

1120

DM
ALON/1

Instituto Superior de Psicologia Aplicada

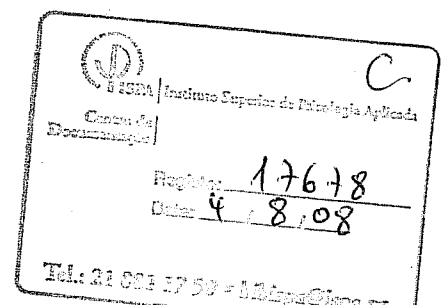
Mestrado de Etologia 2005/2007

Estratégias de muda da plumagem e ciclos de afluência
à colónia em Cagarras *Calonectris diomedea borealis*

Hany Rafael de Drummond Ludovice Garcia Alonso



2007



Instituto Superior de Psicologia Aplicada

Mestrado de Etologia 2005/2007

Estratégias de muda da plumagem e ciclos de afluência
à colónia em Cagarras *Calonectris diomedea borealis*

Hany Rafael de Drummond Ludovice Garcia Alonso

Dissertação de Mestrado orientada por:

Doutor Paulo Xavier Catry

2007

Ao Zé Gergelim.....pelo seu sorriso.....pelas suas
histórias.....pela sua música.....enfim....por ter podido provar do
seu mundo encantado!!!

Agradecimentos

- Ao Paulo, em primeiro lugar por ter aceite ser meu orientador. Em segundo, por me ter ajudado na escolha do tema e me ter dado a oportunidade de trabalhar em lugares tão espectaculares como são as Berlengas e as Selvagens. E, claro, porque sua orientação, disponibilidade e espírito crítico foram “meio caminho andado” para o desenvolvimento de todo o meu trabalho. Obrigado...
- Ao Luis Vicente, por me ter iniciado no trabalho de campo com cagarras...por ter partilhado comigo grande parte das minhas aventuras insulares.....e pela amizade que daí nasceu....foi um prazer trabalhar contigo
- Ao Rafael Matias, por me ter acompanhado (e bem) na minha última estadia nas Selvagens...pelos bons momentos que passámos..... pelo comprimido que me teria poupado horas de sofrimento... :)..... e claro, por tudo o que aprendi contigo
- Ao José Pedro Granadeiro pela disponibilidade que sempre teve para receber-me, pelas “lições” de R que me deu e cujos conselhos e ideias que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Claro que, para não falar da referência que os seus anteriores trabalhos com pardelas foram.....
- Ao Ricardo Tomé por me ter “aturado” enquanto estive a pensar em trabalhar com corujas. Apesar desse projecto não ter ido para a frente, fica um grande agradecimento pela disponibilidade e atenção que me deu.
- Ao Parque Natural da Madeira, em particular à Dra. Dilia Menezes pela atenção e disponibilidade.
- À Reserva Natural das Berlengas.
- Aos vigilantes da natureza com que partilhei a minha estadia em ambas as ilhas: Paulo, Luís, Ricardo, Gil e em especial ao Nélio e ao Jacques, pelos bons momentos que passámos juntos.

- Ao Dr Francisco por me ter deixado “morar na sua casa”... :) e pela boa companhia que foi nas Selvagens
- Ao Vitor Paiva pela atenção e simpatia com que me disponibilizou a consulta de algumas imagens
- À Marinha Portuguesa, por nos ter transportado para e das Selvagens e pela simpatia da tripulação
- Ao Museu Municipal do Funchal e ao ICN pela forma prestável com que fui recebido e me deram acesso a artigos e revistas das mesmas instituições.
- A toda a minha família.....pelo carinho e apoio.....em especial, à minha mãe, irmã e avó que me aturam há muito tempo (e é preciso paciência) :)
- A todos os meus amigos..... pela atenção, apoio, carinho ou simplesmente pela amizade.....Não posso deixar de agradecer em especial ao Action, Caiado e Maggie....que se calhar não querem ouvir falar de cagarras nos próximos tempos :)
- Aos meus colegas de mestrado, pelos momentos que partilhámos nos últimos anos....principalmente à Sara e à Mónica..... :)
- Também àqueles a quem nos últimos tempos não dediquei a atenção e o tempo que mereciam.....em particular ao meu irmão, sobrinhos, aos meus amigos de Madrid e da Arruda.
- À Emilia, por me ter apoiado bastante quando este trabalho era ainda uma miragem.....Obrigado! ;)
- E claro...às cagarras por serem um bicho tão espectacular e me terem proporcionado TANTOS bons momentos!!!

Resumo

A muda das penas é um processo vital mas dispendioso em termos energéticos para as aves. A ocorrência de outros eventos desgastantes no ciclo anual das aves, como a reprodução e a migração, pressupõe uma calendarização que optimize os custos e benefícios dos vários processos. A cagarra, uma ave marinha que possui uma época reprodutora que ocupa parte considerável do ciclo anual, apresenta uma sobreposição parcial da sua muda das primárias com a época reprodutora, fenómeno pouco usual entre as aves pelágicas.

Nas Selvagens, o timing do início da muda das primárias (8,6% das aves estava em muda activa em Setembro) está atrasado em relação à Berlenga, onde 43,7% das aves já se encontrava a mudar as primárias. Estas diferenças dever-se-ão a uma menor disponibilidade alimentar na área envolvente às Selvagens em relação às Berlengas. Este facto é corroborado pelas baixas afluências de indivíduos reprodutores falhados à colónia da Selvagem, ao contrário do que acontece na Berlenga. As aves que falham a reprodução deverão ficar com uma maior disponibilidade temporal e energética para o exercício de outras actividades. Tanto nas Selvagens como nas Berlengas, a proporção de aves que iniciaram a muda das primárias em Setembro é maior em aves que falharam a reprodução (75% nas Selvagens e 90% nas Berlengas), do que em aves que se encontram a alimentar crias (7,7% nas Selvagens e 25,9% nas Berlengas).

A disponibilidade alimentar e o sucesso reprodutor são dois factores que influenciam o timing de muda nas cagaras, o que mostra a existência de *trade-offs* entre a actividade reprodutora e a muda da plumagem, com consequências em termos da ocorrência de diferentes estratégias de muda.

Palavras chave: Muda, *Calonectris diomedea boealis*, estatuto reprodutor, disponibilidade alimentar

Resumo

As cagarras que nidificam nas Selvagens apresentam ciclos de afluência às ilhas que possuem um padrão bem definido e único. No entanto, pouco se sabe acerca da regulação e funções destes ciclos.

Neste estudo, recorrendo a contagens de indivíduos na colónia e informações de actividade recolhidas através de data-loggers, estudámos a estrutura destes ciclos. Encontrámos diferenças na duração dos mesmos, entre a fase de pré-incubação ($7,5 \pm 1,6$ dias) e a fase de incubação/criação ($9,3 \pm 1,3$ dias). A amplitude, embora não seja diferente entre as fases, mostrou-se bastante baixa nas primeiras semanas de Abril ($0,367 \pm 0,165$). A afluência à colónia, tanto diurna como nocturna, de machos ($0,816 \pm 0,098$ machos na colónia/total) e fêmeas ($0,518 \pm 0,052$) é diferente, tendo sido mais elevada para ambos no princípio de Abril. A sincronização entre cagarras de diferentes locais da Selvagem Grande está ligeiramente desfasada (em cerca de um dia) e a aparente sincronização dos casais parece resultar do comportamento cíclico de afluência, não sendo maior num casal do que em quaisquer dois indivíduos da colónia. Os factores climatéricos, com excepção da intensidade do vento, não estão relacionados com o número de cagarras presentes na colónia.

As diferenças na estrutura dos ciclos entre diferentes fases da época reprodutora estarão relacionados com a elevada afluência à colónia no princípio de Abril. Os desfasamentos temporais nos ciclos entre aves de diferentes áreas sugerem que a sincronia entre as aves da mesma área poderá ser determinante na regularidade dos ciclos e, de forma indirecta, na sincronia entre os membros de cada casal. Muito embora os factores climatéricos na colónia não aparentem ter um papel relevante na regulação dos ciclos, não se pode excluir a hipótese de que outros factores extrínsecos possam intervir na regulação dos mesmos.

Palavras-chave: Ciclos de afluência, *Calonectris diomedea borealis*, fase de pré-incubação, *data-loggers*

Abstract

Moult is an essential process for birds but it is also an energy-demanding task. It is important that moult is scheduled with other stressful events in the annual cycle of the birds, such as reproduction and migration, so the bird can optimise the relation between the costs and benefits of those. The Cory's shearwater, a seabird that has a reproductive season that occupies a substantial part of the annual cycle, has a partial primary moult-breeding overlap, an unusual phenomenon among pelagic seabirds.

In the Selvagem island, 8,6% of the Cory's shearwater were in primary moult in September, which was very different from what was found in Berlenga island, where 43,7% of the birds were already moulting their feathers. This difference in the timing of moult may reflect the lower food availability of the area surrounding the Selvagem island. Also the low colony attendance of birds that failed breeding in Selvagem suggests that their feeding areas are not close to the colony. Unsuccessful breeders should have more available time and energy to other important activities. In the two studied colonies, the proportion of birds moulting their primary feathers in September was higher in failed breeders (75% in the Selvagens and 90% in the Berlengas), than in successful breeders (7,7% in the Selvagens and 25,9% in the Berlengas).

The food availability and the reproductive success are two factors that have influence in the timing of moult in the Cory's shearwater, showing that trade-offs between reproductive activity and moult have consequences in terms of the occurrence of different strategies of moult in this birds.

Key words: Moult, *Calonectris diomedea borealis*, breeding status, food availability

Abstract

The attendance cycles of the Cory's shearwater on Selvagem Grande Island has a well-defined pattern. Nevertheless, little is known about the regulation and function of these cycles.

Making use of activity patterns assembled by bird counts and data from geolocators, we studied the structure of these attendance cycles to the reproductive colony. We found differences in the duration of these cycles, between the pre-breeding stage ($7,5 \pm 1,6$ days) and the incubation and chick-rearing stages ($9,3 \pm 1,3$ days). Although there were no differences between stages, the range of the cycles was quite low in the first weeks of April (0.367 ± 0.165). The affluence rates to the colony of males (0.816 ± 0.098 males in the colony/total) and females (0.518 ± 0.052) were very different, not only in the nocturnal attendance but also in the diurnal attendance, and was higher for both in the beginning of the reproductive season. The synchronisation between Cory's of different areas from the Selvagem Grande is slightly out of phase (about a day) and the apparent synchronisation of the pairs appears to be an indirect effect of the general affluence behaviour, since couples are not more synchronised than any two individuals from the area. The climatic factors, with exception of the intensity of the wind, are not related to the number of cagaras present in the colony.

The differences in the structure of the cycles between different stages of the reproductive season should be related with the higher and continuous colony attendance levels in the beginning of April. The time lag between the cycles of birds from different areas suggests that the synchrony between birds of the same area is important to the regularity of the cycles, and indirectly, to the synchrony of the members of a couple. Although the climatic factors in the reproductive colony do not appear to have a major role in the regulation of the attendance cycles, the hypothesis that other extrinsic factors play a role in the regulation of these attendance cycles can not be excluded.

Key words: attendance cycles, *Calonectris diomedea borealis*, pre-breeding stage, geolocators

Índice

1	Introdução Geral	
	1.1 - Muda da plumagem nas aves	13
	1.1.1 - Necessidade e custos da muda	13
	1.1.2 - Muda e outras actividades desgastantes	13
	1.1.3 - Sobreposição da muda com outras actividades	14
	1.1.4 - Energia disponível para a muda	15
	1.2 - Ciclos de afluência às colónias de nidificação	17
	1.3 - <i>Data-loggers</i>	19
	1.4 - Referências	20
2	Caracterização da espécie e dos locais de estudo	
	2.1 - A cagarra <i>Calonectris diomedea borealis</i>	23
	2.1.1 - Taxonomia e distribuição da espécie	23
	2.1.2 - Fenologia reprodutora e dimorfismo sexual	24
	2.1.3 - Muda da plumagem nas cagaras	25
	2.1.4 - Os ciclos de afluência às colónias em cagaras	25
	2.2 - Os locais de estudo:	26
	2.2.1 - A ilha da Berlenga	26
	2.2.2 - A ilha da Selvagem Grande	28
	2.2.3 - Diferenças na disponibilidade alimentar das colónias	30
	2.3 - Objectivos da Tese	31
	2.4 - Referências	32
3	Estratégias de mudas da plumagem em Cagaras <i>Calonectris diomedea borealis</i>	
	3.1 - Introdução	34
	3.2 - Métodos	37
	3.3 - Resultados	39
	3.4 - Discussão	44
	3.5 - Referências	49

4 Ciclos de afluência à colónia das ilhas Selvagens em Cagarras

Calonectris diomedea borealis

4.1 - Introdução	51
4.2 - Métodos	53
4.3 - Resultados	58
4.4 - Discussão	66
4.5 - Referências	71
Anexos	72

Muda da plumagem nas aves

Necessidade e custos da muda

Todas as aves incorrem numa muda das penas, o que significa que, periodicamente, a sua plumagem é renovada. Para a maioria das aves, esta renovação da plumagem, é um evento anual bem definido e possui um *timing* e uma sequência de muda das penas específicos (Berthold, 2001). A eficiência de voo e da camuflagem, a capacidade de termoregulação e isolamento, e mesmo os *displays* comportamentais exigem uma manutenção e renovação da plumagem das aves pois, à medida que envelhecem, as penas sofrem desgaste e estragam-se (Espie, James, Warkentin & Oliphant, 1996; Munro, Funell & Thomson, 2006).

As penas são essencialmente constituídas por proteínas e a síntese das novas penas implica gastos energéticos (Rayner & Swaddle, 2000). Para além do aumento dos requisitos energéticos, podem estar associados à muda das penas requisitos nutricionais específicos (Munro et al., 2006), assim como uma diminuição da capacidade e eficiência de voo e de isolamento (Tucker, 1991; Swaddle & Witter, 1997; Hedenström & Sunada, 1999; Munro et al., 2006).

Muda e outras actividades desgastantes

É essencial para as aves que a muda da plumagem esteja bem calendarizada com outros processos anuais, igualmente desgastantes, como a reprodução e a migração (Yuri & Rohwer, 1997; Berthold, 2001; Rubolini, Massi & Spina, 2002; Munro et al., 2006; Bridge, 2006), existindo inúmeras situações em que diferentes populações vêem o seu comportamento alterado no que diz respeito ao *timing* da muda, consoante os seus hábitos migratórios (Yuri & Rohwer, 1997; Munro et al., 2006). As andorinhas-das-chaminés *Hirundo rustica*, embora “evitem” a sobreposição da muda com a migração, possuem uma sobreposição da muda com a fase de acumulação de energia para a migração e existe um forte impacto da muda sobre as reservas energéticas da ave (Rubolini et al., 2002). Também as populações da mesma espécie que possuem diferentes fenologias reprodutoras, vêem

muitas vezes associados diferentes *timings* de muda (Hemborg, 1999, Arroyo, Mínguez, Palomares & Pinilla, 2004). Os páiños-de-cauda-quadrada *Hydrobates pelagicus* que se reproduzem no sul de Espanha começam a mudar as penas de voo mais cedo que aqueles que se reproduzem mais a norte. No entanto, a sua época reprodutora, que ocorre antes do início da muda, também tem o seu início antes da época reprodutora das aves que nidificam mais a norte (Arroyo et al., 2004). Assim sendo, a estratégia de muda mais usada pelas aves é a de não sobrepor a muda com outras actividades energeticamente exigentes (Payne, 1969; Rayner & Swaddle, 2000; Rubolini et al., 2002).

Sobreposição da muda com outras actividades

A sobreposição entre estas actividades desgastantes pode tornar-se difícil de evitar, ou mesmo inevitável. O tamanho da ave, por exemplo, pode ser um factor limitante, pois pode obrigar a que a muda da plumagem ocupe uma grande parte do ciclo anual da ave (Bridge, 2006). Apesar das aves poderem mudar mais do que uma pena simultaneamente, geralmente o número de penas em muda simultânea tende a não ser muito elevado para não afectar de forma gravosa a sua capacidade e eficiência de voo (Hedenström & Sunada, 1999; Bridge, 2006). Sendo a taxa de crescimento individual de cada pena constante, isso faz com que, geralmente, as penas de aves maiores demorem mais tempo a ser renovadas (Bridge, 2006). Por outro lado, existem aves que possuem épocas reprodutoras demasiado extensas, tornando difícil uma separação destas actividades (Hunter, 1984; Langston & Rohwer, 1996; Bridge, 2006). Nalgumas espécies de albatrozes, alguns indivíduos “saltam” épocas reprodutoras de forma a completarem uma muda atrasada, evitando uma sobreposição das actividades (Langston & Rohwer, 1996).

A própria disponibilidade dos recursos pode “obrigar” a que as aves sobreponham actividades desgastantes (Hunter, 1984; Barbraud & Chastel, 1998). Os pardelões-prateados *Fulmarus glacialisoides* começam a mudar as penas de voo ainda no decorrer da incubação, devido à elevada disponibilidade alimentar existente naquela época do ano (Barbraud & Chastel, 1998). Nestes casos, em que a separação temporal de actividades exigentes nem sempre é possível, surgem muitas vezes *trade-offs* que levam os indivíduos a tomar estratégias diversas, com custos e benefícios, não só em termos energéticos, como em termos

de fitness reprodutivo presente e futuro (Furness, 1988; Langston & Rohwer, 1996; Hemborg, 2001).

Energia disponível para a muda

A qualidade do habitat e a disponibilidade alimentar pode condicionar o timing e a velocidade com que a muda se desenrola em diferentes populações (Hunter, 1984; Espie et al., 1996; Borrás, Cabrera, Cabrera & Senar, 2004). Populações geograficamente próximas de Milheirinha-serrana *Serinus citrinella* apresentam diferentes velocidades de muda das penas, aparentemente relacionadas com a condição corporal dos indivíduos e com a qualidade do habitat (Borrás et al., 2004). Estas diferentes condições ambientais e consequentes pressões selectivas acabam por favorecer a ocorrência de mecanismos que estejam melhor adaptados a essas condições locais (Yuri & Rohwer, 1997; Hemborg, 2001; Borrás et al., 2004; Helm & Gwinner, 2006).

Também os diferentes indivíduos de uma mesma população podem ter diferentes reservas energéticas disponíveis para o exercício da muda (Barbraud & Chastel, 1998). Assim, o estatuto reprodutor da ave também tem, geralmente, influência no *timing* da muda e, eventualmente, na velocidade da mesma (Furness, 1988; Barbraud & Chastel, 1998; Weimerskirch, 1991). Em duas espécies de pardelas-gigantes *Macronectes halli* e *Macronectes giganteus*, os indivíduos que perdem ovos ou crias, começam a mudar as penas mais cedo e mudam mais penas simultaneamente que os reprodutores, alcançando valores de *score* de muda mais elevados (Hunter, 1984). Furness (1988) também verificou que os indivíduos não-reprodutores ou que falhavam a reprodução de albatrozes-de-bico-pintado *Diomedea chlororhynchos* mudavam mais penas que os reprodutores e sugeriu que a disponibilidade de tempo, nutrientes e energia para a muda deverão ser essenciais para o desenvolvimento de diferentes estratégias de muda entre os indivíduos (Furness, 1988).

O próprio dimorfismo sexual (Weimerskirch, 1991) e as diferenças no investimento reprodutor podem levar a estratégias divergentes de muda entre os sexos (Hemborg & Merilä, 1998). O sexo que investe menos na reprodução pode alocar maior energia para a muda das penas, ou mais cedo, o que dá origem a diferenças no timing da muda (Hemborg & Merilä, 1998).

A condição corporal pode também afectar a disponibilidade para a muda da plumagem (Langston & Hillgarth, 1995). No entanto, para além de afectar directamente a muda (Langston & Hillgarth, 1995), ela pode ser um reflexo de outros factores que também afectam a muda, como a qualidade do habitat, estatuto reprodutor, saúde ou idade (Langston & Hillgarth, 1995; Borrás et al., 2004).

Ciclos de afluência às colónias de nidificação

Em várias espécies de aves marinhas, existem ciclos de afluência às colónias de reprodução, que se reflectem numa forte variação no número de aves presentes na colónia em cada dia, flutuando este número entre um mínimo e um máximo (Hamer & Read, 1987; Jouanin, Mougin & Roux, 1989; Mougin, Jouanin & Roux, 2000). Estes ciclos têm uma periodicidade variável, conforme as espécies e os locais estudados, podendo ser aparentemente caóticos ou, pelo contrário, muito regulares (Mougin et al., 2000). Aparentemente, estes ciclos não envolvem apenas indivíduos reprodutores sendo que, os indivíduos imaturos ou pré-reprodutores poderão tomar um papel importante nestas flutuações de números (Jouanin et al., 1989; Wahram, 1990).

Qual a função destes ciclos e como é realizada a sua regulação, são questões às quais ainda não foi possível dar resposta. Em algumas espécies, existe uma proximidade entre a duração média dos ciclos e a duração média dos turnos de incubação (Jouanin et al., 1989). A duração dos turnos de incubação deverá ser influenciada por inúmeros factores, como a distância entre a colónia e as zonas de alimentação, a abundância relativa de alimento e o tempo disponível para a procura do mesmo (Birkhead, 1978). Assim, não só a duração dos turnos de incubação, como estes factores relacionados com a disponibilidade alimentar poderão estar relacionados com a duração dos ciclos de afluência (Birkhead, 1978), mas não serão suficientes para explicá-los no que diz respeito à sua regulação e função.

Muitas espécies de aves marinhas só regressam às colónias à noite e algumas delas, como o calca-mar *Pelagodroma marina* são sensíveis à luz da lua (Mougin et al., 2000). No entanto, a lua não parece influenciar os ciclos de afluência às colónias, muito embora possa suprimir o número de aves presentes (Jouanin et al., 1989; Mougin et al., 2000). As condições atmosféricas, como a intensidade do vento ou a sua direcção, podem ter um efeito nas taxas de afluência à colónia, podendo portanto afectar os próprios ciclos de afluência (Birkhead, 1978; Weindinger, 1996; Ross & Brunton, 2002). No entanto, desconhece-se se este tipo de factores desempenha algum papel na regulação destes ciclos. Mais recentemente, tem sido discutida a possibilidade de que a ocorrência destes ciclos, particularmente no período anterior à postura, permita a sincronização das presenças dos

membros de cada casal, na colónia (Jouanin et al., 1989; Mougin et al., 2000). Mougin et al. (2000) encontrou uma relação entre a duração do período de pré-incubação e a ocorrência destes ciclos; as espécies com um período de pré-incubação superior a 60 dias possuem estes ciclos e as espécies com um período de pré-incubação inferior a 50 dias não o possuem.

Data-loggers

Neste trabalho foram usados *Geolocators* (*Global Locators Service Sensors*), que são um tipo de *data-loggers* desenvolvido pelo *British Antarctic Survey* (BAS), para recolher informações acerca da actividade das cagaras.

Recentemente, os *Geolocators* têm sido usados, para registar a localização ou actividade de várias espécies de aves marinhas (González-Solís, Silk, Croxall & Briggs, 2002; Eicchorn, Afanasyev, Drent & van de Jeugd, 2006) e para monitorizar variáveis ambientais como a temperatura da água, salinidade e correntes marinhas, dando um contributo enorme para os estudos de ecologia alimentar, dispersão e migração (González-Solís et al., 2002; Phillips, Silk, Croxall, Afanasyev & Bennet, 2005; Eicchorn et al., 2006).

O *Geolocator* regista as informações acerca dos níveis de luz e, uma vez recuperado, os registos de luz permitem o cálculo da hora do nascer e do pôr-do-sol. Comparando o meio-dia local com a hora média de Greenwich (GMT) e com o dia Juliano, é possível calcular a longitude. Já a extensão do fotoperíodo permite determinar a latitude. A localização das aves é determinada através do cruzamento destes dados e tem uma precisão de cerca de 180km (Phillips, Croxall, Afanasyev & Briggs, 2004; Phillips et al., 2005; Igual et al., 2005). Uma outra informação possível de retirar dos registos do *data-logger* é a duração dos períodos que a ave passa em contacto com a água salgada ou a seco (a voar ou em terra). Desta forma, é possível saber quando e por quanto tempo, a ave esteve pousada na água e estudar com maior precisão a sua actividade (González-Solís et al., 2002).

