alimentares, tendo levado a Rede Hemisférica de Aves Migratórias e a Convenção de Ramsar a incluí-la recentemente no Programa de Proteção de Áreas Úmidas.

Os manguezais da Ilha do Cajual são compostos principalmente por *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae), *Avicennia* spp. (Verbenaceae) e *Laguncularia racemosa* (Combretaceae) e abrangem cerca de 70% da cobertura vegetal da Ilha (Murilo Drummond, com. pess.). Essa estrutura vegetal fornece substrato ideal para a edificação de ninhos de vários Ciconiiformes, como *E. ruber*, *Nyctanassa violacea* (Ardeidae), *Egretta thula* (Ardeidae) e *Casmerodius albus* (Ardeidae) (obs. pessoal). Os ninhais de *E. ruber* são construídos anualmente em mangue jovem, de 8 a 15 m de altura (Rodrigues, 1991; obs. pessoal), sempre às margens de igarapés.

Na Ilha do Cajual é comum a presença de pescadores e eventuais caçadores. O corte de mangue para a construção de casas, realizado pelos caiçaras, a coleta de ovos, o abate de adultos para alimentação e a captura para a venda clandestina são alguns dos impactos aos

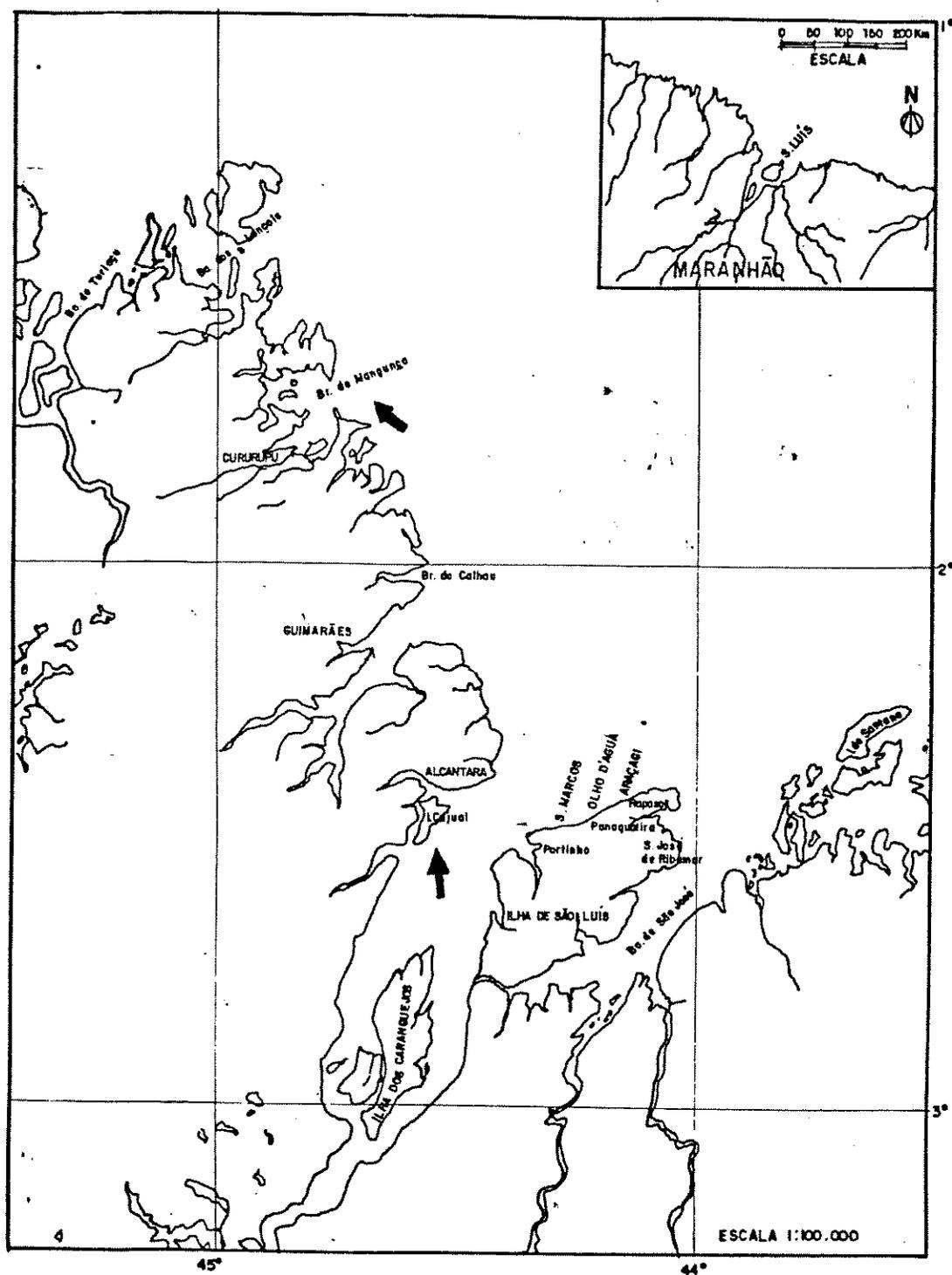


Fig. 1. Localização da Ilha do Cajual no Golfão Maranhense, Alcântara e do Braço de Mangunça, Maranhão.

quais a população de *E. ruber* está sujeita. Devido a esses fatores e ao grande número de indivíduos presentes na área, essa ilha torna-se um excelente local para o estudo da ecologia e da conservação dessa espécie.

Para o estudo sobre a reprodução de *E. ruber*, foram utilizadas duas áreas distanciadas aproximadamente 2 km entre si. O local utilizado para determinar a distribuição dos ninhos de *E. ruber* foi denominado área A e área B, o local utilizado para calcular a sobrevivência de ovos e filhotes (Fig. 2).

Para as observações de alimentação foram delimitadas duas áreas, uma área com lama contínua, associada ao mangue, e outra área com poças de lama isoladas, localizada em uma depressão da praia arenosa, sendo acessível aos guarás somente através de vôo (Fig. 3).



Fig. 2. Foto de satélite (Landsat TM5; escala 1:50000) da Ilha do Cajual, MA: localização das áreas A e B de nidificação de *E. ruber*.



Fig. 3: Áreas de alimentação de adultos de *E. ruber* na Ilha do Cajual, MA. a) área de lama contínua; b) área com poças de lama isoladas .

## CAPÍTULO 1

### REPRODUÇÃO E CRESCIMENTO





## INTRODUÇÃO

Aproximadamente 87% das espécies de aves do planeta nidificam em pares solitários (Lack, 1968). No entanto, em alguns grupos taxonômicos, a colonialidade é um fenômeno comum, *e.g.*, metade das espécies de aves voadoras e cerca de dois terços das espécies de íbis nidificam em grandes colônias (Krebs, 1978; Archibald *et al.*, 1980; Bildstein, 1993).

Explicações sobre vantagens adaptativas da colonialidade em aves foram inicialmente propostas por Lack (1966, 1968). Segundo o autor, duas forças seletivas favorecem a reprodução em colônias: diminuição da predação e maior eficiência na exploração de recursos alimentares.

Na família Threskiornithidae, a colonialidade parece estar associada a alimentação, ou seja, espécies que se alimentam sozinhas, reproduzem-se solitariamente e as que realizam as atividades de forrageamento em grupo, reproduzem-se em grandes colônias (Krebs, 1978). O íbis branco alimenta-se quase que exclusivamente em grupos (Kushlan, 1979; Bildstein, 1993), sugerindo uma forte associação com a colonialidade; no entanto, o guará é mais variável quanto ao tamanho de grupos alimentares, podendo a colonialidade ter surgido através de pressões de predação.

De modo geral, *E. ruber* forma colônias reprodutivas em árvores de mangue, *e.g.*, *Laguncularia racemosa* (French e Haverschmidt, 1970), *Avicennia* spp. (Teixeira e Best, 1981) e *Rhizophora mangle* (Marcondes-Machado e Monteiro-Filho, 1991) e está restrito às regiões costeiras, manguezais e às planícies inundáveis (Sick, 1985).

A reprodução de *E. ruber* inicia-se com o aumento da precipitação pluvial (French e Haverschmidt, 1970; van Wieringen e Brouwer, 1990), podendo variar anualmente ou de acordo com a localidade (Bent, 1963). Geralmente a fêmea põe dois ovos, embora em alguns ninhos tenham sido encontrados três ou, mais raramente, quatro ovos (Bent, 1963;

ffrench e Haverschmidt, 1970). A incubação e o cuidado parental envolvem macho e fêmea, que se revezam nessas atividades (Bent, 1963) e, de acordo com a cronologia de desenvolvimento dos filhotes, estes abandonam definitivamente a colônia com 9 a 10 semanas após a eclosão (Brouwer e van Wieringer, 1990).

Todos os estudos sobre a reprodução de *E. ruber* foram realizados em ambientes diferentes dos que ocorrem no Brasil. Na Venezuela, os estudos foram desenvolvidos nos lhanos (vegetação do tipo savana, geralmente alagada; Eisenberg, 1979) e em Trinidad e Guianas (Ramo e Busto, 1985), as populações de guarás utilizam manguezais baixos localizados no interior dessas regiões, em estuários menos salinos (ffrench e Haverschmidt, 1970). Para o Brasil, não existem informações detalhadas sobre a biologia reprodutiva do guará, que habita áreas essencialmente litorâneas e nidifica em regiões com estruturas vegetais completamente diferentes das outras populações sul-americanas (Teixeira *et al.*, 1990). O presente capítulo tem por objetivo elucidar os padrões ecológicos da reprodução e crescimento de filhotes de *E. ruber*, abrangendo os seguintes aspectos:

- Preferência por diferentes estratos na nidificação;
- Preferência por espécies vegetais na nidificação;
- Padrão de distribuição espacial dos ninhos na área de estudo;
- Taxas de mortalidade e sobrevivência de ovos e filhotes;
- Fatores associados às taxas de sucesso reprodutivo em *E. ruber*: tais como localização e estrutura dos ninhos e predadores;
- Crescimento do tarsometatarso, asa e cúlmen, para a comparação dessas variáveis alométricas na espécie estudada.

## METODOLOGIA

### Formação da colônia e ninhos

Foram observados os agrupamentos de indivíduos em formações aéreas, anotando-se a época em que ocorreram, o número estimado de indivíduos (estimativa por extrapolação; Arbib, 1972) e os horários destas associações. A nidificação de *E. ruber* foi acompanhada esporadicamente de 1989 a 1992 e semanalmente em 1994.

O padrão de distribuição espacial de ninhos foi estudado por meio do mapeamento de 4.800 m<sup>2</sup> da área A do manguezal. Foram demarcadas 12 parcelas não contíguas de 400 m<sup>2</sup> durante o período de nidificação de *E. ruber*. Devido à dificuldade de locomoção dentro da colônia, cada parcela de 400 m<sup>2</sup> foi subdividida em parcelas de 100 m<sup>2</sup>, resultando em um total de 32 parcelas. Em cada uma dessas parcelas foram registrados o número de árvores, a localização, a altura e o número de ninhos, diâmetro das árvores, distância entre elas e espécie vegetal utilizada. Somente os ninhos situados em alturas mais baixas foram estimadas, devido ao aumento do erro em estimativas visuais quando se utiliza diferentes estratos de uma mesma árvore.

Para determinar a utilização das árvores para a construção dos ninhos foram utilizadas todas as parcelas demarcadas, pela razão: árvores utilizadas/árvores disponíveis.

Para verificar a existência ou não de preferência por espécie ou idade da árvore para nidificação foram utilizadas 32 parcelas das 48 demarcadas, devido à incerteza na identificação das espécies de mangue nas outras parcelas. Foi utilizado o índice de Morisita (1959 *apud* Krebs, 1989) para determinar a distribuição de todas as árvores, das árvores com ninhos e dos ninhos. O diâmetro a altura do peito (DAP) foi utilizado como medida de idade da árvore, supondo-se que quanto maior a idade da planta maior o diâmetro e a quantidade de ramificações. Posteriormente, as 32 parcelas foram plotadas em um esquema, destacando-se as árvores com ninhos (Anexo 1).

## Ovos e filhotes

Após a construção dos ninhos, algumas árvores e seus respectivos ninhos foram marcados com fitas numeradas e os respectivos ovos medidos com paquímetro (precisão 0.1 mm) e numerados individualmente com pincel atóxico, para que se pudesse determinar o tamanho da ninhada e o período de incubação.

Os ovos foram acompanhados em intervalo de seis dias para verificar as taxas de mortalidade e sucesso individual, seguindo o método sugerido por Mayfield (1975), que permite a utilização de ninhos encontrados em quaisquer estágios de desenvolvimento. Nesse método, o número total de perdas depende do número de ninhos amostrados e do período em que cada ninho é observado (exposição); o período de exposição é um fator crucial, mesmo que todos os ninhos não tenham sido observados durante todo o período; *e.g.* cinco ninhos observados por um período de dez dias, compreendem uma exposição de cinquenta ninhos/dias. A taxa de mortalidade e sobrevivência para qualquer período é obtida por meio da divisão do número de perdas pelo número total de ninhos/dias.

Nos ninhos em que não foi observado o início da postura, utilizou-se o período mínimo de quatro visitas consecutivas (18 dias) para o cálculo da taxa de eclosão (razão do número de ovos que eclodiram pelo número de ovos encontrados nos ninhos). Somente ninhos ativos foram observados e quantificados.

Após a eclosão, os ninhegos foram marcados em seus tibiotarsos com fitas de velcro coloridas, para acompanhar seu desenvolvimento. A cada seis dias foi realizada uma visita à colônia, quando foram medidos o tamanho do cúlmen, do tarsometatarso e da asa dos ninhegos (Fig. 4), com auxílio de paquímetro (precisão 0.1 mm). Para cada indivíduo foram anotadas as características cronológicas de desenvolvimento, tais como, presença de dente-do-ovo, membrana ocular e desenvolvimento das penas. Foram utilizados dez ninhos para calcular a taxa de sucesso de casais em produzir filhotes capazes de sair dos ninhos, seguindo o método de Mayfield (1975).

Após dez dias de vida, os ninhegos foram marcados com anilhas metálicas (CEMAVE, T) e os respectivos comportamentos dentro e fora do ninho foram

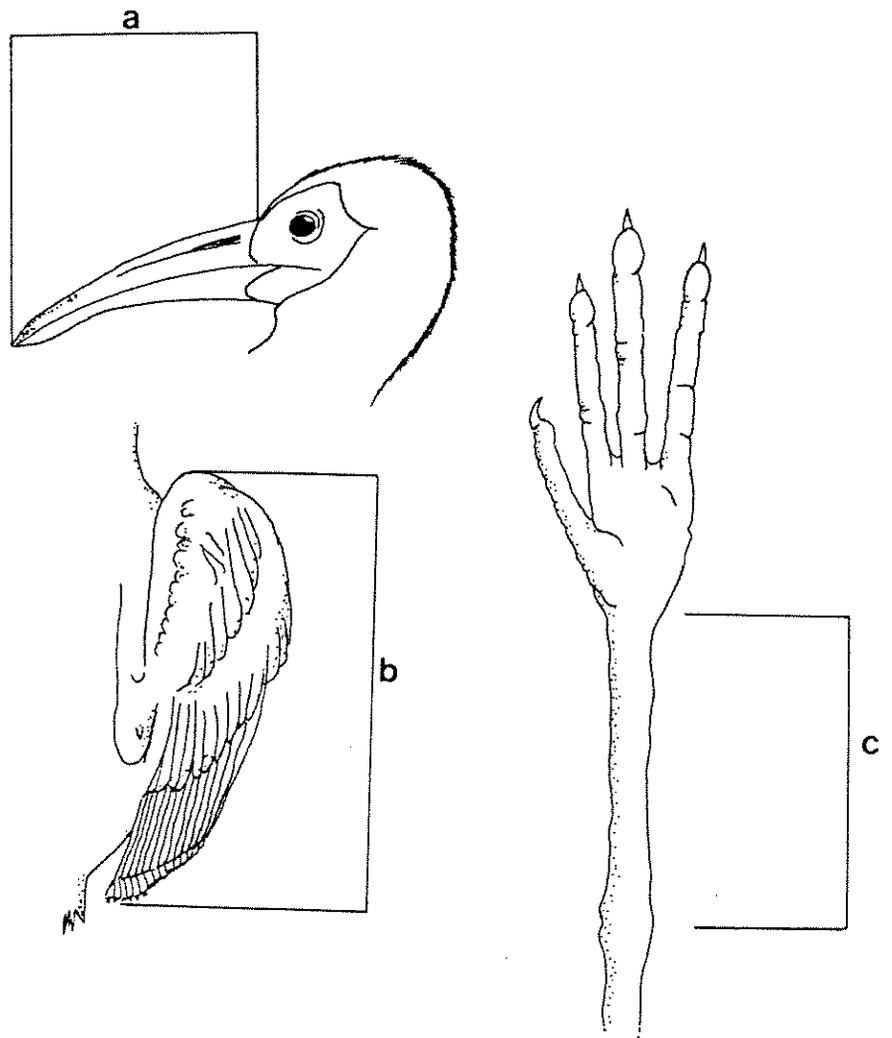


Fig. 4: Esquema das partes do corpo de filhotes de *E. ruber*, que foram utilizadas como medidas. a) cúmen; b) asa; c) tarsometatarso.

acompanhado e descritos. As etapas do desenvolvimento cronológico foram divididas em quatro categorias de idade (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> semana de vida).

O método utilizado para plotar as curvas de crescimento foi a derivação da idade relativa por meio do tarsometatarso, cúlmen e asa, formando um indivíduo hipotético (Ricklefs e White, 1975). Essa técnica utiliza o comprimento das variáveis alométricas para a mesma ave no início e no final de cada intervalo de visita à colônia. O método depende da marcação de uma amostra de filhotes na primeira visita e do registro métrico desses mesmos filhotes na segunda visita, assim por diante. De acordo com Ricklefs e White (1975), o peso não deve ser utilizado porque apresenta muita variação em curtos intervalos de tempo.

A partir do ajuste (logaritmo ou linear) dessas curvas, obtidas pelo método de Ricklefs e White (1975), foram determinada as medidas que seriam plotados em função do tempo. Utilizou-se análises de resíduos para determinar o melhor tipo de ajuste, se linear ou logarítmico.

As taxas de crescimento de filhotes foram analisadas pelo método sugerido por Ricklefs (1967), com alterações. O peso, utilizado no método original, foi substituído pelo comprimento do tarsometatarso, cúlmen e asa (pena 10<sup>a</sup>. primária), pois possuem crescimento positivo. O ajuste das curvas de crescimento foi realizado de acordo com os fatores de conversão:

Logística:  $Z_{LX} : \ln (L_x/1-L_x)$

Gompertz:  $Z_{LX} : 1/e \log_e (- 1/\ln L_x)$

onde  $L_x$  é o comprimento do tarsometatarso, do cúlmen ou da asa e

$Z_{LX}$  é a constante de crescimento.

O método gráfico para ajustar curvas de crescimento sugerido por Ricklefs (1967) consiste em quatro procedimentos básicos: a) Estimar a assíntota, ou medida final, da curva de crescimento; b) recalcular os dados de crescimento como porcentagens da assíntota estimada; c) Plotar os fatores de conversão que correspondem as porcentagens de crescimento em função do tempo; d) medir a inclinação da reta, diretamente proporcional à

constante de crescimento,  $K$ , da equação de crescimento. A fórmula utilizada para calcular o intervalo de crescimento de 10 a 90% da assíntota foi a seguinte:

$$t_{10-90} = (Z_{LX90} - Z_{LX10}) / dW/dt$$

Para calcular a assíntota (valor máximo), usada nas equações de ajuste das curvas de crescimento, foram utilizadas as medidas de cinco exemplares de *E. ruber* do Museu de Zoologia da Unicamp (ZUEC).

