



Working Paper nº 49

**Biogeografia macaronésia:
Factores de diversidade
e endemicidade na avifauna**

Lúcio Pires do Rosário

Working Paper nº 49

ISSN: 0872-895X

Depósito Legal nº: 90631/95

Lúcio Pires do Rosário

Maio, 1996

Súmula de um projecto de investigação desenvolvido no âmbito da disciplina “Informática da Estatística e da Econometria”, licenciatura em Estatística e Gestão de Informação, ano lectivo de 95/96.

Biogeografia macaronésica: - Factores de diversidade e endemicidade na avifauna

Lúcio Pires do Rosário *

Resumo

Abordam-se os factores determinantes da diversidade de aves características das ilhas dos arquipélagos dos Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde, que se incluem na região biogeográfica designada por Macaronésia.

Ensaiam-se e avaliam-se modelos biométricos relativos à explicação da diversidade e endemicidade insulares no Atlântico Norte.

Dá-se particular relevo a inovações relativas à longitude, para explicação do número de aves nidificantes, e à latitude, para explicar a constituição de endemismos insulares. Recorre-se à utilização da simulação biométrica na procura de indicadores ambientais que possam apoiar a viabilização do desenvolvimento económico apoiado em recursos naturais renováveis.

Palavras chave: Biometria; Estatística; Biogeografia; Macaronésia; Açores; Madeira; Canárias; Cabo Verde; Aves; Biodiversidade; Diversidade; Endemismos; Conservação; Desenvolvimento sustentado; Indicadores ambientais.

Biogeography of macaronesian's islands: - Factores determining diversity and endemism in birds

Abstract

This paper considers the factors which determine diversity in birds and, among them, of those specially characteristic on the islands of the archipelagos of the Azores, Madeira, the Canaries and Cape Verde, all off which comprise the biogeographical region known as Macaronesia.

Biometrics models relating to the explanation of the diversity and endemicity of the North Atlantic island are tested and evaluated.

Particular emphasis is given to new theories of longitude, to explain the numbers of nesting birds, and of latitude, to explain how insular endemism are established.

Methods of biometrics simulation are applied, in the search for environmental indicators which encourage economic development based on renewable natural resources.

Key words: Biometry; Statistics; Biogeography; Macaronesia; Azores; Madeira; Canaries; Cape Verde; Birds; Biodiversity; Diversity; Endemic species; Nature conservation; Sustainable development; Environmental indicators.

* - Técnico da Direcção de Serviços de Caça, Pesca, Apicultura Outros Recursos Silvestres do Instituto Florestal.
Morada: Rua 5 do Bairro Calçada das 15 Ruas, nº 13, 1070 LISBOA; telefone e fax (01)3885304; e-mail lucio.pires@nil.teleport.pt

Biogeografia macaronésica: -Factores de diversidade e endemidade na
avifauna

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - ENQUADRAMENTO GERAL DO TRABALHO	1
3 - SOBRE A DISTRIBUIÇÃO OS ESTATUTOS LOCAIS DA AVIFAUNA MACARONÉSICA	5
4 - FORMULAÇÃO DO MODELO	11
4.1 - Especificação	11
4.2 - Estimação e análise	12
4.2.1 - Variáveis e agrupamentos de indivíduos	12
4.2.2 - Etapas e processos de estimação do modelo	16
4.2.3 - Análise do modelo adoptado	17
5 - SIMULAÇÃO DE RESULTADOS E SUA INTERPRETAÇÃO	18
6 - CONCLUSÕES E QUALIFICAÇÕES	22
BIBLIOGRAFIA	24

1 - INTRODUÇÃO

O presente trabalho constitui uma sùmula de um projecto de investigação desenvolvido para o curso de Informática da Estatística e da Econometria, no âmbito da licenciatura em Estatística e Gestão de Informação do ISEGI - UNL.

Com recurso às técnicas biométricas, desenvolve-se um modelo multiequacional, explicativo e caracterizador de alguns traços marcantes da biogeografia das ilhas do Atlântico Norte englobadas sob a designação genérica de Macaronésia.

A abordagem e desenvolvimento de temas de biogeografia e biometria insulares resultam da necessidade de procura de indicadores de riqueza, de diversidade e de estabilidade dos sistemas naturais, considerando-se estes como descritores síntese que apoiam e credibilizam a avaliação de impactes de diferentes intervenções estruturais sobre os espaços, mas também como bases essenciais para a programação e a monitorização de adequadas estratégias de desenvolvimento sustentado a partir de recursos renováveis, designadamente para áreas ecológica e socialmente deprimidas, questão que, directamente, também pode vir a ter ou já tem alguma importância nas ilhas em causa, sobretudo no âmbito do designado "turismo verde", que ali se tem procurado promover e incentivar como sector chave de economias voltadas para o exterior.

2 - ENQUADRAMENTO GERAL DO TRABALHO

Por comparação com o espaço que ocupam à superfície da Terra, as ilhas tiveram sempre um papel particular e destacado na biogeografia, em resultado da sua repartição por todas as zonas bioclimáticas e porque nelas se constituíram, de forma isolada e a microescala, quer em espaço, quer em termos da diversidade, estrutura e evolução das comunidades biológicas, importantes réplicas de condições marinhas e continentais próximas.