Igual et al. (2005) estudaram os efeitos da inclusão de *data-loggers* em anilhas nas patas das cagaras e, não encontraram efeitos negativos dos mesmos sobre a ecologia alimentar, taxas de regresso à colónia e sucesso reprodutor das cagaras. No entanto, verificaram alguns efeitos na sua condição corporal a curto-prazo. Algumas vantagens em relação a outros aparelhos são o pequeno tamanho, tempo de vida largo e se bem colocados (na anilha de uma ave, p.e.) podem permanecer com o indivíduo por tempo indefinido (Phillips et al., 2004).

Referências

- Arroyo, B., Mínguez, E., Palomares, L., & Pinilla, J. (2004). The timing and pattern of moult of flight feathers of European storm petrel *Hydrobates pelagicus* in Atlantic and Mediterranean breeding areas. *Ardeola*, 51(2), 365-373.
- Barbraud, C., & Chastel, O. (1998). Southern fulmars molt their primary feathers while incubating. *The Condor*, 100, 563-566.
- Berthold, P. (2001). *Bird migration* (2^a ed.). New York: Oxford University Press.
- Birkhead, T. R. (1978). Attendance patterns of guillemots *Uria aalge* at breeding colonies on Skomer Island. *Ibis*, 120, 219-229.
- Bridge, E. S. (2006). Influences of morphology and behavior on wing-molt strategies in seabirds. *Marine Ornithology*, 34, 7-19.
- Borras, A., Cabrera, T., Cabrera, J., & Senar, J.C. (2004). Interlocality variation in the speed of moult in the citril finch *Serinus citrinella*. *Ibis*, 146, 14-17.
- Eichhorn, G., Afanasyev, V., Drent, R. H., & van der Jeugd, H. P. (2006). Spring stopover routines in Russian Barnacle Geese *Branta leucopsis* tracked by resightings and geolocation. *Ardea*, 94(3), 667-678.
- Espie, R. H. M., James, P. C., Warkentin, I. G., & Oliphant, L. W. (1996). Ecological correlates of molt in Merlins (*Falco colombarius*). *The Auk*, 113, 363-369.
- Furness, R. W. (1988). Influences of status and recent breeding experience on the moult strategy of the Yellow-nosed Albatross *Diomedea chlororhynchos*. *J. Zool.*, 215, 719-727.
- González-Solis, J., Croxall, J. P., & Briggs, D. R. (2002). Activity patterns of giant petrels *Macronectes* spp. using different foraging strategies. *Marine Biology*, 140, 197-204.
- Hedenstrom, A., & Sunada, S. (1999) On the aerodynamics of moult gaps in birds. *The Journal of Experimental Biology*, 202, 67-76.
- Hamer, K., & Read, H. (1987). Patterns of return to land in a colony of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* on Selvagem Grande. *Seabird*, 10, 3-11.
- Helm, B., & Gwinner, E. (2006). Molt timing as a buffer in the avian annual cycle. *Acta Zoologica Sinica*, 52 (supplement), 703-706.

- Hemborg, C., & Merilä, J. (1998). A sexual conflict in collared flycatchers, *Ficedula albicollis*: early male moult reduces female fitness. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 265, 2003–2007.
- Hemborg, C. (1999). Annual variation in the timing of breeding and moulting in male and female pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Ibis*, 141, 226–232.
- Hemborg, C., Sanz, J. J., & Lundberg, A. (2001). Effects of latitude on the trade-off between reproduction and moult: a long-term study with pied flycatcher. *Oecologia*, 129, 206–212.
- Hunter, S. (1984). Moulting of the Giant Petrels *Macronectes halli* and *M. giganteus* at South Georgia. *Ibis*, 126, 119–132.
- Igual, M., Forero, M. G., Tavecchia, G., González-Solis, J., Martínez-Abraín, J. A., Hobson, K. A., Ruiz, X., & Oro, D. (2005). Short term effects of data-loggers on Cory's shearwater (*Calonectris diomedea*). *Marine Biology*, 146, 619–624.
- Jouanin, C., Roux, F. & Mougin, J.-L. (1989). Cycles d'affluence des Puffins cendrés (*Calonectris diomedea borealis*) à Selvagem Grande. *L'Oiseau et la Revue Française D'Ornithologie*, 59, 154–168.
- Langston, N., & Hillgarth, N. (1995). Moulting varies with parasites in Laysan Albatrosses. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 261, 239–243.
- Langston, N. E., & Rohwer S. (1996). Molt-breeding tradeoffs in albatrosses: life history implications for big birds. *Oikos*, 76, 498–510.
- Mougin, J.-L., Jouanin, C., & Roux, F. (2000). The attendance cycles of the Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* on Selvagem Grande. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 323, 385–390.
- Munro, U., Funnell, J. R., & Thomson, A. S. (2006). Moulting in captive partially migratory and sedentary Australian silvereyes (*Zosterops lateralis*) (Zosteropidae). *J Ornithol.*, 147, 287–297.
- Payne, R. B. (1969). Overlap of breeding and molting schedules in a collection of African birds. *Condor*, 71, 140–145.
- Phillips, R. A., Silk, J. R. D., Croxall, J. P., Afanasyev, V., & Briggs, D. R. (2004). Accuracy of geolocation estimates for flying seabirds. *Marine Ecology Progress Series*, 266, 265–272.
- Phillips, R. A., Silk, J. R. D., Croxall, J. P., Afanasyev, V., & Bennett, V. J. (2005). Summer distribution and migration of nonbreeding albatrosses: individual consistencies and implications for conservation. *Ecology*, 86 (9), 2386–2396.
- Rayner, J. M. V., & Swaddle, J. P. (2000). Aerodynamics in behaviour of moult and take-off in birds. In: P. Domenici, & R. W. Blake (Eds), *Biomechanics in Animal Behaviour* (pp.125–157). Oxford: BIOS Scientific Publishers Ltd.

Ross, E. L., & Brunton, D. H. (2002). Seasonal trends and nightly variation in colony attendance of grey-faced petrels (*Pterodroma macroptera gouldi*). *Notornis*, 49, 153-157.

Rubolini, D., Massi, A., & Spina, F. (2002). Replacement of body feathers is associated with low pre-migratory energy stores in a long-distance migratory bird, the barn swallow (*Hirundo rustica*). *Journal of Zoology*, 258, 441-447.

Swaddle, J. P., & Witter, M. S. (1997). The effects of molt on the flight performance, body mass, and behaviour of European starlings (*Sturnus vulgaris*): an experimental approach. *Canadian Journal of Zoology*, 75, 1135-1146.

Tucker, V. A. (1991). The effect of molting on the gliding performance of a Harris' Hawk (*Parabuteo unicinctus*). *The Auk*, 108, 108-113.

Yuri, T., & Rohwer, S. (1997). Molt and migration in the Northern Rough-winged Swallow. *The Auk*, 114, 249-262.

Weindinger, K. (1996). Effects of weather on the cyclic patterns of colony attendance in the Cape petrel Daption capense. *Polar Biology*, 16 (5), 339-344.

Weimerskirch, H. (1991). Sex-specific differences in molt strategy in relation to breeding in the Wandering Albatross. *Condor*, 93, 731-737.

Warham, J. (1990). *The petrels: their ecology and breeding systems*. London: Academic Press.

Caracterização da espécie e dos locais de estudo

Neste capítulo apresentamos uma breve descrição da taxonomia, distribuição e fenologia reprodutora da cagarra *Calonectris diomedea*, em particular da subespécie em estudo, *Calonectris diomedea borealis*. Também referimos algumas informações, relevantes para o trabalho efectuado, acerca da biologia reprodutora das cagarras e da sua morfologia.

São descritas a muda das penas nas cagarras e o conhecimento que se tem acerca dos ciclos de afluência nesta espécie.

Por último, é apresentada uma descrição dos locais de estudo: ilha Selvagem Grande e a ilha da Berlenga. São referidas algumas diferenças comportamentais entre as populações de cagarras que nidificam na Berlenga e na Selvagem e a sua relação com as diferenças ecológicas existentes entre as ilhas.

A cagarra *Calonectris diomedea borealis*

Taxonomia e distribuição da espécie

A cagarra é a maior ave marinha da família dos procelariformes a nidificar no Atlântico Norte (Cramp & Simmons, 1977; Warham, 1990). Até há pouco tempo, eram consideradas três subespécies, a raça mediterrânea *C. diomedea diomedea*, a raça atlântica *C. diomedea borealis* e a subespécie *C. diomedea edwardsii*, que nidifica no arquipélago de Cabo-Verde (Warham, 1990; Thibault, Bretagnolle & Rabouam, 1997). No entanto, recentemente, a subespécie *C. d. edwardsii* passou a ser considerada uma espécie distinta *Calonectris edwardsii* (Gómez-Días, González-Sólis, Peinado & Page, 2006).

A subespécie nominal reproduz-se exclusivamente no Mar Mediterrâneo, existindo colónias em diversas ilhas, como na ilha de Zembra, Chafarinas e Baleares, p.e. (Thibault et al., 1997). Já a subespécie *C. d. borealis* tem as suas colónias no arquipélago das Selvagens, Açores, Canárias e Madeira, havendo também uma pequena colónia no arquipélago das Berlengas, junto à costa continental portuguesa (Thibault et al., 1997).

Fenologia reprodutora e dimorfismo sexual

A cagarra é uma espécie migradora e inverte no Atlântico sul, nas águas pelágicas paralelas à costa da América do sul (Cramp & Simmons, 1977, Monteiro & Furness, 1996), sendo que uma parte das populações (*C.d. diomedea*) também inverna ao longo da costa sul africana (Thibault et al., 1997). Os indivíduos começam a regressar às colónias reprodutoras no final de Fevereiro/princípio de Março, altura em que se começam a estabelecer os pares reprodutores (Mougin, Zino, Biscoito, Despin, & Roux, 1986). É durante a fase de pré-incubação que decorrem a maior parte das interações agressivas entre as cagaras (Thibault et al., 1997), a maior parte das quais deverão ter como causa a prospecção e/ou ocupação de ninhos. A fidelidade ao ninho e ao parceiro é elevada (Thibault, 1994). As fêmeas das cagaras incorrem num êxodo de pré-incubação, estando ausentes da colónia durante um período de cerca de 20 dias (Granadeiro, Burns & Furness, 1998a; Jouanin, Roux, Mougin & Stahl, 2001). Já os machos, nesse período, continuam a visitar a colónia, embora a sua taxa de visita seja mais baixa (Jouanin et al., 2001).

No final de Maio/início de Junho é feita a postura e a partir daí decorre a incubação durante cerca de 54 dias (Granadeiro, 1991; Ramos, Moniz, Sola & Monteiro 2003), sendo que os parceiros alternam os períodos de incubação, tendo estes a duração média de 8 dias (Jouanin, Roux & Mougin 1989). Após a eclosão a cria é alimentada até ao final de outubro (Mougin, Jouanin & Roux, 2000; Ramos et al., 2003). A data de *fledging* é ligeiramente mais tardia na Selvagem Grande, que nas outras colónias (Ramos et al. 2003). Ainda assim, a fenologia reprodutora da subespécie *C. d. borealis* é muito semelhante nas diferentes colónias (Thibault et al., 1997; Monteiro & Furness, 1996; Ramos et al., 2003).

Existe dimorfismo sexual nas cagaras, sendo os machos maiores que as fêmeas, muito embora este não seja muito elevado, ocorrendo alguma sobreposição no que diz respeito às medidas corporais destas aves. É possível, recorrendo a uma função discriminante em que são usadas medidas do bico, separar machos de fêmeas com bastante segurança. No caso da Berlenga, essa função é $DS = 0,201 \times \text{cúlmen} + 0,728 \times \text{altura} + 0,858 \times \text{gonys} + 39,347$, enquanto que para a Selvagem é $DS = 0,087 \times \text{cúlmen} + 1,206 \times \text{altura} + 0,598 \times \text{gonys} + 40,063$ (Granadeiro, 1993).

Também a voz das cagaras é claramente distinta entre os sexos (Thibault et al., 1997).

Muda da plumagem nas cagararras

As cagararras adultas incorrem numa muda completa das penas anualmente, existindo alguma sobreposição entre esta e a época reprodutora (Monteiro & Furness, 1996). A muda das penas do ventre e do dorso tem o seu início em Julho, durante a incubação. A muda das primárias é simples e descendente e tem uma duração média de 207 dias, tendo o seu início em Setembro e o seu término em Março. Já a muda das rectrizes começa nas zonas de invernada e prolonga-se até meados de Março. Sofre então uma interrupção no início da reprodução, para ser retomada e terminada entre Agosto e Setembro. Existe, deste modo, uma sobreposição parcial da muda das penas de voo e das rectrizes com a época de reprodução das cagararras (Monteiro & Furness, 1996).

Ciclos de afluência às colónias em cagararras

Os ciclos de afluência apenas ocorrem na colónia de cagararras que nidifica nas ilhas Selvagens, e estendem-se desde o período de pré-incubação, onde parecem mais expressivos, até ao período de criação (Mougin et al., 2000). O número de aves a chegar à ilha varia regularmente, entre um máximo e um mínimo, de acordo com uma curva sinusoidal e o período de tempo intermédio entre um pico de máximo e um pico de mínimo de indivíduos na ilha é de cerca de 5 dias (Jouanin et al., 1989; Mougin et al., 2000; Mougin, Jouanin & Roux, 2002), embora haja alguma variabilidade neste valor, podendo estender-se desde os 2 aos 9 dias (Mougin et al., 2000).

Jouanin et al. (1989) salienta a proximidade das durações destes ciclos de afluência e dos turnos de incubação das cagararras. No entanto, a estrutura dos ciclos não varia, independentemente do estatuto reprodutor das aves e da altura do ano (pelo menos entre Maio e Setembro) (Jouanin et al., 1989; Mougin et al., 2002). Também a fase da lua não tem influência, nem na afluência aos ninhos (Granadeiro et al, 1998a), nem nos ciclos de afluência das cagararras (Jouanin et al., 1989).

Tanto a forma como estes ciclos se produzem, como a sua regulação e função são aspectos mal conhecidos da biologia das cagararras .

A ilha da Berlenga

O arquipélago das Berlengas situa-se a cerca de 5,7 milhas do cabo Carvoeiro, na costa continental portuguesa, sendo constituído por uma ilha: a Berlenga (39 24' N, 9 30' W) de natureza granítica e com cerca de 78,8 ha; e vários grupos de ilhéus: Farilhões e Estelas. Este arquipélago possui estatuto de reserva natural (Granadeiro, 1991; Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade, 2007).

A flora da Berlenga alberga mais de uma centena de espécies, todas elas de porte herbáceo ou arbustivo. Existem alguns endemismos botânicos como a *Armeria berlangensis*, *Herniaria berlangiana* e a *Pulicaria microcephala*. Para além destes, outros endemismos portugueses ou ibéricos ocorrem na ilha, como a *Echium rosulatum*, *Scrophularia sublyrata* e a *Angelica pachycarpa*. Existem também espécies invasoras, uma das quais, o chorão *Carpobrotus edulis*, se encontra bem representada na ilha tem constituído uma ameaça para as espécies nativas. Outras espécies vegetais como a *Pteridium aquilinum* e a *Thapsia villosa* também ocorrem de forma relevante na ilha (ICNB, 2007).

Em termos de fauna, existem duas espécies de répteis na ilha, a lagartixa-das-berlengas *Podarcis carbonelli berlangensis* e o sardão *Lacerta lepida*, a segunda das quais possui um efectivo populacional muito reduzido. De entre as aves que nidificam na ilha da Berlenga destacam-se, pelos números, a gaivota-de-patas-amarelas *Larus michahellis*, o corvo-marinho *Phalacrocorax aristotelis* e a cagarra *C. d. borealis*. No entanto, também o airo *Uria aalge*, cuja população se encontra em declínio, se reproduz nesta ilha; assim como a gaivota-de-asa-escura *Larus fuscus*, o rabirruivo-preto *Phoenicurus ochrurus*, o falcão-peregrino *Falco peregrinus* e o peneireiro-vulgar *Falco tinnunculus*. De destacar também a nidificação de roques-de-castro *Oceanodroma castro* nos ilhéus Farilhões. Em termos de mamíferos, tanto o coelho *Oryctolagus cuniculus* e o rato-preto *Rattus rattus*, ambas espécies introduzidas, são comuns na ilha e juntamente com a população excessiva de gaivotas-de-patas-amarelas constituem uma das maiores ameaças sobre a flora e fauna nativa (ICNB, 2007).

A ocupação humana periódica tem-se verificado na ilha desde pelo menos a época romana. Inclusive, entre 1513 e 1545, uma congregação de monges estabeleceu-se na ilha. Já

a presença de pescadores ocorre desde o séc. XV e em 1941, foi construída uma aldeia para dar abrigo aos mesmos. Outras infra-estruturas relevantes são o forte de São João Baptista, edificado em 1658 e o Farol, que foi construído entre 1839 e 1841. Actualmente, a presença humana na ilha é constante, particularmente, no Verão onde se verifica uma levada afluência por parte de veraneantes e pescadores lúdicos (ICNB, 2007).

As cagaras, que nidificam tanto na ilha da Berlenga como nos ilhéus Farilhões, atingem neste arquipélago um efectivo reprodutor de cerca de 800 casais (Lecoq, comunicação pessoal, s.d.; ICNB, 2007)

A ilha da Selvagem Grande

O arquipélago das Selvagens, de origem vulcânica, situa-se a cerca de 300 km da ilha da Madeira e a 160 km do arquipélago das Canárias (Hamer & Read, 1987; Granadeiro, Dias, Santos, Rebelo & Catry, 2006). É constituído por duas ilhas, a Selvagem Grande e a Selvagem pequena e, por vários ilhéus, entre os quais, o Ilhéu de fora. Este arquipélago possui um estatuto de conservação de Reserva Natural desde 1971 (Zino, 1985; Campos, 1998).

A Selvagem Grande (30°09'N, 15°52'W) é a maior ilha do arquipélago, tendo uma área de cerca de 265 ha e é constituída por um planalto com cerca de 100 metros de altura, estando este rodeado por escarpas e encostas íngremes (Granadeiro, et al. 2006).

O coberto vegetal desta ilha, essencialmente herbáceo e arbustivo, está bem representado por espécies como a *Suaeda vera*, o *Mesembryanthemum crystallinum* e o *Mesembryanthemum nodiflorum* (Monod, 1990 citado por: Campos, 1998). A *Nicotiana glauca*, uma espécie introduzida e que se encontrava muito bem distribuída na ilha, tem sido recentemente, alvo de erradicação (Oliveira, et al. 2003).

Reproduzem-se na Selvagem Grande 5 espécies de aves marinhas: a cagarra *C. d. borealis*, a alma-negra *Bulweria bulwerii*, o pintainho *Puffinus assimilis*, o calca-mar *Pelagodroma marina* e o roque-de-castro *Oceanodroma castro* e ainda, uma subespécie de ave terrestre, endémica do arquipélago das Canárias e Selvagens, o corre-caminhos *Anthus berthelotti berthelotti* (Campos, 1998). Existem ainda duas espécies de repteis, a lagartixa-da-Madeira *Teira dugesii* e a osga *Tarentola boettgeri bischoffi* sendo esta última uma subespécie endémica. Não existem mamíferos na ilha, muito embora a erradicação do coelho *Oryctolagus cuniculus* e do rato *Mus musculus* só tenha ocorrido recentemente (Oliveira et al., 2003).

Antes de 1841 já eram organizadas expedições de caça às ilhas Selvagens, nas quais milhares de crias de cagaras eram mortas, salgadas e levadas para a Madeira. Estima-se que anualmente, se recolheriam entre 20.000 a 30.000 crias (Jouanin & Roux, 1966; Zino, 1985). Com a chegada do barco a motor e o aumento da caça ilegal, a pressão sobre a população das Selvagens foi aumentando e mesmo tendo o arquipélago adquirido o estatuto de Reserva

Natural em 1971, a recolha massiva de aves continuou. Este fenómeno culminou, em 1976, com a morte de milhares de adultos e crias, tendo nesse ano sido contadas, em toda a ilha, apenas 64 crias. Desde aí a vigilância na ilha Selvagem Grande é ininterrupta (Zino, 1985).

Actualmente a ilha da Selvagem Grande alberga a maior colónia de cagarras do mundo, estando a população estimada em cerca de 29.500 pares reprodutores. A colónia das cagarras nas Selvagens tem vindo a crescer nos últimos 30 anos, após o decréscimo causado pelos últimos massacres (Granadeiro et al., 2006). Antes destes e, mesmo quando as expedições anuais de caça às crias de cagarras eram regulares, estima-se que a população estivesse entre os 140.000 a 150.000 pares reprodutores (Mougin & Mougin, 2000; Granadeiro et al., 2006).

Nesta ilha, e ao contrário do que acontece nas outros locais de nidificação, as cagarras visitam as colónias de dia, pelo menos numa parte do seu ciclo reprodutor (Mougin et al., 2002). Nas colónias mediterrâneas e, na maior parte das colónias atlânticas, as cagarras, durante a época reprodutora, apenas regressam às colónias após o pôr-do-sol. A população da Selvagem Grande, comporta-se de forma atípica, começando a regressar à colónia umas horas antes do pôr-do-sol, durante grande parte do ciclo reprodutor (Hamer & Read, 1987, Mougin et al., 2002). Mougin et al. (2002) estudaram este comportamento, e verificaram que a hora do primeiro regresso está relacionada com o número de aves presente na colónia das Selvagens, regressando as primeiras aves mais cedo quando o número de aves presente na colónia é maior. A explicação dada pelos autores para este comportamento diurno das cagarras, é a de que a enorme densidade de aves na colónia das Selvagens teria “obrigado” as aves a procurarem regressar ainda de dia à colónia, particularmente nos dias de grande afluência, de forma a evitarem possíveis colisões (Mougin et al., 2002).

Diferenças na disponibilidade alimentar das colónias

Granadeiro, Nunes, Silva & Furness (1998b) descreveram a ocorrência de uma estratégia dual na procura de alimento por parte das cagaras que nidificam nas Selvagens. Estas aves, durante a fase da criação, executam viagens de curta e longa duração. As viagens de longa duração, numa altura em que as aves se encontram a alimentar as crias, só se justificam com a necessidade das próprias aves recuperarem a sua condição corporal, pelo que a zona envolvente ao arquipélago das selvagens não deverá ser muito produtiva. As crias saiem mais prejudicadas com estas ausências longas, uma vez que as viagens curtas dos pais lhes permitem serem alimentadas com maior regularidade. Assim a existência desta estratégia dual parece ser uma forte indicação de uma menor disponibilidade alimentar nas zonas periféricas ao arquipélago das Selvagens (Granadeiro et al., 1998b). Por outro lado, as cagaras que estão a incubar nas Selvagens podem ir até à costa Este de África (Marrocos e Mauritània) à procura de alimento, ausentando-se da área de nidificação por mais de três dias (Granadeiro et al., 1998b). Mougin e Jouanin (1997) sugerem que estas áreas produtivas podem representar áreas de alimentação para aves a alimentar crias (citado por: Granadeiro et al., 1998b).

Estas sugestões, juntamente com as diferenças nas taxas de visita às colónias, que na Berlenga são muito maiores que na Selvagem (Granadeiro et al., 1998a) apontam para a existência de diferenças grandes no que diz respeito à disponibilidade alimentar que envolve cada uma das colónias. Também a variabilidade da frequência com que as crias são alimentadas é muito maior na Selvagem Grande que na Berlenga, o que poderá estar relacionado com a menor quantidade ou previsibilidade de presas nas águas que envolvem o arquipélago das Selvagens (Ramos et al., 2003).

Por outro lado, os turnos de incubação são muito menores na Berlenga (5,4 dias) (Granadeiro et al., 1998a) que na Selvagem (8,4 dias) (Granadeiro et al., 1998a) e a presença do outro elemento do par é comum, sem que ocorram mudanças no turno de incubação, o que indicia que as aves não terão de se afastar muito da colónia para se alimentar (Granadeiro, et al., 1998a).