A nomenclatura das espécies de aves seguem Sibley e Monroe (1990) e Höfling e Camargo (1993) e as análises estatísticas foram realizadas de acordo com Sokal e Rohlf (1995).

## RESULTADOS

### Formação da colônia

A população de *E. ruber* (aproximadamente 3500 indivíduos reprodutivamente ativos) estabeleceu colônia na Ilha do Cajual no início da estação chuvosa (Fig. 5), em diferentes localidades de ano para ano, desde 1989. Em 1994, duas áreas próximas (ca. 2 km) foram utilizadas para a reprodução, uma composta por árvores altas (acima de 10 m; fevereiro-maio) e outra por árvores menores (abaixo de 8 m; junho-setembro). Nos meses que antecederam a reprodução foram observados grandes agrupamentos aéreos, de aproximadamente 100 indivíduos. Durante a estação reprodutiva, os indivíduos voltavam das áreas de alimentação para a colônia sozinhos ou em pequenos grupos, em qualquer horário diurno.

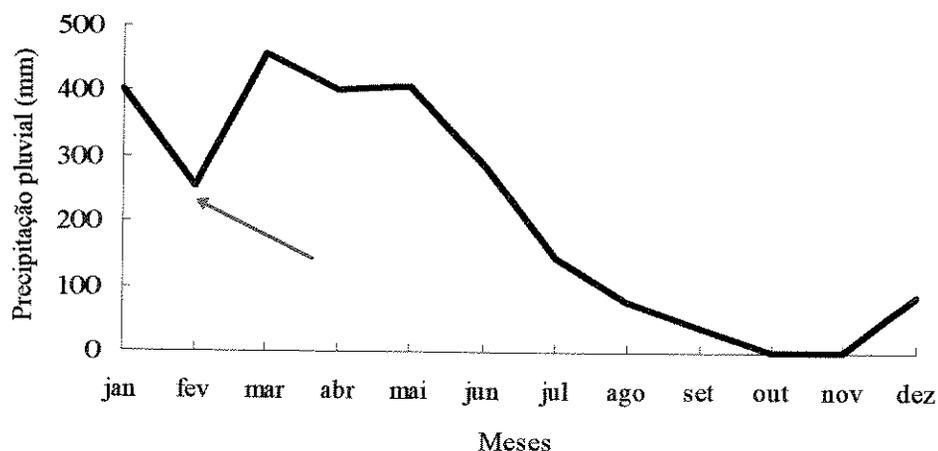


Fig. 5. Precipitação média mensal (mm) do período de janeiro a dezembro de 1994, na Praia do Boqueirão, localizada a 37 km da Ilha do Cajual, MA (seta indica o início da nidificação).

O pernoite ocorreu nesse local, somente em janeiro, mudando em fevereiro para a área adjacente, de árvores mais altas (acima de 10m).

A área utilizada no período junho-setembro foi a área anteriormente escolhida pela espécie para realizar o pernoite durante o mês de janeiro. Essa região foi também utilizada pelo ardeídeo *Nyctanassa violacea* (ca. 41 pares), durante janeiro-agosto, como local de nidificação.

Após o período reprodutivo, a maioria dos indivíduos desapareceu da ilha, provavelmente estes se deslocaram em direção ao Braço de Mangunça (50km N.W. da Ilha, MA; informação de pescadores locais), permanecendo alguns indivíduos na região.

### Ninhos e Ovos

*E. ruber* nidificou em *L. racemosa*, *A. germinans* e *A. shaueriana*, não apresentando preferência por espécie de árvore ( $\chi^2=2,06$ ; gl=2; P=0,35) ou por idade, estimada pelo diâmetro, ( $\chi^2=12,05$ ; gl=6; P=0,15). O diâmetro das árvores utilizadas variou entre 8,0 e 24,0 cm.

A altura média dos ninhos mais baixos para a área A foi de  $7,9 \pm 1,4$  m (n=51) e para a área B,  $4,0 \pm 0,6$  m (n=44), sendo a diferença significativa entre as alturas das duas áreas (Teste t não pareado; t=17,46; gl=93; P<0,001).

Na área A, a maioria das árvores utilizadas (n=51) continha mais de um ninho, formando aglomerados (Fig. 6), sendo que os ninhos podiam estar edificadas um ao lado do outro ou espalhados pelos galhos. Tais aglomerados de ninhos estiveram distribuídos em apenas um terço das árvores disponíveis (média  $0,3 \pm 0,13$ , n=337) da área total de mapeamento (4800 m<sup>2</sup>). Em escala de 100 m<sup>2</sup>, foi encontrada distribuição não agrupada com tendência ao agrupamento para árvores que continham ninhos (índice de Morisita=1,333; P=0,105); distribuição agrupada para ninhos por árvore (índice de

Morisita=1,216;  $P=0,004$ ), e distribuição não agrupada com tendência randômica para todas as espécies de árvores (índice de Morisita=0,970;  $P=0,793$ ).

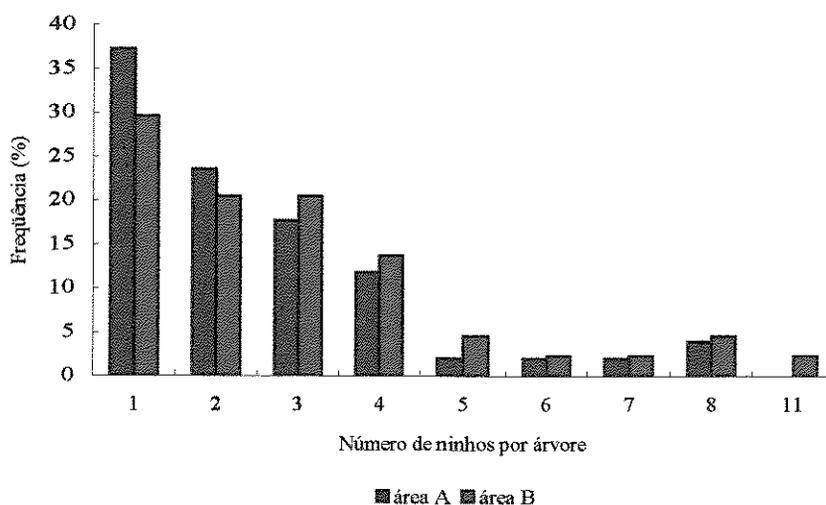


Fig. 6. Distribuição da frequência dos ninhos de *E. ruber* em árvores de mangue com ninhos, localizadas nas duas áreas de estudo (A e B) da Ilha do Cajual, MA.

Na área B, os ninhos também formavam aglomerados (Fig. 6), não apresentando diferenças significativas em relação a área A (Teste G;  $G=2,77$ ;  $gl=8$ ;  $P=0,94$ ).

Os ninhos apresentaram forma irregular, ligeiramente côncava, sendo construídos sobre ramificações ( $n=76$ ) ou ao longo dos galhos ( $n=13$ ), com ramos finos, às vezes com folhas, entrelaçados frouxamente (Fig. 7). O material utilizado para construção da base dos ninhos foi gravetos secos, sendo gradualmente substituídos por ramos verdes com folhas, todos retirados das árvores de mangue ao redor.

A durabilidade dos ninhos marcados, conferida pelas visitas subseqüentes, não ultrapassou 37 dias após sua construção (média  $26,3 \pm 6,5$ ;  $n=6$ ). Três parcelas com 7, 9 e 14 ninhos não marcados, respectivamente, foram visitadas novamente após um mês e

nenhum ninho foi encontrado na árvore, sendo que, em algumas destas parcelas, os ninhos estavam caídos no chão. Cinco ninhos foram reforçados pelo guará utilizando galhos verdes com folhas e em uma ocasião, pôde ser observada a construção de um ninho ligado à outro. Em tal situação haviam dois ninhegos, um em cada ninho.



Fig. 7. Ninho marcado de *E. ruber* com dois ovos individualizados, na Ilha do Cajual, MA.

A postura dos ovos ocorreu ao longo da estação reprodutiva, sendo o número de ovos encontrados nos ninhos variou entre um (31,37%), dois (66,67%) e três ovos (1,96) e o período médio de incubação de  $25,8 \pm 2,3$  dias ( $n=5$ ). Alguns ninhos que tiveram perdas parciais ou totais de seu conteúdo foram novamente utilizados para a postura (Anexo 2). Somente em uma ocasião foi encontrado um ninho com três ovos.

Os ovos apresentaram cor creme com pequenas manchas marrons mais escuras (Fig. 7). Os diâmetros maior e menor dos ovos foram, em média,  $54,6 \pm 2,6$  cm (n=39) e  $37,2 \pm 1,5$  cm (n=39), respectivamente, e o peso  $37,9 \pm 2,5$  g (n=39).

Trinta e oito ovos de 18 ninhos marcados de *E. ruber* foram acompanhados durante o desenvolvimento embrionário. A taxa de eclosão foi 0,63, considerando apenas 24 ovos que possuíam tempo necessário à eclosão (acima de 18 dias). Do número total de ovos, 22 ovos não eclodiram no respectivo ninho, sendo que desses 22, 12 desapareceram, oito caíram e dois foram predados pelo gavião-carrapateiro, *Milvago chimachima* (Falconidae).

A probabilidade de um ovo ultrapassar 25 dias de incubação foi 0,36 (Tabela I) e a mortalidade dos ovos não foi significativamente diferente que a de filhotes ( $\chi^2=0,59$ ; gl=1; P= 0,442).

Tabela I. Mortalidade e sobrevivência de ovos e filhotes de *E. ruber* durante o período de incubação e pós-eclosão, respectivamente, na Ilha do Cajual, MA.

PERÍODO	Ninho/Dias com perdas	Ninho/Dias sem perdas	Ninho/Dias total	Mortalidade (perdas/total)	Taxa de Sobrevivência	Sobrevivência pelo período
Incubação (25 Dias)	20	511	531	0,04	0,96	0,36
Filhote 2a. Semana (14 Dias)	8	283	291	0,03	0,97	0,65

Em quatro ocasiões, foram observados ovos marcados intactos caídos na lama. Além disso, vários pedaços grandes de cascas foram encontrados espalhados por toda a colônia. Existem registros de presença de ovos inteiros em praias próximas de ilhas vizinhas ou no próprio continente (informações de pescadores) que são levados por correntes marítimas locais.

A predação dos ovos foi observada duas vezes por *M. chimachima*, o qual permaneceu empoleirado no ninho, alimentando-se desses ovos. Outros potenciais predadores foram observados dentro da colônia, como os carcarás (*Polyborus plancus*,

Falconidae), urubus (*Cathartes aura* e *Coragyps atratus*, Cathartidae) e jibóias (*Boa constrictor*, Boidae).

### Filhotes

Após o nascimento, os ninhegos semi-altriciais (de acordo com Starck, 1993) apresentaram penugens negras na cabeça e dorso, pernas rosadas, bico também róseo com a ponta enegrecida e dente-do-ovo (Tabela II; Fig. 8). Permaneceram com esse aspecto até a primeira semana de vida, após a qual perderam o dente-do-ovo e houve o crescimento das penas brancas na região ventral. Durante a fase da segunda semana, o corpo estava recoberto por bainhas de penas e as patas e o bico alteravam sua coloração, enegrecendo. Durante a terceira semana de vida os indivíduos, totalmente emplumados, já saíam dos ninhos (mas não da árvore), porém não conseguiam voar. Na quarta fase, as rêmiges primárias já haviam se desenvolvido, porém não completamente, permitindo vôos curtos com grande movimentação terrestre. A partir da 3<sup>a</sup> semana, agregaram-se no topo das árvores junto a alguns adultos, em formações similares à creches.

A taxa de mortalidade dos filhotes foi 0,03 (n=17; sobrevivência 99,7%). A probabilidade de um filhote alcançar 14 dias (época na qual os ninhegos já andavam pelas árvores) foi 0,65 (Tabela I). Sete filhotes desapareceram e um foi predado dentro de seus ninhos. Observou-se predação de filhotes em ninhos não marcados por *Milvago chimachima* e se registrou a presença de *Polyborus plancus* empoleirado em árvores que continham ninhos com filhotes. Foi observada apenas uma vez a expulsão de um gavião-carrapateiro por um adulto macho de guará de dentro de um ninho com ninhego (2<sup>a</sup> semana). Foram encontrados filhotes mortos no chão da colônia (n=12), e um possuía marcas de garras na cabeça e no pescoço.

Tabela II. Desenvolvimento cronológico de filhotes de *E. ruber*, no período de um mês na Ilha do Cajual, MA.

Idade	Características dos filhotes	N <sup>o</sup> de indiv. observados
0 (eclosão)	Olhos fechados, região orbital levemente alaranjada; bico róseo com ponta enegrecida; região dorsal emplumada e ventral sem penugens.	3
7	Penugem da cabeça cinza-escuro (quase negra); região orbital cinza; pernas e bico claros (com uma ou duas faixas cinzas); presença de bainhas nas rêmiges e retrizes; ventre sem plumagem.	5
14	Corpo todo empenado, com penugem na cabeça e pescoço; bico cinza com pequena faixa clara; bainhas nas rêmiges e retrizes; unhas proeminentes; ventre e tibiotarsos emplumados de branco; início da atividade locomotora pela árvore.	5
21	Rêmiges primárias em canhão; ventre e tíbias empenados de branco; agrupamento de vários indivíduos no topo das árvores.	6
28	Rêmiges primárias em canhão; ventre e tíbias empenados de branco; filhotes descem, quando em baixa-mar, para alimentarem-se no substrato lodoso exposto.	4

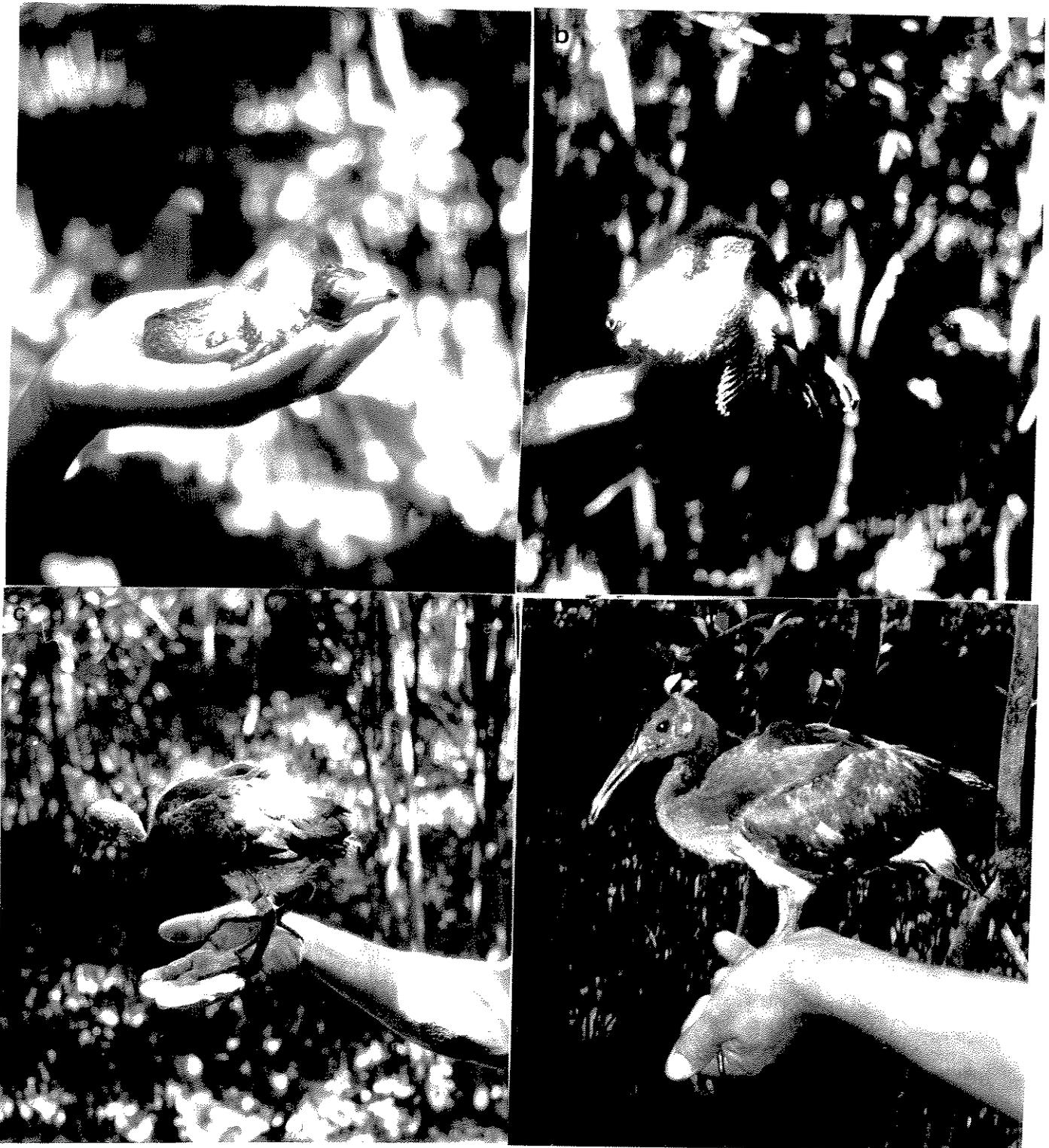


Fig. 8. Etapas do desenvolvimento dos filhotes de *E. ruber* na Ilha do Cajual, MA: a) 1<sup>a</sup> semana; b) 2<sup>a</sup> semana; c) 3<sup>a</sup> semana; d) 4<sup>a</sup> semana.

As assíntotas (valores máximos) para o tarsometatarso (Ac), asa (Aa) e cúlmen (Ac) foram respectivamente, 83,3 ( $s=2,42$ ;  $n=5$ ), 171 ( $s=0,8$ ;  $n=5$ ) e 264 ( $s=5,6$ ;  $n=5$ ). A partir do ajuste (logaritmo ou linear) dessas curvas (Fig. 9), foram determinada as medidas que seriam plotados em função do tempo (em intervalos de seis dias; Tabela III).