Assim, consequência do respectivo isolamento, da forma como foram povoadas e da evolução das plantas e dos animais que aí se estabeleceram, cada ilha (ou arquipélago) apresenta características próprias, onde o limitado número de espécies presentes permite, em relação às condições continentais reportáveis, compreender de forma mais simplificada a instalação, a evolução e a especiação das biocenoses a partir de stocks iniciais reduzidos. As ilhas constituem, deste modo, verdadeiros laboratórios vivos, com um interesse biológico e conservacionista verdadeiramente excepcional, designadamente na perspectiva da manutenção da biodiversidade, questão que no passado recente saltou de forma marcada para as preocupações comuns da nossa existência.

Neste contexto, de acordo com as zonagens biogeográficas do Globo que na generalidade se aceitam ¹, a Macaronésia - que engloba o conjunto dos arquipélagos dos Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde -, constitui uma de entre as 37 regiões florísticas e faunísticas que as respectivas comunidades naturais características permitem individualizar, sendo a região insular a que se reporta a Europa Sudocidental e o Noroeste de África. Ou seja, o conhecimento da Macaronésia engloba não só território insular português e outros a que historicamente estivemos ligados, como permite a análise de réplicas ecológicas simplificadas de certas condições do próprio Continente português.

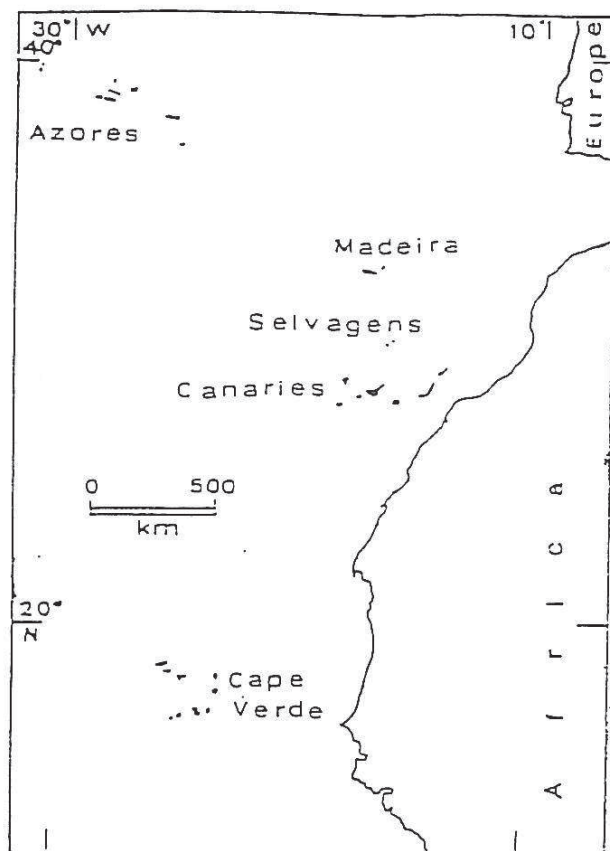


Figura 1: Localização geral das ilhas da Macaronésia

O impacto das ilhas no pensamento científico teve inícios nos começos do século XIX, quando várias nações europeias começaram de facto a explorar, a cartografar e a estudar o novo mundo descoberto poucos séculos antes,

¹ - Ver designadamente Brown & Gibson (1983) e Robison (1962).

trabalhos que frequentemente foram acompanhados por naturalistas, de que se destacam, pelas obras produzidas, Wallace, Darwin² e Wooker.

Todavia, apenas com MacArthur & Wilson (1963 e 1967) se estabeleceram os primórdios de uma teoria consistente para a interrelação entre os padrões ecológicos e biogeográficos das ilhas, com a formulação do modelo de relação entre o número de espécies colonizadoras e a área e o isolamento de cada ilha ou arquipélago.

Blondel (1979), Brown & Gibson (1983) e Aizen (1989), entre outros, abordam e desenvolvem avanços posteriores sobre a mesma temática, focalizando-se também em outros factores julgados determinantes do equilíbrio dinâmico das comunidades insulares, a partir do balanço entre as taxas de imigração e as de extinção de espécies.

Para o caso da Macaronésia, muito embora haja inúmeros trabalhos de diferentes autores sobre as respectivas comunidades, destacando-se as da flora e de lepidópteros, é sobretudo em Lack (1969) e Bacallado (1975) que se inicia uma abordagem introdutória aos factores influenciadores da distribuição e da evolução da avifauna para os arquipélagos dos Açores, Madeira e Canárias, contudo com algumas discrepâncias e apenas no conjunto de cada grupo daquelas ilhas (Vd. Quadro 1). Exceptuando Naurois (1990 e 1994), que se refere exclusivamente às ilhas de Cabo Verde, não se conhecem para tal grupo da fauna trabalhos posteriores abrangentes da região biogeográfica no global ou relacionando-o com cada uma das ilhas de per si.