Objectivos da tese

Neste estudo abordamos dois temas distintos; as estratégias de muda da plumagem e os ciclos de afluência à colónia em cagaras.

No primeiro trabalho, analisamos o estado de muda das primárias das cagaras em duas colónias de nidificação distintas; nas Selvagens e nas Berlengas e, em aves de diferentes sexos e estatuto reprodutor. O intuito é perceber como estes factores se relacionam e intervêm na estratégia de muda usada pelas cagaras.

No segundo tema, analisamos os ciclos de afluência das cagaras à colónia das Selvagens, durante a fase de pré-incubação, ao longo do mês de Abril e Maio, descrevendo os padrões revelados por diferentes subcolónias, sexos e por diferentes anos de estudo. Também descrevemos o padrão de afluência diurna aos ninhos e o modo como este se relaciona com os ciclos de afluência. O objectivo é descrever alguns padrões e obter possíveis indicações acerca do modo como funciona a regulação destes ciclos

Referências

- Campos, A. C. R. (1998). Biologia da reprodução do calca-mar *Pelagodroma marina* na Selvagem Grande. Relatório de estágio de licenciatura em Biologia Aplicada aos Recursos Faunísticos Terrestres, FCUL, Lisboa.
- Cramp, S., & Simmons, K. E. L. (Eds) (1977). *The birds of the western Palearctic*, (Vol. I). Oxford: Oxford University Press.
- Gómez-Díaz, E., González-Solis, J., Peinado, M. A., & Page, R. M. (2006). Phylogeography of the *Calonectris* shearwaters using molecular and morphometric data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41, 322-332.
- Granadeiro, J. P. (1991). The breeding biology of Cory's Shearwater on Berlenga Island, Portugal. *Seabird*, 13, 30-39.
- Granadeiro, J. P. (1993). Variation in measurements of Cory's Shearwater between populations and sexing by discriminant analysis. *Ringing & Migration*, 14, 103-112.
- Granadeiro, J. P., Bums, M.D., & Furness, R. W. (1998a). Patterns of activity and burrow attendance in Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* as revealed by a novel logging technique. *Ibis*, 140, 458-466.
- Granadeiro, J. P., Nunes, M., Silva, M. C., & Furness, R. W. (1998b). Flexible foraging strategy of Cory's shearwater *Calonectris diomedea* during the chick rearing period. *Animal Behavior*, 56, 1169-1176.
- Granadeiro, J. P., Dias, M. P., Rebelo, R., Santos, C. D., & Catry, P. (2006). Numbers and Population Trends of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* at Selvagem Grande, Northeast Atlantic. *Waterbirds*, 29 (1), 56-60.
- Hamer, K. & Read, H. (1987). Patterns of return to land in a colony of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* on Selvagem Grande. *Seabird*, 10, 3-11.
- Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB) (2007). *Relatório do Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Berlengas* (Versão para discussão pública). Author.
- Jouanin, C., & Roux, F. (1966). Scientific expedition to the Salvage islands, July 1963 - La colonie de puffins cendrés *Calonectris diomedea borealis* (Cory) de Selvagem Grande. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 20, 14-28.
- Jouanin, C., Roux, F., & Mougín, J.-L. (1989). Cycles d'affluence des Puffins cendrés (*Calonectris diomedea borealis*) à Selvagem Grande. *L'Oiseau et la Revue Française D'Ornithologie*, 59, 154-168.
- Jouanin, C., Roux, F., Mougín, J.-L., & Stahl, J.-C. (2001). Pre-laying exodus of Cory's Shearwaters (*Calonectris diomedea borealis*) on Selvagem Grande. *J. Ornithol.*, 142, 212-217.

Monteiro, L. R., & Furness, R. W. (1996). Molt of Cory's Shearwater during the breeding season. *The Condor*, 98, 216-221.

Monod, T. (1990). Conspectus Florae Salvagicae. *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 1, 7-79.

Mougin, J.-L., Zino, F., Biscoito, M., Despin, B., & Roux F. (1986). Quelques observations concernant la parade chez le Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis* de l'île Selvagem Grande (30°09'N, 15°52'W). *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 38, 5-15.

Mougin, J.-L., & Jouanin, C. (1997). Prospection alimentaire du Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis* de Selvagem Grande (30°09'N, 15°52'W) pendant l'incubation, par telemetrie satellitaire. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 320, 825-831.

Mougin, J.-L., Jouanin, C. & Roux, F. (2000). The attendance cycles of the Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* on Selvagem Grande. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*, 323, 385-390.

Mougin, J.-L., & Mougin, M.-C. (2000). L'évolution des effectifs des Puffin cendrés *Calonectris diomedea borealis* de l'île Selvagem Grande (30°09'N, 15°52'W) de 1995 à 1998. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 52, 45-50.

Mougin, J.-L., Jouanin, C., & Roux, F. (2002). The time of first returns to land by Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* on Selvagem Grande during the breeding period. *Atlantic seabirds*, 4 (2), 63-72.

Oliveira, P., Menezes, D., Gerales, P., Trout, R., & Buckle, A. (2003, October). *Restoration of the terrestrial habitat of Selvagem Grande*. Paper presented at the 2nd Symposium of Island Ecosystems, Funchal.

Ramos, J. A., Moniz, Z., Sola, E., & Monteiro, L. R (2003). Reproductive measures and chick provisioning of Cory's shearwater *Calonectris diomedea borealis* in the Azores. *Bird Study*, 50, 47-54.

Thibault, J.-C. (1994). Nest site tenacity and male fidelity in relation to breeding success in Cory's shearwater *Calonectris diomedea*. *Bird Study*, 41, 25-28.

Thibault, J.-C., Bretagnolle, V., & Rabouam, C. (1997). *Calonectris diomedea* Cory's Shearwater. *BWP Update*, 1(2), 75-98.

Warham, J. (1990). *The petrels: their ecology and breeding systems*. London: Academic Press.

Zino, P. A. (1985). A short history of the shearwater hunt on the Great Salvage and recent developments on this island. *Bocagiana*, 84, 1-14.

Estratégias de muda da plumagem de Cagaras *Calonectris diomedea borealis*: influência da colónia de origem e do estatuto reprodutor

Resumo

A muda das penas é um processo vital mas dispendioso em termos energéticos para as aves. A ocorrência de outros eventos desgastantes no ciclo anual das aves, como a reprodução e a migração, pressupõe uma calendarização que optimize os custos e benefícios dos vários processos. A cagarra, uma ave marinha que possui uma época reprodutora que ocupa parte considerável do ciclo anual, apresenta uma sobreposição parcial da sua muda das primárias com a época reprodutora, fenómeno pouco usual entre as aves pelágicas.

Nas Selvagens, o timing do início da muda das primárias (8,6% das aves estava em muda activa em Setembro) está atrasado em relação à Berlenga, onde 43,7% das aves já se encontrava a mudar as primárias. Estas diferenças dever-se-ão a uma menor disponibilidade alimentar na área envolvente às Selvagens em relação às Berlengas. Este facto é corroborado pelas baixas afluências de indivíduos reprodutores falhados à colónia da Selvagem, ao contrário do que acontece na Berlenga. Tanto nas Selvagens como nas Berlengas, a proporção de aves que iniciaram a muda das primárias em Setembro é maior em aves que falharam a reprodução (75% nas Selvagens e 90% nas Berlengas), do que em aves que se encontram a alimentar crias (7,7% nas Selvagens e 25,9% nas Berlengas). As aves que falham a reprodução deverão ficar com uma maior disponibilidade temporal e energética para o exercício de outras actividades.

A disponibilidade alimentar e o sucesso reprodutor são dois factores que influenciam o timing de muda nas cagaras, o que mostra a existência de *trade-offs* entre a actividade reprodutora e a muda da plumagem, com consequências em termos da ocorrência de diferentes estratégias de muda.

Palavras chave: Muda, *Calonectris diomedea*, estatuto reprodutor, disponibilidade alimentar

Introdução

A muda é um processo exigente para as aves, não só directamente, pelo desgaste energético que acarreta (Rayner & Swaddle, 2000), como de forma indirecta, pois pode afectar a eficiência do voo (Tucker, 1991; Swaddle & Witter, 1997; Hedenström & Sunada, 1999). É, portanto, essencial que este processo esteja bem

calendarizado com outros processos anuais, igualmente desgastantes, como a reprodução e a migração (Yuri & Rohwer, 1997; Berthold, 2001; Rubolini, Massi & Spina, 2002; Munro, Funnell & Thomson, 2006). Assim sendo, a estratégia de muda mais usada pelas aves é a de não sobrepor a muda com outras actividades energeticamente exigentes (Payne, 1969; Rayner & Swaddle, 2000; Rubolini et al.,

2002) e muitas vezes as diferenças na fenologia reprodutora de duas populações encontram-se associadas a diferenças no *timing* de muda das mesmas (Hemborg, 1999; Arroyo, Mínguez, Palomares & Pinilla, 2004). Por outro lado, a qualidade do habitat pode condicionar o *timing* e a velocidade com que a muda se desenrola em diferentes populações (Hunter, 1984; Espie, Warkentin & Oliphant, 1996; Borrás, Cabrera, Cabrera & Senar, 2004). Assim, as pressões selectivas inerentes à muda das penas podem afectar o *timing* da muda e a sua flexibilidade, favorecendo mecanismos que estejam melhor adaptados às condições ambientais locais (Yuri & Rohwer, 1997; Hemborg, 2001; Borrás et al., 2004; Helm & Gwinner 2006).

Existem, no entanto, aves que estão limitadas pelo seu tamanho, possuindo uma muda de penas mais lenta e desgastante, ou por épocas de reprodução demasiado longas (Hunter, 1984; Langston & Rohwer, 1996; Bridge, 2006) ou ainda, que estão limitadas temporalmente, quer pela disponibilidade de recursos (Payne, 1969; Hunter, 1984; Barbraud & Chastel, 1998;), quer pela disposição temporal das suas principais actividades, como a migração (Hemborg, 2001). Nestes casos, em que a separação temporal de actividades exigentes nem sempre é possível, surgem muitas vezes *trade-offs* que levam os indivíduos a tomar

estratégias diversas, com custos e benefícios, não só em termos energéticos, como em termos de fitness reprodutivo presente e futuro (Langston & Rohwer, 1996; Hemborg, 2001).

Mesmo os diferentes indivíduos de uma mesma população podem ter diferentes reservas energéticas disponíveis para o exercício da muda (Barbraud & Chastel, 1998). Assim, o estatuto reprodutor da ave também tem, geralmente, influência no *timing* da muda e, eventualmente, na velocidade da mesma (Furness, 1988; Barbraud & Chastel, 1998; Weimerskirch, 1991).

O próprio dimorfismo sexual (Weimerskirch, 1991) ou diferenças no investimento reprodutor podem levar a estratégias divergentes entre os sexos (Hemborg & Merilä, 1998). Por último, a condição corporal dos indivíduos de uma população, que pode estar directamente relacionada com outros factores (estatuto reprodutor, idade, saúde, qualidade, p.e.) pode afectar a muda dos mesmos (Langston & Hillgarth, 1995).

As cagarras *Calonectris diomedea* são o maior procelariforme que se reproduz no Atlântico Norte. Existem duas subespécies, a *C. d. diomedea*, que se reproduz no mediterrâneo e, a *C. d. borealis* que se reproduz no arquipélago das Canárias, Madeira, Açores e, nas ilhas Selvagens e Berlengas. A fenologia

reprodutiva da subespécie *C. d. borealis* é relativamente semelhante entre as colónias da Selvagem, Açores e Berlenga (Granadeiro, 1991; Monteiro & Furness, 1996; Thibault, Bretagnolle & Rabouam, 1997).

A cagarras regressam aos locais de nidificação no final de Fevereiro. A postura ocorre no início de Junho e a eclosão dá-se no início da segunda quinzena de Julho. As crias vão para o mar no final de Outubro/princípio de Novembro (Granadeiro, 1991; Thibault et al., 1997).

Monteiro & Furness (1996) estudaram a muda desta subespécie nos Açores e descobriram que existe uma sobreposição parcial da muda das primárias com a época reprodutora, ao contrário do que ocorre com a maioria dos procelariformes migradores de longa distância (Monteiro & Furness, 1996; Arroyo et al., 2004). Os autores sugerem que a sua estratégia deverá ser idêntica entre as diferentes colónias, pela sua idêntica fenologia reprodutiva e que se deverá a ritmos intrínsecos adquiridos por constrangimentos evolutivos (Monteiro & Furness, 1996).

Neste estudo analisamos o estado de muda das primárias das cagarras em duas colónias de nidificação distintas; nas Selvagens e nas Berlengas e, em aves de sexo e estatuto reprodutor conhecidos.

O arquipélago das Berlengas, de origem granítica, encontra-se junto à costa portuguesa, na plataforma continental (Granadeiro, 1993). Já o arquipélago das Selvagens é de origem vulcânica e encontra-se em águas profundas a cerca de 250 km da costa africana (Hamer & Read, 1987). A disponibilidade de nutrientes e as condições ecológicas é bastante diferente entre estes locais, sendo que o comportamento alimentar das cagarras, que alternam viagens de curta e longa duração no intuito de conciliarem a sua condição corporal com a das crias, indicia que as águas próximas às ilhas Selvagens devam ser relativamente pobres (Granadeiro, Nunes, Silva & Furness, 1998). No que se refere às Berlengas, as elevadas taxas de visita aos ninhos e a presença de ambos os membros do par ao longo da incubação, sem que ocorra a mudança de turno, são fortes indicações de que o alimento nas áreas circundantes não deverá ser escasso (Granadeiro et al., 1998).

Existem poucos estudos que revelem a influência de diferentes condicionantes ecológicas sobre o timing e velocidade da muda (Borras et al., 2004). Uma das explicações possíveis é o facto de, regra geral, existirem diferenças na fenologia reprodutora (Arroyo et al., 2004), migradora (Hemborg, 2001) que acabam por justificar possíveis diferenças nas estratégias de muda. Quando Monteiro

& Furness (1996) analisaram e descreveram a muda das cagarras nos Açores, não possuíam informação acerca do estatuto reprodutor das aves. Também este factor é determinante, no que se refere a tentar compreender como funciona a flexibilidade das estratégias de muda (Furness, 1988; Barbraud & Chastel, 1998).

Métodos

Este estudo teve lugar na ilha da Berlenga (39° 24' N, 9° 30' W), onde existem, contando com os ilhéus Farilhões, cerca de 800 pares reprodutores de Cagarras *Calonectris diomedea borealis* (Lecoq, Com. Pess., s.d.) e na ilha Selvagem Grande (30°09' N, 15°52' W), onde o efectivo reprodutor atinge cerca de 29.500 casais (Granadeiro, Dias, Rebelo & Catry, 2006).

Em 2006, durante o período de incubação, foram escolhidos 67 ninhos na Berlenga e 216 na Selvagem Grande. Estes ninhos foram monitorizados diariamente e as aves adultas encontradas nestes ninhos foram capturadas à mão, anilhadas e o seu sexo foi determinado através de uma função discriminante baseada em medidas do bico: $FD = 0,201 \times \text{cúlmen} + 0,728 \times \text{base do bico} + 0,858 \times \text{gónis} - 39,347$, para as aves das Berlengas e $FD = 0,087 \times$

$\text{cúlmen} + 1,206 \times \text{base do bico} + 0,598 \times \text{gónis} + 40,063$, para as das Selvagens (Granadeiro, 1993). Os indivíduos com mais de 0,1 foram considerados machos e os indivíduos com menos de - 0,1, fêmeas. Em relação aos valores intermédios, foram considerados de sexo indeterminado, com excepção de indivíduos cujo sexo foi determinado através da audição das suas vocalizações. A todos os indivíduos foi medido o comprimento da asa (mm).

Entre o dia 24 de Maio e o dia 5 de Junho, fizeram-se visitas diárias aos ninhos estudados no intuito de determinar as datas de eclosão e posteriormente seguiu-se a sobrevivência das crias destes ninhos efectuando visitas regulares aos mesmos, até ao final da época reprodutora.

As observações do estado de muda das aves da Berlenga foram feitas em duas colónias, Furado Seco e Melreu, entre 10 e 25 de Setembro, entre 2 e 8 de Outubro de 2006 e, entre 27 de Março e 28 de Março de 2007. Paralelamente, as aves das Selvagens foram analisadas entre 10 e 20 de Setembro de 2006, e, entre 28 e 30 de Março de 2007.

Um total de 180 e 128 cagarras foram capturadas e analisadas em relação ao estado de muda nas Berlengas e nas Selvagens, respectivamente, durante os períodos de 2006. Já na época reprodutora

de 2007, foram analisadas 39 aves nas Berlengas e 154 nas Selvagens. A captura das aves foi feita à mão, tendo tido início uma hora após o pôr-do-sol e prolongando-se por um período variável, dependendo da abundância de aves nas colónias e das condições meteorológicas. As aves capturadas sem anilha, foram anilhadas, medidas e pesadas.

Em todas as aves capturadas em Setembro e Outubro, inspeccionaram-se as penas primárias, secundárias e rectrizes. Os estados de muda de cada pena foram pontuados de acordo com uma escala de 0 a 5, onde: 0 = pena velha; 1 = sem pena ou a emergir a bainha; 2 = nova pena a emergir da bainha, atingindo até 1/3 do tamanho final; 3 = nova pena, atingindo entre um 1/3 e 2/3 do tamanho final; 4 = nova pena, atingindo entre 2/3 e a totalidade do tamanho final, com vestígios de bainha cerosa ou com sangue no cálamus; 5 = nova pena, totalmente crescida, mas, sem vestígios de bainha cerosa ou sangue no cálamus (Monteiro & Furness, 1996). O score total das primárias de um indivíduo corresponde à soma dos scores de todas as primárias. Em relação às rectrizes, como é difícil distinguir scores de 0 e 5, optou-se por apenas avaliar se a muda estava a decorrer ou não, sem um cálculo de score global.

Como nas duas asas o score é geralmente simétrico (Monteiro & Furness,

1996), apenas uma das asas foi examinada. No entanto, em casos de dúvida (p.e. asas com penas arrancadas ou cortadas), examinou-se as duas asas.

Os indivíduos já capturados e medidos, só foram recapturados, no mínimo, uma semana depois. Para realizar os testes as aves analisadas foram agrupadas em reprodutores (indivíduos com crias); reprodutores falhados (indivíduos que falharam a reprodução, a maior parte durante a incubação); não reprodutores (indivíduos sem ninho ou indivíduos jovens) e desconhecidos.

O SPSS 15 foi usado para analisar os dados. Foram usadas análises não paramétricas para testar as diferenças nos *scores* de muda entre Setembro e Outubro, entre indivíduos reprodutores activos e reprodutores falhados e entre os sexos. Também testámos a existência de diferenças entre o score de muda das Berlengas e das Selvagens. Os testes de significância foram *two-tailed*.

No intuito de compreender as consequências de possíveis interacções entre os vários factores estudados, em relação ao score ou ocorrência de muda, optámos por recorrer à análise multivariada para complementar os resultados anteriores. Usámos GLM para testar o efeito do local, data, sexo e estatuto reprodutor nos valores de score de muda das primárias.

Resultados

Embora os pressupostos de normalidade não se tenham verificado na distribuição dos *scores* de muda, ainda assim julgou-se razoável a utilização de GLM para a análise multivariada acima referida, visto que as amostras são grandes e não existem “outliers” evidentes. Ainda assim, por uma questão de prudência, repetiram-se estas análises recorrendo a regressões logísticas em que a variável dependente foi dada pela dicotomia “ave em muda *versus* ave sem muda das primárias”. Os resultados desta análise mais simplificada foram, de um ponto de vista qualitativo, em tudo semelhantes aos GLM. O efeito das variáveis referidas acima foram também testados em relação à ocorrência de muda das retrizes, através de uma regressão logística.

Foi também realizada uma análise log-linear para testar as diferenças entre as proporções de indivíduos capturados e recapturados, entre ilhas e aves de diferente estatuto reprodutor. Nesta análise só foram incluídas as aves de um dos locais estudados na Selvagem, isto porque os esforços de captura foram muito diferentes nas Berlengas e nas Selvagens. As médias são apresentadas juntamente com os respectivos desvios padrões.

Muda das primárias na Selvagem e na Berlenga

No mês de Setembro, nas Berlengas, 47,3% das aves observadas (N = 167) estavam a mudar as penas primárias (fig. 1), sendo que foram encontradas aves a mudar até 5 primárias simultaneamente.

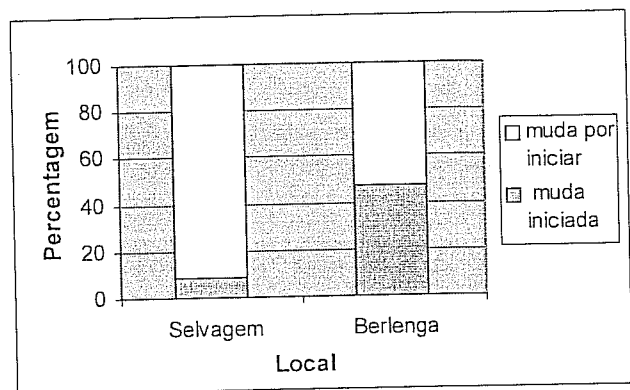


Fig. 1 – Percentagem de cagarras a mudar as penas primárias, durante o mês de Setembro, nas ilhas da Selvagem Grande (N = 128) e da Berlenga (N = 167).

Os indivíduos que estavam no estado mais avançado de muda, encontravam-se a mudar a 6^a primária (capturados a 22 e 25 de Setembro). Já nas Selvagens, apenas 8,6% das aves (N = 128) se encontravam a mudar as primárias (fig. 1). Apenas um indivíduo estava já a mudar a 3^a primária (capturado a 17 de Setembro) e era o mesmo que tinha o maior número de penas a mudar simultaneamente, 3. Existem diferenças entre o *score* de muda médio das primárias das cagarras nas Berlengas ($3,40 \pm 5,47$) e nas Selvagens ($0,16 \pm 0,56$) no mês de

Setembro (Mann-Whitney: $U = 6237$; $N_1 = 167$; $N_2 = 128$; $p < 0,001$).

O *score* médio de muda das primárias foi diferente nos meses de Setembro e Outubro ($9,58 \pm 8,84$, $N = 60$) na ilha da Berlenga (Teste de Wilcoxon: $Z = -5,434$; $p < 0,001$). No mês de Outubro, o indivíduo com a muda mais avançada, estava a mudar a 7ª primária (capturado a 6 de Outubro) e a ave que estava a mudar mais primárias simultaneamente, possuía cinco penas primárias em crescimento.

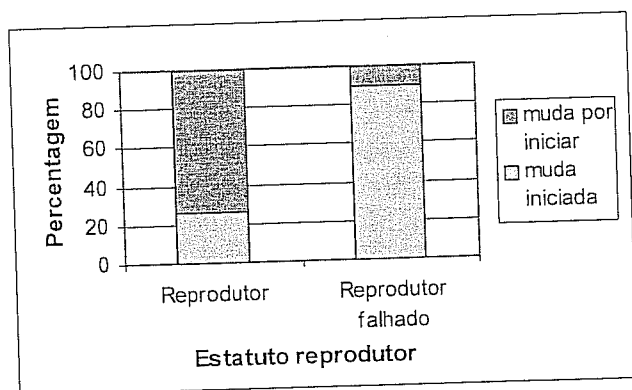


Fig. 2 – Percentagem de cagarras, reprodutoras ($N = 58$) e reprodutoras falhadas ($N = 20$), a mudar as penas primárias na ilha da Berlenga, no mês de Setembro.

Estatuto reprodutor

Em Setembro, a proporção de aves reprodutoras activas que estava a mudar as primárias mostrou-se diferente da proporção de aves em muda entre os reprodutores já falhados. Nas Berlengas, 90% dos reprodutores falhados ($N = 20$) estavam a mudar as primárias, enquanto que apenas 25,9% dos reprodutores activos ($N = 58$) já tinham iniciado a muda (Teste

exacto de Fisher: $p < 0,001$) (fig. 2). Das aves de estatuto reprodutor desconhecido, 51,7% já tinha iniciado a muda das primárias ($N = 89$). Já nas Selvagens, 75% das aves que falharam a reprodução ($N = 4$) encontravam-se a mudar as primárias e apenas 7,7% das aves reprodutoras activas ($N = 104$) estavam a mudar as primárias (Teste exacto de Fisher: $p < 0,001$) (fig. 3). Tanto as aves de estatuto desconhecido ($N = 8$) como as não reprodutoras ($N = 12$) ainda não tinham iniciado a muda das primárias.