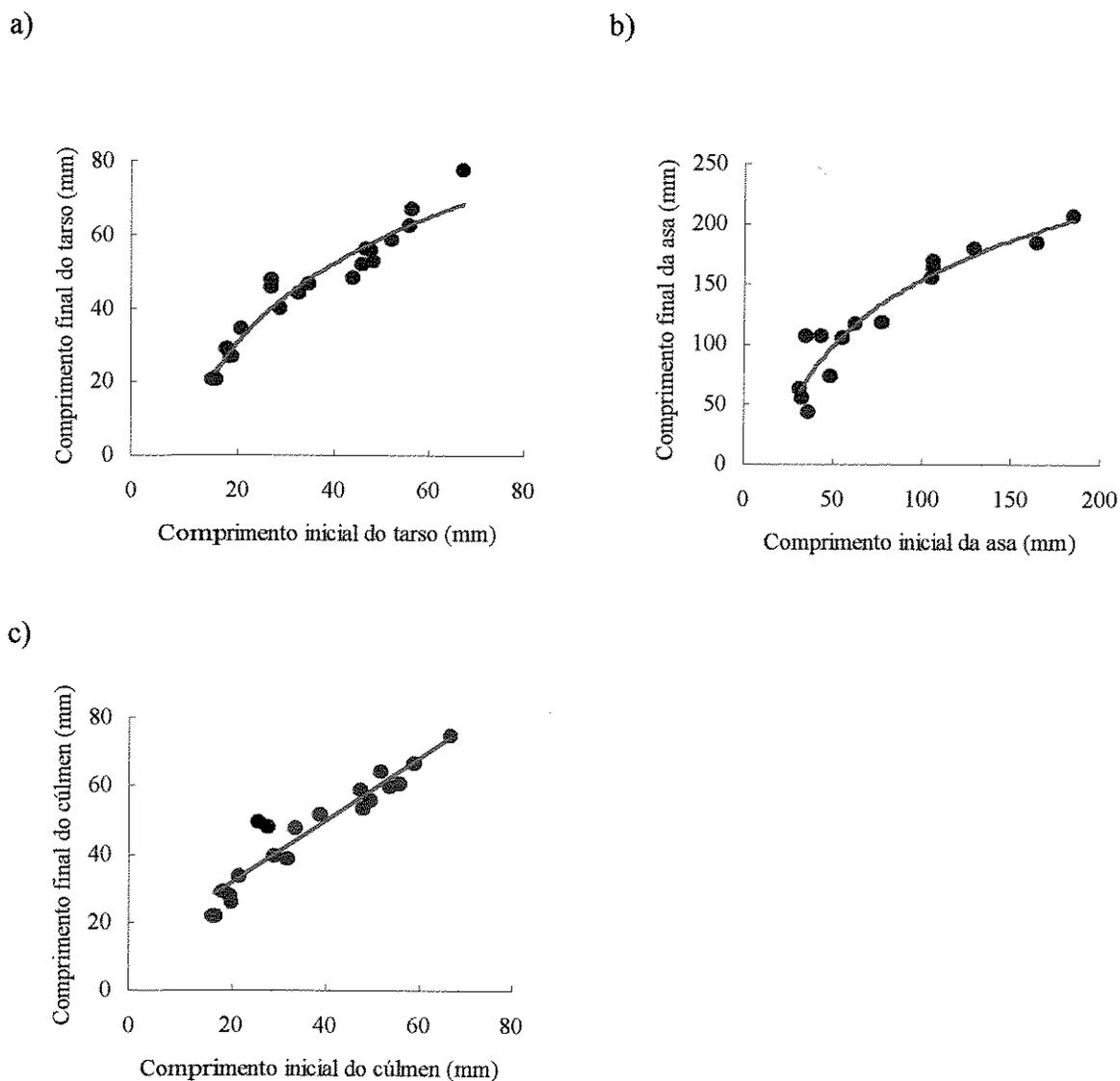


Fig. 9: Relação entre o comprimento inicial e final para a) tarsometatarso; b) asa; c) cúlmen; de 17 filhotes de *E. ruber* na Ilha do Cajual, MA, por meio de 20 intervalos de seis dias.

Tabela III. Estimativa da idade de filhotes de *E. ruber* pela derivação das medidas das curvas de um indivíduo hipotético, segundo método de Ricklefs e White (1975). As assíntotas são fornecidas.

Dia	Tarsometatarso (mm) (83,3)	Asa (mm) (264,0)	Cúlmen (mm) (171,0)
1	14,7	16,2	18,8
7	27,2	21,0	24,0
13	38,0	36,0	35,9
19	47,8	80,0	48,9
25	57,0	148,2	58,2
31	65,2	202,1	65,5
37	72,0	228,0	69,0

Os valores das constantes de crescimento, de acordo com o método de Ricklefs (1969), calculados para o indivíduo hipotético foram 0,09 para o tarsometatarso ( $K_t$ ); 0,14 para a asa ( $K_a$ ) e 0,02 para o cúlmen ( $K_c$ ).

As curvas de crescimento do tarsometatarso e da asa foram ajustadas pelo fator de conversão logístico e o cúlmen pelo fator de conversão de Gompertz, todos com base na estimativa da assíntota.

## DISCUSSÃO

### Formação da colônia

As grandes formações aéreas realizadas por *E. ruber*, encontradas somente nos períodos que antecederam a reprodução, provavelmente refletiram a escolha do sítio de nidificação e a formação de casais. A seleção de locais utilizados para reprodução envolve a escolha de determinadas áreas entre vários ambientes disponíveis (Partridge, 1978), geralmente caracterizando um processo lento (Burger, 1985).

A coincidência do início da estação reprodutiva da população de *E. ruber* com o início das primeiras chuvas esteve aparentemente relacionada com a disponibilidade de recursos. Segundo Lowe-McConnell (1975), a atividade reprodutiva da maioria dos crustáceos, peixes e insetos ocorre durante a estação chuvosa, ocasionando alta abundância dessas espécies em regiões estuarinas. As chuvas nos lhanos da Venezuela parecem funcionar como fator endógeno de estimulação para a reprodução de *E. ruber*, podendo também ser responsável pelo início da reprodução da população de guará na Ilha do Cajual.

Desde 1989 os guarás não utilizaram o mesmo sítio de nidificação na Ilha do Cajual, nidificando em áreas de mangue com estruturas diferentes. Segundo Kushlan (1976) as áreas de nidificação de vários ciconiformes não são estabelecidas em sítios fixos, podendo diferir na mesma estação reprodutiva ou em anos consecutivos. Geralmente, a função e o significado adaptativo da escolha de determinada área como local de reprodução têm sido associados à disponibilidade de ambientes para alimentação (Kushlan, 1976) e existem vários registros de estabelecimento, declínio e desaparecimento de colônias associados à variação de recursos alimentares (Custer e Osborn, 1978; Kushlan, 1979a). Existem, porém, alguns estudos que associam a dinâmica na escolha dos locais de nidificação à sazonalidade climática. Na Ilha do Cajual, as áreas adjacentes à colônia são locais abundantes em recursos alimentares (Lopes, 1993), aparentemente não influenciando a escolha de áreas como colônia. O estabelecimento da colônia de *E. ruber* em duas áreas diferentes em 1994 pode estar relacionado a um pico de chuva seguido de queda brusca no índice pluviométrico

(janeiro-fevereiro e maio-junho) e a uma segunda tentativa de nidificação por casais que não obtiveram sucesso reprodutivo, de modo similar a alguns larídeos (Wiggins *et al.*, 1984) e sulídeos (Adams e Walter, 1991).

Na Ilha do Cajual, a população de guará parece ser suscetível aos distúrbios antrópicos, já que não possuem sítios fixos de nidificação. É provável que *E. ruber* evite áreas já utilizadas em anos passados devido à presença de clareiras no manguezal, resultado do corte de árvores por seres humanos para capturar ovos e filhotes.

Casais que perdem seus ovos e/ou filhotes devido às altas taxas de predação podem abandonar temporariamente a colônia (Baker, 1940; Cutts, 1955; Dusi e Dusi, 1968; Taylor e Michael, 1971; Bjorklund, 1975; Rodgers, 1987; Post, 1990). Em colônias de ardeídeos, a cronologia da reprodução pode ser afetada por fatores sociais, ocasionando picos reprodutivos bimodais (Mock, 1978; Rodgers, 1980). Essa distribuição pode refletir duas sub-populações com diferenças de idade ou experiência; por outro lado, a sub-população que realiza atividades reprodutivas tardias pode incluir indivíduos que tiveram seus ninhos destruídos (Parsons e Burger, 1981). Segundo French e Haverschmidt (1970) somente indivíduos adultos de *E. ruber* com mais de três anos de idade reproduzem-se. É possível, portanto, que a segunda colônia fosse composta por indivíduos sem experiência reprodutiva e casais que tiveram seus ninho perdidos.

### Ninhos e Ovos

*E. ruber* não selecionou espécies vegetais para construir seus ninhos, apenas utilizou as espécies de acordo com sua frequência dentro do manguezal. A idade da planta, estimada através da medida do DAP, também não pareceu ser responsável pela escolha feita pelo guará. French e Haverschmidt (1970), observaram colônias em Suriname e Trinidad e constataram variações na utilização de espécies de acordo com a localidade. Provavelmente o fator mais importante para a escolha de determinada árvore foi a presença de outros ninhos, já que os ninhos em cada árvore apresentaram distribuição agregada. Em uma colônia nos Ihanos da Venezuela, Ramo e Busto (1985) observaram que a construção do

ninho por um casal pode estimular o mesmo comportamento em outros casais, formando assim os agregados.

As diferenças de alturas e quantidade de ninhos por árvore encontradas para as duas áreas de nidificação (A e B) estudadas na Ilha do Cajual, foram devidas, provavelmente, à menor idade da planta, pois quanto mais jovem a planta, mais baixos e menos numerosos são os galhos e ramificações capazes de sustentar adultos e filhotes. No entanto, as alturas observadas para o guará na área B foram maiores que as encontradas para *N. violacea* (2,8 m; Rosa Matos, com. pess.), sugerindo a existência de estratificação. Geralmente, a estratificação em altura de ninhos para colônias mistas está associada ao tamanho corporal, com espécies maiores estabelecendo-se em estratos mais elevados (Burger, 1979; Burger e Gochfeld, 1990). No presente estudo, tal padrão não foi encontrado, provavelmente porque a colônia de guarás só ocupou a área B em junho, época em que *N. violacea* já estava finalizando suas atividades reprodutivas.

O material usado para a construção dos ninhos foi similar ao utilizado por outras populações em Trinidad e Suriname (French e Haverschmidt, 1970), consistindo em ramos e galhos secos de árvores de mangue, disponíveis na região. Para os lhanos da Venezuela (Ramo e Busto, 1985), o material utilizado também foi semelhante, porém a composição apresentou diferenças devido à estrutura vegetal peculiar dos lhanos (vegetação baixa composta principalmente por monocotiledôneas).

A estrutura dos ninhos de *E. ruber* pode ser considerada frágil, pois em média, estes não ultrapassaram um mês na Ilha do Cajual. French e Haverschmidt (1970) estudando colônia de *E. ruber* em Suriname e Trinidad observaram que os ninhos são construídos em bifurcações ou em cruzamentos de galhos, constatando que os edificadas sobre estes últimos não resistiam à intempéries e que os primeiros duravam somente o período reprodutivo. Os dados de duração dos ninhos de guará na Ilha do Cajual sugerem que esta espécie não parece investir em estruturas sólidas para garantir o sucesso da reprodução, pois grande quantidade de ovos é perdida nesse processo, fato observado pela grande quantidade de cascas espalhadas pelo ninhal e pela presença de ovos em praias próximas. Talvez casais mais experientes construam ninhos mais resistentes ou renovem-nos constantemente.

A coloração e dimensões dos ovos de *E. ruber* foram similares às encontradas por French e Haverschmidt (1970) em colônias do Suriname e Trinidad. Bildstein (1993), argumenta que a coloração dos ovos de *E. albus* (creme à cinza esverdeado, com manchas marrons) é críptica, sendo menos vulneráveis à predação aérea que os ovos de outros ciconiformes. As espécies de Ciconiiformes que nidificam na Ilha do Cajual possuem ovos com coloração que varia de azul a verde (e.g. *N. violacea*; Bent, 1963), exceto *E. ruber*, que apresentou o mesmo padrão de *E. albus*. Talvez essa seja uma maneira de diminuir a visualização dos ovos por gaviões, já que o guará nidifica em aglomerados localizados em estratos mais altos da vegetação.

O tamanho da postura de *E. ruber* na Ilha do Cajual foi quase invariavelmente dois ovos. Embora se tenha encontrado uma vez três ovos, nunca foi observado um ninho que contivesse três ninhegos. Situação similar foi descrita por French e Haverschmidt (1970) para o Suriname, embora em Trinidad ninhos com três ovos sejam frequentemente encontrados.

Segundo Shields (1987), a postura realizada por íbises brancos em uma mesma árvore ou arbusto é sincrônica, ou seja, todos os ovos são colocados aproximadamente no mesmo período. Dessa forma, ninhos com perdas nos quais apareceram novos ovos talvez possam representar posturas tardias das fêmeas. Entretanto, a presença de ovos com período mais curto de incubação e aparecimentos súbitos de ninhegos podem estar associados à transferência de ovos de um ninho para outro, conseqüentemente ao parasitismo intraespecífico em *E. ruber*. Segundo Brown e Brown (1988), a transferência de ovos de um ninho para outro (que pode ser realizada por meio da postura de outra fêmea ou pelo transporte com bico ou pés) pode ocorrer em qualquer período após sua postura e antes de sua eclosão, representando uma estratégia na qual um indivíduo que distribui seus ovos em vários ninhos, pode aumentar o seu sucesso reprodutivo. Shields (1987) estudando uma colônia de *E. albus* na Flórida constatou a transferência de ovos em diversas ocasiões, fato atribuído ao comportamento predatório de *Corvus ossifragus* (Corvidae), que transfere os ovos de sua presa (*E. albus*) para ninhos vazios dentro do mesmo ninhal. No entanto, embora haja esse comportamento de transferência de ovos por predadores, há suspeitas de que em *E. albus* ocorra parasitismo intraespecífico (Frederick, 1986). Em *E. ruber*, onde a

taxa de mortalidade de ovos é relativamente alta, esta pode representar uma estratégia vantajosa para casais que perderam seus ovos ou filhotes.

A taxa de mortalidade encontrada para *E. ruber* pode estar associada à fragilidade dos ninhos e à predação por gaviões, cobras e seres humanos. Muitos ninhos não resistiram às ventanias e tempestades, pois foi encontrada grande quantidade de ovos intactos e pedaços de cascas no chão da colônia. Frederick e Collopy (1989) estudando uma colônia mista nos Everglades, Flórida, observaram que a taxa de sucesso em *E. albus* para produzir ninhos com filhotes está relacionada à pluviosidade, sendo que o abandono da reprodução ocorre durante ou imediatamente após fortes chuvas. Porém, o sucesso reprodutivo em *E. albus* está associado, na realidade, à disponibilidade alimentar, que é afetada por fatores hidrológicos (Frederick e Collopy, 1989). Segundo Frederick *et al.* (1990), conclusões similares podem explicar as taxas de sucesso em *E. ruber*. É provável que na Ilha do Cajual as chuvas influenciem de modo direto através da destruição dos ninhos e não pelas mudanças na densidade de recursos alimentares.

A taxa de mortalidade também foi afetada pela predação. Jovens e adultos de *M. chimachima* estabeleceram-se na colônia, consumindo ovos e defendendo árvores que continham ninhos de seus co-específicos (obs. pess.). É provável que outras espécies de gaviões também consumissem ovos, embora não se tenha observado a predação; os urubus, provavelmente alimentaram-se somente de restos de ovos caídos ao chão e filhotes mortos.

Na Ilha do Cajual, a predação humana é provavelmente o fator que mais influenciou a taxa de mortalidade de ovos de *E. ruber*, pois além de retirarem ovos, os pescadores também cortaram as árvores que serviam de substrato para os ninhos.

### **Filhotes**

A cronologia de desenvolvimento dos filhotes foi muito similar à encontrada por outros autores, para colônias estabelecidas em manguezais do Suriname e Trinidad (French e Haverschmidt, 1970) e nos lhanos da Venezuela (Ramo e Busto, 1982; Brower e van Wieringer, 1990).

O período de permanência dos filhotes de *E. ruber* na colônia foi prolongado (ca. 10 semanas), pois estes só foram avistados fora da colônia a partir da 3<sup>a</sup>. semana de maio. Períodos similares foram encontrados para uma colônia nos lhanos da Venezuela (Brower e van Wieringer, 1990). Segundo Ramo e Busto (1985), os filhotes solicitam alimento para quaisquer indivíduos adultos que cheguem às creches, embora reconheçam seus pais. É provável, portanto, que a permanência prolongada na colônia seja vantajosa para os filhotes, que podem receber alimento de vários indivíduos, inclusive de seus pais.

A mortalidade encontrada para filhotes não foi menor do que a observada para os ovos, o parece corroborar a frágil estrutura do ninho. A taxa de mortalidade de filhotes parece estar associada às suas atividades locomotoras cerca de 14 dias após a eclosão, pois embora esse comportamento de deslocamento pelas árvores diminua a predação aérea pode ocasionar a queda ao solo e conseqüente afogamento, quando em pré-a-mar, ou favorecer a captura por pescadores, quando em galhos mais baixos.

O gavião-carrapateiro é provavelmente o principal predador de filhotes recém-nascidos, sendo o único registro de predação de um filhote de 3<sup>a</sup> semana atribuído ao carcará (*Polyborus plancus*), devido ao seu maior tamanho. A taxa de mortalidade de filhotes de *E. ruber*, no entanto, pode estar subestimada na Ilha do Cajual, pois são retirados durante a estação reprodutiva cerca de 300 filhotes (dados obtidos através de informações dos próprios caçaras consumidores). O fato das árvores estarem marcadas com fitas coloridas, pode ter inibido à predação humana dos ninhos que nelas estavam construídos, o que não ocorreu com a maioria das outras árvores.

Apesar do tamanho de postura ser similar, a taxa de sucesso de um casal de guará para produzir ninhegos que conseguiram ultrapassar 14 dias na Ilha do Cajual, foi menor do que a encontrada em uma colônia nos lhanos (1,21: Brower e van Wieringer, 1990) ou em outras regiões centrais da Venezuela (Luthin, 1983 *apud* Brower e van Wieringer, 1990). Para muitas espécies a predação parece ser o fator responsável na redução do sucesso reprodutivo de casais (Parsons, 1995). Embora a predação não tenha sido quantificada individualmente para os cálculos de mortalidade, a presença de restos de ninhegos em vários ninhos sugere predação, provavelmente por gaviões. Vários potenciais predadores foram registrados na colônia, sendo possível que mais de uma espécie seja responsável pela

mortalidade, afetando diretamente o sucesso de *E. ruber*. Predação por aves ou distúrbios antrópicos não estiveram associados somente às margens da colônia, ao contrário do observado em outras espécies de íbis (Post, 1990; Brower e van Wieringer, 1990; Parsons, 1995).

De acordo com Ricklefs (1967), uma maneira de comparar as taxas de crescimento de aves pode ser obtida pela representação do número de dias necessários para completar um determinado intervalo de crescimento, ou seja, por meio da quantificação da variação da característica medida pelo tempo ( $dZ_i/dt$ ). O autor sugere em seu estudo um intervalo de crescimento que compreende 10 a 90% do valor da assíntota, para curvas adaptadas por diferentes equações. Para *E. ruber*, a asa atingiu 90% da assíntota com um período mais curto que do tarsometatarso e do cúlmen. Isso está relacionado ao período em que os filhotes adquirem a capacidade de vôo, cerca de 40 dias após a eclosão (Rudegeair, 1975 *apud* Brower e van Wieringer, 1990). O tarsometatarso também desenvolveu-se rapidamente, alcançando valores próximos à assíntota alguns dias depois da asa. O rápido desenvolvimento das pernas, aparentemente relacionou-se a duas funções:

- 1- A habilidade para fugir de perigos eventuais (como predadores), pois após 12 dias já deixavam seus ninhos em atividades exploratórias na árvore e/ou fugiam do observador durante as coletas de suas medidas;
- 2- A habilidade para perseguir seus pais quando estes traziam o alimento.

O cúlmen cresceu um pouco mais do que um terço do valor total dos indivíduos adultos, sendo mais vagaroso que as outras duas variáveis alométricas. O desenvolvimento retardado do cúlmen também pode estar relacionado a dois fatores:

- 1- Transferência de alimento, pois quanto mais curto o bico maior a eficiência durante o processo de regurgito de pais aos filhotes (Kushlan, 1977a);
- 2- Eficiência de captura, provavelmente por localização visual, dentro do ambiente da colônia.