Quadro 1: Variáveis biométricas da Macaronésia referidas na bibliografia

		Em Bacallado (1975)	Em Lack (1969)
Canárias	Distância ao Continente (km)	111	100
	Área (km ²)	7167	7300
	Número de aves ocorrentes	60	53
Madeira	Distância ao Continente (km)	600	800
	Área (km ²)	1540	800
	Número de aves ocorrentes	42	27
Açores	Distância ao Continente (km)	1400	1400
	Área (km ²)	2529	2400
	Número de aves ocorrentes	21	22

No entanto, as aves são dos grupos da fauna que maiores atenções têm recebido do mundo científico nos anos recentes, sendo o seu interesse inquestionável, designadamente para os estudos de biogeografia e biodiversidade insulares, sobretudo em função da sua genérica conspicuidade, da liberdade de movimentação e dos hábitos migratórios ou divagantes de muitas espécies. Daí que inúmeros trabalhos tenham sido publicados nos últimos anos, designadamente ao nível de algumas ilhas ou de grupos de ilhas da

² - De destacar que foi em modelos recolhidos nos seus estudos sobre as comunidades biológicas insulares, em particular sobre os Galápagos em 1835, mas incluindo também os Açores e a Madeira, que Darwin baseou e fundamentou a sua teoria evolucionista.

Macaronésia³, o que pode relevar também o interesse de actualização e de enquadramento regional geral das análises biogeográficas antes desenvolvidas.

Por outro lado, neste trabalho testa-se o uso da longitude em alternativa à distância mínima aos continentes para explicar a diversidade de avifauna nas ilhas, constituindo também um avanço em relação aos trabalhos conhecidos a abordagem das questões relativas aos padrões de endemidade insular, em particular no relativo às suas relações com a latitude, tomando como ponto de partida as teorias defendidas em Naurois (1990).

Destaca-se que, como se refere no autor antes citado, os endemismos nas ilhas oceânicas são o produto, sobretudo, duma ruptura brutal de pequenos núcleos de stocks de certas espécies chegadas em condições acidentais e que sofrem depois uma longa adaptação e evolução no isolamento.

Quaisquer que sejam as causas e as modalidades do desenraizamento em relação ao stock original, a constituição de endemismos pressupõe uma dura prova de sobrevivência, não só pelo sempre limitado número dos efectivos colonizadores, como pela necessidade destes terem de "talhar" quase sempre um novo nicho ecológico, muitas vezes em condições ambientais ⁴ drasticamente diferentes das originais, como por um difícil novo reordenamento do stock genético da população isolada, como ainda pela necessidade de "resistir" à chegada de eventuais novos inputs de invasores do stock original, ou de reevoluir com eles.

Segundo a posição geográfica e em função da latitude, a adaptação às novas condições ambientais insulares apresentará mais ou menos dificuldades. Entre cada um dos Pólos e as latitudes próximas dos 45°, Norte ou Sul, o número de endemismos subespecíficos é praticamente nulo, o que se explica pelos invernos rigorosos característicos e porque nas ilhas as aves estão limitadas nos seus movimentos, enquanto nas vastas extensões continentais elas podem mais facilmente migrar e encontrar, em cada estação do ano, as condições favoráveis mais adequadas para sobreviver. Por outro lado, ao longo dos Trópicos, em resultado sobretudo de contemporâneos ⁵ fenómenos termodinâmicos e, particularmente, de efeitos mecânicos na atmosfera (ventos de subsidência e de advecção), estendem-se os desertos quentes ⁶, com influências presentes na Macaronésia, a determinar também condições adversas ao estabelecimento e à subsistência de uma maior diversidade biológica. Nas zonas intertropicais e nas temperadas, entre os Trópicos e as zonas de influência polar, é ainda a latitude que determina a insolação, a pluviosidade e o espaçamento e ritmo

³ - Vd. capítulo sobre Bibliografia.

⁴ - Sobretudo climáticas.

⁵ - Em termos geológicos.

⁶ - Jayme (1996) explica a formação destes desertos pelas correntes de ar ascendentes, que se formam junto ao Equador, aquecidas pela incidência vertical dos raios solares, e que descem, resfriadas na atmosfera, sobre os 30° de latitude, Norte e Sul.

das estações, sintetizadas na produtividade primária, a influenciar a favorabilidade ou não para o estabelecimento e a viabilização de endemismos.

Tais questões reflectem-se na Macaronésia, como se pode concluir do presente trabalho, por um crescendo de condições favoráveis à endemicidade à medida que se caminha de Sul para Norte.

3 - SOBRE A DISTRIBUIÇÃO OS ESTATUTOS LOCAIS DA AVIFAUNA MACARONÉSICA

Para a organização da síntese da informação disponível e conhecimento das variáveis que caracterizam as ilhas da região biogeográfica em análise - a Macaronésia - e as espécies da avifauna nelas ocorrentes, criou-se uma pequena base de dados referenciais, recorrendo-se à bibliografia disponível, bem como a informações coligidas em resultado de trabalho de campo pessoal na Região da Madeira, cujos outputs em referência ao presente trabalho se sintetizam no Quadro 2 anexo.

Os dados de ocorrência e de estatutos sobre as diferentes espécies reportados à bibliografia consultada têm como base, respectivamente :

- Açores em Bannerman & Bannerman (1966), Grand (1977, 1980 e 1983) e SNPRCN (1990);
- Madeira em Bannerman & Bannerman (1965), Baez (1993) e SNPRCN (1990);
- Ilhas Selvagens em SNPRCN (1990);
- Canárias em Bacallado (1975), Collins (1993), Delgado *et al.* (1993), Hounscome (1993), Martin & Nogales (1993), Nogales *et al.* (1993), Schottler (1993) e Trujillo (1993).
- Cabo Verde em Bannerman & Bannerman (1968) e Naurois (1994).