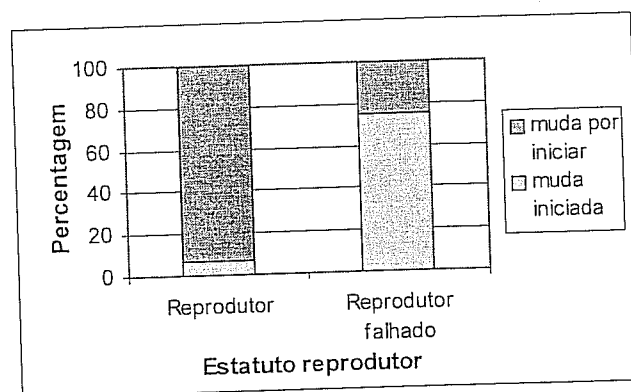


Fig. 3 – Percentagem de reprodutores ($N = 104$) e reprodutores falhados ($N = 4$) de cagarras a mudar as penas primárias nas ilhas Selvagens, durante o mês de Setembro.

O valor médio do *score* de muda dos indivíduos reprodutores activos nas Selvagens ($N = 104$) em Setembro foi de $0,15 \pm 0,55$, enquanto que os reprodutores falhados ($N = 4$) possuíram um *score* médio de $1,25 \pm 0,96$ (fig. 4); sendo o *score* significativamente diferente entre estes dois grupos (Mann-Whitney: $U = 71,5$; $N_1 = 104$; $N_2 = 4$; $p < 0,001$).

Nas Berlengas, ainda durante o mês de Setembro, encontraram-se diferenças entre os *scores* médios das primárias de indivíduos reprodutores e reprodutores falhados (Mann-Whitney: $U=166$; $N_1=58$; $N_2=20$; $p<0,001$), sendo que o *score* de muda dos indivíduos reprodutores falhados é mais elevado ($8,00 \pm 6,72$) que o dos reprodutores activos ($1,28 \pm 3,19$) (fig. 5).

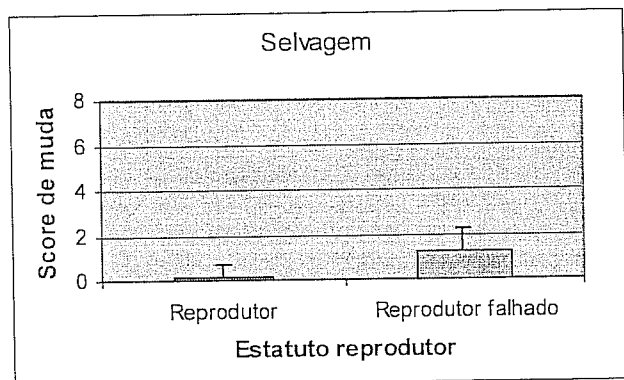


Fig. 4 – Média e desvios-padrão dos *scores* de muda das primárias de cagaras na ilha Selvagem Grande, em Setembro, em relação ao seu estatuto reprodutor; reprodutores ($N = 104$) e reprodutores falhados ($N = 4$).

Nas Berlengas, não foram encontradas diferenças nos *scores* médios de muda entre machos e fêmeas, quer em reprodutores activos ($U = 411,5$, $N_m = 32$, $N_f = 26$, $p = 0,927$), quer em reprodutores falhados ($U = 41,50$, $N_m = 9$, $N_f = 11$, $p = 0,542$). Nas Selvagens, os resultados foram similares, mas só foi possível fazer a análise para os reprodutores activos ($U = 858,5$; $N_m = 58$; $N_f = 31$; $p = 0,422$) (fig. 6).

No mês de Outubro, na Berlenga, 78,3 % das cagaras capturadas estavam a

mudar as penas das primárias. 76,7% dos reprodutores activos ($N = 30$) já tinha

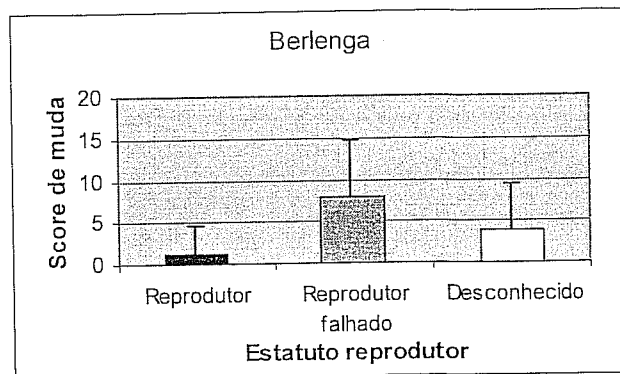


Fig. 5 – Média e desvios-padrão dos *scores* de muda das primárias de cagaras na ilha da Berlenga, em Setembro, em relação ao seu estatuto reprodutor; reprodutores ($N = 58$), reprodutores falhados ($N = 20$) e aves de estatuto desconhecido ($N = 89$).

começado a mudar as penas das primárias, enquanto que 100% dos reprodutores falhados ($N = 6$) já se encontravam a mudar estas penas. Das aves de estatuto reprodutor desconhecido ($N = 24$), 75,4% já se encontravam em muda activa das primárias. O *score* de muda dos reprodutores falhados foi de $20,33 \pm 6,15$;

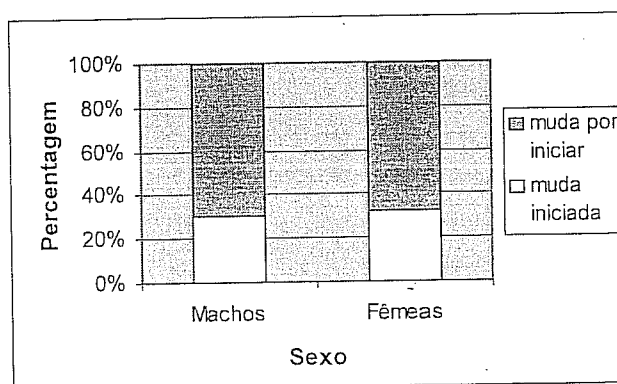


Fig. 6 – Percentagem de cagaras a mudar as penas primárias em Setembro, em relação ao sexo, analisando conjuntamente Selvagem e Berlenga ($N_m = 158$, $N_f = 111$).

enquanto que os reprodutores activos revelaram um *score* de muda médio de $5,67 \pm 5,05$ (Mann-Whitney: $U=8$; $N1=30$; $N2=6$; $p<0,001$) (fig.7).

Já no final de Março de 2007, todas as aves analisadas nas Berlengas ($N=39$) tinham a muda das primárias completas, enquanto que nas Selvagens ($N=153$) apenas foi encontrada uma ave que não tinha finalizado a muda das primárias, tendo um *score* total de 48.

Segundo a análise GLM que efectuámos existe um efeito significativo da data, do local e do estatuto reprodutor, mas não do sexo, no *score* de muda das primárias (tab. 1), corroborando as análises anteriores.

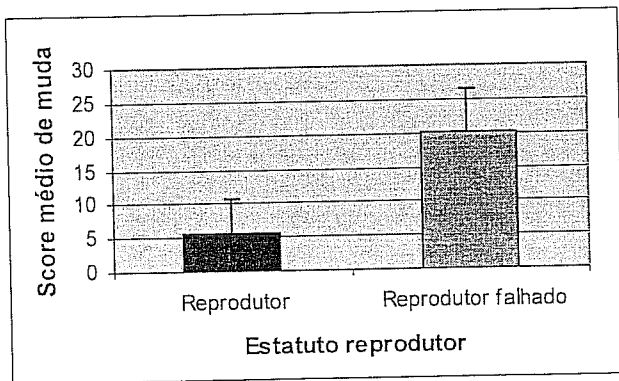


Fig. 7 – Média e desvios padrão dos *scores* de muda das primárias na ilha da Berlenga, no mês de Outubro, em relação ao estatuto reprodutor; reprodutores ($N = 30$) e reprodutores falhados ($N = 6$).

Muda das secundárias e das rectrizes

Nenhuma das aves analisadas nas Selvagens estava a mudar as secundárias. Já nas Berlengas e em Outubro, foi observada uma ave (em 60 analisadas) a

mudar a 1ª secundária. De salientar, que esta ave apresentava o estado de muda das primárias mais avançado de todas as aves analisadas, estando já a mudar a 7ª primária.

Efeito	df	F	p
Data	1	25,66	<0,001
Local	1	13,92	<0,001
Sexo	1	2,65	0,106
Estatuto rep.	1	14,06	<0,001
Local * Sexo	1	0,2	0,659
Local * Estatuto rep.	1	7,02	0,009
Sexo * Estatuto rep.	1	1,6	0,208
Local * Sexo * Estatuto rep.	1	0,001	0,973

Tab. 1 – Efeito do local, sexo e estatuto reprodutor no *score* de muda das primárias no mês de Setembro, calculado através de uma análise GLM

Em Setembro, em relação às rectrizes, nas Selvagens, apenas 7% dos indivíduos ($N = 128$) estavam em muda activa das rectrizes, enquanto que nas Berlengas, 27,5% das aves ($N = 167$) se encontrava a mudar as penas da cauda (Teste exacto de Fisher: $p<0,001$) (Fig. 8).

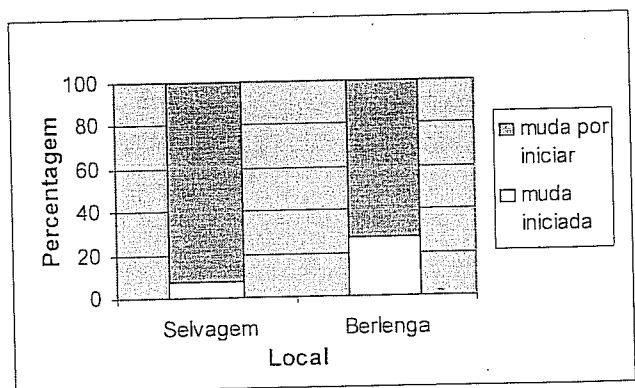


Fig. 8 – Percentagem de cagaras a mudar as penas rectrizes, durante o mês de Setembro, nas ilhas da Selvagem Grande ($N = 128$) e da Berlenga ($N = 167$).

Nas Berlengas, existem diferenças na proporção de aves reprodutoras activas e falladas a mudar as rectrizes (Teste exacto de Fisher: $N = 78$; $p = 0,005$) (Fig. 9). Já nas Selvagens, não foram encontradas diferenças significativas entre as proporções de aves de diferente estatuto reprodutor a mudar as rectrizes (Teste exacto de Fisher: $N = 108$, $p = 1$), sendo que nenhum dos reprodutores fallados se encontrava a mudar as penas da cauda ($N = 4$) (Fig. 10). Também não foram

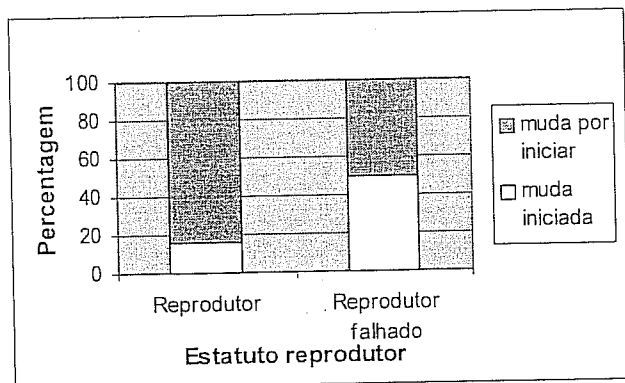


Fig. 9 – Percentagem de cagaras a mudar as penas rectrizes na ilha da Berlengas, em relação ao seu estatuto reprodutor; reprodutores ($N = 58$) e reprodutores fallados ($N = 20$).

encontradas diferenças na proporção de aves de diferente sexo a mudar as rectrizes (Teste exacto de Fisher: $p = 0,462$).

Em Outubro, nas Berlengas, 36,7% já se encontrava a mudar as rectrizes ($N = 60$). Foi ainda encontrada uma correlação entre o número de primárias e o número de rectrizes em muda activa, no caso de reprodutores fallados ($R = 0,827$; $N = 20$; $p < 0,001$); enquanto que, para os

reprodutores activos, não foi encontrada correlação ($R = 0,183$; $N = 58$; $p = 0,17$).

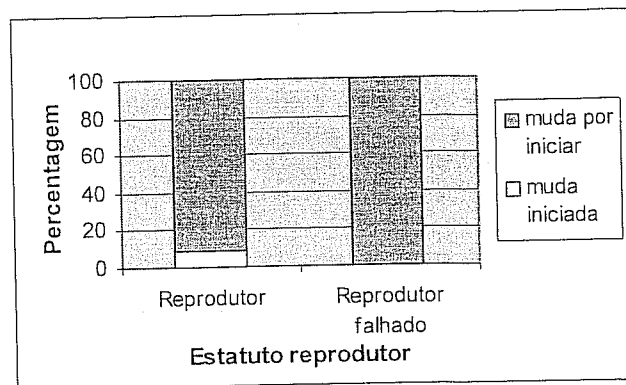


Fig. 10 – Percentagem de cagaras a mudar as penas rectrizes nas ilhas Selvagens, em relação ao seu estatuto reprodutor; reprodutores ($N = 104$) e reprodutores fallados ($N = 4$).

Em Março de 2007, nas Selvagens, 6,5% das aves ($N = 153$) estavam em muda activa das penas rectrizes. Destas, 6 aves estavam a mudar apenas uma das rectrizes, 2 estavam a mudar duas das rectrizes e duas aves estavam a mudar três e quatro penas, respectivamente. Já nas Berlengas ($N = 38$), 7,7% encontrava-se a mudar as rectrizes, estando duas aves a mudar uma rectriz e uma ave a mudar duas penas da cauda.

Modelando todas as variáveis em conjunto, a data e o estatuto reprodutor mostraram-se relacionados com a ocorrência de muda das rectrizes (tab. 2). Não houve influência dos factores sexo e local na ocorrência de muda das rectrizes (tab. 2).

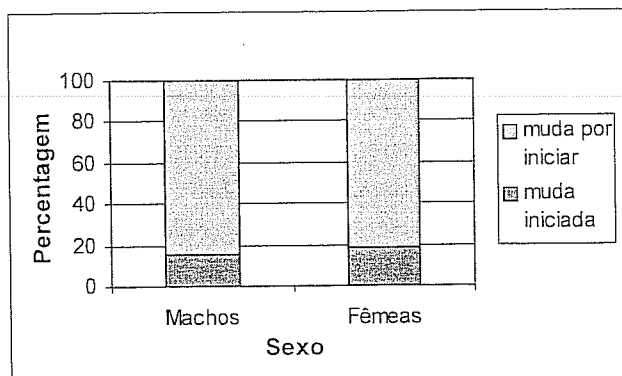


Fig. 11 – Percentagem de cagarrias a mudar as penas recetrizes em Setembro, em relação ao sexo (Nm = 91, Nf = 72).

Frequências de recapturas em Setembro

A proporção de recapturas, em Setembro, de reprodutores activos nas colónias de estudo, nas Berlengas e nas Selvagens foi, respectivamente, de 0,91 (N = 64) e 0,39 (N = 137). Já em relação aos reprodutores falhados, a proporção de recapturas nas Berlengas foi de 0,58 (N = 50) e nas Selvagens de 0,06 (N = 36). Os resultados da análise Log-linear mostram que o estatuto reprodutor e a interacção local*estatuto reprodutor estão relacionados com as proporções de aves recapturadas. (tab. 3). De salientar que o número de aves reprodutoras falhadas recapturadas na Selvagem foi bastante baixo (N = 2), em relação ao total de aves recapturadas neste local (N = 55).

Sucesso reprodutor

Na época reprodutora de 2006, a proporção de crias eclodidas que sobreviveu até ao final de Setembro (data a partir da qual a mortalidade até à saída do

	B	Des. Pad.	df	p
Interacção	38,94	16,5	1	0,018
Data	-0,15	0,06	1	0,018
Sexo	0,64	0,47	1	0,167
Estatuto rep.	1,52	0,58	1	0,009
Local	0,69	0,51	1	0,174

Tab. 2 – Análise de Regressão Logística com o efeito da data, sexo, estatuto reprodutor e local na ocorrência de muda das recetrizes das cagarrias, durante o mês de Setembro.

ninho é insignificante) foi de 0,88 (N= 34) nas Berlengas e de 0,88 (N= 64) nas Selvagens, não existindo diferenças entre as colónias (Teste exacto de Fisher: p = 1). A data média de eclosões na Berlengas (N = 34) e nas Selvagens (N = 63) foi similar (Teste t: - 0,726, df = 95, p = 0,469), tendo o dia médio para ambas as colónias sido o dia 25 de Maio de 2006.

	Estimação	Desvio-padrão	Z	p
Local	0,33	0,22	1,49	0,14
Estatuto rep.	1,33	0,19	7,12	<0,001
Local*Estatuto rep.	-1,08	0,27	-4,09	<0,001

Tab.3 – Análise Log-linear que estima a relação entre a recaptura de cagarrias, durante o mês de Setembro, e o seu estatuto reprodutor, local de origem e a interacção destes factores

Discussão

Sobreposição da muda nas cagarrias

As consequências energéticas de uma muda activa das penas durante a época de reprodução são, geralmente, elevadas (Bridge, 2006). No entanto, as

cagarras, que dependem do voo para procurar alimento e que passam a maior parte do tempo a voar (Warham, 1990), possuem uma sobreposição parcial das duas actividades. Monteiro & Furness (1996) sugeriram que o timing de muda das primárias nestas aves não deveria ter origem em constrangimentos energéticos, apontando antes para constrangimentos evolutivos como estando na origem desta calendarização da muda. Em Outubro, 77% das aves analisadas nas Berlengas já estavam a mudar as primárias e nos Açores, foi verificado o mesmo para 100% das aves analisadas (N= 13) (Monteiro & Furness, 1996), o que parece confirmar a disponibilidade das aves para o exercício parcial desta actividade ainda antes da migração. No entanto, dever-se-á ter em consideração que as cagarras começam a diminuir o fornecimento de alimento às crias entre os 60 e os 69 dias após a eclosão (Ramos, Moniz, Solin e Monteiro, 2003), o que coincide com o final do mês de Setembro. Nesta altura, as aves deverão ter menos gastos energéticos com a alimentação das crias (Ramos et al., 2003) e iniciarem a muda dar-lhes-á a oportunidade de completar a muda de algumas penas primárias antes da migração. Assim, é possível que as aves tenham benefícios em começar a muda o mais cedo possível em relação à migração (Amengual et al., 1999) e, poderá ser

adaptativo possuir uma sobreposição parcial destas actividades, desde que os custos não se sobreponham aos benefícios (Hemborg, 1999; Newton & Rothery, 2005).

Estatuto reprodutor

Foram encontradas diferenças, entre reprodutores activos e reprodutores falhados, nos scores de muda e na proporção de aves a mudar as primárias, tanto nas Berlengas, como nas Selvagens, o que sugere uma diferença no timing de muda e uma provável alocação energética para a muda por parte dos indivíduos que falham a reprodução. A maioria dos reprodutores falhados estudados já teria falhado a reprodução há algumas semanas (em relação à data das análises de muda), e deveria ter ficado com mais tempo e energia disponível para exercer outras actividades (Furness, 1988).

No albatroz-de-nariz-amarelo *Diomedea chlororhynchos* foram encontradas diferenças no número de penas mudado entre aves que tiveram sucesso reprodutor e aves que falharam a reprodução e não-reprodutoras, tendo estas duas últimas um maior número de primárias mudadas, o que demonstra a existência de um *trade-off* entre as duas actividades (Furness, 1988). Já Barbraud e Chastel (1998), verificaram que os não-reprodutores de *Fulmarus glacialis*

que, também têm uma sobreposição parcial de muda e reprodução, possuíam um estado de muda das primárias mais avançado que os reprodutores, sugerindo uma alocação energética para a muda (Barbraud & Chastel, 1998). Não foi possível determinar se a velocidade de muda é diferente em aves de diferente estatuto reprodutor, pois em Outubro o estado de muda dos reprodutores activos era ainda muito precoce e, em Março, praticamente todas as aves tinham a muda das primárias completa, pois as cagaras terminam a muda das primárias ainda nas zonas de invernada (Monteiro & Furness, 1996). No entanto, estes resultados sugerem que, nas cagaras que nidificam nas Selvagens e nas Berlengas, existe uma competição forte de recursos para a reprodução e para a muda e suportam a hipótese de que a ocorrência de uma sobreposição da muda com a reprodução depende em parte da energia e nutrientes disponíveis (Hunter, 1984; Barbraud & Chastel, 1998).

Disponibilidade alimentar

A flexibilidade do timing de muda em cagaras parece não estar apenas relacionada com o estatuto reprodutor. Dadas as semelhanças entre as fenologias reprodutoras de aves dos Açores, Selvagens e Berlengas (Granadeiro, 1991; Thibault et al., 1997; Ramos et al., 2003),

seria expectável que o *timing* e *scores* de muda não fossem muito distintos entre as diferentes ilhas (Monteiro & Furness, 1996; Hemborg, 1999). No entanto, os *scores* de muda das primárias das cagaras apresentam diferenças entre as aves das Selvagens ($0,16 \pm 0,56$) e das Berlengas ($3,4 \pm 5,47$), sendo os valores de muda destas últimas, mais próximos aos encontrados nos Açores, ($4,4 \pm 0,5$ S.E.) (Monteiro & Furness, 1996), para a mesma altura do ano.

O atraso no início das actividades de muda registado nas Selvagens pode provavelmente ser explicado por uma menor disponibilidade de recursos tróficos, o que cria dificuldades à sobreposição entre as actividades reprodutoras e de muda. As ilhas Selvagens situam-se numa zona menos produtiva, em águas pelágicas profundas, do que as Berlengas, que estão sobre a plataforma continental (Granadeiro, 1993; Granadeiro et al., 1998). Além disso, a grande dimensão da colónia das Selvagens (Granadeiro et al., 2006) pode originar uma competição intra-específica mais forte.

Diversos indícios sugerem que as cagaras das Selvagens têm mais dificuldades em encontrar alimento. Nas ilhas Selvagens, as cagaras alternam viagens de curta e longa duração de acordo com uma estratégia dual, que intercala benefícios e custos para a condição

corporal das mesmas e das suas crias (Granadeiro et al., 1998; Granadeiro, Bolton, Nunes, Silva & Furness, 2000). Aparentemente as viagens de curta duração são benéficas para as crias, pois permitem-lhes ser alimentadas de modo regular; no entanto, se a disponibilidade alimentar numa determinada área não é muito elevada, os adultos devem beneficiar se recorrerem a viagens de longa duração, no intuito de manter uma condição corporal mais favorável (Granadeiro et al., 1998). Mougín e Jouanin (1997) mostraram que aves a incubar nas Selvagens viajam para este, até à costa africana, para se alimentarem nessas zonas altamente produtivas (citado por Granadeiro et al., 1998). Os mesmos autores sugerem que esta deverá ser uma zona onde que as aves a alimentar crias poderão procurar alimento (citado por Granadeiro et al., 1998). Já as Berlengas parecem estar localizadas mais próximo de zonas de alimentação produtivas, o que faz com que as aves não necessitem de recorrer à estratégia dual de viagens curtas e longas. Outro indício da maior facilidade de obtenção de alimento por parte das aves da Berlenga é dado pelo facto de os turnos de incubação serem de menor duração do que nas Selvagens (P. Catry, com. Pess., s.d.). Acresce que na Berlenga se verificam normalmente taxas de visitas aos ninhos (por parte de adultos que alimentam as

crias) mais altas do que na Selvagem (Granadeiro, Burns e Furness, 1998b). A relativa escassez de alimento próximo da Selvagem parece levar a que os reprodutores falhados abandonem as imediações da colónia e vão, na sua maioria, mudar para outro lado. Este fenómeno é indiciado pela baixa taxa de recaptura de reprodutores falhados na Selvagem, em Setembro, por comparação com a Berlenga. Tal baixa taxa de recaptura não resulta de um esforço de prospecção mais reduzido, pois ela é proporcionalmente muito mais reduzida nos reprodutores falhados do que nos reprodutores activos.