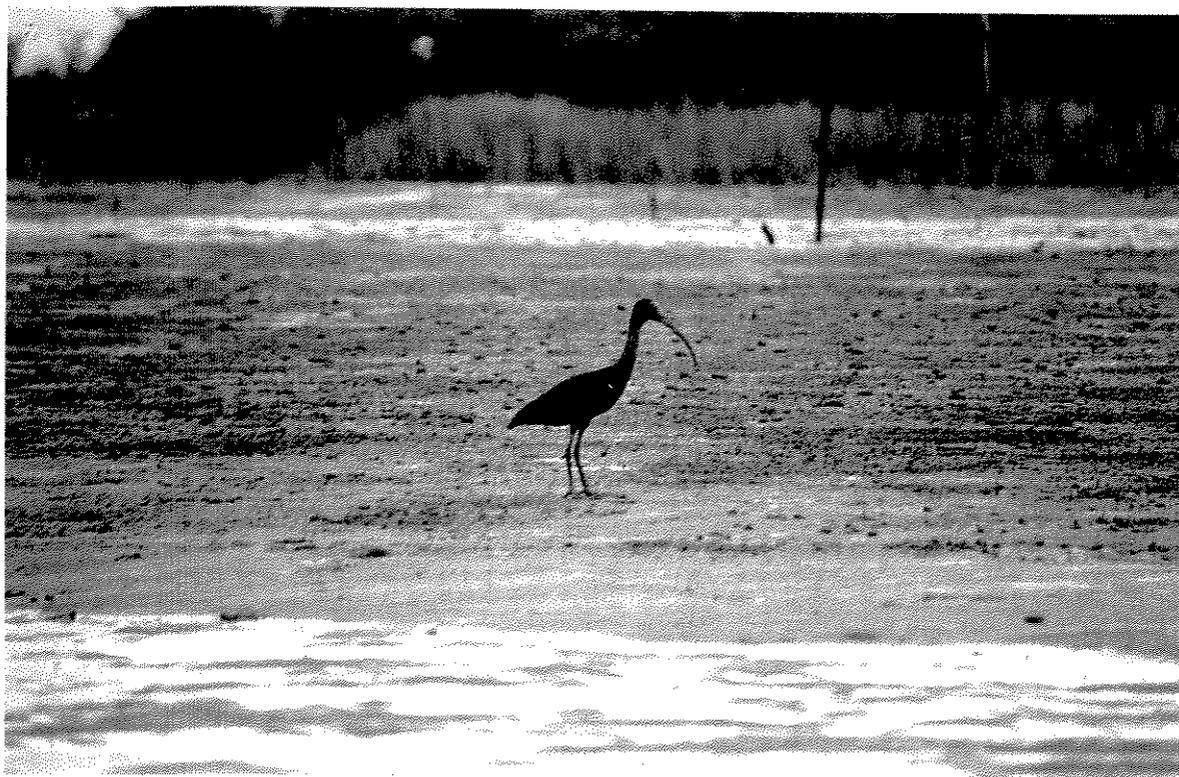
Kushlan (1977a), observou crescimento diferencial de diferentes partes do corpo de *E. albus*, em cativeiro na Flórida, constatando que as pernas (tarsometatarso) crescem mais rápido do que a asa e o bico, alcançando 90% do valor da assíntota em 35 a 40 dias; em *E. ruber*, o tarsometatarso atingiu esse valor em 48 dias. É necessário ressaltar que a

morfometria das duas espécies é diferente, sendo o íbis branco maior em tamanho e massa que o íbis vermelho. Além disso, a metodologia para obtenção da medida de tarsometatarso coletada (junção do tarsometatarso até a junção com o primeiro dedo) não é essencialmente a mesma que foi utilizada neste estudo (Fig. 4), podendo ser responsável pelas diferenças.

Talvez em *E. ruber*, as medidas de cúlmen não sejam viáveis para determinar a curva de crescimento, pois durante a permanência dos ninhegos no ninho, as medidas tomadas alcançaram apenas 40% do valor da assíntota.

## CAPÍTULO 2

### DIETA E COMPORTAMENTO ALIMENTAR





## INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Eudocimus* são predadoras não-visuais que possuem várias adaptações anatômicas, úteis durante as atividades alimentares (Bildstein, 1993). Seus olhos estão posicionados de modo que o indivíduo obtém o foco sobre a ponta de seu longo e curvo bico e o bico possui muitas enervações mecanorreceptoras, sendo muito sensível ao contato com a presa (Kushlan e Bildstein, 1992). Em diferentes localidades de suas distribuições, o método mais utilizado para a captura de presas é a “tentativa”, que consiste na introdução do bico no substrato, através de movimentos realizados repetidamente (ffrench e Haverschmidt, 1970; Desenne e Shimotake, 1990).

As variações encontradas no comportamento alimentar e a distribuição dos recursos podem influenciar as táticas utilizadas por íbises (Kushlan, 1981). Assim, forrageadores táteis, como o gênero *Eudocimus*, são considerados generalistas, independente da densidade de presas, de acordo com a teoria de forrageamento ótimo proposta por MacArthur e Pianka (1966), porém em diversos habitats os íbises podem alternar para uma dieta mais especializada (Kushlan, 1979).

O guará, *Eudocimus ruber*, é uma ave que utiliza grande variedade de habitats para alimentação, principalmente regiões areno-lodosas (ffrench e Haverschmidt, 1970; Kushlan, 1979c; Desenne e Shimotake, 1990; Dujardin, 1990; Hancock *et al.*, 1992). Pouco se sabe a respeito das estratégias de forrageamento e itens ingeridos dos adultos no Brasil, porém há registros de consumo de caranguejos *Uca* spp. (Ocypodidae) e aranhas (Teixeira e Best, 1981). Nos lhanos da Venezuela, adultos podem consumir o caranguejo *Aratus* spp. (Grapsidae) (Desenne e Shimotake, 1990), larvas de mosca (Prieto, 1988), gastrópodes e matéria vegetal (van Wieringer e Brouwer, 1990). Nada é conhecido sobre a dieta dos filhotes de guará, no entanto, para filhotes de *Eudocimus albus*, co-específico de *E. ruber*,

sabe-se que a alimentação é constituída basicamente por crustáceos dulçaquícolas e que são incapazes de sobreviver a uma dieta de alto teor salino, sendo sugerido que em *E. ruber* a alimentação seja similar (Bildstein *et al.*, 1990).

Na família Threskiornithidae, a composição química da alimentação dos adultos é responsável pela coloração de suas penas (Fox, 1962; Conway, 1959), e esta característica é muito evidente e peculiar em *E. ruber*. Flamingos, colhereiros e guarás que permanecem em cativeiro perdem sua coloração devido à insuficiência de carotenóides na alimentação (Fox e Hopkins, 1966), sendo possível inferir qual o principal item da dieta desses animais na natureza através de comparações de carotenóides presentes nas penas e nos crustáceos da mesma região (Desenne e Shimotake, 1990).

A presença de outras espécies de aves voadoras associadas aos íbises pode resultar em interações intensas entre indivíduos destas espécies, com os íbises defendendo agressivamente distâncias individuais, devido à pilhagem de alimento que pode ocorrer entre aves próximas (Kushlan, 1978a; Kilham, 1980, 1984; Frederick e Bildstein, 1992). No entanto, em alguns casos, os íbises podem ser utilizados como revolvedores de substrato ("beaters"), sendo por isso seguidos por outras espécies (Courser e Disnmore, 1975; Kushlan, 1978b; Davies, 1985).

As informações sobre a dieta e o comportamento alimentar são escassas ao longo da distribuição no território brasileiro. Para verificar a dieta e as táticas do comportamento alimentar de *E. ruber*, nas áreas de forrageamento na Ilha do Cajual, foram abordadas os seguintes aspectos:

- composição da dieta dos filhotes e adultos;
- diferentes táticas de forrageamento em duas áreas distintas, uma caracterizada por possuir lama contínua e outra com poças de lama isoladas;
- relação entre o tamanho dos itens alimentares consumidos com tempo de preparação para as duas áreas, lama contínua e em poças de lama isoladas;
- associação com outras espécies durante as atividades alimentares;

## METODOLOGIA

### Itens Alimentares

Para o estudo da dieta dos filhotes de *E. ruber*, coletou-se regurgitos encontrados no chão da colônia que estivessem abaixo de ninhos com ninhegos até duas semanas de vida. Estes foram acondicionados em sacos plásticos, sendo posteriormente transferidos para frascos de vidro com 70% etanol v/v. As análises dos fragmentos de exoesqueletos dos crustáceos foram realizadas em laboratório, sendo executadas pelo Prof. Dr. Gustavo Melo (Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo). Essas análises se basearam na identificação dos quelípodos, partes do cefalotórax e apêndices torácicos. Foram coletados quatro filhotes encontrados mortos dentro da colônia para analisar os respectivos conteúdos estomacais.

Para facilitar a identificação das espécies encontradas nos regurgitos, efetuou-se amostragens aleatórias de decápodes em dois ambientes, nas árvores de mangue e em tocas no substrato areno-lodoso da ilha.

### Análises de carotenóides

Os organismos foram extraídos duas vezes com etanol (ETOH), sendo filtrado por gravidade e evaporado a rotavapor de baixa pressão, a temperatura de 40°C. O extrato ETOH foi particionado em 25 ml de H<sub>2</sub>O: Hexano 1:1 e extraído duas vezes com hexano. A fase hexânica foi seca com sulfato sódico anidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro), filtrada por gravidade e o solvente evaporado como acima descrito, originando o extrato hexânico. A fase aquosa foi particionada em 25 ml de H<sub>2</sub>O: Acetato 1:1, sendo extraída três vezes com acetato (ETOAC) e seca com Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro. Após, foi realizada a filtragem por gravidade e evaporada, resultando no extrato ETOAC (Fig. 10).

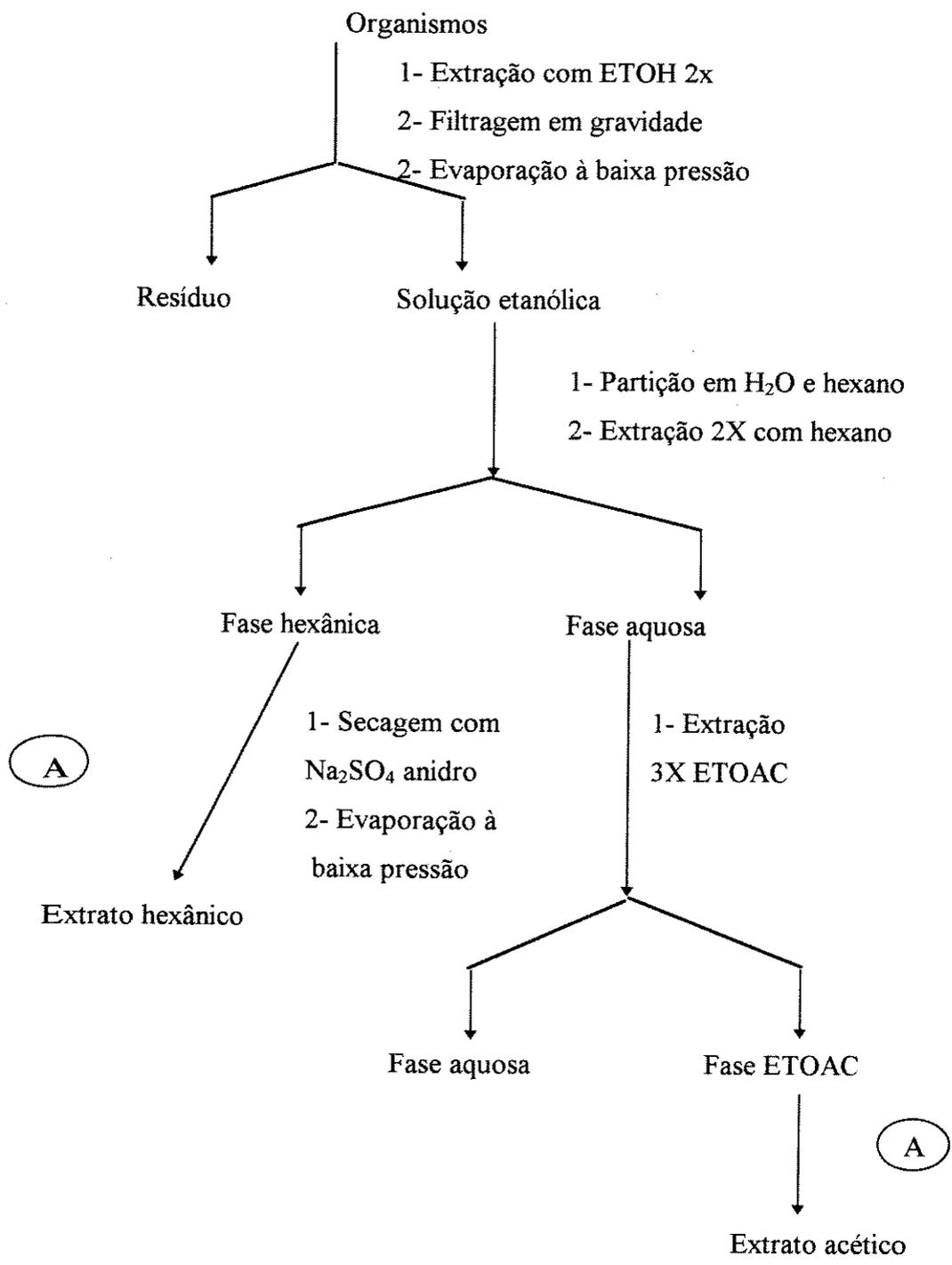


Fig. 10. Processo de extração dos pigmentos das amostras de penas de *E. ruber* e de cinco espécies de caranguejos da Ilha do Cajual, MA.

Penas de adultos de *E. ruber* foram coletadas presentes na área da colônia e crustáceos decápodes, que foram encontrados na amostragem (ver Tabela V) para realizar a extração de pigmentos carotênicos.

Após a preparação dos extratos, foi realizada a cromatografia de placas em dois sistemas de solventes: HEXANO-ACETATO 7:3 e METANOL-ACETATO 95:5. O pigmento  $\beta$ -caroteno (Fig. 11) foi adicionado à placa para a comparação dos índices de retenção de cada extrato. As manchas foram individualizadas na região do visível e em UV 280 e 360 nm.

Posteriormente, os extratos foram preparados com 2 ml de acetato de etila para a realização de análises espectrofotométricas entre 190 e 820 nm em espectrofotômetro HP 8452A, seguindo o método de Fox (1962).

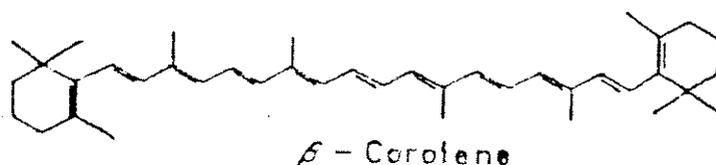


Fig. 11. Estrutura molecular do pigmento  $\beta$ -caroteno.

### Estratégias de forrageamento

Os indivíduos foram selecionados, sendo observados pelo método animal-focal (Altmann, 1974), para registrar o tempo de procura pelo alimento, o número de bicadas durante a procura, tempo de preparação do alimento com as maxilas, tempo de ingestão,

tempo de lavagem do alimento capturado e tamanho de presa capturada. O tempo de procura pelo alimento foi definido como a duração em segundos entre uma captura e outra.

As observações de forrageamento foram efetuadas em duas áreas em diferentes horários com amplitudes baixas de marés, uma com substrato areno-lodoso contínuo e outra com poças de lama isoladas (Área de Estudo, Fig. 3a e 3b, respectivamente). Durante as observações de alimentação, foi estimada a proporção de tamanho do recurso em relação ao bico da ave, categorizando cada presa dentro de classes pré-determinadas. Posteriormente, foi realizada uma conversão dessas medidas para determinar o comprimento do cefalotórax do crustáceo capturado pelos guarás, pela razão cefalotórax/comprimento total dos caranguejos coletados pela amostragem.

As amostragens foram realizadas na área de lama contínua e nas poças de lama isoladas para determinar a densidade e o tamanho dos crustáceos decápodes encontrados. Dez parcelas de 1m<sup>2</sup> foram amostradas a uma profundidade de até 0,7 m, em cada área aleatoriamente, sorteando o número de passos (1 a 10) e a direção (norte, sul, leste, oeste). Foram determinadas três classes de tamanho de caranguejos baseadas no tamanho do cefalotórax: 1- pequenos (até 1 cm); 2- médios (de 1 cm a 2 cm) e 3- grandes (acima de 2 cm).

Foi definido um grupo social como dois ou mais indivíduos que realizassem suas atividades de forrageamento, distanciados até 50 m, no máximo.

Os termos empregados para o comportamento alimentar seguem a nomenclatura de Kushlan (1977b) proposta para os íbises:

\* TENTAR (“probe”): introdução e retirada do bico semi-aberto do substrato:

- superficial (“shallow probing”): tentativa a menos de 2 cm de profundidade;
- profunda (“deep probing”): tentativa a mais de 2 cm de profundidade, geralmente a metade do bico;
- estacionária (“stationary probing”): tentativas profundas sem deslocamento;
- ativa (“step-probing”): combinação de tentativa superficial com deslocamento (dois ou mais passos);
- múltipla (“multi-probing”): vários passos seguidos de tentativa superficial ou tentativa profunda ao redor de tocas de caranguejos ou outros objetos;

\* PINÇAR (“pecking”): captura de presas sem introdução do bico no substrato, geralmente captura visual;

\* TATEAR (“groping”): manter o bico submerso, com grande abertura, enquanto move a ponta das maxilas sobre o substrato lodoso (comportamento similar ao de *Mycteria americana*; Ciconiidae);

\* BALANÇAR (“head swinging”): movimento em vai-e-vem da cabeça com a ponta do bico sobre a lâmina d’água (comportamento similar em *Ajaia ajaja*, Threskionithidae).

## RESULTADOS

### Itens alimentares

A análise de 15 dos regurgitos revelou a presença de fragmentos de exoesqueletos de jovens de espécimens pertencentes a diferentes gêneros de crustáceos decápodes (Fig. 12), predominantemente *Uca* spp.

O conteúdo estomacal dos quatro filhotes de guará apresentou diferença em relação aos regurgitos, sendo encontrados alguns grapsídeos de hábitos arborícolas e uma espécie de craca (Tabela IV). A partir do mês de abril, os filhotes começaram a perambular pelo chão da colônia e o registro de agregações de filhotes (cerca de 30 indivíduos), sempre às margens da vegetação de mangue, ocorreu a partir do mês de maio na área da colônia.

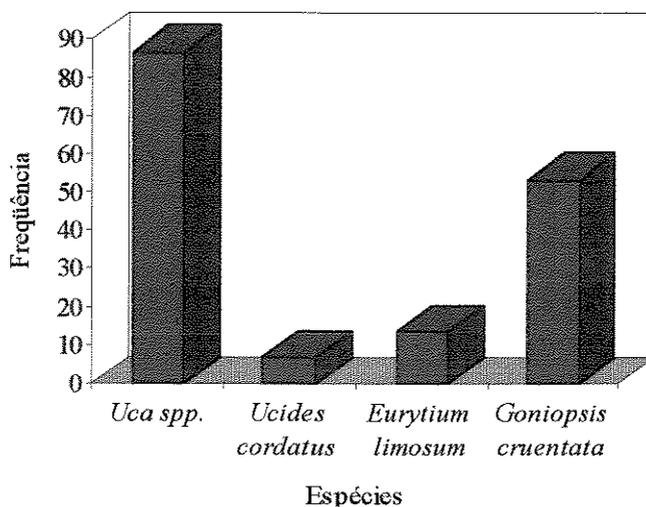


Fig. 12. Frequência das quatro espécies de crustáceos decápodes jovens encontradas nos regurgitos de ninhegos de *E. ruber*, na Ilha do Cajual, MA

Tabela IV. Espécies de crustáceos, e seus respectivos habitats, encontrados em quatro estômagos de filhotes de *E. ruber* na Ilha do Cajual, MA. Habitats segundo Melo (1985).