A organização sistemática das espécies por famílias apresentada no Quadro 2 segue o definido em Freeman (1975) e Sacarrão & Soares (1979).

Nas qualificações dos estatutos de conservação geral por cada espécie e por ilha consideram-se as categorias da UICN (1988), no seu *Red Data Book*:

-Extinta (Ex!), para as espécies que, ainda que subsistam em cativeiro, não foram definitivamente encontradas no estado selvagem nos últimos 50 anos, recorrendo-se à notação Ex? quando é virtualmente certo que um certo *taxon* ficou recentemente extinto;

- Em perigo de extinção (Ex), para os taxa em perigo de extinção e para aqueles cuja sobrevivência é pouco provável se se continuarem a verificar os factores adversos que originam tal situação, incluindo-se ainda os taxa cujos efectivos populacionais foram reduzidos para níveis críticos ou cujos habitats foram tão drasticamente reduzidos que se consideram em imediato perigo de extinção;

- Vulnerável (V), para os taxa que se considera provável a passagem à categoria de "em perigo de extinção" num futuro próximo se os factores de ameaça se

continuarem a verificar, incluindo-se ainda as espécies das quais a maioria de todas as populações estão sujeitas a uma redução devido a uma exploração excessiva, a uma extensa destruição dos habitats ou a outras perturbações ambientais, bem como as espécies cujas populações tenham sofrido uma grave redução e cuja segurança ainda não tenha sido assegurada ou as espécies cujas populações sejam ainda abundantes mas que estejam em perigo devido a factores adversos que actuam sobre os respectivos habitats em toda a área de ocorrência;

- Rara (R), para os taxa com pequenas populações mundiais que não estejam actualmente nas categorias "em perigo de extinção" ou "vulnerável", mas que estejam sujeitas a riscos, correspondendo geralmente a espécies que se encontram restritas a zonas geográficas ou habitats limitados ou estão distribuídas por uma zona geográfica ampla mas com efectivos muito reduzidos;

- Indeterminada (I), para os taxa que se sabe estarem incluídos nas categorias "em perigo de extinção", "vulnerável" ou "rara", mas sobre os quais não se dispõe de informação suficiente para determinar qual das três categorias é correcta;

- Insuficientemente conhecida (K), para os taxa de que se suspeita pertencerem a qualquer das categorias anteriores, mas sobre os quais se carece de informação;

- Não ameaçada (NA), para os taxa não compreendidos em qualquer das categorias anteriores, ou seja, para os que não sejam conhecidos ameaças ou riscos.

Em alternativa ao estatuto anterior, quando conhecido, assinala-se o estatuto populacional local da avifauna, sendo este referido para cada espécie através do número de indivíduos (Ni) ou de casais (Np) presentes ou, mais vulgarmente, pelos indicadores qualitativos que têm como base referencial os parâmetros seguidos na Estação Biológica de Kalo (Dinamarca), no âmbito do Grupo de Trabalho de Estatísticas de Caça da União Internacional dos Biologistas de Caça, que tem em conta como classes populacionais em expressão indicativa agregada de:

Mcm	-	Muito comum	-	> 100000 i;
Cm	-	Comum	-	10000-100000 i;
Pcm	-	Relativamente comum	-	1000-10000 i;
Esc	-	Escasso	-	100-1000 i;
Rr	-	Raro	-	10-100 i;
Mrr	-	Muito raro	-	1-10 i;
Acd	-	Acidental;		
P	-	Dada como ocorrente sem conhecimento do estatuto.		

Também quando conhecido, assinala-se o estatuto de presença de cada espécie, que é definido pelas notações:

R	-	Residente todo o ano;
E	-	Primaveril/Estival;
N	-	Nidificação confirmada;
n	-	Nidificação provável;
n?	-	Nidificação possível;
W	-	Outonal/Invernante;
Mp	-	Migrador de passagem;
u	-	Situação não esclarecida.

4 - FORMULAÇÃO DO MODELO

4.1 - Especificação

De entre os factores que diferentes autores têm afirmado como capazes de influenciar e determinar a diversidade ⁷ (*naven*)⁸ e a endemividade ⁹ (*navend*) avifaunística ao nível insular ¹⁰, sendo certo que, logo à partida, a primeira influencia decisivamente a segunda, merecem especial destaque:

- A área de cada ilha (*area*), variável que se correlaciona de forma positiva com a diversidade, não só em função de uma previsível maior disponibilidades de recursos e de biótopos ¹¹ à medida que a superfície terrestre aumenta, mas ainda em resultado das relações inter e intraespecíficas características, que as superfícies disponíveis para território e nicho condicionam;

- A distância ao continente (*distcon*), variável que afecta negativamente a diversidade de aves, por a lonjura sobre o mar entre stocks de origem e de destino ser um factor limitante mais ou menos importante para cada espécie de ave, em função da sua mobilidade e resistência no voo, questão que por seu lado pode afectar de forma positiva o número de endemismos ocorrentes, através do maior ou menor isolamento genético que caracteriza cada ilha;

- A altitude máxima de cada ilha (*altmax*), variável que pode afectar de forma positiva quer a diversidade quer a endemividade, por traduzir a potencial existência ou não em cada ilha de diversos ecossistemas e respectivas opções de uso, podendo ocorrer, à medida que se caminha em altura¹², desde o litoral, com praias, dunas e escalvados, aos pastos e cultivos das zonas basais ou baixas altitudes, passando pelos bosques e florestas das médias altitudes, até chegar aos ambientes alpinos das poucas ilhas onde se ultrapassam os 1500 metros de altitude.