Deste modo, as diferenças em termos de recursos alimentares e gastos energéticos com a procura de alimento poderão explicar as diferenças encontradas no estado de muda entre as aves das Berlengas e das Selvagens, onde a possibilidade das aves reterem energia para uma muda precoce das penas será menor.

Já em relação aos Açores, a comparação da fenologia de muda deve ser feita com precaução, pois o estatuto reprodutor das aves analisadas por Monteiro & Furness (1996) é desconhecido, e este factor é de um peso determinante nos resultados obtidos, já que as diferenças entre reprodutores activos e falhados são muito mais expressivas do

que entre aves do mesmo estatuto em colónias distintas. No entanto, a muda das aves nos Açores aparenta ser sazonalmente mais precoce do que nas Selvagens, o que sugere que, avançado em relação às Selvagens, noutros locais, as cagaras podem apresentar uma forte sobreposição entre muda e reprodução mesmo quando se reproduzem em ilhas oceânicas, longe de qualquer plataforma continental.

Muda das Rectrizes

No caso das rectrizes, os resultados não são totalmente esclarecedores. Nas Berlengas, existem diferenças entre aves de diferente estatuto reprodutor, no que respeita às proporções de aves a mudar as rectrizes, o que corrobora a hipótese de que os reprodutores falhados deverão ter maior disponibilidade para a muda. Também a proporção de aves a mudar as rectrizes é maior nas Berlengas que nas Selvagens. No entanto, de acordo com a regressão logística, o local não parece influenciar a ocorrência de muda das rectrizes. Dever-se-á ter em consideração que o padrão de muda das rectrizes é distinto do das primárias (Monteiro & Furness, 1996). O início da muda das rectrizes deverá ter lugar nas zonas de invernada, estando bastante avançado em Março; sofre então uma interrupção durante os meses de Junho e Julho e, em Setembro, já são poucas as aves a mudar as penas da cauda

(Monteiro & Furness, 1996). No nosso estudo, verificámos que a proporção de aves a mudar as rectrizes nas Berlengas aumentou de Setembro para Outubro, ao contrário do que seria de esperar de acordo com o padrão descrito (Monteiro & Furness, 1996). Deste modo, no futuro, seria interessante verificar os *scores* de muda ao longo do ano e tentar perceber se existem diferenças não só nos *scores* de muda, como nos próprios padrões

O *timing* da muda das primárias nas cagaras encontra-se relacionado com o estatuto reprodutor das aves e com a necessidade de alocar energia para a procura de alimento, fazendo com que aves de estatuto reprodutor distinto e nidificantes em locais com diferente disponibilidade alimentar respondam de modo diverso em termos de estratégias de muda. Num futuro próximo, não só, a determinação da condição corporal dos indivíduos ao longo da época reprodutora, como também a análise de outros factores, como a idade (Barbraud & Chastel, 1998; Bolton & Thomas, 2001), a experiência (Weimerskirch, 1991) e a velocidade da muda (Furness, 1988), poderão ajudar a compreender melhor as diferenças no *timing* de muda entre indivíduos da mesma e de diferentes colónias.

Referências

- Amengual, J. F., Gargallo, G., Suárez, M., Bonnin, J., González, J. M., Rebassa, M., & McMinn, M. (1999). The Mediterranean Storm Petrel *Hydrobates pelagicus melitensis* at Cabrera archipelago (Balearic Islands, Spain): breeding moult, biometry and evaluation of the population size by mark and recapture techniques. *Ringling & Migration*, 19, 181-190.
- Arroyo, B., Minguez, E., Palomares, L., & Pinilla, J. (2004). The timing and pattern of moult of flight feathers of european storm-petrel *Hydrobates pelagicus* in Atlantic and Mediterranean breeding areas. *Ardeola*, 51(2), 365-373.
- Barbraud, C., & Chastel, O. (1998). Southern fulmars molt their primary feathers while incubating. *The Condor*, 100, 563-566.
- Berthold, P. (2001). Bird migration. A general survey, 2nd edition. Oxford University Press, New York.
- Bolton, M., & Thomas, R. (2001). Molt and ageing of Storm Petrels *Hydrobates pelagicus*. *Ringling & Migration*, 20, 193-201.
- Borras, A., Cabrera, T., Cabrera, J., & Senar, J.C. (2004). Interlocality variation in the speed of moult in the citril finch *Serinus citrinella*. *Ibis*, 146, 14-17.
- Bridge, E. S. (2006). Influences of morphology and behavior on wing-molt strategies in seabirds. *Marine Ornithology*, 34, 7-19.
- Espie, R. H. M., James, P. C., Warkentin, I. G., & Oliphant, L. W. (1996). Ecological correlates of molt in Merlins (*Falco colombarius*). *The Auk*, 113, 363-369.
- Furness, R. W. (1988). Influences of status and recent breeding experience on the moult strategy of the Yellow-nosed Albatross *Diomedea chlororhynchos*. *J. Zool.*, 215, 719-727.
- Granadeiro, J. P. (1991). The breeding biology of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* on Berlenga Island, Portugal. *Seabird*, 13, 30-39.
- Granadeiro, J. P. (1993). Variation in measurements of Cory's Shearwater between populations and sexing by discriminant analysis. *Ringling & Migration*, 14, 103-112.
- Granadeiro, J. P., Bums, M.D., & Furness, R. W. (1998b). Patterns of activity and burrow attendance in Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* as revealed by a novel logging technique. *Ibis*, 140, 458-466.
- Granadeiro, J. P., Nunes, M., Silva, M. C., & Furness, R. W. (1998a). Flexible foraging strategy of Cory's shearwater *Calonectris diomedea* during the chick rearing period. *Animal Behavior*, 56, 1169-1176.
- Granadeiro, J. P., Bolton, M., Silva, M. C., Nunes, M., & Furness, R. W. (2000). Responses of breeding Cory's shearwater *Calonectris diomedea* to experimental manipulation of chick condition. *Behavioral Ecology*, 11, 274-281.
- Granadeiro, J. P., Dias, M. P., Rebelo, R., Santos, C. D., & Catry, P. (2006). Numbers and Population Trends of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* at Selvagem Grande, Northeast Atlantic. *Waterbirds*, 29 (1), 56-60.
- Hamer, K., & Read, H. (1987). Patterns of return to land in a colony of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* on Selvagem Grande. *Seabird*, 10, 3-11.
- Hedenstrom, A., & Sunada, S. (1999). On the aerodynamics of moult gaps in birds. *The Journal of Experimental Biology*, 202, 67-76.
- Hemborg, C., Merilä, J. (1998). A sexual conflict in collared flycatchers, *Ficedula albicollis*: early male moult reduces female fitness. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 265, 2003-2007.

- Hemborg, C. (1999). Annual variation in the timing of breeding and moulting in male and female pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Ibis*, *141*, 226-232.
- Hemborg, C., Sanz, J. J., & Lundberg, A. (2001). Effects of latitude on the trade-off between reproduction and moult: a long-term study with pied flycatcher. *Oecologia*, *129*, 206-212.
- Hunter, S. (1984). Molt of the Giant Petrels *Macronectes halli* and *M. giganteus* at South Georgia. *Ibis*, *126*, 119-132.
- Langston, N., & Hillgarth, N. (1995). Molt varies with parasites in Laysan Albatrosses. *Proc. R. Soc. Lond. B*, *261*, 239-243.
- Langston, N. E., & Rohwer S. (1996). Molt-breeding tradeoffs in albatrosses: life history implications for big birds. *Oikos*, *76*, 498-510.
- Monteiro, L. R., & Furness, R. W. (1996). Molt of Cory's Shearwater during the breeding season. *The Condor*, *98*, 216-221.
- Mougin, J-L., & Jouanin, C. (1997). Prospection alimentaire du Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis* de Selvagem Grande (30°09'N, 15°52'W) pendant l'incubation, par telemetrie satellitaire. *C. R. Acad. Sc. Paris*, *320*, 825-831.
- Munro, U., Funnell, J. R. , & Thomson, A. S. (2006). Molt in captive partially migratory and sedentary Australian silvereyes (*Zosterops lateralis*) (Zosteropidae). *J Ornithol.*, *147*, 287-297.
- Newton, I., & Rothery, P. (2005). The timing, duration and pattern of moult and its relationship to breeding in a population of the european greenfinch *Carduelis chloris*. *Ibis*, *147*, 667-679.
- Payne, R. B. (1969). Overlap of breeding and molting schedules in a collection of African birds. *Condor*, *71*, 140-145.
- Ramos, J. A., Moniz, Z., Sola, E., & Monteiro, L. R (2003). Reproductive measures and chick provisioning of Cory's shearwater *Calonectris diomedea borealis* in the Azores. *Bird Study*, *50*, 47-54.
- Rayner, J. M. V., & Swaddle, J. P. (2000). Aerodynamics in behaviour of moult and take-off in birds. In: Domenici, P., & Blake, R. W. (Eds) *Biomechanics in Animal Behaviour* (pp.125-157). Oxford: BIOS Scientific Publishers Ltd.
- Rubolini, D., Massi, A., & Spina, F. (2002). Replacement of body feathers is associated with low pre-migratory energy stores in a long-distance migratory bird, the barn swallow (*Hirundo rustica*). *Journal of Zoology*, *258*, 441-447.
- Swaddle, J. P., & Witter, M. S. (1997). The effects of molt on the flight performance, body mass, and behaviour of European starlings (*Sturnus vulgaris*): an experimental approach. *Canadian Journal of Zoology*, *75*, 1135-1146.
- Thibault, J-C., Bretagnolle, V., & Rabouam, C. (1997). *Calonectris diomedea* Cory's Shearwater. *BWP Update*, *1*(2), 75-98.
- Tucker, V. A. (1991). The effect of molting on the gliding performance of a Harris' Hawk (*Parabuteo unicinctus*). *The Auk*, *108*, 108-113.
- Warham, J. (1990). *The petrels: their ecology and breeding systems*. London: Academic Press.
- Weimerskirch, H. (1991). Sex-specific differences in molt strategy in relation to breeding in the Wandering Albatross. *Condor*, *93*, 731-737.
- Yuri, T. & Rohwer, S. (1997). Molt and migration in the Northern Rough-winged Swallow. *The Auk*, *114*, 249-262.

Ciclos de afluência de cagarras *Calonectris diomedea borealis* à colónia reprodutora das ilhas Selvagens

Resumo

As cagarras que nidificam nas Selvagens apresentam ciclos de afluência à colónia com um padrão bem definido e único. No entanto, pouco se sabe acerca da regulação e funções destes ciclos.

Neste estudo, recorrendo a contagens de indivíduos na colónia e informações de actividade recolhidas através de data-loggers, estudámos a estrutura destes ciclos. Encontrámos diferenças na duração dos mesmos, entre a fase de pré-incubação ($7,5 \pm 1,6$ dias) e a fase de incubação/criação ($9,3 \pm 1,3$ dias). A amplitude, embora não seja diferente entre as fases, mostrou-se bastante baixa nas primeiras semanas de Abril ($0,367 \pm 0,165$). A afluência à colónia de machos ($0,816 \pm 0,098$ machos na colónia/total) e fêmeas ($0,518 \pm 0,052$) é diferente, tendo sido mais elevada para ambos no princípio de Abril. A sincronização entre cagarras de diferentes locais da Selvagem Grande está ligeiramente desfasada (em cerca de um dia) e a aparente sincronização dos casais parece resultar do comportamento cíclico de afluência, não sendo maior num casal do que em quaisquer dois indivíduos da colónia. Os factores climáticos, com excepção da intensidade do vento, não estão relacionados com o número de cagarras presentes na colónia.

As diferenças na estrutura dos ciclos entre diferentes fases da época reprodutora estarão relacionados com a elevada afluência à colónia no princípio de Abril. Os desfasamentos temporais nos ciclos entre aves de diferentes áreas sugerem que a sincronia entre as aves da mesma área poderá ser determinante na regularidade dos ciclos e, de forma indirecta, na sincronia entre os membros de cada casal. Muito embora os factores climáticos na colónia não aparentem ter um papel relevante na regulação dos ciclos, não se pode excluir a hipótese de que outros factores extrínsecos possam intervir na regulação dos mesmos.

Palavras-chave: Ciclos de afluência, *Calonectris diomedea*, fase de pré-incubação, *data-loggers*

Introdução

Nas aves marinhas pelágicas, que passam a quase totalidade do seu tempo no mar, a vinda a terra dá-se quase exclusivamente na época reprodutora (Sagar & Weimerskirch, 1996; Mougin, Jouanin & Roux, 2000). Durante a época reprodução, muitas destas aves tendem a percorrer grandes distâncias à procura de alimento (Sagar & Weimerskirch, 1996;

Granadeiro, 1998^a; Weimerskirch, & Guionnet, 2002) e a sua afluência à colónia, ou seja, as visitas que as aves fazem ao seu local de reprodução, não são contínuas, passando as aves, por vezes, vários dias consecutivos no mar, mesmo na fase de alimentação das crias (Granadeiro, Nunes, Silva e Furness, 1998^a; Hamer, & Hill, 1994). Muitas destas espécies de aves marinhas apresentam ciclos de afluência à

colónia, o que significa que existe uma variação diária no número de aves presentes na colónia, flutuando estes números entre um máximo e um mínimo (Jouanin, Roux & Mougin, 1989; Mougin et al., 2000).

A cagarra *Calonectris diomedea*, a maior ave marinha pelágica do Atlântico Norte, regressa aos locais de reprodução no final de Fevereiro/princípio de Março e apenas executa a postura entre os últimos dias de Maio e os primeiros de Junho (Thibault, Bretagnolle & Rabouam, 1997). As aves dispõem então de cerca de três meses de preparação para a postura, ao longo dos quais visitam a colónia para encontrar um parceiro, fortalecem a sua ligação (Mougin, Zino, Biscoito, Despin & Roux, 1986) e defendem o seu ninho (Granadeiro, Burns & Furness, 1998b). Ainda em meados de Março, muitos dos pares reprodutores já estão formados e apresentam uma sincronização relevante, muito embora alguns desses pares sejam temporários e ainda possam ocorrer mudanças entre parceiros (Mougin et al., 1986). A presença de aves imaturas e, portanto, não reprodutoras na colónia também é frequente ao longo da época reprodutora (Mougin, Jouanin, Mougin & Roux, 2001). Durante este período de pré-incubação a afluência à colónia é mais expressiva (Granadeiro et al., 1998b) e inclusive, é a única altura do ano, para

além da incubação, em que uma parte das aves permanece em terra durante o dia (Thibault et al., 1997). Já em Maio, as fêmeas incorrem num êxodo de pré-incubação que tem a duração de cerca de três semanas (Granadeiro et al., 1998b; Jouanin, Roux & Mougin, 2001), sendo que os machos, embora diminuam a sua taxa de visita aos ninhos, continuam a efectuar visitas regulares aos mesmos (Granadeiro et al., 1998b).

Os ciclos de afluência à colónia existem na população de cagaras *Calonectris diomedea borealis* das ilhas Selvagens, sendo bastante regulares e pronunciados e integram quer indivíduos reprodutores quer não-reprodutores (Jouanin et al., 1989; Mougin et al., 2000). O período de tempo de cada meio ciclo é de cerca de $4,8 \pm 1,5$ dias e apesar deste valor ter alguma variabilidade (2-8 dias) (Mougin et al., 2000), mostra-se bastante regular ao longo do ciclo reprodutor da ave, não existindo diferenças na duração do ciclo entre o período de pré-incubação, o período de incubação e o período de alimentação dos juvenis (Jouanin et al., 1989; Mougin et al., 2000). Já em relação à amplitude dos ciclos, que corresponde à diferença entre o número máximo e mínimo de aves presentes na colónia, é bastante pronunciada nos ciclos das cagaras existindo, no entanto, uma tendência para que esta diferença se torne

Métodos

menor e menos variável à medida que o ciclo reprodutor avança (Mougin et al., 2000).

Quando se comparam espécies distintas, existe uma relação entre a duração do período de pré-incubação e a ocorrência dos ciclos de afluência e, segundo Mougin et al. (2000), estes deverão ter um papel determinante, nas espécies com largos períodos de pré-incubação, facilitando a sincronização entre os membros de cada casal relativamente à sua presença na colónia (Mougin et al., 2000). Esta sincronização deverá ser de extrema importância em aves marinhas que passam muito tempo no mar, como é o caso das cagaras (Mougin, et al., 2000; Jouanin, et al., 2001). Apesar de tudo, muito pouco se sabe acerca da regulação e funcionamento destes ciclos de afluência.

O objectivo deste trabalho é, recorrendo simultaneamente ao uso de data-loggers e à monitorização do número de aves presente diariamente nas colónias, descrever os ciclos de afluência destas aves à colónia, ao longo da fase de pré-incubação. Esperamos em particular, compreender melhor o papel individual e dos diferentes sexos no funcionamento dos ciclos e perceber se a regulação destes se deve a factores intrínsecos ou extrínsecos à colónia.

Este estudo teve lugar na ilha da Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W), onde o efectivo reprodutor de cagaras é de cerca de 29.500 casais (Granadeiro, Dias, Rebelo, Santos & Catry, 2006) e na Selvagem pequena, distando estas ilhas cerca de 15 km.

Contagens de indivíduos na colónia

Ao fim da tarde, as cagaras, regressadas das zonas de alimentação, poisam na água junto à costa, juntando-se em grandes números. Estas aglomerações de aves poisadas no mar denominam-se de jangadas (Hamer & Read, 1987; Jouanin et al., 1989). Vão então regressando progressivamente à colónia e poisando perto dos locais de nidificação ou descanso, depois de circundarem a área em voo, sendo o pico deste regresso coincidente com a altura do pôr-do-sol (Hamer & Read, 1987). No intuito de obter uma medida da abundância relativa de aves em dias consecutivos, foi realizado um transecto diário para contagem de aves pousadas no solo, numa banda de 12 metros ao longo de um percurso pré-delineado, não sendo contabilizadas aves que se encontravam no interior de ninhos. A hora de início do percurso foi ajustada ao longo dos dias por forma a que o final

do mesmo fosse sempre cerca de 15 minutos após o pôr-do-sol, hora a partir da qual a visibilidade se torna menor. O transecto encontrava-se subdividido de forma a serem efectuados 3 percursos em diferentes zonas da Selvagem Grande (Baía das Cagarras, Baía das Galinhas e Muro 2), entre 2 de Abril e 30 de Maio e mais tarde, entre 22 de Junho e 22 de Agosto de 2007. Nos dias 2 de Julho e 21 de Agosto, não foi possível efectuar as contagens. De referir que o observador não foi sempre o mesmo, tendo o período mínimo de registos de cada observador, sido de três semanas. Todos os dias e imediatamente antes do início dos transectos foi medida a direcção e velocidade do vento, assim como a nebulosidade e a presença ou ausência de precipitação. Igual metodologia, foi usada por diferentes observadores entre 19 de Junho e 11 de Agosto e, entre 2 e 20 de Setembro de 2006. Também na Selvagem pequena, entre 31 de Maio e 1 de Julho e, entre 25 de Julho e 23 de Agosto de 2007, foram realizadas contagens de cagarras pousadas no solo, ao longo de um único percurso pré-definido. Na Selvagem Pequena, todas as contagens foram realizadas às 22h30, já depois do pôr-do-sol, pois neste local as aves só regressam à colónia após o escurecer.

Afluência diurna

As cagarras só afluem à colónia de noite ou, no caso das Selvagens, ao fim da tarde, passando o dia ou vários dias consecutivos no mar. No entanto, durante a fase de pré-incubação e na incubação, uma parte das cagarras permanece na colónia durante o dia (Hamer & Read, 1987; Thibault et al., 1997).

Para o estudo da afluência diurna aos ninhos foram seguidos, entre 2 de Abril e 30 de Maio, 200-230 ninhos em duas zonas, na Atalaia e nas Pardelas. Estes percursos foram realizados preferencialmente após as 9h da manhã, altura a partir da qual não se encontraram aves a voar na ilha. Foram contados todos os indivíduos encontrados no interior dos ninhos, diferenciando a presença de um ou dois indivíduos.

Data-loggers

Nos dias 1 e 2 de Abril de 2007, foram colocados *data-loggers* em 30 cagarras de 19 ninhos estudados em anos prévios. Estas aves já se encontravam anilhadas e o seu sexo foi determinado através de uma função discriminante baseada em medidas do bico, também estas retiradas de estudos anteriores: $FD = 0,087 \times \text{cúlmen} + 1,206 \times \text{altura} + 0,598 \times \text{gonys} + 40,063$ (Granadeiro, 1993). Os indivíduos com $FD > 0,1$ foram considerados machos e os indivíduos com

FD < -0,1, fêmeas. O grau de fiabilidade deste critério, quando aplicado a ambos os membros de um casal, é superior a 99% (J. P. Granadeiro, com. pess. (s.d.). A todos os indivíduos foi medido o peso (g).

Entre o dia 13 e 23 de Maio foram realizadas visitas regulares aos ninhos e recuperados 9 *data-loggers*. Mais tarde, entre 22 e 26 de Junho, foram recuperados mais 16 *data-loggers*. Depois, a informação sobre a actividade de 11 machos e 13 fêmeas foi obtida dos *loggers* com o auxílio de software BASTRAK.

Análise dos dados dos loggers

A cada 3 segundos, graças a dois eléctrodos, os *data-loggers* registam a imersão em água salgada, sendo possível a partir desses registos perceber se as aves estão poisadas no mar, ou se o *logger* está “seco” (González-Solís, Silk, Croxall & Briggs, 2002). Usando o programa R, reconstituímos os padrões de actividade diários das cagaras, em termos do tempo passado a “seco” e poisadas no mar. No entanto, nos registos em que o *logger* está “seco” não é possível diferenciar se a ave está poisada em terra ou a voar. No intuito de determinar se as cagaras estudadas passaram a noite (ou parte dela) na colónia, definimos um período mínimo de horas consecutivas durante as quais o *logger* estivesse “seco”, a partir do qual se consideraria que a ave estaria poisada em terra. Ou seja, partimos do princípio de que

deverá haver um valor médio de tempo consecutivo que uma cagarra passa a voar de noite e, que determinando esse valor e o seu desvio-padrão, poderíamos definir um limite artificial, mas de alguma consistência, para detectar uma vinda a terra no período nocturno.

As fêmeas das cagaras, antes da postura, incorrem num êxodo de pré-incubação de cerca de 3 semanas, durante o qual normalmente não efectuam visitas à colónia (Granadeiro et al., 1998, Jouanin et al., 2001). Considerando este facto, analisámos os padrões de actividade diária de 10 fêmeas entre 9 de Maio e 3 de Junho. Estimámos a noite de provável de regresso à colónia, definida como a noite com o maior tempo de *logger* “seco”, após a data das primeiras posturas na ilha. Foram então usadas para análise 5 noites durante as quais as aves estariam em pleno êxodo, sendo a última destas 4 dias antes da data de provável regresso.

O valor médio do máximo de tempo consecutivo que as cagaras passam a voar numa noite durante o êxodo é de $24,0 \pm 44,1$ minutos (0 a 250 minutos; N = 10 aves \times 5 noites), sendo que uma das aves mostrou valores bastante elevados comparados com os das restantes. Se esta ave for retirada da análise, a média passa a ser de apenas $14,4 \pm 19,8$ minutos (0 a 80 minutos; N = 9 aves \times 5 noites).

Considerámos então que 5 horas

consecutivas com o *logger* “seco” seria uma indicação muito forte de que a ave passou a noite na colónia. Assim, organizámos os dados referentes aos *loggers* seguindo uma classificação simples de ausência/presença na colónia (durante a noite) baseando-nos neste critério. Para estimarmos o erro associado ao critério por nós escolhido, fizemos duas outras bases de dados: numa todos os casos duvidosos receberam uma classificação de 0 (ausência da colónia) e na outra, as mesmas situações foram classificadas com 1 (presença na colónia), sendo que os resultados foram depois comparados. Como casos duvidosos foram consideradas todas as noites analisadas em que os indivíduos apresentavam máximos de tempo seco entre as 2h e as 5h. Para definir o limite mínimo de casos duvidosos tivemos em consideração que o máximo de tempo seguido que uma ave esteve a voar à noite no êxodo foi de 80 minutos (isto se excluirmos a ave referida anteriormente). O limite máximo foi de 5h pelas mesmas razões acima descritas. No caso da afluência diurna, determinou-se que os indivíduos teriam passado o dia na colónia sempre que estes não registaram qualquer evento de contacto com a água entre as 8h e as 15h.