Família	Habitat
Espécie	
<b>GRAPSIDAE</b>	
<i>Geograpsus lividus</i>	esporadicamente em praias lodosas;
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	raízes de árvores de mangue; estuários;
<i>P. transversus</i>	raízes de mangue (às vezes) e praias arenosas;
	raízes e troncos de mangue, substrato lodoso;
<i>Goniopsis cruentata</i>	
<b>OCYPODIDAE</b>	
<i>Uca</i> spp.	em ambientes lodosos;
<b>BALANIDAE</b>	
<i>Chtamalus</i> spp.	sobre rochas ou animais bentônicos.

Foram encontradas sete espécies de decápodes nos dois ambientes amostrados, não apresentando muita diferença com as espécies encontradas nos regurgitos (Tabela V; Fig. 13).

Tabela V. Espécies de crustáceos decápodes encontradas nas duas regiões amostradas, lama e árvores de mangue, na Ilha do Cajual, MA.

Família	Região de amostragem
Espécies	
<b>OCYPODIDAE</b>	
<i>Uca maracoani</i>	lama
<i>Uca thayeri</i>	lama
<i>Ucides cordatus</i>	lama (próximos aos igarapés)
<i>Ocypode quadrata</i>	interface lama-areia
<b>GRAPSIDAE</b>	
<i>Aratus pisoni</i>	galhos e troncos de árvores
<i>Goniopsis cruentata</i>	raízes das árvores

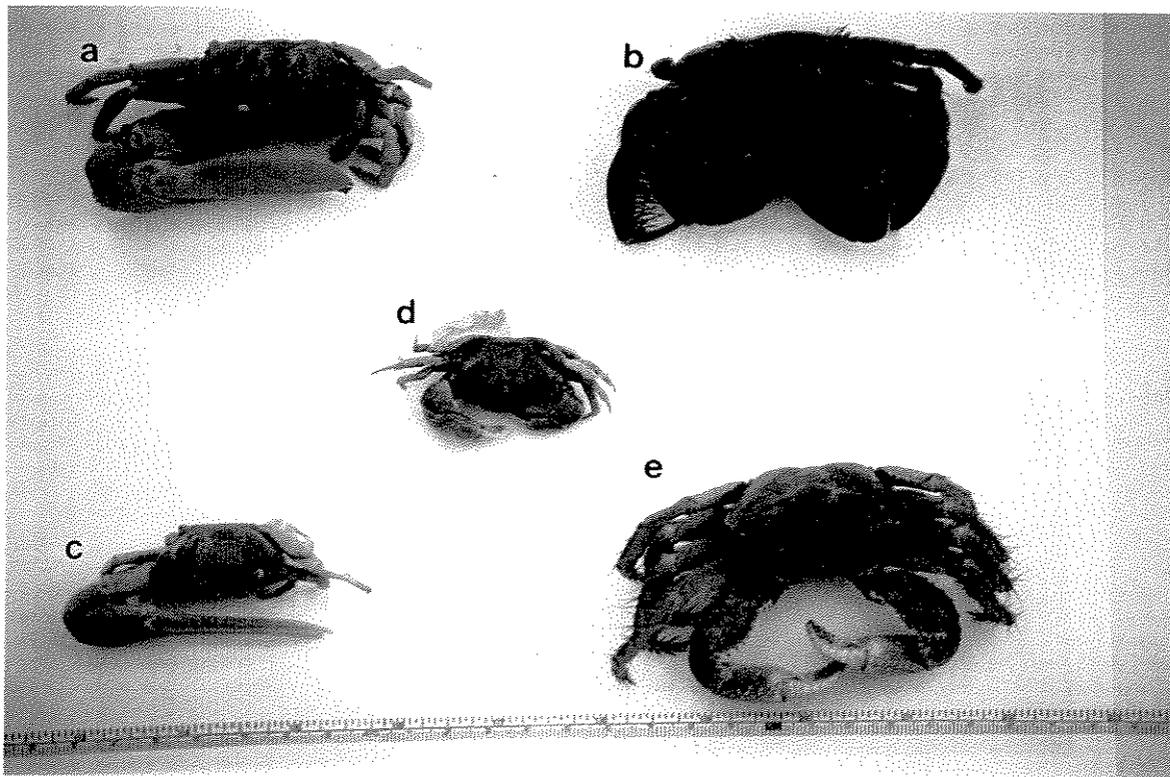


Fig. 13. Crustáceos decápodes presentes nos regurgitos de *E. ruber* na Ilha do Cajual, MA: a) *Uca maracoani*; b) *Ucides cordatus*; c) *Uca thayeri*; d) *Eurytium limosum*; e) *Goniopsis cruentata*.

### Análises de carotenóides

Os índices de retenção (Tabela VI), obtidos através da cromatografia de placas, foram similares para penas, *Ucides*, *Uca* e *Goniopsis* para o primeiro sistema de solventes e similares para penas, *Uca*, *Ucides*, *Aratus* e *Eurytium*, para o segundo sistema. As penas tiveram absorvância similar somente para o sistema MeOH-acetato.

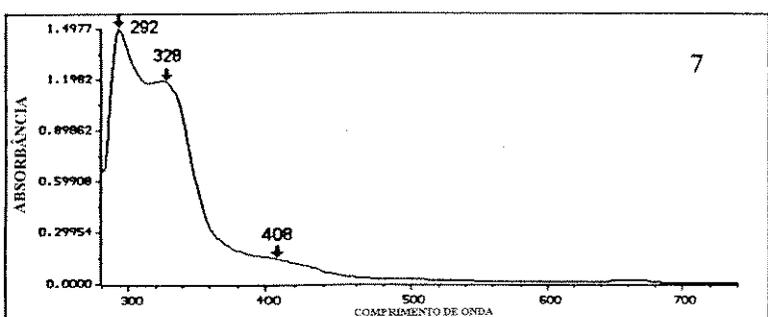
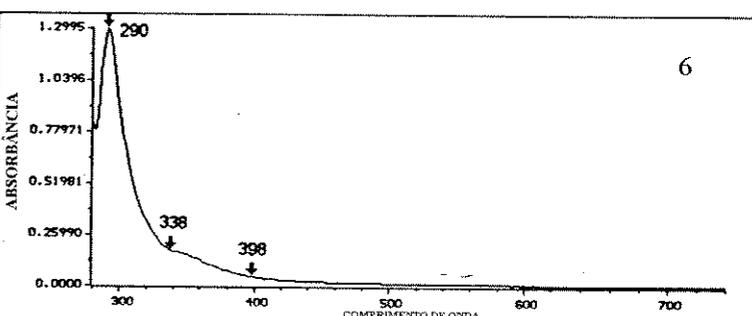
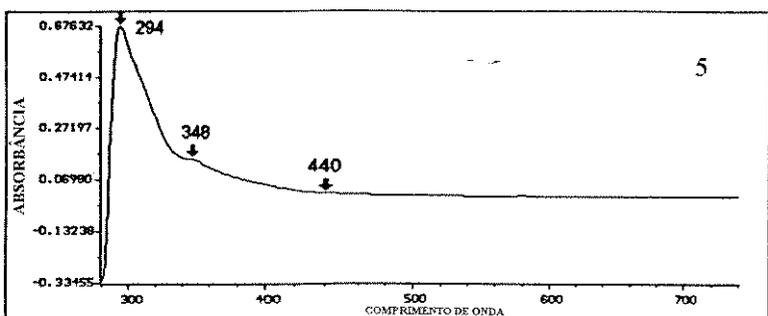
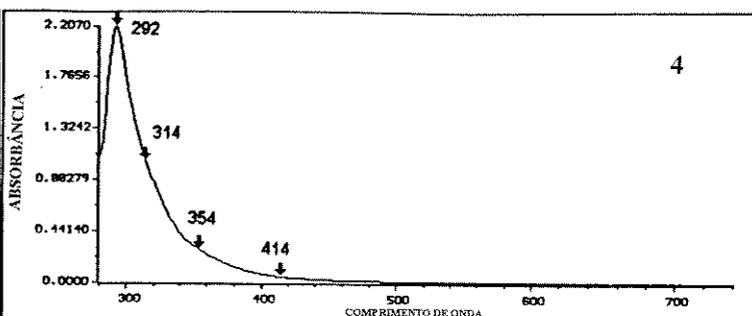
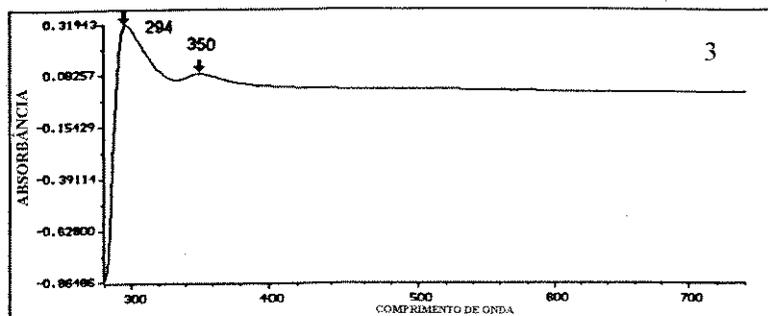
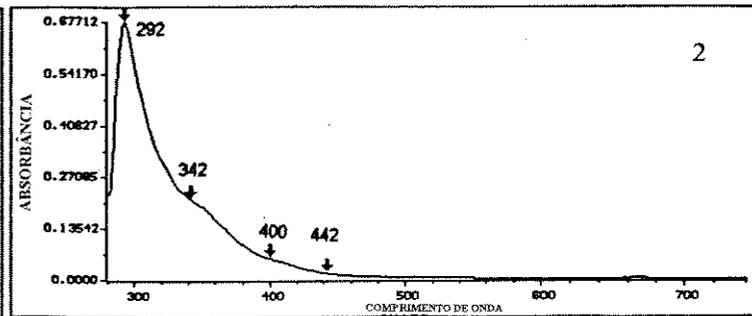
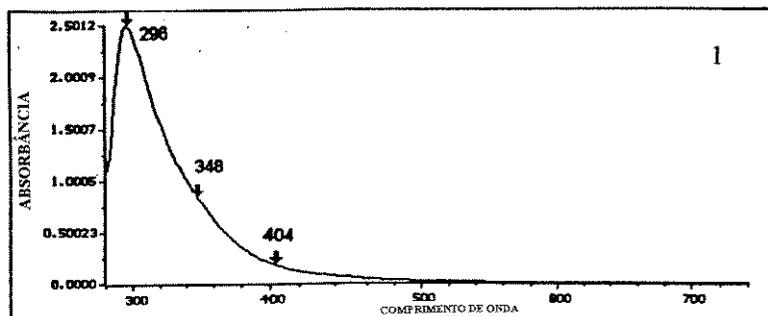
Tabela VI. Índices de retenção para doze amostras em dois sistemas de solventes (hexano-acetato 7:3 e MeOH-acetato 95:5); o comprimento de onda (em nm) e a região do visível (am= amarelo; lar= laranja) das amostras está entre parênteses.

Amostras	Extrato Hexânico		Extrato ETOAC	
	1°	2°	1°	2°
Penas	14,2 (280; am)	11,4 (280; am)	5,8 (280; -)	11,5 (360; -)
$\beta$ -caroteno	8,1 (280; am)	11,4 (280; am)	-	-
<i>Ucides cordatus</i>	13,6 (280; am)	11,4 (360; am)	12,5 (280; lar)	11,4 (280; lar)
<i>Uca</i> spp.	12,5 (280; am)	11,4 (280; am)	3,5 (280; -)	11,0 (280; am)
<i>Aratus pisoni</i>	11,1 (360; -)	11,0 (360; -)	2,1 (280; -)	3,4(280; -)
<i>Eurytium limosum</i>	2,9 (280; -)	11,8 (360; -)	3,3 (280; -)	9,6 (280; -)
<i>Goniopsis cruentata</i>	9,8 (360; -)	10,6 (280; am)	5,5 (280; am)	10,9 (280; am)

As análises espectrofotométricas das amostras de penas revelaram absorvância no espectro visível somente para os extratos hexânicos (Tabela VII). As únicas espécies que apresentaram absorvância no espectro visível para o extrato hexânico foram *Uca* spp. e *Ucides cordatus* (Fig. 14).

Tabela VII. Absorção do comprimento de onda (nm) das amostras de penas e caranguejos na Ilha do Cajual, MA.

Amostras	Absorvância	Extrato Hexânico	Extrato ETOAC
Penas		400 a 442	350
$\beta$ -caroteno		404	-
<i>Ucides cordatus</i>		404 a 470	414
<i>Uca</i> spp.		414	440
<i>Aratus pisoni</i>		398	408
<i>Eurytium limosum</i>		350	424
<i>Goniopsis cruentata</i>		396	418



(Continua)

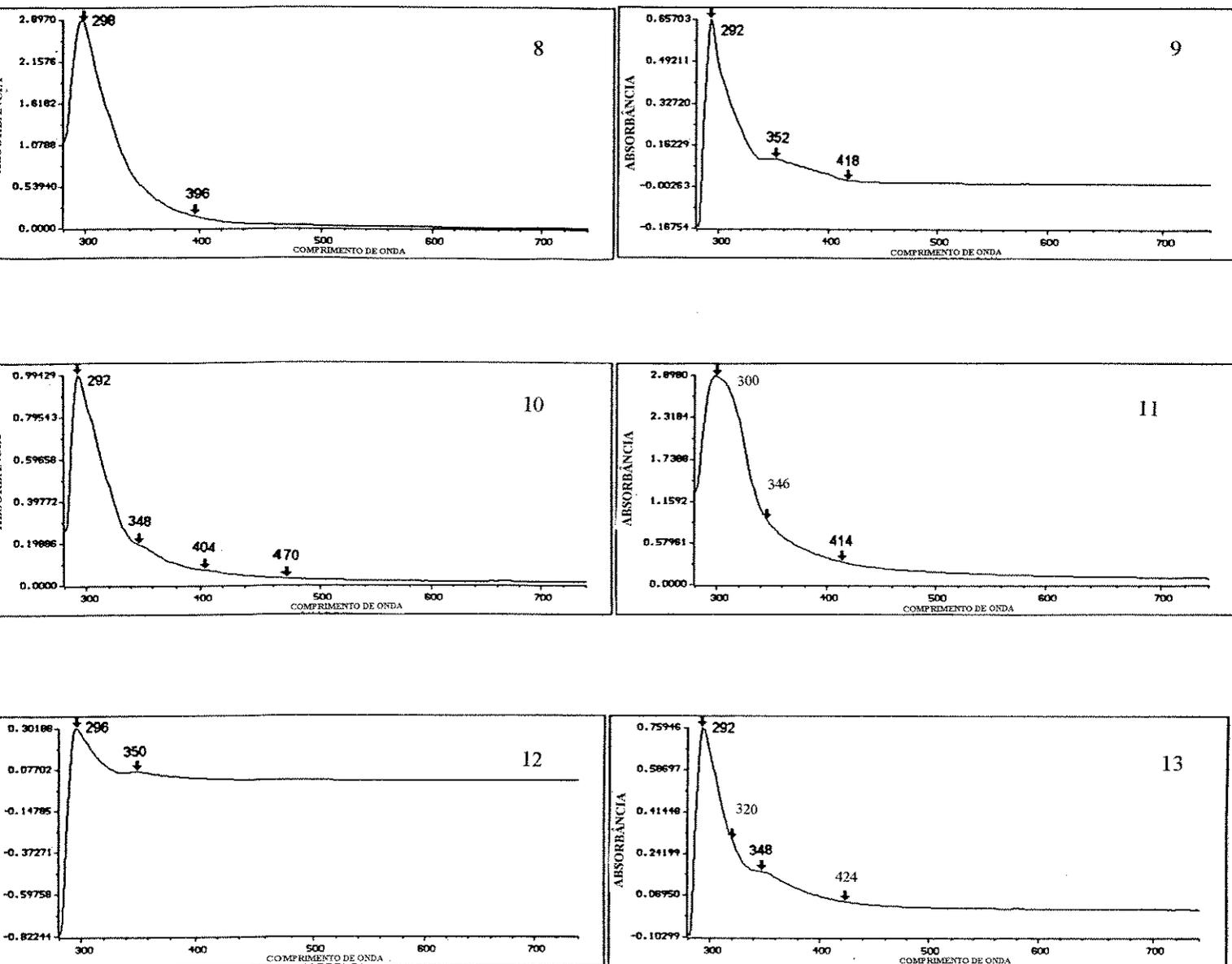


Fig. 14. Espectro de absorvância de penas de *E. ruber* e de cinco crustáceos decápodes da Ilha do Cajual, MA: 1)  $\beta$ -caroteno; 2) hexânico de penas; 3) ETOAC de penas; 4) hexânico de *Uca* spp; 5) ETOAC de *Uca* spp; 6) hexânico de *Aratus pisoni*; 7) ETOAC de *Aratus pisoni*; 8) hexânico de *Goniopsis cruentata*; 9) ETOAC de *Goniopsis cruentata*; 10) hexânico de *Ucides cordatus*; 11) ETOAC de *Ucides cordatus*; 12) hexânico de *Eurytium limosum*; 13) ETOAC de *Eurytium limosum*.

## Estratégias de forrageamento

A atividade alimentar foi exclusivamente diurna, sendo restrita às baixas amplitudes de marés. Os guarás alimentaram-se em uma grande variedade de microambientes do manguezal, tais como no lavado, igarapé, infra e meso litoral superior.

O comportamento alimentar de *E. ruber* envolveu principalmente a procura tátil e, em alguns casos, a visual. Os métodos táteis mais utilizados nas áreas de alimentação foram combinações das técnicas de tentativa superficial e profunda (Fig. 15). Em ambas as áreas de alimentação, os guarás utilizaram, na maioria das vezes, mais de uma técnica para se alimentar (tentativa múltipla). Outros comportamentos alimentares foram observados, como tentativa estacionária e ativa. A tentativa estacionária ocorreu quando a ave encontrava locais com substrato lodoso mais raso e a tentativa ativa quando em locais mais profundos. Outro comportamento, pinçar, foi utilizado quando a ave capturava visualmente o crustáceo.

Em 15 ocasiões, observou-se a ave realizar vários movimentos de abrir e fechar de maxilas, balançando a cabeça em vai-e-vem lateral no substrato (poças de lama). Tal comportamento foi denominado “tesourar”, porém não foi possível identificar o tipo de alimento capturado.

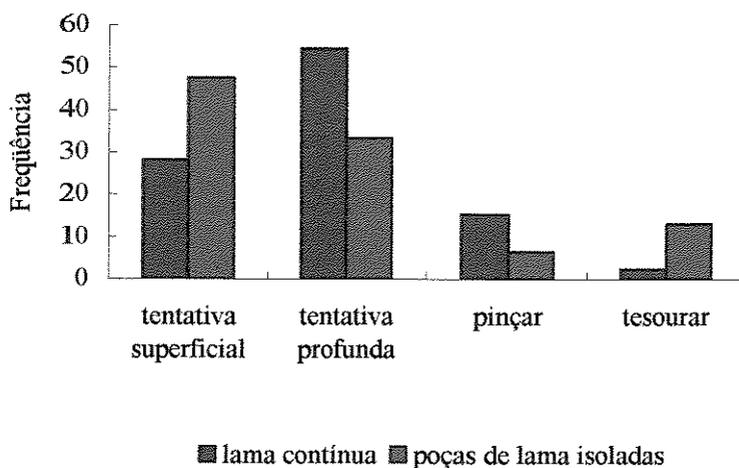


Fig. 15. Frequência dos quatro comportamentos de forrageamento de *E. ruber*: tentativa superficial e profunda, pinçar e tesourar em duas áreas de alimentação na Ilha do Cajual, MA.