Por outro lado, como antes se assinala, a título de ensaio neste trabalho recorre-se ainda às seguintes variáveis explicativas:

⁷ - Expressão do número de espécies e subespécies ocorrentes por cada sítio ou unidade ecológica.
⁸ - Entre parênteses e em itálico referem-se as designações sintéticas adoptadas nos quadros para cada variável.
⁹ - Expressão do número de espécies e/ou subespécies endémicas, ou seja as características à sua distribuição restrita a cada sítio, ilha, arquipélago ou, neste caso, à Macaronésia global, que terão evoluído em função das condições ecológicas e de isolamento genético próprias de cada sítio.
¹⁰ - Condição, no âmbito do presente trabalho, como integrantes da avifauna de uma ilha apenas as espécies residentes e as estivas nidificantes, com exclusão das migratórias de passagem e das invernantes, por se entender serem na realidade as que melhor caracterizam e condicionam a capacidade de fixação dos habitats insulares para tal tipo de fauna.
¹¹ - De alimentação, de reprodução, de protecção e abrigo, etc.
¹² - Nas ilhas Macaronésicas os gradientes ou unidades ecológicas definidas pela altitude são:

- A longitude (*long*), em alternativa à variável *distcon*, com correlação igualmente negativa no referente à diversidade e positiva para a endemidade ¹³, partindo-se da hipótese de que as correntes migratórias susceptíveis de "alimentar" a colonização das ilhas se realiza mais num sentido geral Norte - Sul e inverso, que ao longo de uma certa distância reportada às orlas não rectilíneas dos litorais continentais;

- A latitude (*lat*), que na Macaronésia pretende traduzir o potencial incremento dos padrões de endemidade à medida que se caminha de Sul para Norte, segundo hipótese formulada a partir de Naurois (1990) para Cabo Verde;

- A humanização das ilhas (*human*), variável que, por simples indicação da presença ou ausência do Homem, pode expressar uma relação positiva com a diversidade de aves, não só pela maior atractividade biológica de uma certa área que a presença humana também pode reflectir, como também pela criação de uma maior diversidade de habitats, incluindo estruturas essenciais para algumas espécies, como cultivos, florestas industriais, construções, etc.

Na formulação do modelo de partida recorre-se a um modelo com equações potência, que são não só as que melhor ajustam as estimações de relações deste tipo à realidade conhecida, como são também as recomendadas para "normalização" de conjuntos de valores de variáveis expressas em diferentes sistemas de unidades, como é o caso.

Deste modo, o modelo biequacional formulado inicialmente foi o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{naven}_{2i} &= A \cdot \text{area}_{2i}^{\beta 2} \cdot \text{distcon}_{3i}^{\beta 3} \text{ (em alternativa, } - \text{long}_{3i}^{\beta 3}) \cdot \text{altmax}_{4i}^{\beta 4} \cdot \\ &\quad \cdot \text{human}_{5i}^{\beta 5} \cdot e^{\alpha 1} \\ \text{navend}_{1i} &= B \cdot \text{naven}_{1i}^{\alpha 2} \cdot \text{distcon}_{3i}^{\alpha 3} \text{ (em alternativa, } \text{long}_{3i}^{\alpha 3}) \cdot \text{altmax}_{4i}^{\alpha 4} \cdot \\ &\quad \cdot \text{lat}_{5i}^{\alpha 5} + e^{\nu i} \end{aligned}$$

4.2 - Estimação e análise

4.2.1 - Variáveis e agrupamentos de indivíduos

Tendo em conta as discrepâncias notáveis nos valores de algumas variáveis disponíveis na bibliografia no referente aos Açores, Madeira e Canárias ¹⁴, bem como a genérica falta de dados sobre as Selvagens e ainda os erros e desajustes nos dados referentes a Cabo Verde, que são também mais recentes que os anteriores no referente ao conhecimento da respectiva avifauna, constituímos um referencial global único, a partir da adequação das mesmas bases de trabalho, com vista a apoiar a estimação do modelo em bases mais

¹³ - De facto, a longitude tem nesta parte do Globo uma evolução do mesmo sentido que a distância a partir do Equador.

fiáveis e, no mínimo, com dados actualizados, contemporâneos e coerentes entre si.

Assim, no referente às variáveis explicadas ou endógenas - Número de Aves Nidificantes (*naven*) e Número de Aves Endémicas (*navend*) - os valores adoptados são os resultantes da base de dados referencial antes apresentada¹⁵.