Estimação dos ciclos

Para cada dia, o grau de afluência à colónia foi calculado como sendo a proporção de aves contadas nos transectos ao fim da tarde e nos ninhos de manhã, em relação ao máximo de indivíduos contados nos transectos e ao número de ninhos analisados, respectivamente. Já em relação aos dados recolhidos pelos *data-loggers*, as proporções de indivíduos foram calculadas em relação ao número de *loggers* analisados em cada data.

Para o cálculo da amplitude dos ciclos foram usadas proporções, no intuito de que os dados fossem mais comparáveis, sendo que a amplitude de cada ciclo correspondeu à subtracção da proporção máxima de aves na ilha pela proporção mínima seguinte. Para determinar a duração de cada ciclo, verificou-se qual seria o pico mínimo de aves em terra e a partir desse dia, inclusive, contaram-se todos os dias até ao dia anterior a um novo pico mínimo. Nas situações em que os picos máximos foram mais distintos ou permitiram a análise de um maior número de ciclos, usaram-se antes estes picos, recorrendo ao mesmo raciocínio anterior.

Testes estatísticos

Foram utilizados testes t para analisar possíveis diferenças na duração e amplitude dos ciclos de diferentes fases da

reprodução, de diferentes ilhas e em diferentes anos, assim como para testar diferenças entre os sexos, nas taxas de afluência nocturna e diurna à colónia e no número de noites consecutivas passadas na colónia ou no mar. Por último, estes testes foram efectuados para testar diferenças entre locais, no estudo da afluência diurna.

De modo a perceber se a proporção de indivíduos aos pares na colónia se deve à sincronização entre os parceiros de cada casal, comparámos as proporções de indivíduos dos casais nos ninhos com as proporções resultantes de um emparelhamento aleatório destes mesmos indivíduos. Foi então realizado um teste de Qui-quadrado em que se definiram 4 classes: presença do casal, presença apenas do macho, presença apenas da fêmea ou ausência de ambos.

Foram estudadas as correlações entre a afluência diurna calculada pelos *loggers* e pelas contagens efectuadas nos transectos ao fim da tarde, assim como entre estas últimas e o número de aves aos pares nos ninhos, de manhã. Foi também analisada uma possível correlação entre diferentes locais no que diz respeito à afluência diurna. Analisou-se a correlação entre o número de aves contadas nos transectos da Selvagem Grande e da Selvagem Pequena. Para verificar a robustez desta correlação analisou-se a correlação entre as mesmas variáveis

dispondo os números das contagens da Selvagem pequena de forma aleatória.

No intuito de estudar possíveis desfasamentos de ciclos entre diferentes locais, fizeram-se análises de correlação entre diferentes locais, tanto em 2006 como em 2007, na Selvagem Grande. Nas situações em que a correlação não era muito elevada, desfasou-se por um dia as contagens de um dos locais e analisou-se de novo a correlação entre eles, de modo a perceber se poderia existir um desfasamento temporal entre o número de aves a afluir em diferentes locais da ilha.

Por último, estudou-se também as correlações entre as variáveis ambientais, como o vento e a temperatura, e o número de aves contadas. A nebulosidade foi organizada em diferentes classes: “céu limpo”, “céu pouco nublado”, “céu nublado” e “céu muito nublado” e através de uma *Anova one-way* analisou-se a influência destas classes no número de aves contadas nos transectos ao fim da tarde. A direcção do vento foi subdividida em 8 classes: Norte, Nordeste, Este, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste e realizou-se um Teste de Kruskal-Wallis para perceber a influência destas no número de aves contadas nos transectos ao final da tarde. A análise estatística dos dados foi efectuada recorrendo ao SPSS 15 e nos resultados reportamos as médias e desvios padrões.

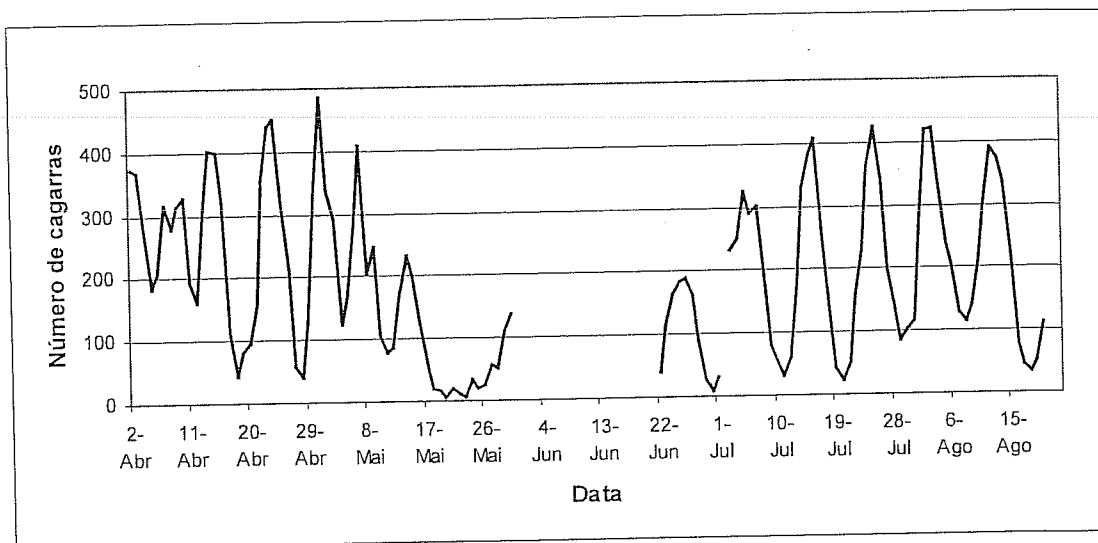


Fig. 1 – Número de cagarrias contadas durante os transectos efectuados ao final do dia na Selvagem Grande, ao longo da época reprodutora de 2007.

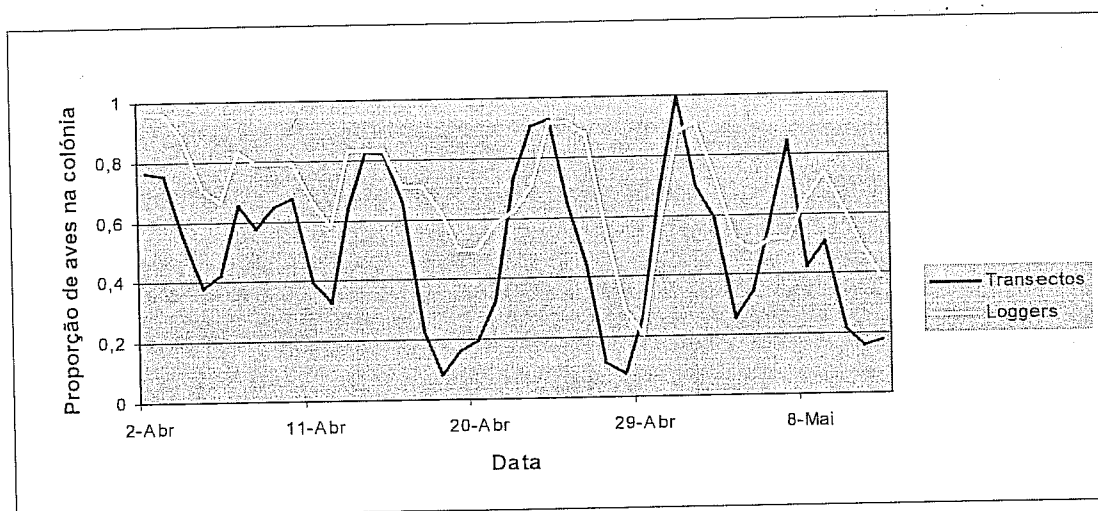


Fig. 2 – Proporções de cagarrias presentes à noite na ilha Selvagem Grande em 2007, calculadas a partir de dois métodos distintos: recorrendo a *data-loggers* (N = 23 a 25) e a contagens efectuadas ao final da tarde em transectos pré-definidos (N = 39 a 486).

Resultados

Duração e amplitude dos ciclos

Segundo a estimativa realizada a partir das contagens efectuadas nos transectos, ao longo da época reprodutora, a duração dos ciclos de afluência na Selvagem Grande foi de $8,4 \pm 1,6$ dias (N = 12, range = 6-11).

Durante a fase de pré-incubação ($7,5 \pm 1,6$ dias, N = 6, range = 6-10), a duração dos ciclos foi diferente da duração dos mesmos durante a incubação e época de alimentação das crias ($9,3 \pm 1,3$ dias, N = 6, range = 8-11) ($t = -2,314$, $df = 10$, $p = 0,043$) (fig. 1). A estimativa realizada a partir dos dados dos *data-loggers* para a época de pré-incubação foi de $7,4 \pm 1,6$ dias (N = 5, range = 5-10) (fig. 2). Existe

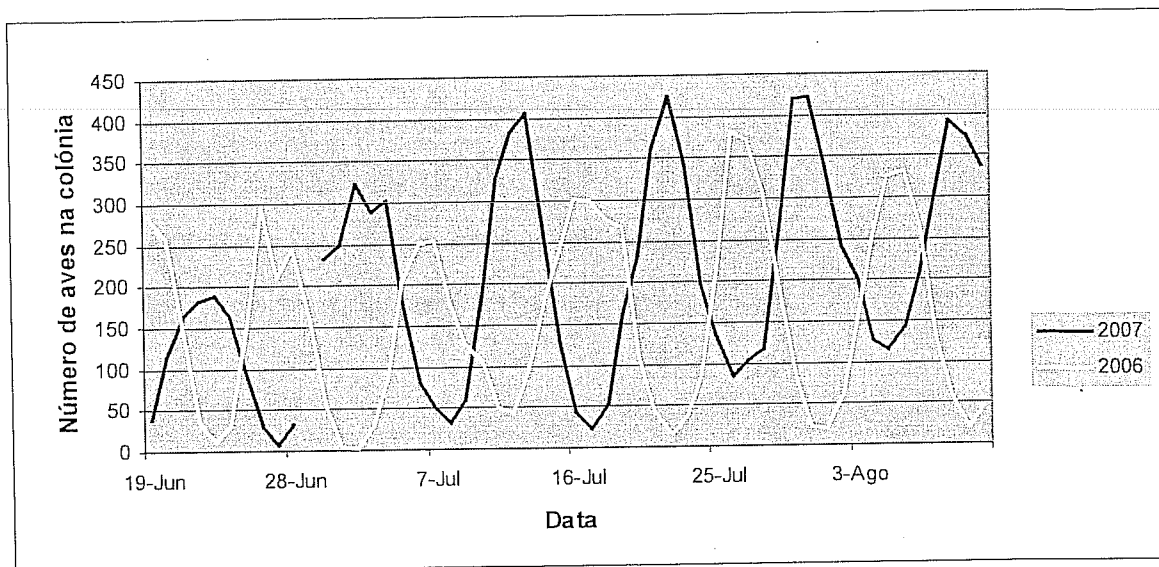


Fig. 3 – Número de aves contadas nos transectos, em dois anos de estudo distintos, 2006 e 2007, na ilha Selvagem Grande.

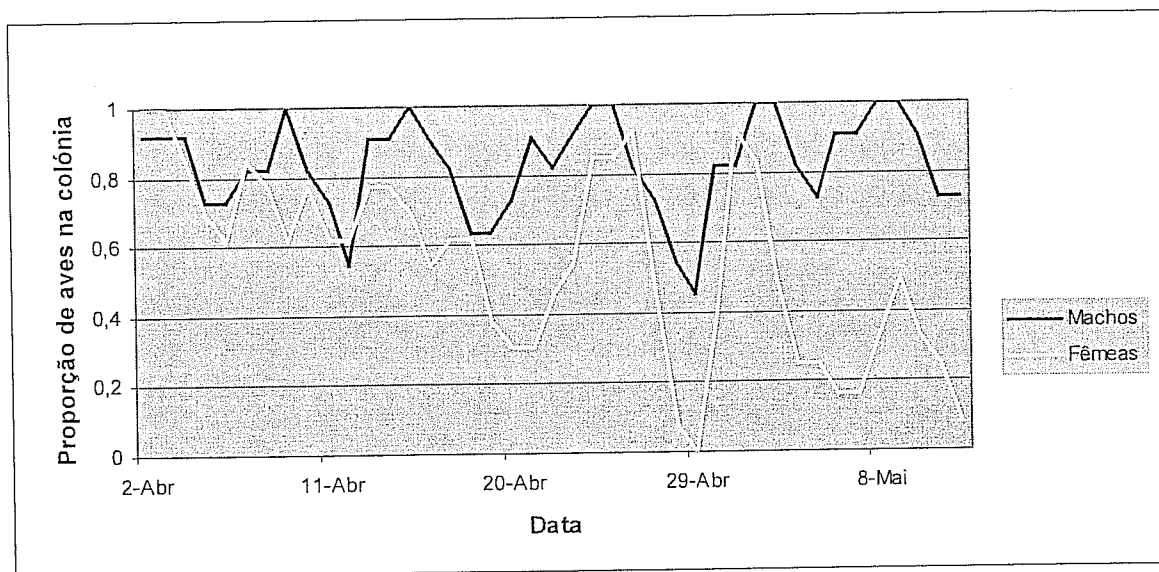


Fig. 4 – Taxa de afluência (número de aves com logger na colónia/total de aves com logger) de machos e fêmeas à colónia das Selvagens, calculada a partir dos registos efectuados pelos *data-loggers* (N machos = 11 a 12; N fêmeas = 11 a 12).

uma correlação significativa entre a proporção de aves contadas nos transectos ao final da tarde e a proporção de aves presentes na colónia calculada a partir dos loggers ($R = 0,691$, $N = 57$, $p < 0,001$) (fig. 2). A duração média dos ciclos da Selvagem Grande na época reprodutora de 2006, ao longo da incubação e período de alimentação das crias, foi de $9,6 \pm 0,6$ dias

($N = 5$) enquanto que, em 2007, para a mesma altura do ano foi de $9,3 \pm 1,0$ ($N=6$) (fig.3). A diferença entre os anos não é significativa ($t = ,517$, $df = 9$, $p = 0,618$) (fig. 3).

A amplitude média dos ciclos foi de $0,618 \pm 0,170$ ($N = 13$, range = 0,346-0,847) e não foram encontradas diferenças na amplitude entre os ciclos da fase de pré-

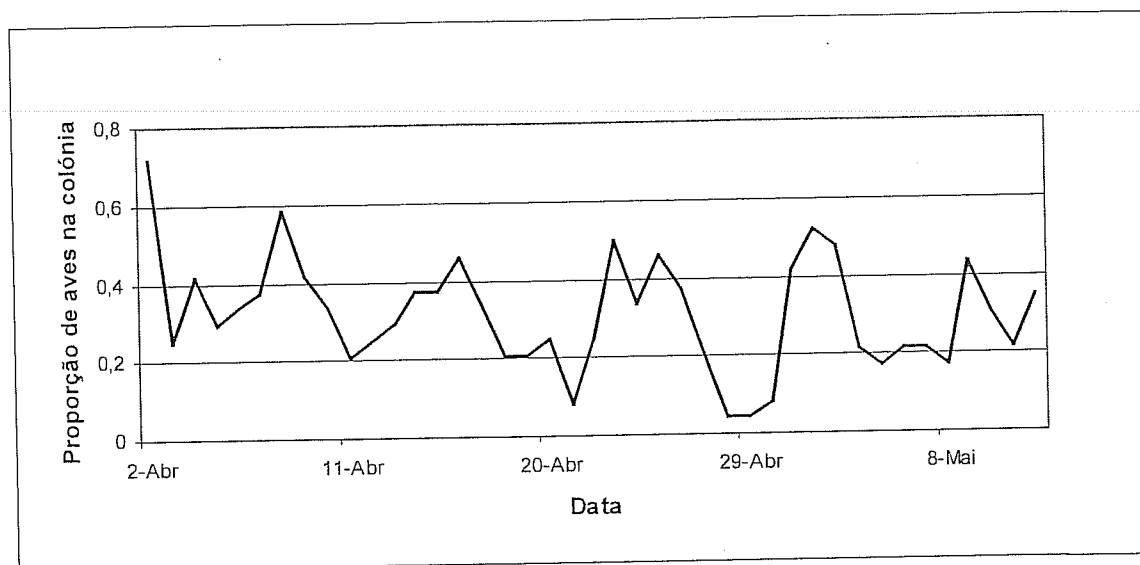


Fig. 5 – Taxa de afluência diurna de cagaras à colónia das Selvagens, calculada a partir de registos dos *data-loggers* ($N = 23$ a 25).

incubação e os da restante época reprodutora ($t = -0,318$, $df = 11$, $p = 0,757$), sendo, no entanto, de notar que a amplitude dos ciclos foi bastante menor nas primeiras semanas de abril ($0,367 \pm 0,165$, $N = 2$) e durante o período de incubação ($0,487 \pm 0,161$, $N = 2$) (fig. 1). Também nas últimas três semanas de Maio, os números de cagaras a afluir à colónia desceram bastante pelo que os ciclos deixaram de se evidenciar (Fig. 1).

Taxa de afluência à colónia

Analisando os dados de animais portadores de *loggers*, foram encontradas diferenças na taxa de afluência de machos ($N=11$) e fêmeas ($N= 13$) ($t = 9,53$, $df = 22$, $p < 0,001$) (fig. 4) apresentando os machos uma taxa de afluência de $0,816 \pm 0,098$ aves na colónia/total de aves analisadas e as fêmeas de $0,518 \pm 0,052$,

durante o período de pré-incubação. Estas diferenças estão de acordo com as encontradas no número médio de noites consecutivas a regressar à colónia, durante este período, sendo este valor de $9,36 \pm 5,98$ noites para os machos e de $3,65 \pm 0,67$ para as fêmeas ($t = 3,425$, $df = 22$, $p = 0,002$). De referir que houve um macho que afluíu à colónia durante 32 noites consecutivas, enquanto que para as fêmeas o maior período de tempo consecutivo a regressar à colónia foi de 9 noites. Por ocasião de uma ausência da colónia, o número médio de noites consecutivas que os machos passam no mar é de $1,77 \pm 0,86$ e o das fêmeas de $2,97 \pm 0,68$, sendo esta diferença significativa ($t = -3,829$, $df = 22$, $p = 0,001$).

Ainda antes do início do êxodo pré-incubação, as fêmeas vêm decrescer a sua afluência média à colónia de $0,667 \pm 0,53$

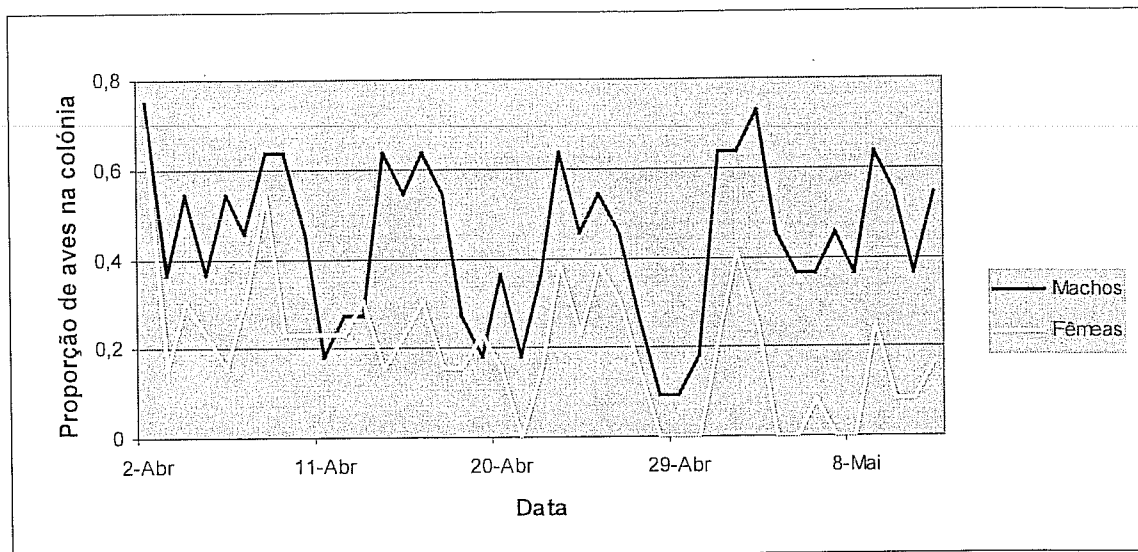


Fig. 6 – Taxa de afluência diurna (número de aves com *logger* a permanecer na colónia durante o dia/número total de aves com *logger*) de machos e fêmeas de cagaras à colónia das Selvagens, calculada a partir de registos efectuados pelos *data-loggers* (N machos = 11 a 12; N fêmeas = 11 a 12).

(aves na colónia /total de aves analisadas) para $0,444 \pm 0,117$, enquanto que nos machos essa diferença não se faz notar (fig. 4).

Presença dos elementos do casal na colónia	Casais reais	Casais formados aleatoriamente
Nenhum presente	0,11	0,13
Macho presente e fêmea ausente	0,34	0,29
Fêmea presente e macho ausente	0,07	0,13
Ambos presentes	0,49	0,45

Tab.1 – Proporções da presença na colónia de elementos de casais reais e de casais gerados de forma aleatoriamente (Nm = 7; Nf = 7; N dias analisados = 35 a 42).

Verificou-se ainda que, à noite, a proporção de presenças no ninho de: os dois componentes do par, nenhum deles, apenas com o macho, ou apenas com a fêmea não foram significativamente diferentes do que seriam se os diferentes ninhos recebessem um macho e uma fêmea, daquela mesma área, escolhidos de

forma aleatória (tab. 1). Ou seja, se compararmos a afluência de um qualquer macho com a de uma qualquer fêmea, a proporção de noites em que estes se encontrarão juntos e sozinhos na colónia não difere da que é encontrada quando se compara a afluência entre indivíduos do mesmo ninho ($\chi^2 = 0,33 < \chi^2 (0,05, 2)$).

Afluência diurna aos ninhos

A afluência diurna aos ninhos, calculada a partir dos dados dos *data-loggers*, foi de $0,312 \pm 0,157$ (fig. 5) e, foi maior nos machos ($0,442 \pm 0,101$) que nas fêmeas ($0,202 \pm 0,093$) ($t = 5,773$, $df = 22$, $p < 0,001$) (fig. 6). O número médio de dias consecutivos sem sair da colónia foi de cerca de $2,55 \pm 1,13$ dias para os machos e de $1,47 \pm 0,53$ dias para as fêmeas ($t = 3,094$, $df = 22$, $p = 0,005$) e, os machos apresentam uma maior variação no

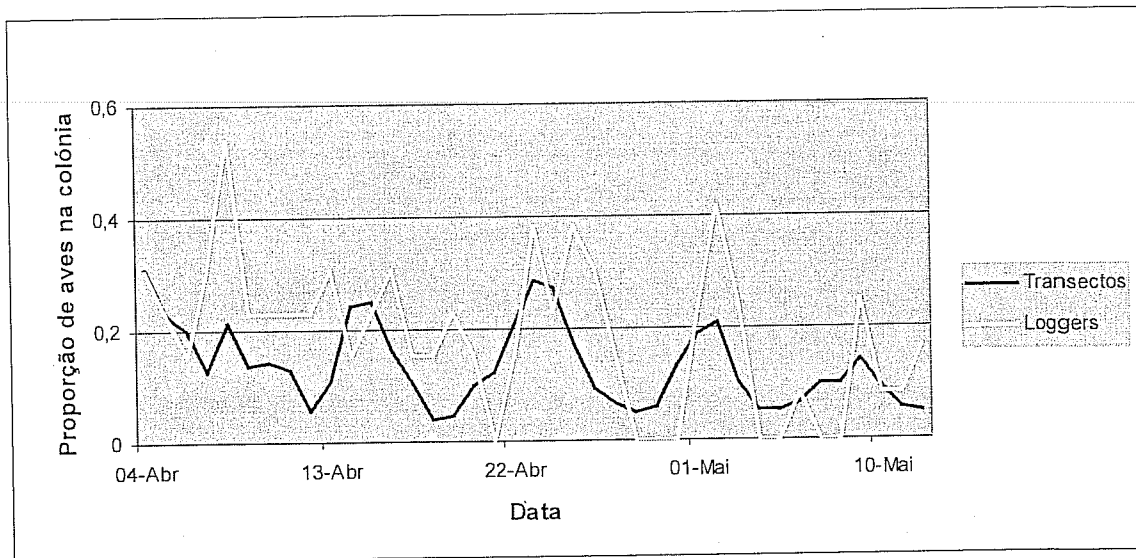


Fig. 7 – Proporções de cagarras contadas de manhã nos ninhos através de dois métodos distintos recorrendo a data-loggers (N = 23 a 5) e a visitas aos ninhos (N = 139 a 213).