Na área de lama contínua não houve formação de grupos, embora existissem vários indivíduos próximos alimentando-se (ca. 50m). Nessa área os indivíduos utilizaram mais freqüentemente a técnica tátil de captura, por meio comportamento de tentativa profunda, consumindo também alimento capturado visualmente (Fig. 15).

Indivíduos que se alimentaram na área com poças de lama isoladas, formaram grupos de no máximo sete indivíduos (média de  $4 \pm 1,4$  indivíduos/grupo;  $n=82$ ; Fig. 16), apresentando o comportamento tátil, principalmente tentativa superficial. Nessa área, alguns indivíduos permaneceram parados ( $n=17$ ), por aproximadamente 30 min (média de  $27,5 \pm 5,23$  min;  $n=14$ ) e após esse período iniciavam suas atividades alimentares. Os indivíduos desses grupos revezavam-se nesse comportamento.

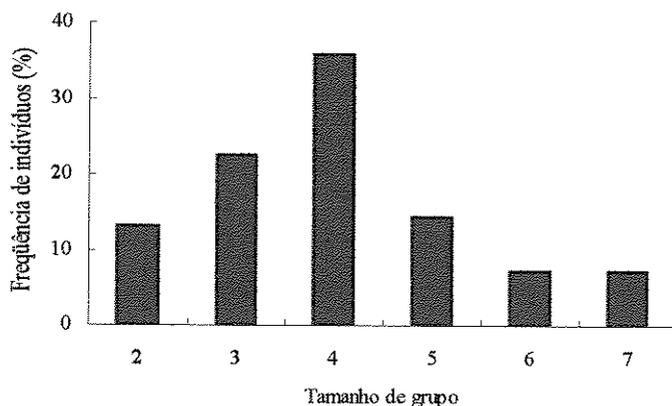


Fig. 16. Frequência de indivíduos de *E. ruber*, em relação ao tamanho do grupo formado durante as atividades alimentares em área de poças de lama isoladas na Ilha do Cajual, MA.

Foi observado o comportamento de lavar o item capturado nas duas áreas de alimentação observadas, que era levado para a linha d'água ou para poças formadas na ocasião do recuo da maré. A lavagem consistiu na imersão da presa na água, seguida de balanço lateral da cabeça e bico. Em geral, a lavagem ocorria quando o item, excedia o tamanho de 3 cm (Tabela VIII).

Tabela VIII. Médias e desvios padrões do comportamento de lavagem e deglutição do item alimentar em três classes de tamanho de presas registradas para 19 indivíduos de *E. ruber*, na Ilha do Cajual, MA, em cada área, lama contínua e em poças de lama isoladas, respectivamente.

Classe	Tempo de lavagem (s)		Tempo para engolir (s)	
	média	desvio	média	desvio
<b>(Lama contínua)</b>				
1 (1 cm)	0,4 ± 0,6		1,8 ± 0,7	
2 (1,1 a 2,0 cm)	3,0 ± 6,7		4,1 ± 2,6	
3 (> 2,0 cm)	4,6 ± 3,2		7,4 ± 4,2	
<b>(Área com poças)</b>				
1 (1 cm)	0,6 ± 0,8		1,9 ± 0,5	
2 (1,1 a 2,0 cm)	2,7 ± 1,8		3,8 ± 1,2	
3 (> 2,0 cm)	4,2 ± 3,2		7,2 ± 3,8	

Não foi encontrada diferença significativa em relação ao tempo de procura pelo recurso (Tabela IX) para indivíduos que se alimentaram em área de lama contínua e em poças de lama isoladas (Teste t pareado;  $t=0,636$ ;  $gl=18$ ;  $P=0,533$ ), porém houve diferença significativas quanto ao número de bicadas (Teste t pareado;  $t=2,767$ ;  $gl=18$ ;  $P=0,013$ ). O tempo de preparação, incluindo tempo de lavagem e deglutição (Tabela VIII) foi significativamente diferente para a área de lama contínua (ANOVA;  $F=6,206$ ;  $P=0,004$ ) e nas poças de lama isoladas (ANOVA;  $F=8,639$ ;  $P=0,001$ ). O tempo de preparação das presas da classe 3 foi maior que das outras duas classes de tamanho (área de lama contínua: Teste Tukey;  $q=10,847$ ;  $P=0,004$ ; área com poças de lama isoladas: Teste Tukey;  $q=10,757$   $P=0,002$ ), não diferindo significativamente, porém, nas classes de tamanho das presas

médias e pequenas (área de lama contínua: Teste Tukey,  $q=3,677$ ;  $P=0,542$ ; área com poças de lama isoladas: Teste Tukey,  $q=1,165$ ;  $P=0,938$ ).

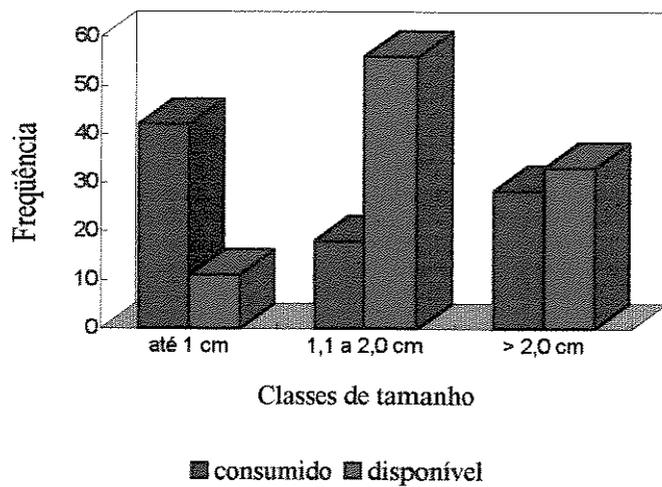
Tabela IX. Médias e desvios padrões do tempo de procura pelo alimento e número de bicadas no substrato por 19 indivíduos observados de *E. ruber*, em cada área: lama contínua e em poças de lama isoladas, respectivamente.

Área	Tempo de procura (s)		Número de bicadas	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Lama contínua	83,9 ± 59,6		22,7 ± 13,9	
Poças isoladas	72,4 ± 39,6		12,8 ± 7,7	

A amostragem realizada nas duas áreas, lama contínua e poças de lama isoladas, só revelaram a presença de *Uca* spp., os quais foram capturados em toda a extensão vertical da amostragem (70 cm). A área de lama contínua apresentou uma menor densidade (Teste t pareado;  $t=2,152$ ;  $gl=9$ ;  $P=0,003$ ) de *Uca* spp. e de tocas (média de  $1,8 \pm 0,9$  ind./m<sup>2</sup>; média de  $9,1 \pm 2,1$  tocas/m<sup>2</sup>;  $n=10$ ) que a área com poças de lama isoladas (média de  $4,2 \pm 2,3$  ind./m<sup>2</sup>; média de  $14,6 \pm 5,1$  tocas/m<sup>2</sup>;  $N=10$ ). O tamanho dos caranguejos foi menor (Teste t não-pareado;  $t=1,567$ ;  $gl=40$ ;  $P=0,001$ ) na área com poças de lama isoladas (média de  $14,8 \pm 4,4$  mm;  $n=23$ ) em relação à área de lama contínua (média de  $18,4 \pm 4,4$  mm;  $n=18$ ).

As frequências dos caranguejos consumidos e disponíveis nas duas áreas (Fig. 17) revelaram que as classes de tamanhos extremos (1 e 3) são preferidas por adultos de *E. ruber* (área de lama contínua:  $\chi^2=114,81$ ;  $gl=2$ ;  $P<0,000$ ; área com poças de lama isoladas:  $\chi^2=131,82$ ;  $gl=2$ ;  $P<0,000$ ).

## a) lama contínua



## b) poças de lama isoladas

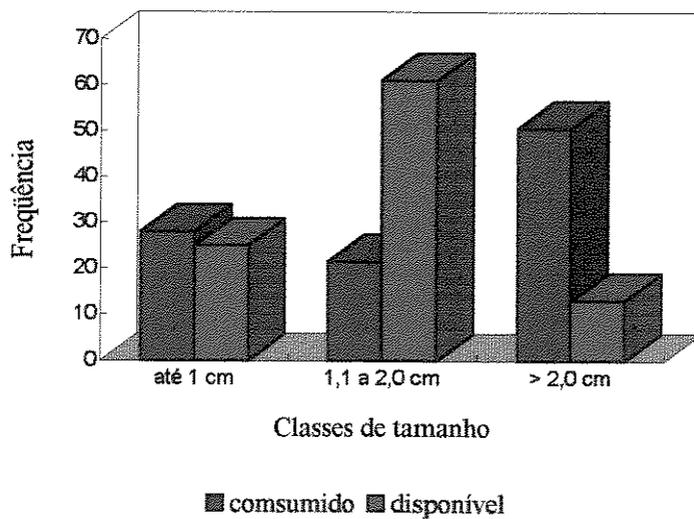


Fig. 17. Tamanho de presa capturada por *E. ruber*, em área de lama contínua e em poças de lama isoladas na Ilha do Cajual, MA.

### Espécies associadas

Foram observadas algumas espécies de Ciconiiformes e Charadriiformes associadas ao guará durante suas atividades alimentares na área com poças de lama isoladas (Tabela X). Estas espécies também ocorreram na área de lama contínua, porém se alimentavam sozinhas ou em grupos intraespecíficos.

Foi observado um único caso de pilhagem de alimento, ocorrendo com *Arenaria interpres*, que se aproveitou do período lento de preparação do alimento pelo guará para roubar-lhe a presa.

Os ambientes utilizados por *Numenius phaeopus* e *Limnodromus griseus* foram áreas superiores do meso-litoral, quase sempre às bordas da vegetação de mangue; as outras espécies utilizaram todas as áreas de alimentação, sendo que as garças se alimentaram mais nas poças.

Tabela X. Frequência de ocorrência das espécies associadas a *E. ruber* na Ilha do Cajual, MA em relação ao número de avistamentos (N=50).

Taxa	Frequência de ocorrência
<b>ARDEIDAE</b>	
<i>Egretta thula</i>	0,9
<i>Egretta caerulea</i>	0,3
<i>Hydranassa tricolor</i>	0,1
<b>CHARADRIIDAE</b>	
<i>Charadrius semipalmatus</i>	1
<i>Pluvialis squatarola</i>	0,8
<b>SCOLOPACIDAE</b>	
<i>Calidris pusilla</i>	1
<i>Calidris alba</i>	0,9
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	0,7
<i>Arenaria interpres</i>	1
<i>Limnodromus griseus</i>	1
<i>Numenius phaeopus</i>	1

## DISCUSSÃO

### Dieta

A composição dos regurgitos e estômagos de filhotes de *E. ruber* na Ilha do Cajual, indicou que os adultos os alimentaram basicamente com crustáceos decápodes marinhos. Nos lhanos, French e Haverschmidt (1970) observaram que *E. ruber* se alimenta principalmente de crustáceos marinhos (*Uca rapax* e *U. thayeri*) e de pequenos moluscos, porém na fase reprodutiva consome mais insetos e pequenos anfíbios. Não foi encontrado quaisquer fragmentos que não fossem de crustáceos, no entanto, a digestibilidade diferencial das espécies de presas pode influenciar a análise qualitativa dos regurgitos, restando somente fragmentos de exoesqueletos nos regurgitos (Wolford e Boag, 1971; Kushlan, 1978a). No entanto, a alimentação de vários adultos de guará na fase reprodutiva ocorreu em áreas onde só havia a presença de decápodes marinhos, podendo indicar que o mesmo alimento consumido pelos pais seja oferecido aos filhotes.

A dieta dos adultos de *E. ruber* não diferiu da oferecida aos filhotes como observado em diversas espécies de aves (O'Connor, 1984; Bildstein, 1993). Nessas espécies, as diferenças na dieta dos adultos e filhotes ocorre devido à necessidade de alimentos altamente calóricos para o crescimento dos filhotes, à acomodação do alimento a pequena abertura do bico do ninhego e/ou à necessidade de alimentos hipohalinos, devido ao estresse hídrico em filhotes (Dawson *et al.*, 1984). Em relação ao estresse hídrico, muitas aves contornam essa restrição com soluções comportamentais ou fisiológicas, *e.g.*, em muitas garças e em *E. albus*, os filhotes são alimentados com espécies dulçaquícolas (Bildstein, 1993); no maguari (*Euxenura maguari*) ocorre o transporte de água no bico, que é regurgitado diretamente para o ninhego (Thomas, 1984); nos pingüins, bobos, albatrozes e flamingos o alimento é processado dentro de seus próprios corpos, retirando o sal das presas (O'Connor, 1984).

De acordo com Bildstein *et al.* (1990), adultos de *E. albus* evitam alimentar seus filhotes com presas de alto teor salino, no entanto, estes consomem-nas em grandes

quantidades. Um experimento para demonstrar as conseqüências de uma dieta salina revelou que aqueles filhotes que foram alimentados com lagostins (Procambaridae) desenvolviam-se a taxas similares às encontradas na natureza, e que os que eram alimentados com caranguejos marinhos perdiam 25% de seu peso inicial (Bildstein *et al.*, 1990). Nesse experimento, foi observado, no entanto, que a glândula de sal de ninhegos que foram alimentados com presas de alto teor salino desenvolvia-se mais rapidamente que nos filhotes alimentados com lagostins dulçaquícolas. Observações na natureza em uma colônia na Ilha de Pumpkinseed, constatou que os filhotes que foram alimentados com uma espécie de caranguejo marinho, *Uca pugnax*, desenvolveram-se mais lentamente, que quando havia abundância de lagostins, e apresentaram uma maior taxa de mortalidade do que em anos anteriores (Bildstein *et al.*, 1990).

A presença somente de crustáceos marinhos nos regurgitos de ninhegos de *E. ruber* na Ilha do Cajual, contradiz a idéia de que as limitações na alimentação para o íbis branco possam ser expandidas ao guará (Bildstein *et al.*, 1990). Provavelmente, os ninhegos de *E. ruber* são mais tolerantes à salinidade, com desenvolvimento acelerado da glândula de sal na 1ª semana de vida e/ou devido aos pais poderem diminuir a salinidade da presa, de modo similar aos flamingos.

As espécies de grapsídeos encontradas nos estômagos dos filhotes dos guarás parecem refletir o comportamento exploratório dos mesmos, pois estes caranguejos são arborícolas e razoavelmente lentos (Gustavo Melo, com. pess.). Dessa forma, os filhotes podem capturá-los facilmente, quando detectados tátil ou visualmente. A espécie de craca encontrada em um regurgito pode estar associada ao encrustamento de carapaças de crustáceos decápodes e não a seleção desse recurso por adultos.

Em *E. ruber* a variação na alimentação entre adultos e filhotes provavelmente ocorre apenas no tamanho das presas capturadas, sendo aquelas com tamanhos oferecidas aos ninhegos.

## Análises de carotenóides

As aves são os vertebrados terrestres mais coloridos e a cor de suas penas é, em parte, produzida por configurações internas e superficiais de pigmentos moleculares variados (Brush, 1990). Os pigmentos chamados carotenóides fornecem a coloração brilhante encontrada em adultos de *E. ruber*, que não aparece em filhotes com menos de oito meses de vida (Trams, 1969). Segundo Fox (1962), os guarás são capazes de seqüestrar carotenóides acidogênicos do alimento e manufaturar cataxantina ( $\beta$ -caroteno neutro), através de facilitação bioquímica e/ou da ação da microflora intestinal.

A utilização de técnicas bioquímicas, como as que utilizam o estudo de comprimento de ondas, permite inferir sobre a dieta em espécies que apresentam coloração a base de carotenóides, a qual não é possível determinar em observações diretas, como ocorre em *E. ruber* (Desenne e Shimotake, 1990).

A cromatografia de placas realizada com penas de guará e caranguejos revelou que o segundo sistema de solventes foi mais satisfatório, pois as penas tiveram índice de retenção similar ao  $\beta$ -caroteno. No entanto, muitos crustáceos também possuíram similaridade nesses índices, sugerindo que todos podem participar no processo de seqüestro do pigmento por *E. ruber* ou que este tipo de análise não foi apropriado para detectar uma especificidade alimentar.

A extração de carotenóides com hexano demonstrou-se mais apropriada, pois revelou a absorbância do pigmento em espectro visível. Wolfe e Corwell (1964) demonstraram que crustáceos decápodes possuem pigmentos com absorção entre 425 e 467 nm e Fox e Hopkins (1966) observaram que os carotenóides de *E. ruber* extraídos com hexano absorvem comprimentos de onda entre 420 e 462,3 nm. A análise espectrofotométrica das penas de guarás da Ilha do Cajual e alguns crustáceos coincidiu com a encontrada por esses autores.

A análise dos crustáceos da Ilha do Cajual revelou que somente *Uca* spp. e *Ucides cordatus* absorveram luz em espectro similar ao das penas. O comprimento de onda similar

às penas, parece corroborar a freqüente utilização de *Uca* spp. por *E. ruber*, fato que pode ser observado pela predominância desse caranguejo nos regurgitos dos ninhegos.

Não obstante, a ausência de absorção das outras espécies de caranguejos na análise espectrofotométrica pode ter ocorrido devido aos fatores experimentais (e.g. extração incompleta dos pigmentos), não podendo descartar a hipótese de que essas espécies realmente possuam carotenóides. Desenne e Shimotake (1990) não observaram absorbância em *Uca* spp. e atribuíram a coloração de *E. ruber* à *A. pisoni*.

### Comportamento alimentar

A utilização de diferentes ambientes por adultos de *E. ruber* em suas atividades alimentares esteve relacionada à exposição gradual de substrato durante os recuos da maré. Situação similar foi encontrada na Ilha de Turuépano (Venezuela) por Desenne e Shimotake (1990) e na Guiana Francesa por Dujardin (1990). A variação do tamanho dos grupos de adultos de *E. ruber* nas duas áreas estudadas pode estar relacionada à disponibilidade de recursos e à extensão das áreas expostas pelos recuos de maré, de modo similar ao observado para *E. albus* na Flórida (Kushlan, 1976).

Os íbises que forrageiam em grupos podem indicar locais com alta disponibilidade de recursos (Kushlan, 1976; 1981; Riegner, 1983) pela presença de outros indivíduos em determinadas áreas. Outros indivíduos seriam atraídos, por sua vez, pelo contraste da coloração da plumagem com o substrato (Kushlan, 1977c). Na Ilha do Cajual, os guarás aparentemente não iniciaram suas atividades alimentares em áreas com abundância de presas devido à presença de outros indivíduos; a escolha das áreas para alimentação pareceu ser aleatória, entretanto em algumas vezes, pôde ser estimulada pela presença de outros indivíduos. É provável que a escolha não dependa da densidade de caranguejos, já que o Cajual possui alta diversidade e abundância desse recurso alimentar (Lopes, 1993), podendo ser resultante de pressões para o afastamento do local de nidificação. Tal comportamento

foi observado para algumas garças e íbises, nas quais os filhotes necessitam de um ambiente com alta densidade de alimento devido à lenta aprendizagem do comportamento alimentar (Rodgers e Nesbitt, 1979).