Os valores das variáveis Latitude (*lat*), Longitude (*long*) e Distância ao Continente (*distcon*), expressas em graus as primeiras e em quilómetros a última, foram retirados ou medidos directamente a partir de FHOS (1995), em cartografia na escala 1:3500000. As coordenadas correspondem à projecção de Mercator. As Distâncias ao Continente, que são as mínimas referidas a cada ilha, reportam-se ao Cabo da Roca (Portugal) para as ilhas dos Açores, ao Cabo Sim (Marrocos) para as da Madeira, ao Cabo Tarfaya (ou Yubi) para as Canárias e Desertas e ao Cabo Verde (Junto a Dakar, no Senegal) para as de Cabo Verde.

Os valores para a variável Área (*area*) e Altura Máxima (*altmax*), que se expressam respectivamente em quilómetros quadrados e em metros, foram adoptados de CEGUL (1979 e 1984) para os Açores e Madeira, embora no último caso se reportem a SNPRCN (1990) os valores referentes às Desertas, Bugio e Selvagens, em Bacallado (1975) para as Canárias e em Amaral (1991) e Naurois (1994) para Cabo Verde.

A variável Humanização das ilhas (*human*) expressa, através de uma variável binária (*Dummy*), se cada ilha é povoada pelo Homem (valor e = 2.71828) ou deserta (valor 1), ou seja, é utilizada para quantificar um efeito de ordem qualitativa sobre a variável dependente da equação onde se inclui.

Os valores dos dados sobre a população humana, que a título informativo também se anexam em alguns quadros, reportam-se respectivamente a EU (1994) e INE (1984) para os Açores, a EU (1994) e CEGUL (1984) para a Madeira, a EU (1994) para as Canárias e a Amaral (1991) para Cabo Verde¹⁶.

¹⁵ - AN, especialmente quadro 2.

¹⁶ - Para Cabo Verde a partir de os censos de 1990 para as ilhas de S. Vicente, S. Nicolau, S. Antão, S. Filipe, S. Miguel, S. Tiago, S. Jorge, S. Paulo e S. Afonso da Silva, os pontos de referência reportam-se à mesma variável no ano de 1981.

Quadro 3.1: Variáveis da biogeografia da avifauna macaronésica e enquadramento político e demográfico das ilhas

Arquipélago	ILHA	GRUPO: PAIS	LAT	LONG	DISTCON	AREA	ALTIMAX	HUMAN	NAVEN	NAVTN	NAVEND	POPULAÇÃO
AÇORES	Corvo	1	39,75	31,10	2190,00	17,10	777	2,71418	17	11	11	370
	Flores	1	39,50	31,20	2190,00	143,10	915	2,71418	22	15	12	4352
	Graciosa	1	39,00	28,00	1915,00	61,70	402	2,71418	21	13	11	5377
	Terceira	1	38,75	27,25	1795,00	381,96	1021	2,71418	21	16	13	53570
	S. Jorge	1	38,60	28,00	1860,00	246,30	1053	2,71418	24	17	13	10361
	Faial	1	38,60	28,70	1950,00	173,40	1043	2,71418	22	16	13	15489
	Pico	1	38,50	28,25	1890,00	446,40	2351	2,71418	21	16	12	15483
	S. Miguel	1	37,75	25,75	1610,00	759,40	1105	2,71418	24	17	14	131908
	Formigas	1	37,25	24,75	1590,00	0,20	20	1,00000	5	0	2	0
	Sta. Maria	1	37,00	25,10	1620,00	97,20	590	2,71418	22	14	10	6500
MADEIRA	Porto Santo	2	33,10	16,30	700,00	40,20	517	2,71418	25	17	17	4376
	Madeira	2	32,70	17,00	720,00	764,88	1861	2,71418	39	27	25	248468
	Deserta Grande	2	32,50	16,60	700,00	10,90	479	1,00000	17	8	11	0
	Bugio	2	32,40	16,60	700,00	3,30	384	1,00000	15	6	10	0
SELVAGENS	Selvagem Grande	3	30,20	15,90	400,00	2,50	136	1,00000	8	2	4	0
	Selvagem Pequena	3	30,00	16,00	400,00	0,20	49	1,00000	8	0	1	0
CAMÁRIAS	Alegranza	4	29,40	13,50	175,00	10,50	289	1,00000	24	15	14	0
	Lanzarote	4	29,00	13,60	134,00	862,00	671	2,71418	36	30	23	53452
CABO VERDE	Fuerteventura	4	28,40	14,00	105,00	1563,00	807	2,71418	35	31	23	30185
	Gran Canaria	4	28,00	15,70	210,00	1531,00	1950	2,71418	54	47	35	672716
	Tenerife	4	28,30	16,60	300,00	2055,00	3718	2,71418	53	44	36	590963
	La Gomera	4	28,10	17,20	350,00	371,00	1487	2,71418	41	34	29	18237
	La Palma	4	28,70	17,90	440,00	729,00	2423	2,71418	40	36	32	72665
	Hierro	4	27,70	18,00	400,00	287,00	1512	2,71418	35	30	26	6408
	Santo Antão	5	17,10	25,20	840,00	779,00	1979	2,71418	23	17	13	43321
	S. Vicente	5	16,80	25,00	820,00	227,00	725	2,71418	22	16	11	41594
	Sta. Luzia	5	16,75	24,85	805,00	35,00	395	1,00000	16	13	8	0
	Branco	5	16,70	24,70	795,00	3,00	327	1,00000	14	6	4	0
CABO VERDE	Raso	5	16,60	24,60	785,00	7,00	164	1,00000	15	7	5	0
	S. Nicolau	5	16,60	24,30	735,00	343,00	1304	2,71418	23	18	13	13572
	Sal	5	16,70	22,95	610,00	216,00	406	2,71418	24	19	11	5826
	Boavista	5	16,10	22,85	580,00	620,00	387	2,71418	30	20	14	3372
	Maio	5	15,20	23,20	610,00	269,00	436	2,71418	23	19	12	4098
	Santiago	5	15,10	23,65	650,00	991,00	1392	2,71418	32	22	18	145957
	Fogo	5	14,90	24,40	735,00	476,00	2829	2,71418	25	18	14	30978
	Rombos	5	15,00	24,70	770,00	3,50	95	1,00000	15	8	5	0
	Brava	5	14,85	24,75	770,00	64,00	976	2,71418	24	18	13	6985