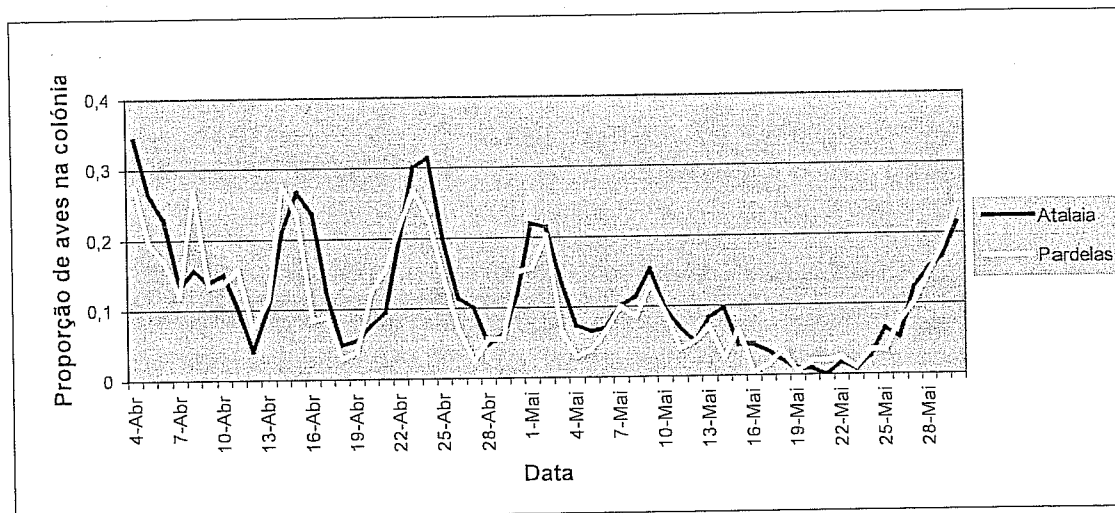


Fig. 8 – Proporção de cagarras presentes de manhã nos ninhos, em duas zonas opostas da ilha Selvagem, Atalaia (N = 70 a 114) e Pardelas (N = 69 a 99), durante a fase de pré-incubação.

número de dias consecutivos em terra (1-9 dias) do que as fêmeas (1-6 dias).

A afluência diurna das fêmeas também foi descendo durante a fase de pré-incubação, enquanto que a dos machos manteve-se semelhante ao longo desta fase (fig. 6).

Recorrendo às contagens de indivíduos nos ninhos pela manhã determinou-se uma taxa média de afluência

diurna aos ninhos de $0,269 \pm 0,150$ aves na colónia/total de ninhos analisado. Entre 10 e 24 de Maio, altura que corresponde ao êxodo de pré-incubação, a taxa de afluência aos ninhos desceu para os $0,075 \pm 0,053$ (fig. 7).

Existe uma correlação de $r = 0,687$ (N = 58, $p < 0,001$) entre as taxas de afluência diurna diárias calculadas pelos

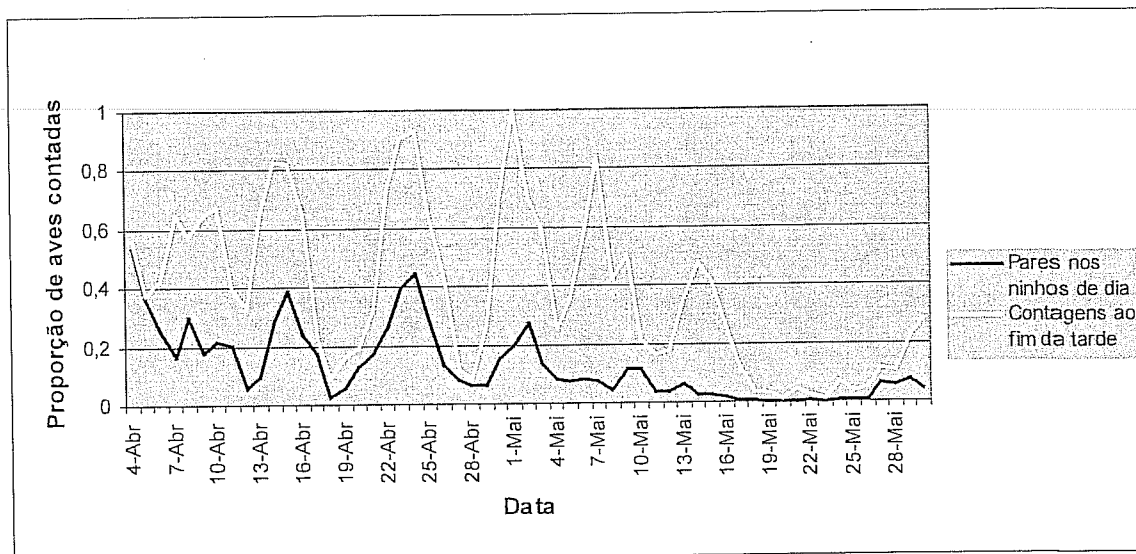


Fig. 9 – Proporções cagarras aos pares nos ninhos estudados (N = 139 a 213) em comparação com as contagens efectuadas, durante a fase de pré-incubação (N = 5 a 486).

loggers e pelas contagens nos ninhos (fig. 7).

Comparando duas zonas distintas da ilhas, Atalaia e Pardelas, verificou-se que as taxas de afluência diurna aos ninhos são similares ($0,237 \pm 0,168$ e $0,213 \pm 0,157$ aves na colónia/total de ninhos estudados) ($t = 0,799$, $df = 112$, $p = 0,426$). As taxas de afluência diurna destas zonas apresentam ainda uma correlação de $r = 0,869$ ($N = 57$, $p < 0,001$) (fig. 8). Também foi encontrada uma correlação entre a proporção de aves aos pares nos ninhos e a abundância relativa de indivíduos contados nos transectos ($r = 0,806$, $N = 57$, $p < 0,001$) (fig.9).

Ciclos de afluência na Selvagem Pequena

Na Selvagem pequena (N = 5), os ciclos tiveram a duração média de $9,3 \pm 1,0$ dias durante a incubação e época de

alimentação das crias. Não se verificaram diferenças entre a duração dos ciclos na Selvagem pequena ($9,3 \pm 1,0$ dias, $N = 4$) e na Selvagem Grande ($9,0 \pm 0,8$ dias, $N = 4$), tendo esta análise sido feita apenas para os ciclos cuja sobreposição temporal permitiu uma comparação ($t = 0,397$, $df = 6$, $p = 0,705$) (fig.10). A amplitude dos ciclos na Selvagem Pequena ($0,333 \pm 0,231$, $N = 6$) revelou-se bastante diferente da Selvagem Grande ($t = 3,038$, $N1 = 13$, $N2 = 6$, $p = 0,007$).

Existe uma correlação ($r = 0,561$, $N = 38$, $P < 0,010$) entre a abundância relativa de indivíduos na Selvagem Grande e na Selvagem Pequena, ao longo do mesmo período. Esta deixa de existir, quando os números das contagens da Selvagem pequena são dispostos de um modo aleatório ($R = -0,078$, $p = 0,640$, $N = 38$).

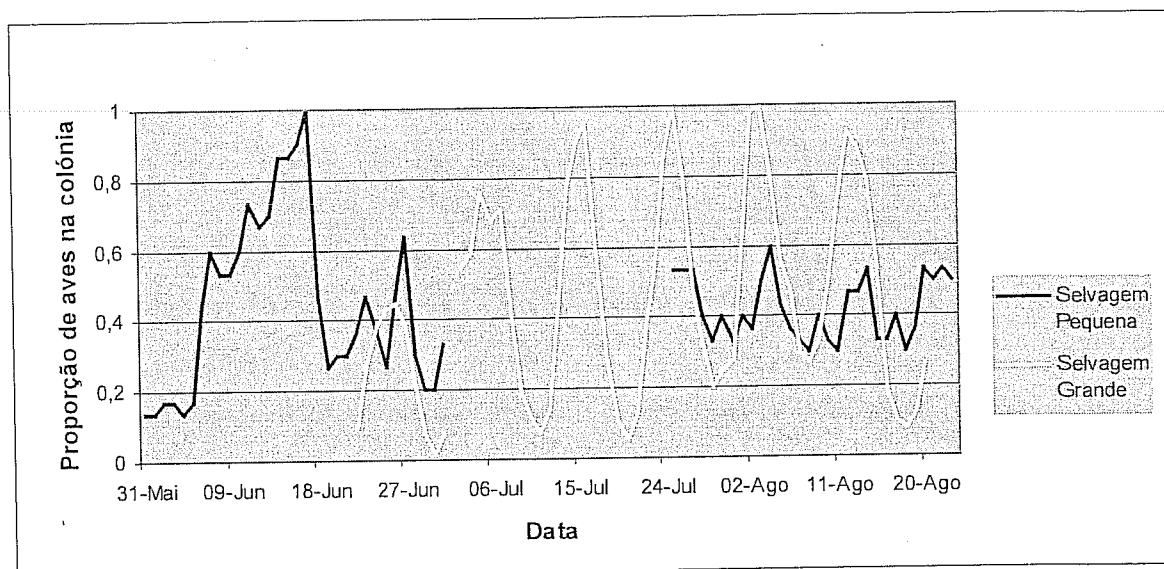


Fig. 10 – Proporção de aves contadas ao final do dia nos transectos em duas localizações distintas, Selvagem grande (N = 8 a 425) e Selvagem pequena (N = 4 a 30), durante a época reprodutora de 2007.

Os ciclos de afluência em diferentes zonas da Selvagem Grande

Os ciclos de afluência aparentam estar bem sincronizados entre as cagarras presentes nas diferentes zonas estudadas da Selvagem Grande, havendo correlações elevadas (N = 119, $p < 0,001$) entre o número de cagarras nas contagens efectuadas nos diferentes locais: B.C. (Baía das cagarras) e B.G. (Baía das Galinhas) ($r = 0,896$), entre o Muro 2 e a B.C. ($r = 0,642$) e, entre o Muro 2 e a B.G. ($r = 0,749$). No entanto, existe um aparente desfasamento de um dia entre o Muro 2 e as restantes zonas (Fig. 11), que é corroborado pelas análises de correlação entre as zonas (Muro 2 e B.C., $r = 0,786$; Muro 2 e B.G., $r = 0,766$), se se antecipar um dia as contagens do Muro 1 (N = 115, $p < 0,01$). Este desfasamento não se verificou na fase de pré-incubação, mas

tornou-se notório ao longo da incubação e da criação (fig. 11).

Também em 2006 se verificou um desfasamento temporal entre o número de cagarras contadas nas diferentes áreas de estudo (fig. 12). Este desfasamento foi encontrado entre as mesmas áreas e no mesmo sentido, ou seja, a correlação entre o Muro 2 e a B.G. passou de $r = 0,876$ (N = 73, $p < 0,001$) para $r = 0,904$ (N = 71, $p < 0,001$), e a entre o Muro 2 e a B.C. passou de $r = 0,723$ (N = 73, $p < 0,001$) para $r = 0,826$ (N = 71, $p < 0,001$), quando se antecipou um dia nas contagens referentes ao Muro 2.

Factores extrínsecos aos ciclos de afluência

Apesar de existir uma correlação significativa entre a velocidade do vento e a abundância relativa de aves calculada

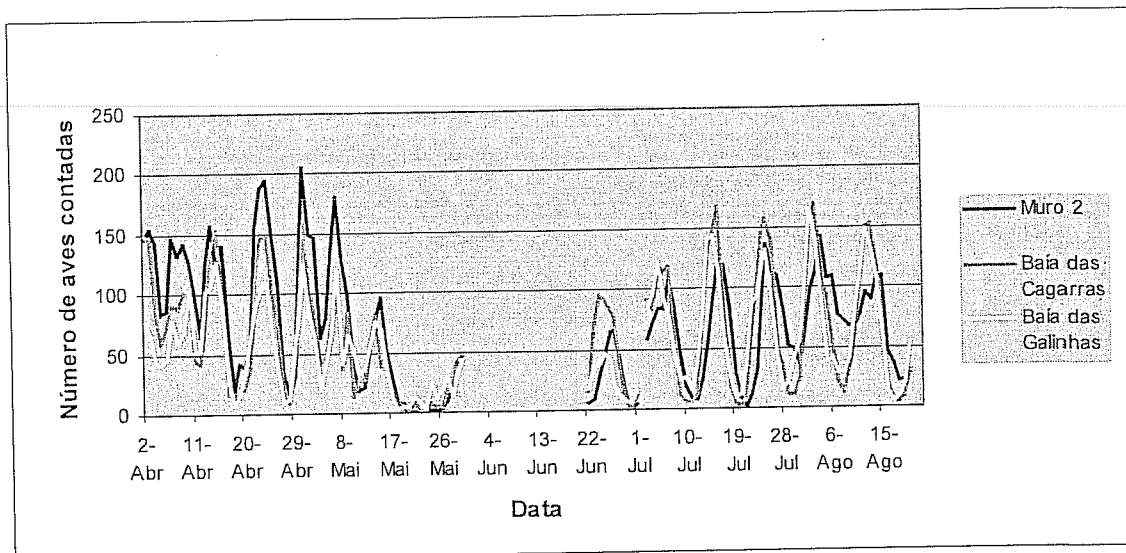


Fig. 11 – Número de aves contadas nos transectos em diferentes zonas da ilha Selvagem Grande, durante o ano 2007.

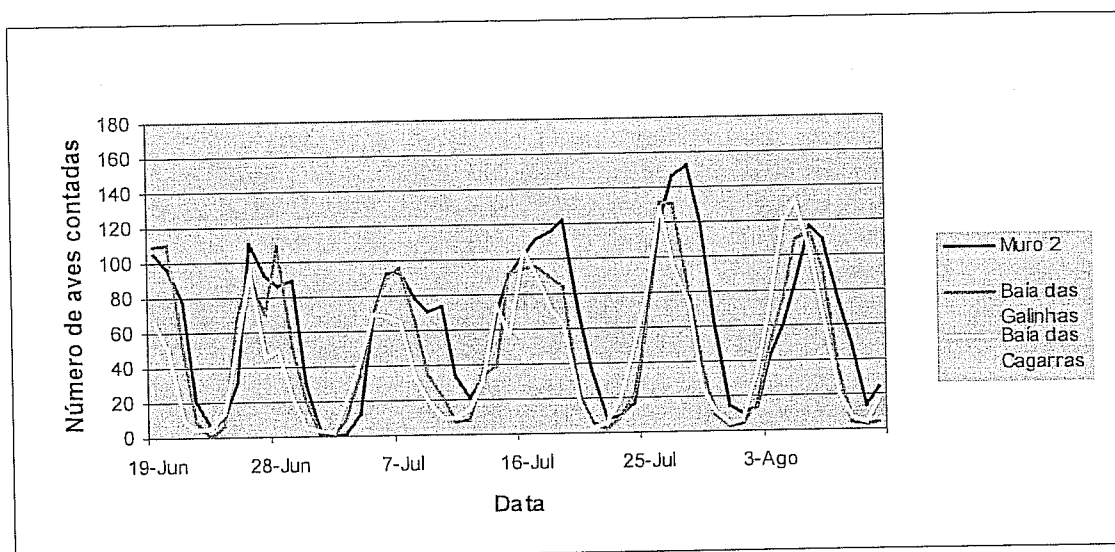


Fig. 12 – Número de aves contadas nos transectos em diferentes zonas da ilha Selvagem Grande, durante o ano 2006.

através dos transectos em 2007 ($r = -0,190$, $N = 115$, $p = 0,042$), esta significância não foi encontrada em relação às contagens efectuadas em 2006 ($r = 0,06$, $N = 71$, $p = 0,530$). Também não existe correlação significativa entre a abundância relativa de aves calculada através dos *loggers* e a velocidade do vento, no entanto, o N usado nesta análise não é muito elevado ($r = -0,309$, $N = 38$, $P = 0,059$).

Já em relação à temperatura não existe nenhuma relação entre esta e o número de aves contadas ($r = 0,143$, $N = 104$, $p = 0,147$) e nem o grau de nebulosidade ($F = 2,61$ $df = 3$, $p = 0,055$), nem a direcção do vento ($\chi^2 = 3,50$, $df = 6$, $p = 0,744$) se mostraram relacionadas com o número de aves na ilha.

Discussão

A duração e amplitude dos ciclos

A estrutura dos ciclos difere, no que se refere à sua duração, entre o período de pré-incubação ($7,5 \pm 1,6$ dias) e a incubação e período de alimentação das crias ($9,3 \pm 1,3$ dias), o que está em desacordo com os estudos efectuados até agora na Selvagem Grande (Jouanin et al., 1989, Mougin et al., 2000). Contudo, os estudos realizados até à data não analisaram a estrutura dos ciclos em datas anteriores a Maio (Jouanin et al., 1989, Mougin et al., 2000), o que poderá explicar esta discrepância. Visto que as cagaras regressam às colónias no final de Fevereiro/início de Março, é possível que a estrutura dos ciclos de afluência não seja tão regular no princípio da época reprodutora, pois as cagaras poderão necessitar de um período de tempo para sincronizarem a sua afluência à ilha com as restantes aves da colónia. Outra hipótese válida é a de que esta diferença na estrutura dos ciclos seja simplesmente um efeito secundário de uma maior afluência verificada no início da fase de pré-incubação. Por outro lado, se a maior afluência à colónia verificada nesta fase estiver relacionada com a necessidade de sincronização entre as aves, ambos os factores poderão contribuir para as

diferenças verificadas na estrutura dos ciclos.

Já a amplitude média dos ciclos não difere entre os diferentes períodos, apresentando, no entanto, uma variação bastante grande na fase de pré-incubação, sendo muito menor nas primeiras semanas de Abril do que nas seguintes. Algumas das variações que a amplitude dos ciclos sofre, ao longo da época reprodutora, devem-se a factores já conhecidos e bem descritos da biologia das cagaras, como o êxodo de pré-incubação, que suprime o número de aves que visitam a colónia (Jouanin et al., 2001). A própria incubação afecta de algum modo a estrutura dos ciclos, pois nessa fase, todas as aves que se encontram a incubar não são contadas nos transectos efectuados, diminuindo a amplitude dos ciclos. A menor amplitude dos ciclos encontrada nas primeiras semanas de Abril na Selvagem Grande deve-se à maior afluência de aves verificada nesse período, sem que tenham ocorrido variações abruptas no número de aves presentes na colónia. Assim esta afluência elevada e contínua, tanto de machos como de fêmeas, será determinante numa supressão da amplitude dos ciclos e deverá contribuir para as diferenças de estrutura dos ciclos em relação a outras alturas do ano.

Estudo dos ciclos de afluência recorrendo a diferentes métodos

O facto da correlação entre as proporções de aves presentes na colónia calculadas a partir dos transectos e dos *data-loggers* não ser muito elevada ($R = 0,691$) deverá estar relacionado principalmente com o pequeno número de aves seguidas com *loggers*, tendo dado origem a erros amostrais. No entanto, a elevada significância da correlação indica que o uso de transectos poderá ser considerado um meio válido para avaliar o comportamento de afluência à colónia das cagaras. Também a duração dos ciclos é muito similar (7,4 e 7,5 dias), quando calculada a partir dos dois métodos, o que reforça a validade dos transectos para efectuar uma descrição válida dos ciclos de afluência. A amplitude dos ciclos, calculada através dos dois métodos não foi comparada, uma vez que o baixo número de aves com *loggers* suprime as diferenças entre os dias com maior e menor abundância de aves, introduzindo um erro na amplitude dos ciclos calculada a partir deste método.

No caso da análise da afluência diurna, embora os resultados dos dois métodos sejam similares e a correlação das proporções de indivíduos nos ninhos seja significativa, a eficácia das contagens de indivíduos nos ninhos para o cálculo da afluência diurna não poderá ser inferida

pela comparação entre os resultados de cada um dos métodos. Isto porque as fórmulas usadas para o cálculo da afluência diurna foram distintas, não sendo os resultados totalmente comparáveis.

Taxas de afluência à colónia

Existe uma grande diferença no que diz respeito à afluência à colónia entre os dois sexos. Os machos, para além de terem uma taxa de afluência muito elevada (0,816 machos na colónia/total de machos), despendem números elevados de noites consecutivas a regressar à colónia (9,36 noites), aparentando não se afastarem muito da mesma, pois o número de noites consecutivas no mar é muito baixo (1,77 noites). As fêmeas por seu lado possuem uma taxa de afluência de 0,518 e regressam em média 3,65 noites seguidas à colónia, passando 2,97 noites seguidas no mar.

Granadeiro et al. (1998b) também encontraram diferenças entre os sexos na afluência aos ninhos na colónia das Berlengas, durante a fase de pré-incubação, tendo sido a taxa de afluência aos ninhos das fêmeas bastante menor ($0,145 \pm 0,086$) que a dos machos ($0,728 \pm 0,168$). O facto desta diferença ter sido mais pronunciada na Berlenga do que a que verificámos na Selvagem, dever-se-á, aos dados desse trabalho serem referentes, em grande parte, ao período do êxodo (Granadeiro et al.,

1998b). Aparentemente, a taxa de afluência das fêmeas decresce ao longo da fase de pré-incubação (até 12 de Maio), pois encontramos diferenças entre o princípio desta (0,667) e o final (0,444). Este decréscimo da taxa de afluência das fêmeas, também se verifica na taxa de afluência diurna das mesmas. Granadeiro et al. (1998b) defendem que esta diferença na afluência à colónia poderá dever-se a uma estratégia de guarda do ninho por parte dos machos. Os nossos resultados também sugerem isto porque, além da afluência nocturna dos machos não variar desde o início de Abril até 12 de Maio, mantendo-se sempre elevada; é acompanhada de uma taxa elevada de afluência diurna. Esta taxa de afluência diurna também é maior nos machos (0,442) que nas fêmeas (0,222), sublinhando as diferenças comportamentais no que diz respeito à presença na colónia.

Ciclos de afluência na Selvagem pequena

Os ciclos de afluência existem na Selvagem pequena e aparentemente têm uma relação com os da Selvagem Grande, pois existe correlação entre as contagens nas duas ilhas e a duração dos mesmos é semelhante. Encontrámos diferenças na amplitude dos mesmos entre as duas ilhas, sendo que existem várias explicações para esta situação. Uma possibilidade é a de que o número de aves contadas na Selvagem

Pequena tenha sido demasiado baixo para revelar grandes diferenças entre máximos e mínimos. As razões para estes números relativamente baixos podem dever-se aos transectos serem demasiado curtos ou ainda à diferença de hora a que foram realizados (22h30), em relação à Selvagem Grande. Existem, no entanto, outros estudos em que a diferença horária não revelou muitas diferenças no número de aves poisadas no solo (Jouanin et al., 1989). Outra possibilidade é a de existirem de facto diferenças entre as amplitudes dos ciclos das duas ilhas, sendo que será necessário efectuar amostragens mais completas para verificar este facto.