Alguns indivíduos dentro dos grupos de adultos de *E. ruber* encontrados forrageando na área com poças de lama isoladas na Ilha do Cajual, exibiram aparentemente o comportamento de vigilância. Esse comportamento aumenta a eficiência alimentar devido à diminuição do risco de predação, sendo muito conhecido para aves vadeadoras que se alimentam em grupos (Amat e Rilla, 1994). A presença de vários indivíduos em áreas utilizadas como sítios de alimentação, no entanto, pode acarretar a retração das presas para dentro de suas tocas (Goss-Custard, 1976; Selman e Goss-Custard, 1988), favorecendo a pilhagem de presas nesses agrupamentos (Kushlan, 1977c). É provável que indivíduos que tenham consumido uma grande quantidade de presas permanecessem em repouso por alguns minutos, realizando aparentemente o comportamento de vigia e sinalizando através do vôo qualquer perigo para o grupo, podendo também evitar a pilhagem por indivíduos co-específicos.

O comportamento alimentar mais comum nas duas áreas estudadas na Ilha do Cajual esteve relacionado provavelmente às características físicas do substrato, que permitem a introdução do comprimento total do bico da ave na lama (área de lama contínua) ou somente parte dele (área com poças de lama isoladas). O comportamento observado para *E. ruber* na Ilha do Cajual foi muito similar ao descrito por Desenne e Shimotake (1990) e também por Kushlan (1977b) para *E. albus*.

Em íbises, o comportamento alimentar está restrito a poucas técnicas devido à morfologia do bico, abrangendo os modos “tentar”, “tatear” e/ou “pinçar”, sem qualquer especialização visual (Kushlan, 1977b). O comportamento alimentar de *E. ruber* foi caracterizado pelo uso de poucas técnicas, com algumas variações para capturar suas presas. A variabilidade encontrada para *E. ruber* parece estar associada à profundidade do substrato e à distribuição do alimento. A técnica “tesourar” aparentemente foi um comportamento modificado do modo “colheirar”, exibido por *Platalea* spp. (del Hoyo *et al.*, 1992). Kushlan (1977b), observou comportamento semelhante para *E. ruber* e *Plegadis falcinellus*, sugerindo que “tentar” e “colheirar” são comportamentos homólogos dentro da

família Threskiornithidae, com cada subfamília tipificando e especializando-se em uma linha adaptativa.

O menor número de bicadas para capturar a presa na área com poças de lama isoladas ocorreu provavelmente devido à maior densidade de crustáceos amostrada quando comparada a área de lama contínua. No entanto, não foram encontradas diferenças para o tempo de procura pelo recurso nas duas áreas, o que parece refletir a inabilidade dos guarás em capturar presas móveis, apesar de sua densidade. Embora forragear em grupos possa diminuir o tempo de procura pelo alimento em diferentes manchas, pois quanto maior o grupo maiores as chances de encontrar os recursos alimentares (Krebs e Davies, 1981), na Ilha do Cajual o tempo de procura não foi diferente nas duas áreas estudadas. Provavelmente, os recursos alimentares têm distribuição homogênea ao longo de toda a ilha, sendo encontrados em quaisquer áreas, diferentemente dos habitats alimentares para a maioria das aves voadoras (Kushlan, 1976).

O tempo de preparação do alimento por *E. ruber* cresceu exponencialmente com o tamanho da presa devido provavelmente à necessidade de lavar e quebrar em pedaços as presas maiores. Schoener (1971) prediz que o tempo de preparação do alimento deve ser constante acima de um determinado tamanho de presa, porém presas grandes apresentam uma função exponencial. O fato de não existirem diferenças significativas entre as classes de tamanho de presas 1 e 2 também refletiu essa previsão, pois estas podiam ser ingeridas sem serem lavadas ou quebradas. Nas duas áreas essa relação foi mantida, provavelmente devido à abundância de presas, embora fosse comum a presença de outras espécies de aves voadoras que pudessem pilhar alimentos.

Segundo Kushlan (1979), o tempo de preparação de presas é influenciado negativamente pela presença de outras espécies. Em *E. albus*, presas que necessitam de um tempo maior de preparação são roubadas em 90% dos casos (Kushlan, 1978a). McArthur e Pianka (1966) afirmam que um predador pode ordenar o tipo de presa de acordo com a energia despendida durante seu tempo de preparação. Para os íbises, predadores táteis, o tempo de preparação da presa geralmente é pequeno, com pouca relevância para a seleção das espécies de presa (Kushlan, 1979; 1981). Dessa forma, *E. ruber* consumiria cada espécie de presa de acordo com a sua densidade, observando o ambiente de modo “grão-

fino". No entanto, a preferência dos extremos refletiu a seletividade por tamanho das presas, no caso, as menos abundantes. É provável que caranguejos com tamanhos menores sejam mais fáceis de capturar devido ao fato de não possuírem tocas, alojando-se em galerias superficiais de buracos de caranguejos maiores. As presas de tamanhos maiores foram mais difíceis de serem capturados pois localizaram-se no interior de suas tocas, no entanto sua captura pode oferecer um ganho energético elevado; e presas de tamanhos intermediários podem esconder-se mais profundamente na lama, representando custos elevados de captura para *E. ruber*, em relação àquelas de tamanhos menores.

### Espécies associadas

As espécies mais frequentes e, portanto, potenciais pilhadores foram *Limnodromus griseus* e *Numenius phaeopus* devido ao tamanho do bico e a constituição da dieta basicamente de caranguejos; no entanto, não foi observado o roubo do alimento por essas espécies. A área utilizada por *N. phaeopus* raramente sobrepôs-se com a de *E. ruber*; *L. griseus* utilizou as mesmas áreas, entretanto limitou-se a capturar indivíduos que corriam para escapar da predação por *E. ruber* e/ou recolher as pernas, que eventualmente caíam durante a preparação do alimento pelo guará. Esse comportamento de seguir *E. ruber*, exibido por *L. griseus*, para as capturar presas que foram perturbadas pelo guará, tem sido extremamente documentado para outras espécies (Recher e Recher, 1969; Leck, 1971; Kushlan, 1978a; Erwin, 1983; Davies, 1985).

Muitos desses estudos demonstram que tais animais capturam mais presas, quando associados a seus revolvedores de substrato ("beaters"). A presença de *L. griseus* e *E. ruber* foi muito comum na Ilha do Cajual, podendo representar uma associação regular, como em *Bulbucus ibis* e gado doméstico (Disnmore, 1973; Grubb, 1976), ou indicar uma capacidade individual em situações favoráveis, observada para *E. thula* e *Platalea alba* (Reynolds, 1965).

A associação garças-guará também foi comum nas áreas estudadas, podendo indicar uma relação comensal, onde os ardeídeos seriam favorecidos pelos guarás para capturar

suas presas, de modo similar ao comportamento de agitação. Kushlan (1978a) registrou a associação *E. albus* e *Egretta caerulea*, observando que a garça possui uma taxa de captura de presas maior quando em associação ao íbis branco.

O único caso interespecífico de pilhagem ocorreu com *Arenaria interpres*, que possui 38% do tamanho do guará e é um predador oportunista e veloz (Sick, 1985), podendo ter se utilizado dessa característica para obter alimento mais facilmente. Embora haja esse registro, as áreas estudadas podem ser consideradas como livres de pilhadores, pois ocorrem extensas áreas que podem ser utilizadas para alimentação, sem que haja a sobreposição para as diversas espécies encontradas na ilha.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS PARA CONSERVAÇÃO

Ao longo de sua distribuição, as populações de *E. ruber* têm sido tradicionalmente caçadas, com seus ovos, filhotes e adultos sendo utilizados como alimentação (Penard e Penard, 1908; Wetmore, 1931; Bent, 1963; French e Haverschmidt, 1970; Herklots, 1965; Barbour, 1943; Ramsamujh, 1990; Teixeira *et al.*, 1990). No Maranhão, os adultos servem com alimento alternativo para pescadores, que podem também utilizar suas asas como sinalizadores de redes de arrasto (Régis Lima, com. pess.). Ameaças em grande escala para as populações de *E. ruber* têm surgido apenas recentemente: na Guiana Francesa existe uma fábrica de flores artificiais que utiliza as penas de guará como matéria prima (Dujardin, 1990) e no Brasil, filhotes e ovos são capturados por traficantes para sustentar o mercado de “animais domésticos” (Teixeira *et al.*, 1990; obs.pessoal) e feiras locais (Teixeira e Best, 1981).

A oficina sobre conservação de *E. ruber* constatou que a ecologia das populações costeiras é pouco conhecida (Frederick *et al.*, 1990) e, embora as populações mundiais sejam relativamente grandes, ocorre uma flutuação drástica, principalmente em regiões de sua distribuição no litoral (Spaans, 1990). Atualmente, as populações da *E. ruber* da América do Sul constituem fragmentos remanescentes de uma espécie de ampla distribuição no início deste século (Spaans, 1990). A caça aos adultos, filhotes e ovos, a destruição dos manguezais, os aterros clandestinos, contaminação por poluentes etc., são alguns dos fatores responsáveis pelo declínio dessas populações sul-americanas (Luthin, 1990). Além disso, é uma ave extremamente vulnerável à presença humana, existindo registros de colônias inteiras que abandonaram sua reprodução em respostas às ameaças antrópicas (Luthin, 1990). Segundo Bildstein (1990), as colônias de *E. ruber* localizadas na costa Atlântica da América do Sul estão propensas à extinção e são desejáveis estratégias de conservação que envolvam vários países.

Em diversas regiões ao longo de sua distribuição, o guará apresenta-se menos tolerante aos distúrbios antrópicos que outras espécies de ciconiformes (French e

Haverschmidt, 1970; Hancock *et al.*, 1992). Na ilha do Cajual, a situação não parece ser diferente, já que a população de *Nyctanassa violacea* reproduz-se no mesmo local pelo menos há dois anos consecutivos (Rosa Matos, com. pess.). A predação humana e a destruição dos manguezais são provavelmente os principais fatores que afetam a população de *Eudocimus ruber* na Ilha do Cajual. As diferentes localidades da Ilha do Cajual, escolhidas pelo guará para a reprodução, podem refletir a situação de degradação do mangue, já que uma vez que determinada área seja escolhida para a nidificação, inicia-se o corte das árvores pelos pescadores e caçadores. O guará é uma espécie que serve como indicador de estabilidade do ambiente (Kushlan, 1986, 1989; Hancock *et al.*, 1992) e como uma espécie bandeira para a proteção de manguezais.

De acordo com Teixeira *et al.* (1990), existe uma lacuna sobre a biologia dessa espécie no Brasil, que impossibilita a elaboração de uma estratégia de conservação no território nacional. A identificação das características reprodutivas e alimentares da população de *E. ruber* da Ilha do Cajual, Maranhão são, portanto, fatores essenciais para o início do desenvolvimento de uma proposta de conservação no Brasil.

## CONCLUSÕES GERAIS

O estabelecimento de colônias em diferentes localidades desde 1989 parece refletir a seletividade de *E. ruber* por áreas menos alteradas pelos distúrbios antrópicos na Ilha do Cajual. A estação reprodutiva iniciou-se e finalizou com o período de chuvas, que pode representar um estímulo hormonal para a formação de pares e, conseqüentemente, a construção dos ninhos e a postura.

A distribuição das árvores de mangue e das árvores que contêm ninhos indica que a população de *E. ruber* na Ilha do Cajual não têm preferência por alguma espécie vegetal, apenas constrói seus ninhos nos substratos mais freqüentes. A estrutura dos ninhos de *E. ruber* pode ser considerada frágil, pois a maioria destes possui duração menor do que um mês, após sua construção.

A presença de um pico bimodal na atividade reprodutiva pode estar relacionada às perdas ocorridas durante a primeira tentativa de reprodução e/ou à postura tardia por casais inexperientes.

A postura assincrônica, de modo geral para a colônia, porém sincrônica para casais que nidificam na mesma árvore, favorece o parasitismo intraespecífico, pois vários ninhos podem ser encontrados em estágios similares.

A mortalidade encontrada para ovos e filhotes parece estar associada à fragilidade do ninho, ausência de comportamento de defesa do ninho pelos pais e a presença de *M. chimachima*, predador comum na Ilha do Cajual. A predação humana é, provavelmente, o principal fator que afeta a taxa de sobrevivência de ovos, filhotes e adultos.

A permanência prolongada dos filhotes na colônia e a dependência dos pais durante esse estágio para a alimentação reafirmam a classificação proposta para a Ordem Ciconiiformes como semi-altriciais. O longo período dentro da colônia, provavelmente, tem a função de aprendizagem alimentar e proteção dos filhotes pelos adultos (“creches”).

O tarso, asa e cúlmen de *E. ruber* apresentaram crescimento relativamente lento, indicando que o período de ninhego e filhote é vulnerável à pressões de predação na Ilha do Cajual.

Devido ao Cajual ser uma ilha, a colônia reprodutiva de *E. ruber* situa-se nas proximidades de quaisquer áreas de forrageamento. As atividades alimentares dos adultos restringem-se aos ciclos de marés baixas e são compostas basicamente pelas técnicas táteis de tentativa superficial e profunda.

Em áreas de forrageamento com poças de lama isoladas, mais de dois indivíduos podiam formar um grupo social, com um vigilante ou sentinela. Nessa área, os indivíduos capturavam as presas com menor número de bicadas quando comparados à área de lama contínua. No entanto, o tempo de procura pelo alimento foi similar para as duas áreas estudadas, podendo refletir uma distribuição relativamente homogênea do recurso e a inabilidade em capturar presas altamente móveis, como caranguejos.

Adultos de *E. ruber* na Ilha do Cajual preferiram presas pequenas e grandes a médias, nas duas áreas estudadas, provavelmente porque as presas menores não possuem tocas individuais e as maiores sejam mais ativas e, portanto, mais acessíveis ao predador. *E. ruber* não consome a espécie de tamanho mais freqüente, sendo provavelmente um predador especializado, observando o ambiente de modo “grão-grosso”.

A dieta dos filhotes é basicamente constituída de crustáceos marinhos, ao contrário do sugerido por vários autores e os filhotes parecem “experimentar” outras espécies de decápodes que aquelas oferecidas por seus pais, como comprovado pelas análises estomacais. As análises de carotenóides realizadas com penas e crustáceos parecem indicar que a dieta dos adultos constitui-se principalmente de *Uca* spp., como foi corroborado pelas observações nas áreas de alimentação e pelas amostragens. A outra espécie, *Ucides cordatus*, pode representar outro importante item da dieta, embora não tenha sido encontrado nas amostragens.

Os dados obtidos para *E. ruber* na Ilha do Cajual sugerem que a população de *E. ruber* é sensível às mudanças do ambiente e à presença humana. A estrutura frágil dos ninhos, o crescimento lento, o comportamento dos filhotes em descer das árvores para alimentar-se, a destruição do manguezal e a predação natural/humana são fatores associados que afetam a mortalidade da espécie, podendo ocasionar mudanças drásticas no sucesso da população estabelecida na Ilha do Cajual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, N.J. e C.B. Walter. 1991. The occurrence of second clutches after successful breeding by cape gannets (*Morus capensis*). **Col. Waterbirds**. 14: 173-175.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. **Behav.** 49: 227-267.
- Amat, J.A. e F.D. Rilla. 1994. Foraging behavior of white-faced ibises (*Plegadis chihi*) in relation to habitat, group size, and sex. **Col. Waterbirds**. 17: 42-49.
- Antas, P.T.Z., P. Roth, R.I.G. Morrison. 1990. Status and conservation of the scarlet ibis (*Eudocimus ruber*) in Brazil. In Frederick, P.C., L.G. Morales, A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds): **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. p. 130-136.
- Arbib, D.S. 1972. Manual de campo para maçaricos e batuíras. Seminário internacional sobre manejo e conservação de maçaricos e ambientes aquáticos nas Américas, Recife - PE, **Resumos**. p. 121.
- Archibald, G.W.; S.D.H. Lantis; L.R. Lantis e I. Munetchika. 1980. Endangered ibises, Threskiornithidae: their future in the wild and the captivity. **Int. Zoo. Yaerb.** 20: 6-17.
- Argel de Oliveira, M.M., V.K. Lo, P. Develey, D.R.C. Buzzetti e L.O. Marcondes-Machado. 1993. O status atual do guará (*Eudocimus ruber*) (Ciconiiformes, Threskiornithidae), no Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. III Congresso Brasileiro de Ornitologia, Pelotas - RS, **Resumos** 3:41.
- Baker, R.H. 1940. Crow depredation on heron nesting colonies. **Wil. Bull.** 52: 124-125.
- Barbour, T. 1943. **Cuban ornithology**. Memoirs of the Nuttall Ornithological Club. v.9. Cambridge.
- Bent, A.C. 1963. **Life histories of North American marsh birds**. Dover Publications, pp.213-219.

- Bernardes, A. T.; A.B.M. Machado e A.B. Rylands. 1990. **Fauna brasileira ameaçada de extinção**. Fund. Biodiversitas. Belo Horizonte.
- Bildstein, K.L. 1990. Status, conservation and management of the scarlet ibis *Eudocimus ruber* in the Caroni Swamp, Trinidad, West Indies. **Biol. Conserv.** 54: 61-78.
- Bildstein, K.L. 1993. **White ibis**. London, Smithsonian Institution Press.
- Bildstein, K. L.; W. Post; J. Johnston e P. Frederick. 1990. Fresh water wetlands, rainfall, and the breeding ecology of white ibises in coastal South Carolina. **Wil. Bull.** 102: 84-98.
- Björklund, R.G. 1975. On the death of a midwestern herony. **Wil. Bull.** 87: 284-287.
- Brouwer, K. e M. van Wieringen. 1990. Nesting ecology of scarlet ibises (*Eudocimus ruber*). In Frederick, P.C., L.G. Morales, A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds): **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. p. 16-27.
- Brown C.R. e M.B. Brown. 1988. A new form of parasitism in cliff swallows. **Nature**. 331: 66-68.
- Brush, A.H. 1990. Metabolism of carotenoid pigments in birds. **FASEB**. 4: 2969-2977.
- Burger, 1979. Resource partitioning: nest site selection in mixed-species colonies of herons, egrets and ibises. **Am. Nat.** 101: 191-210.
- Burger, 1985. Habitat selection in temperate marsh nesting birds. In: Cody, M. (ed) **Nest site selection in birds**. Academic Press, New York. p. 253-281.
- Burger, J. e M. Gochfeld. 1990. Vertical nest stratification in a herony in Madagascar. **Col. Waterbirds**. 13: 143-146.
- Conway, W.G. 1959. A new ration for flamingos. **Avicult. Mag.** 65: 108-112.
- Courser, W.D. e J.J. Disnmore. 1975. Foraging associates of white ibis. **Auk**. 92: 599-601.
- Custer, T.W. e R.G. Osborn. 1978. Feeding habitats use by coloniality-breeding herons, egrets, and ibises in North Carolina. **Auk**. 95: 733-743.
- Cutts, E. 1955. Depredation at a breeding colony. **Chat**. 19: 70.
- Davies, W.E. Jr. 1985. Foraging white-faced herons follows Australian white ibis. **Col. Waterbirds**. 8: 129-134.