Quadro 3.2: Variáveis logaritimizadas (ln) da biogeografia da avifauna macaronésica

ILHA	LATL	LONGL	DISTCONL	AREAL	ALTIWAXL	HUMANL	NAVENL	NAVENDL
Corvo	3,68261	3,43721	7,69166	2,83908	6,65544	1	2,83321	2,39790
Flores	3,67630	3,44042	7,69166	4,96354	6,81892	1	3,09104	2,48491
Graciosa	3,66356	3,33220	7,55747	4,12228	5,99645	1	3,04452	2,39790
Terceira	3,65713	3,30505	7,49276	5,94532	6,92854	1	3,04452	2,56495
S. Jorge	3,65325	3,33220	7,52833	5,50655	6,95940	1	3,17805	2,56495
Faial	3,65325	3,35690	7,57558	5,15560	6,94986	1	3,09104	2,56495
Pico	3,65066	3,34109	7,54433	6,10122	7,76260	1	3,04452	2,48491
S. Miguel	3,63099	3,24843	7,38399	6,63253	7,00760	1	3,17805	2,63906
Formigas	3,61765	3,20883	7,37149	-1,60944	2,99573	0	1,60944	0,69315
Sta. Maria	3,61092	3,22287	7,39018	4,57677	6,38012	1	3,09104	2,30259
Porto Santo	3,49953	2,79117	6,55108	3,69387	6,24804	1	3,21888	2,83321
Madeira	3,48738	2,83321	6,57925	6,63972	7,52887	1	3,66356	3,21888
Deserta Grande	3,48124	2,80940	6,55108	2,38876	6,17170	0	2,83321	2,39790
Bugio	3,47816	2,80940	6,55108	1,19392	5,95064	0	2,70805	2,30259
Selvagem Grande	3,40784	2,76632	5,99146	0,91629	4,91265	0	2,07944	1,38629
Selvagem Pequena	3,40120	2,77259	5,99146	-1,60944	3,89182	0	2,07944	0,00000
Alegranza	3,38099	2,60269	5,16479	2,35138	5,66643	0	3,17805	2,63906
Lanzarote	3,36730	2,61007	4,89784	6,75926	6,50877	1	3,58352	3,13549
Fuerteventura	3,34639	2,63906	4,65396	7,41638	6,69332	1	3,55535	3,13549
Gran Canaria	3,33220	2,75366	5,34711	7,33368	7,57558	1	3,98898	3,55535
Tenerife	3,34286	2,80940	5,70378	7,62803	8,22094	1	3,97029	3,58352
La Gomera	3,33577	2,84491	5,85793	5,91620	7,30452	1	3,71357	3,36730
La Palma	3,35690	2,88480	6,08677	6,59167	7,79276	1	3,68888	3,46574
Hierro	3,32143	2,89037	5,99146	5,65948	7,32119	1	3,55535	3,25810
Santo Antão	2,83908	3,22684	6,73340	6,65801	7,59035	1	3,13549	2,56495
S. Vicente	2,82138	3,21888	6,70930	5,42495	6,58617	1	3,09104	2,39790
Sta. Luzia	2,81840	3,21286	6,69084	3,55535	5,97889	0	2,77259	2,07944
Branco	2,81541	3,20680	6,67834	1,09861	5,78996	0	2,53906	1,38629
Raso	2,80940	3,20275	6,66568	1,94591	5,09987	0	2,70805	1,60944
S. Nicolau	2,80940	3,19048	6,59987	5,83773	7,17319	1	3,13549	2,56495
Sal	2,81541	3,13332	6,41346	5,37528	6,00635	1	3,17805	2,39790
Boavista	2,77882	3,12895	6,36303	6,42972	5,95842	1	3,40120	2,63906
Maió	2,72130	3,14415	6,41346	5,59471	6,07764	1	3,13549	2,48491
Santiago	2,71469	3,16336	6,47697	6,89871	7,23850	1	3,46574	2,89037
Fogo	2,70136	3,19458	6,59987	6,16542	7,94768	1	3,21888	2,63906
Rombos	2,70805	3,20680	6,64639	1,25276	4,55388	0	2,70805	1,60944
Brava	2,69800	3,20883	6,64639	4,15888	6,88346	1	3,17805	2,56495