Ciclos de afluência em diferentes locais da Selvagem Grande

Existe uma relação forte entre o número de cagarras contadas em diversas zonas da ilha da Selvagem Grande. Verificámos, no entanto, que existe um ligeiro desfasamento entre algumas dessas zonas. O número de cagarras contadas ao longo do transecto do Muro 2 (que se situa a meio do planalto da ilha) está desfasada um dia, em relação aos transectos da Baía das cagarras e da Baía das Galinhas (que se encontram na periferia da ilha). Este desfasamento também se verificou no ano de 2006 e exactamente entre as mesmas zonas.

O desfasamento de um dia entre os ciclos de cagarras de zonas distintas da ilha da Selvagem Grande, indicia que a regulação dos ciclos poderá ser devida a factores intrínsecos, pois se fossem os factores extrínsecos (climatéricos ou oceanográficos) a regular estes ciclos, deveriam afectar as aves de diferentes zonas de igual forma. Uma hipótese alternativa é a de que animais que nidificam em sectores distintos da colónia da Selvagem Grande têm tendência a alimentar-se em sectores distintos do oceano e, portanto, respondem a factores climatéricos ou oceanográficos de forma ligeiramente distinta.

Sincronia entre os indivíduos de cada casal?

Apesar de parecer ser uma relação óbvia, confirmámos a existência de uma correlação elevada entre o número de aves aos pares nos ninhos e o número de aves na colónia. Por outro lado, a aparente sincronia entre os indivíduos de cada casal parece ser fruto de uma elevada sincronia entre as aves que partilham uma mesma área, pois não existem diferenças na sincronia entre os casais reais e os casais gerados de uma forma aleatória, no que diz respeito à sua presença nos ninhos.

Factores extrínsecos

A direcção do vento, a nebulosidade e a temperatura parecem não ter relação com o número de cagarras a afluir à ilha. Apesar da intensidade do vento estar negativamente correlacionada com a abundância relativa de cagarras na colónia em 2007, tal não se verificou no ano anterior. Esta relação também não é significativa quando o número de cagarras é o estimado pelos *loggers*, embora o a mostra disponível para este estudo seja relativamente pequena.

Tendo os ciclos de afluência uma periodicidade regular, é pouco provável que sejam influenciados pelas condições meteorológicas (Birkhead, 1978). No entanto, em pintados *Daption capense* e em airos *Uria aalgea* verificou-se que afluência às colónias pode ser influenciada pela intensidade de vento (Birkhead, 1978; Weidinger, 1996). Por outro lado, a intensidade máxima de vento em 2006 foi bastante menor que em 2007, o que poderia ser uma razão para as diferenças nos resultados entre os dois anos. A hipótese de que, de forma directa ou indirecta (disponibilidade de alimento, p.e.) (Birkhead, 1978), a intensidade do vento influencie o número de cagarras a acorrer à colónia não pode ser excluída, sendo necessária uma recolha de dados que

abranja um maior número de dias e uma maior amplitude de intensidades de vento.

Considerações finais

Existe algum desfasamento entre os ciclos de afluência em diferentes locais na ilha Selvagem Grande, o que sugere que os factores intrínsecos deverão desempenhar um papel importante nesta regulação. Ainda assim, encontrámos uma correlação negativa baixa, mas significativa, entre o vento e o número de cagarras na colónia. A intensidade do vento, mesmo que não tome partido na regulação dos ciclos, pode influenciar a afluência das aves, particularmente nos dias de grande intensidade. Por outro lado, a correlação existente entre as afluências das cagarras à colónia na Selvagem Grande e Selvagem Pequena não permite excluir a hipótese de que os factores extrínsecos desempenhem algum papel na regulação dos ciclos de afluência.

No início de Abril, a afluência de ambos os sexos à colónia é bastante elevada e os ciclos de afluência possuem uma menor duração, em relação à incubação ou fase de alimentação das crias. Uma razão possível para as aves não se ausentarem por longos períodos da colónia, poderia ser a defesa do ninho, pois existem casais ou indivíduos à procura de ninho ou par e outros a regressar tardiamente aos seus antigos ninhos

(Mougin et al., 1986). No entanto, a defesa do ninho parece ser uma tarefa que ocupa mais os machos, o que se comprova pela alta afluência destes ao longo de toda a fase de pré-incubação. Esta elevada afluência dos dois sexos deverá estar relacionada com a necessidade de fortalecer a ligação com o parceiro, se a relação não for muito antiga (Mougin et al., 1986), ou com a necessidade de sincronização futura entre os parceiros. No entanto, a sincronização entre os parceiros parece ser um efeito secundário da sincronização entre as aves de uma mesma área. Assim, ainda que a necessidade de sincronia entre os parceiros seja a razão maior para a ocorrência desta maior afluência dos dois sexos e numa maior escala, dos próprios ciclos de afluência (Mougin et al., 2000), a regulação dos mesmos poderá dever-se a uma sincronia entre várias aves da mesma área.

Em estudos futuros, seria interessante compreender como se comportam as cagarras no mar, fora da colónia reprodutora, e a influência que este comportamento poderá ter na formação dos ciclos de afluência, na coordenação entre os elementos de cada par e na sincronia entre os pares e entre as aves que nidificam numa área próxima.

Referências

- Birkhead, T. R. (1978). Attendance patterns of guillemots *Uria aalge* at breeding colonies on Skomer Island. *Ibis*, 120, 219-229.
- González-Solis, J., Croxall, J. P., & Briggs, D. R. (2002). Activity patterns of giant petrels *Macronectes* spp. using different foraging strategies. *Marine Biology*, 140, 197-204.
- Granadeiro, J. P. (1993). Variation in measurements of Cory's Shearwater between populations and sexing by discriminant analysis. *Ringing & Migration*, 14, 103-112.
- Granadeiro, J. P., Burns, M. D., & Furness, R. W. (1998b). Patterns of activity and burrow attendance in Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* as revealed by a novel logging technique. *Ibis*, 140, 458-466.
- Granadeiro, J. P., Nunes, M., Silva, M. C., & Furness, R. W. (1998a). Flexible foraging strategy of Cory's shearwater *Calonectris diomedea* during the chick rearing period. *Animal Behavior*, 56, 1169-1176.
- Granadeiro, J. P., Dias, M. P., Rebelo, R., Santos, C. D., & Catry, P. (2006). Numbers and Population Trends of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* at Selvagem Grande, Northeast Atlantic. *Waterbirds*, 29 (1), 56-60.
- Hamer, K., & Read, H. (1987). Patterns of return to land in a colony of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* on Selvagem Grande. *Seabird*, 10, 3-11.
- Hamer, K. C. & Hill, J. K. (1994). The regulation of food delivery to nestling Cory's shearwaters *Calonectris diomedea*: the roles of parents and offspring. *Journal of Avian Biology*, 25, 198-204.
- Jouanin, C., Roux, F. & Mougin, J.-L. (1989). Cycles d'affluence des Puffins cendrés (*Calonectris diomedea borealis*) à Selvagem Grande. *L'Oiseau et la Revue Française D'Ornithologie*, 59, 154-168.
- Jouanin, C., Roux, F., Mougin, J.-L., & Stahl, J.-C. (2001). Pre-laying exodus of Cory's Shearwaters (*Calonectris diomedea borealis*) on Selvagem Grande. *J. Ornithol.*, 142, 212-217.
- Mougin, J.-L., Zino, F., Biscoito, M., Despin, B., & Roux F. (1986). Quelques observations concernant la parade chez le Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis* de l'île Selvagem Grande (30°09'N, 15°52'W). *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 38, 5-15.
- Mougin, J.-L., Jouanin, C., & Roux, F. (2000). The attendance cycles of the Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* on Selvagem Grande. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 323, 385-390.
- Sagar, P. M., & Weimerskirch, H. (1996). Satellite tracking of southern buller's albatrosses from the Snares, New Zealand. *The Condor*, 98, 649-652.
- Thibault, J.-C., Bretagnolle, V., & Rabouam, C. (1997). *Calonectris diomedea* Cory's Shearwater. *BWP Update*, 1(2), 75-98.
- Weindinger, K. (1996). Effects of weather on the cyclic patterns of colony attendance in the Cape petrel *Daption capense*. *Polar Biology*, 16 (5), 339-344.
- Weimerskirch, & Guionnet (2002). Comparative activity pattern during foraging of four albatross species. *Ibis*, 144, 40-50.

Anexos

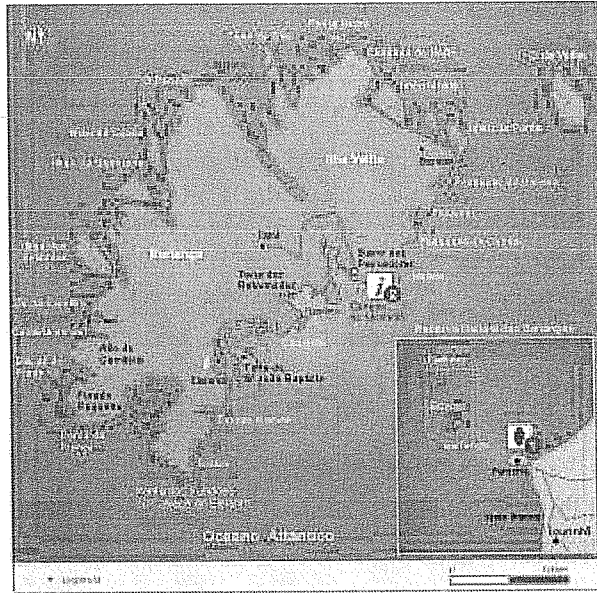


Fig. 1 – Mapa da ilha da Berlenga, onde foi realizada parte do estudo da plumagem de Cagarras *Calonectris diomedea borealis*; as subcolónias estudadas nidificam na zona do Furado Grande e do Melreu (<http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT/Areas+Protegidas/ReservaNatural/Berlengas/VerEVisitar/Itinerários.htm>)

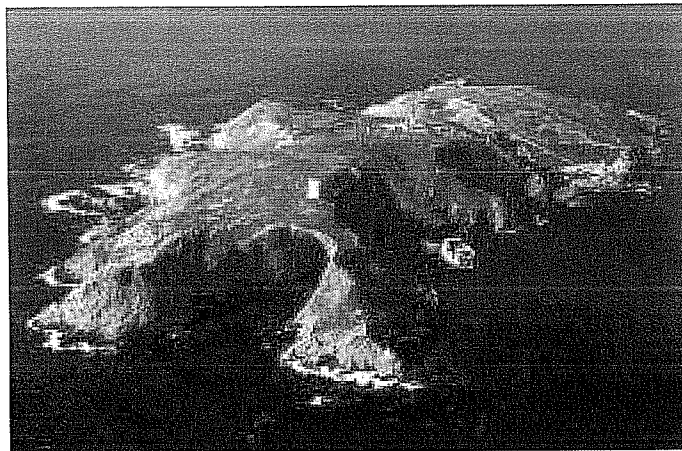


Fig. 2 – Vista aérea da ilha da Berlenga (<http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=2821&id=>)



Fig. 3 – Ilha da Selvagem Grande, onde foi realizada parte do estudo da plumagem de cagarras e onde também foram estudados os ciclos de afluência à colónia, vista a partir do N.R.P. Cacine



Fig. 4 – Mapa do arquipélago das ilhas Selvagens, (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Selvagens.png>).

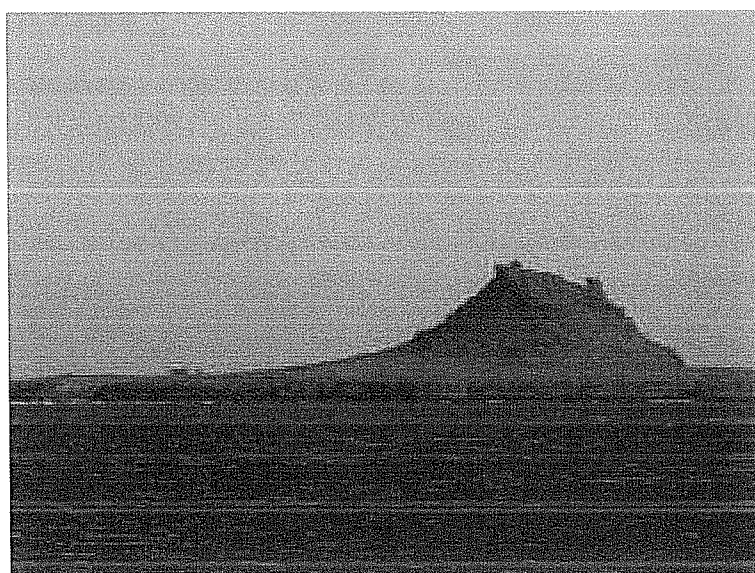


Fig. 5 – Ilha da Selvagem Pequena, localizada a cerca de 15 km a sul/sudoeste da Selvagem Grande, onde foram recolhidos dados relativos ao estudo dos ciclos de afluência



Fig. 6 – Planalto da ilha Selvagem Grande, onde se encontram parte dos ninhos de cagarras analisadas neste estudo



Fig. 7 – Entrada de um ninho de cagarra no planalto da ilha Selvagem Grande

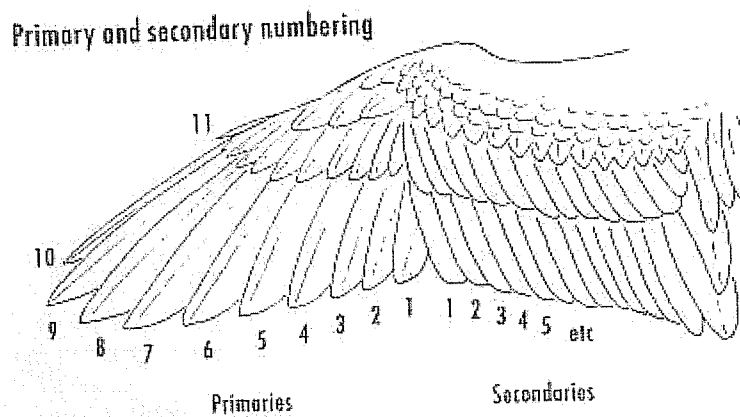


Fig. 8 – Numeração das primárias e secundárias de uma asa de cagarra (origem desconhecida)



Fig. 9 – Asa de cagarra da Selvagem Grande com a muda completa, no princípio de Abril de 2007 (foto de Luis Vicente).

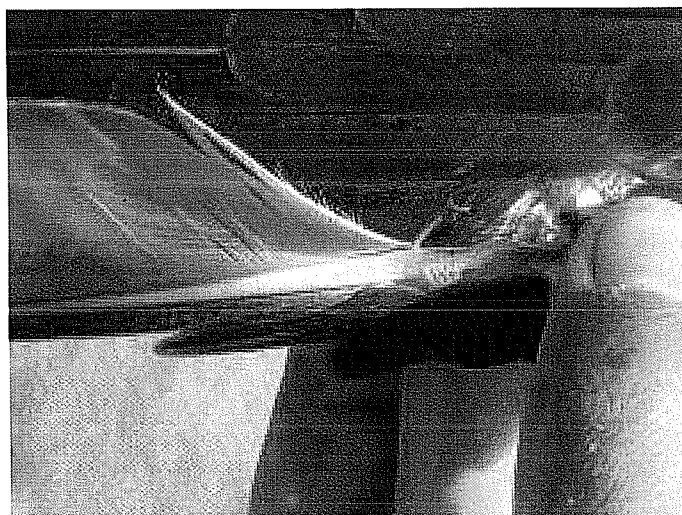


Fig. 10 – Décima primária de uma cagarra da Selvagem Grande, no princípio de Abril de 2007, com um score de 5, ou seja, com a pena totalmente crescida e já sem vestígios de bainha ou de sangue no cálamus (foto de Luis Vicente).



Fig. 11 – Décima primária de cagarra da Selvagem Grande, com um score de 4, ou seja, com a pena em crescimento, mas já com um tamanho entre os 2/3 e a totalidade do seu tamanho final e ainda com a bainha (foto de Luis Vicente).

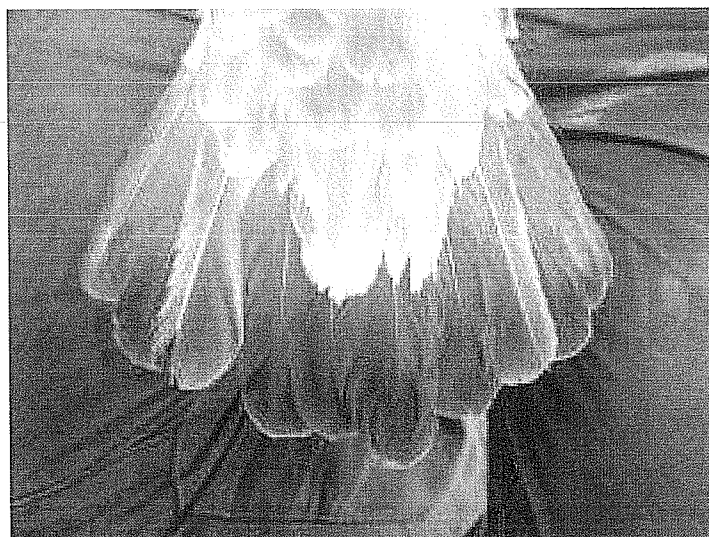


Fig. 12 – Rectrizes de uma cagarra da Selvagem Grande, no princípio de Abril de 2007, tendo duas delas score de 0 (penas antigas) e as restantes penas score de 5.



Fig. 13 - Rectriz de cagarra da Selvagem Grande, com um score de 3, ou seja, com a pena em crescimento e com um tamanho entre os 1/3 e os 2/3 do seu tamanho final (foto de Luis Vicente).



Fig. 14 – Rectrizes de uma cagarra da Selvagem Grande, no princípio de Abril de 2007, já sem vestígios de bainha nem de sangue no cálamus (foto de Luis Vicente).

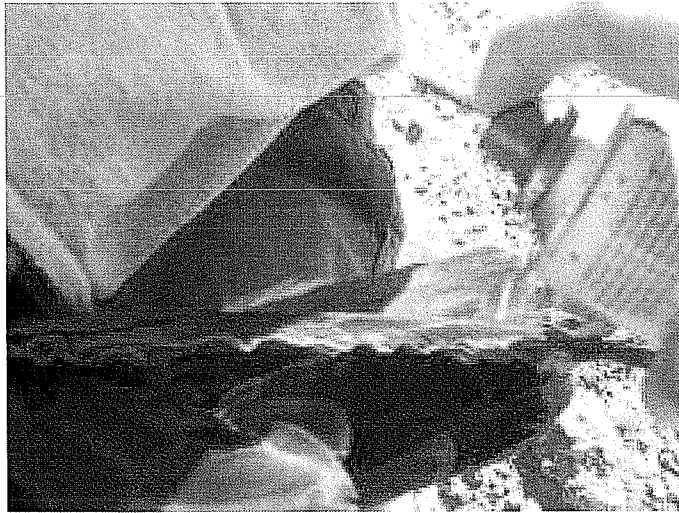


Fig. 15 – Marcação de um indivíduo com tinta na extremidade das primárias, a fim de evitar a sua recaptura

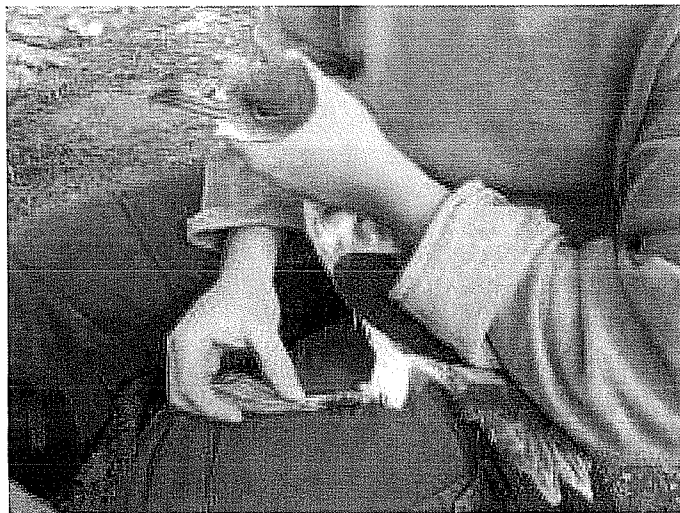


Fig. 16 – Colocação de um data-logger numa ave capturada no princípio de Abril de 2007, na Selvagem Grande

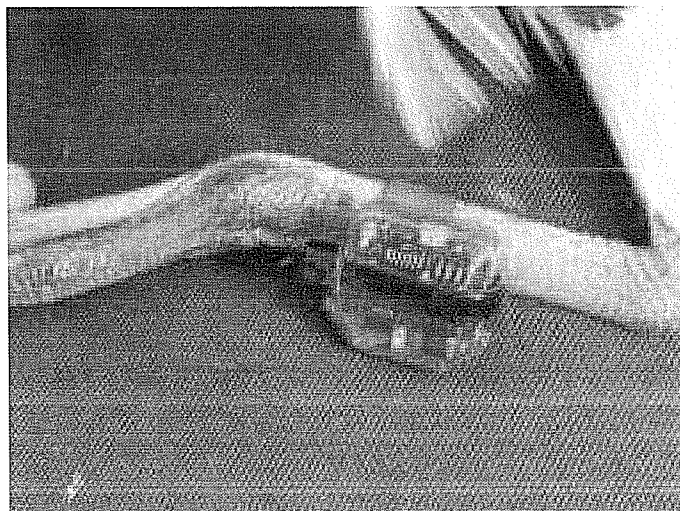


Fig. 17 – Pormenor da ligação do *data-logger* à anilha metálica da ave, através de *cable-tie*

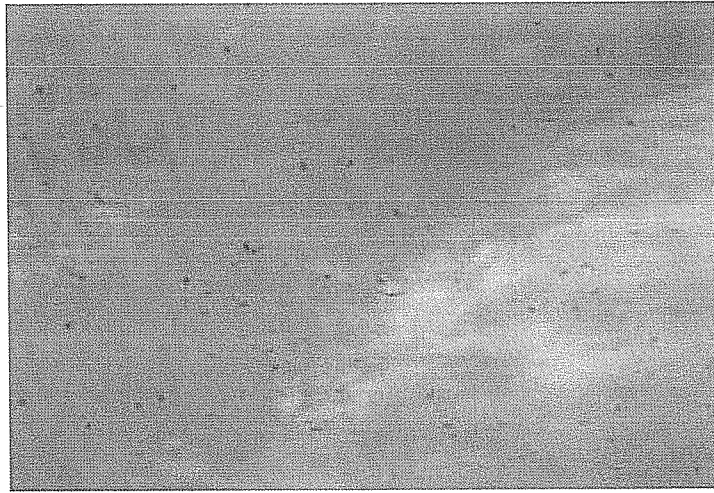


Fig. 18 – Cagarras a regressar à colónia da Selvagem Grande, num fim de tarde de Abril, num dia de grande afluência de aves



Fig. 19 – Presença diurna no ninho de um casal de cagarras no princípio de Abril de 2007

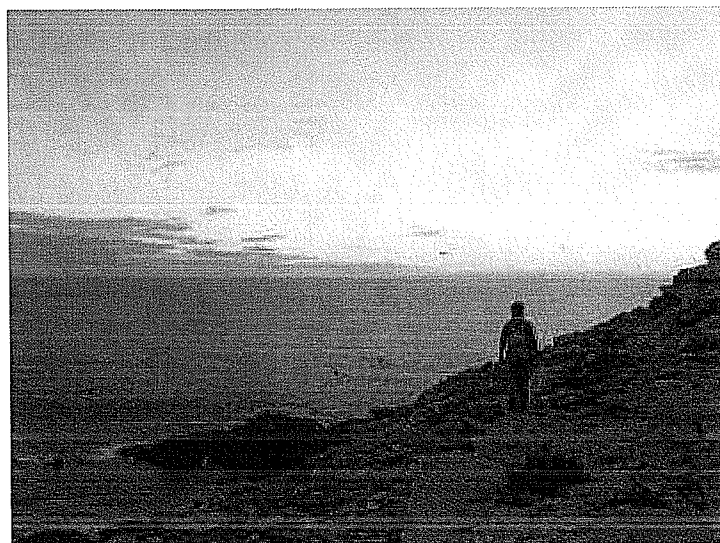


Fig. 20 – Contagens de cagarras pousadas no solo ao longo de um transecto no final do dia