- Dawson, T. J.; D. Read; E.M. Russell e R.M. Herd. 1984. Seasonal variation in daily activity patterns, water relations and diet of emus. **Emu**. 84: 93-102.
- Desenne, P. e T. Shimotake. 1990. Algunos aspectos de la conducta alimentaria del corocoro rojo (*Eudocimus ruber*) en un bosque de manglar y especulaciones sobre su dieta. In: Frederick, P.C., L.G. Morales, A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds): **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. p. 46-56.
- Disnmore, J. 1973. Foraging success of cattle egrets, *Bulbucus ibis*. **Am. Midl. Nat.** 89: 242-246.
- Dujardin, J.L. 1990. Status and conservation of the scarlet ibis in French Guyana. In: Frederick, P.C., L.G. Morales, A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds): **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. p. 107-114.
- Dusi, J.L. e R.T. Dusi. 1968. Ecological factors contributing to nesting failure in a heron colony. **Wil. Bull.** 80:458-466.
- Eisenberg, J.F. 1979. **Vertebrate ecology in the northern neotropics**. Smithsonian Inst. Press.
- Erwin, R.M. 1983. Feeding behavior and ecology of colonial waterbirds: a synthesis and concluding comments. **Col. Waterbirds**. 6: 73-82.
- French, R.P. e F. Haverschimdt. 1970. The scarlet ibis in Surinam and Trinidad. **Living Bird**. 9:147-165.
- Fox, D.L. 1962. Carotenoids of the scarlet ibis. **Comp. Biochem. Physiol.** 5: 31-43.
- Fox, D.L. e T.S. Hopkins, 1966. Carotenoids frationalation in the scarlet ibis. **Comp. Biochem. Physiol.** 19: 267-278.
- Frederick, P.C. 1986. Suspected intraspecific egg dumping in the white ibis (*Eudocimus albus*). **Wil. Bull.** 98: 476-478.
- Frederick, P. e K.L. Bildstein. 1992. Foraging ecology of seven species of neotropical ibises (Threskiornithidae) during the dry season in the llanos of Venezuela. **Wil. Bull.** 104: 1-21.

- Frederick, P.C. e M.W. Collopy (1989). The role of predation in determining reproductive success of coloniality nesting wading birds in Florida Everglades. **Condor**. 91: 860-867.
- Frederick, P.C.; L.G. Morales; A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds). 1990. **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. 194p. (Proceedings of the First International Scarlet Ibis Conservation Workshop. Caracas, Venezuela).
- Goos-Custard, J.D. 1976. Variations in the dispersion of redshank (*Tringa totanus* L.) on their winter feeding grounds. **Ibis**. 118: 257-263.
- Grub, T.C. 1976. Adaptiveness of foraging in cattle egrets. **Wil. Bull.** 88: 145-148.
- Hancock, J.A.; J.A. Kushlan e M.P. Kahl. 1992. **Storks, ibises, and spoonbills**. London, Acad. Press.
- Herklots, G.A.C. 1965. **The birds of Trinidad and Tobago**. London, Collins Press.
- del Hoyo, J.; A. Elliott e J. Sargatel (eds). 1992. **Handbook of the birds of the world**. v. 1 Ostrich to ducks. Lynx Ed. Barcelona.
- Höfling, E. e H. F. de A., Camargo. 1993. **Aves do Campus**. Inst. Biociências da Univ. São Paulo. São Paulo.
- Kilham, L. 1980. Association of great egret and white ibis. **J. Field Ornithol.** 51: 73-74.
- Kilham, L. 1984. American crowsrobbing great egrets and white ibis of large, eel-like salamanders. **Col. Waterbirds**. 7: 143-145.
- Krebs, J.R. 1978. Colonial nesting in birds, with special reference to the Ciconiiformes. In Sprunt IV, A.; J.C. Odgen e S. Winckler (eds): **Wading birds**. Nat. Audubon. Soc. pp. 299-314.
- Krebs, J.R. e N.B. Davies. 1981. **An introduction to behavioral ecology**. Sinauer, Massachusetts.
- Krebs, C.J. 1989. **Ecological methodology**. Harper Collins Publish. New York.
- Kushlan, J.A. 1976. Site selection for nesting colonies by the American white ibis *Eudocimus ruber* in Florida. **Ibis**. 118: 590-593.
- Kushlan, J.A. 1977a. Differential growth of body parts in the white ibis. **Auk**. 94:164-167.
- Kushlan, J.A. 1977b. Foraging behavior of the white ibis. **Wil. Bull.** 89: 342-345.

- Kushlan, J.A. 1977c. The significance of plumage colour in the formation of feeding aggregations of Ciconiiformes. **Ibis**. 119: 361-364.
- Kushlan, J.A. 1978a. Nonrigorous foraging by robbing egrets. **Ecology**. 59: 649-653.
- Kushlan, J.A. 1978b. Feeding ecology of wading birds. In Sprunt IV, A.; J.C. Odgen e S. Winckler (eds): **Wading birds**. Nat. Audubon. Soc. pp. 249-297.
- Kushlan, J.A. 1979. Feeding ecology and prey selection in the white ibis. **Condor**. 81: 376-389.
- Kushlan, J.A. 1981. Resource use strategies of wading birds. **Wil. Bull.** 93: 145-163.
- Kushlan, J.A. e K.L. Bildstein. 1992. **White ibis**. The birds of North America. Washington, D.C.: American Ornithologist' Union.
- Lack, D. 1966. **Population studies of birds**. Clarendon Press.
- Lack, D. 1968. **Ecological adaptations for breeding birds**. Chapman e Hall.
- Leck, C.F. 1971. Seasonal changes in the feeding pressures of fruit and nectar-feeding birds in the neotropics. **Condor**. 74: 54-60.
- Lopes, A.L. 1993. Distribuição e densidade da macroendofauna bentônica de substratos móveis mesolitorais da Ilha do Cajual, município de Alcântara, Maranhão. Monografia apresentada à Universidade Federal do Maranhão.
- Lowe-McConnell, R. 1975. **Fish communities in tropical fresh waters**. Logman Press.
- Luthin, C. 1990. Foreword. In Frederick, P.C., L.G. Morales, A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds): **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. p. iii-iv.
- MacArthur, R.H. e E. Pianka. 1966. On optimal use of a patchy environment. **Am. Nat.** 100: 603-609.
- Marcondes-Machado, L.O., M.M. Argel-de-Oliveira e e E.L.A. Monteiro Filho. 1989. Ocorrência do guará, *Eudocimus ruber* (Ciconiiformes, Threskiornithidae), no litoral de São Paulo. V Encontro Nacional de Anilhadores de Aves, Brasília, DF. **Resumos**. p. 12-13.

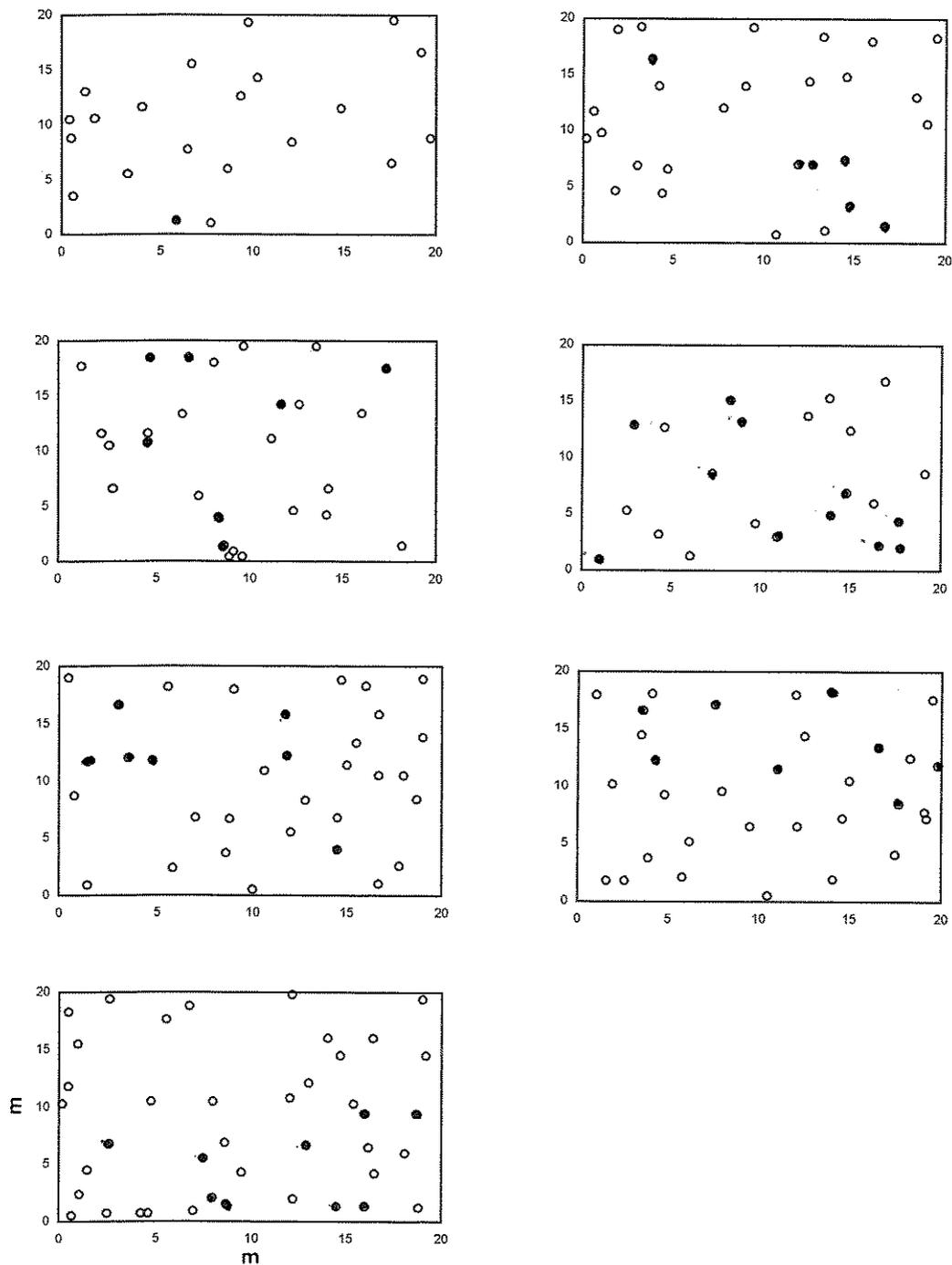
- Marcondes-Machado, L.O. e E.L.A. Monteiro Filho. 1989. Nota sobre a presença dos guarás, *Eudocimus ruber* (Linné, 1758) (Threskiornithidae, Aves), no litoral de São Paulo. Alerta para sua proteção. **Cienc. Cult.**, 41(12):1213-1214.
- Marcondes-Machado, L.O. e E.L.A. Monteiro Filho. 1990. The scarlet ibis, *Eudocimus ruber*, in Southeastern Brazil. **Bull. Brit. Ornithol. Club.**, 110(3):123-126.
- Mayfield, H.F. 1975. Suggestions for calculating nest success. **Wil. Bull.** 87: 456-466.
- Melo, G.A.S. 1985. Taxonomia e padrões distribucionais e ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) do litoral sudeste do Brasil. São Paulo: USP, 1989. 215p. Tese de Doutorado- USP.
- Mock, D.W. 1978. The comparative approach to wading birds behavior. In Sprunt IV, A.; J.C. Odgen e S. Winckler: **Wading birds**. Natl. Audubon. Soc. pp. 17-25.
- Nybakken, J.W. 1982. **Marine Biology: an ecological approach**. Harper & Row Publ. New York.
- Noss, R. 1993. The wildlands project land conservation strategy. **Greendisk Paperless Environm. J.** 5(1).
- O'Connor, R.J. 1984. **The growth and development of birds**. New York, Wiley Press.
- Parsons, K. 1995. Heron nesting at Pea Patch Island, Upper Delaware Bay, USA: abundance and reproductive success. **Col. Waterbirds**. 18: 69-78.
- Parsons, K.C. e J. Burger. 1981. Human disturbance and nestling behavior in black-crowned night herons. **Condor**. 84: 184-187.
- Partridge, L. 1978. Habitat selection. In Krebs, J.R. e N.B. Davies (eds): **Behavioral ecology, an evolutionary approach**. Sinauer Associates, Inc. Mass. pp.351-377.
- Penard, F.P. e A.P. Penard. 1908. **De vogels van Guyana** (Suriname, Cayenne en Demerara). v.1. Paramaribo.
- Post, W. 1990. Nest survival in a large ibis-heron colony during a three-year decline to extinction. **Col. Waterbirds**. 13: 50-61.
- Prieto, E.A. 1988. La comunidad de ibises (Threskiornithidae) en los llanos de Venezuela. **Memoria**. 48: 59-75.

- Ramo, C. e B. Busto. 1982. Son *Eudocimus ruber* y *Eudocimus albus* distintas especies? Donana, **Acta Vertebrata**. 9: 404-408.
- Ramo, C. e B. Busto. 1985. Comportamiento reproductivo del corocoro (*Eudocimus ruber*) en los llanos de Venezuela. **Mem. Soc. Cienc. Natur. Salle**. 45: 77-113.
- Ramo, C. e B. Busto. 1987. Hybridization between the scarlet ibis (*Eudocimus ruber*) and the white ibis (*Eudocimus albus*) in Venezuela. **Col. Waterbirds**. 10: 111-114.
- Ramsamujh, B. 1990. Status and conservation of the scarlet ibis in Guyana. In Frederick, P.C., L.G. Morales, A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds): **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. p. 95-99.
- Recher, H.F. e J.A Recher. 1969. Comparative foraging efficiency of adult and immature little blue herons (*Florida caerulea*). **Anim. Behav.** 2: 320-322.
- Reynolds, J. 1965. Association between little egret and African spoonbill. **Br. Birds**. 58: 468.
- Ricklefs, R.E. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. **Ecology**. 48:978-983.
- Ricklefs, R.E. e White, S.C. 1975. A method for constructing nestling growth curves from brief visits to seabirds colonies. **Bird Banding**. 45: 135-140.
- Ridgway, R. 1884. Remarks upon the close relationship between the white and scarlet ibises *Eudocimus albus* and *Eudocimus ruber*. **Auk**. 1: 239-240.
- Riegner, M.F. 1983. Foraging behavior of yellow-crowned night-herons in relation to behavior, distribution and abundance of prey. **Col. Waterbirds**. 6: 71.
- Rodgers, J.A. Jr. 1980. Breeding ecology of little blue heron on the west coast of Florida. **Condor**. 82: 164-169.
- Rodgers, J.A. Jr. 1987. Breeding chronology and reproductive success of cattle egrets and little blue herons on the west coast of Florida, USA. **Col. Waterbirds**. 10: 38-44.
- Rodgers, J.A. Jr. e S.A. Nesbitt. 1979. Feeding energetic of herons and ibises at breeding colonies. **Proc. Colonial Waterbird Group**. 3: 128-132.

- Rodrigues, A.A.F. 1991. Ocorrência da reprodução do guará, *Eudocimus ruber* (Ciconiiformes, Threskiornithidae) na Ilha do Cajual, Alcântara, Maranhão. I Congresso Brasileiro de Ornitologia, Belém - PA, **Resumos**. p.42-43.
- Rodrigues, A.A.F. 1993. Migrações, abundância sazonal e alguns aspectos sobre a ecologia de aves limícolas na Baía de São Marcos, Maranhão, Brasil. Belém: UFPA, 1993. 130p. Dissertação de Mestrado- Museu Paraense Emílio Goeldi, UFPA.
- Selman, J. e D. Goss-Custard. 1988. Interference between foraging redshank *Tringa totanus*. **An. Behav.** 36: 1542-1544.
- Shields, M.A. 1987. Internest displacement of white ibis eggs. **Wil. Bull.** 99: 273-275.
- Schoener, T.W. 1971. Theory of feeding strategies. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 11: 369-404.
- Sibley, C.G. e B.L. Monroe. 1990. **Distribution and taxonomy of birds of the world**. New Haven: Yale University Press.
- Sick, H. 1985. **Ornitologia Brasileira: uma introdução**. Brasília, UnB, v.1.
- Sokal, R.R. e F.J. Rohlf. 1995. **Biometry**. 3ed New York, Freeman.
- Spaans, A.L. 1990. Problems in assessing trends in breeding populations of scarlet ibis and the other ciconiiform birds. In Frederick, P.C., L.G. Morales, A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds): **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. p. 1-6.
- Starck, J.M. 1993. Evolution of avian ontogenies. **Curr. Ornithology**. 10: 275-367.
- Taylor, R.J. e E.D. Michael. 1971. Predation on island herony in east Texas. **Wil. Bull.** 83: 172-177.
- Teixeira, D.M. e R. Best. 1981. Adendas à ornitologia do Território Federal do Amapá. **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi**. 104: 1-25.
- Teixeira, D.M.; J.B. Nacinovic e J.L. Dujardin. 1990. Notas sobre la distribución y conservación de *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758) en Brasil. In Frederick, P.C., L.G. Morales, A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds): **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. p.124-129.

- Thomas, B.T. 1984. Maguari stork nesting: juvenile growth and behavior. **Auk**. 101: 812-823.
- Trams, E.G. 1969. Carotenoid transport in the plasma of the scarlet ibis (*Eudocimus ruber*). **Comp. Biochem. Physiol.** 28: 1177-1184.
- Wetmore, A. 1931. The avifauna of Pleistocene in Florida (USA). **Smithsonian Misc. Coll.** 85: 17-18.
- van Wieringer, M. e K. Brouwer. 1990. Morphology and ecology of the scarlet ibis (*Eudocimus ruber*) and white ibis (*Eudocimus albus*): a comparative review. In Frederick, P.C., L.G. Morales, A.L. Spaans e C.S. Luthin (eds): **The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research**. Slimbridge, United Kingdom: International Waterfowl and Wetlands research Bureau. p. 7-15.
- Wiggins, D.A.; R.D. Morris; I.C.T. Nisbet e T.W. Custer. 1984. Occurrence and timing of second clutches in common terns. **Auk**. 101: 281-287.
- Wolf, D.A. e D.G. Cornwell. 1964. Carotenoids of cavernicolous crayfish. **Science**. 144: 1467-1468.
- Wolford, J.W. e D.A. Boag. 1971. Food habits of black-crowned night herons in southern Alberta. **Auk**. 88: 435-437.
- Zahl, P.A. 1950. Search for the scarlet ibis in Venezuela. **Nat. Geogr. Mag.** 97: 633-661.

## ANEXO I



Esquema da área A de mangue estudada. Os pontos abertos representam árvores sem ninhos e os pontos em vermelho, as que possuíam ninhos. Parcelas são adjacentes em escala de  $400\text{m}^2$ .

## ANEXO 2

Seqüência anormal de posturas de ovos de *E. ruber* em algumas árvores marcadas, com ninhos e ovos individualizados, em uma colônia na Ilha do Cajual, MA

No. do ninho	10/4	24/1	25/2	34/1	34/2
<b>Data</b>					
27/06/94	-	2 ovos	1 ovo	2 ovos	1 ovo
04/07/94	-	1 ovo	2 ovos	2 ninhegos	1 ninhego
11/07/94	-	2 ovos	2 ovos	2 ninhegos	1 ninhego
18/07/94	-	2 ovos	1 ninhego + 1 ovo	2 ninhegos	1 ninhego
25/07/94	1 ninhego	2 ninhegos	2 ninhegos	2 ninhegos	1 ninhego
01/08/94	sumiu	1 ninhego	1 ninhego + 1 ovo	2 ninhegos	1 ninhego
08/08/94		1 ninhego	sumiram	1 ovo	1 ovo
15/08/94		1 ninhego		1 ovo	1 ovo
11/07/94					