De notar que, pela sua limitada expressão em área e porque na maioria dos casos não dispusemos de dados sobre a avifauna de cada um, tratamos os elementos referentes aos ilhéus muito pequenos como integrando a respectiva ilha mais próxima. Estão neste caso, designadamente, os ilhéus da Cal, de Cima, das Cenouras e de Fora em relação a Porto Santo, o ilhéu Chão na Deserta Grande, os ilhéus de Fora, do Norte e outros minúsculos na Selvagem Pequena, os ilhéus do Curral Velho, dos Pássaros e do Baluarte na Boavista, o ilhéu de Rabo de Junco no Sal e o ilhéu da Lage Branca em Maio. Contudo, pequenos grupos de ilhéus característicos foram tratados individualmente, como são os casos das Formigas nos Açores e dos Rombos em Cabo Verde.

4.2.2 - Etapas e processos de estimação do modelo

As estimações e as análises de base do modelo foram desenvolvidas com recurso ao software SAS/STAT, integrando o SAS Release 6.08 TS408, datado de 1989.

Com vista à realização das estimações houve que proceder à prévia linearização das equações potência do modelo inicialmente proposto, através da sua logaritmização (Variáveis no Quadro 3.2).

Tendo em conta a limitada dimensão da amostra em análise ($n=37$) e o número de variáveis a incluir na regressão, com vista a maximizar o número de graus de liberdade, com reflexo na diminuição da variância dos estimadores de mínimos quadrados e na melhoria do grau de precisão das estimativas, recorreu-se ao processo de regressão Stepwise (regressão por passos), com um nível de confiança de 5%, para a redefinição das variáveis explicativas a incluir no modelo biequacional em causa.

Tal processo levou à eliminação, por falta de significância estatística em Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), das variáveis *humanl* na primeira equação do modelo e da variável *longl* (ou *distcon*) da segunda. A eliminação da variável *humanl* na 1ª equação resulta aliás da elevada correlação que tal variável tem quer com *areal* quer com *altmax*¹⁷, surgindo *humanl* como uma quase réplica de *navend*¹⁸.

Por outro lado, através do processo Stepwise foi também possível usar um meio de ajuizar da importância de variáveis alternativas para uma mesma equação, no caso as correspondentes ao ensaio de *distcon* versus *long* no referente à primeira equação, onde qualquer delas poderia ser adoptada. Como antes se refere, estas variáveis foram rejeitadas para explicação de *navend*, até

¹⁷ - A título de curiosidade, dispese que, de acordo com o respectivo coeficiente de determinação obtido para um modelo potência, tal variável explica em conjunto cerca de 70% da população residente por ilha na Macaronésia em 1980-81.
¹⁸ - O que significa que as determinações avaliadas para a variável de número de aves nidificantes por ilha não estão longe das que determinam a favorabilidade à instalação de Bases.

porque participam, alternativamente, de facto, na explicação de *naven*, que por sua vez explica a anterior.

Todavia, deve-se precisar que embora o procedimento Stepwise adopte *long*, por análise global da significância estatística das duas variáveis, o recurso alternativo a *distcon* não altera significativamente os valores dos coeficientes de determinação nem os resultados dos testes F, sendo ambas as variáveis integradas na equação ao segundo passo, com significâncias estatísticas muito próximas.

Posteriormente, tendo em conta que o modelo subsistente é um modelo bieuacional com equações simultâneas e que tal pode provocar problemas de estimação ¹⁹, levaram-nos a aplicar o método de Mínimos Quadrados Duplos ou Bi-etápico (MQD), concluindo-se que os parâmetros estimados por MQD para a primeira equação são exactamente os mesmos que os estimados para MQO, mas para a 2ª equação, onde os problemas correlação podem de facto ocorrer, os resultados são ligeiramente diferentes e com soluções mais satisfatórias, pois aproximam mais a estimações das observações de facto verificadas.

O modelo final a que se chegou na sequência das diferentes etapas de cálculo foi, por reversão do modelo linearizado para o modelo potência proposto:

$$\begin{aligned} \text{navên}_{1i} &= 31,821017 \cdot \text{area}_{2i}^{0,140758} \cdot \text{long}_{3i}^{-0,522793} \cdot \text{altmax}_{4i}^{0,094503} \\ \text{navênd}_{1i} &= 0,052965 \cdot \text{naven}_{1i}^{1,315159} \cdot \text{altmax}_{4i}^{0,083396} \cdot \text{lat}_{5i}^{0,243344} \end{aligned}$$

Tal explica, assim, a elasticidade das variáveis endógenas em relação às pré-determinadas, indicando as variações percentuais das primeiras quando as segundas variam, caso a caso, de um por cento (*ceteris paribus*).

3.2.3 - Análise do modelo adoptado

A expressão linear do modelo anterior e os respectivos coeficientes e estatísticas de qualificação são, respectivamente:

$\text{navên}_{1i} = 3,460127 + 0,140258 \cdot \text{areal}_{2i} - 0,522739 \cdot \text{long}_{3i} + 0,094503 \cdot \text{altmax}_{4i}$				
SE	0,45690477	0,02474633	0,1251216	0,05297503
T _(3,33)	7,573	5,688	-4,178	1,784
CV = 6,04836		R ² = 0,8674	F _(3,33) = 71,945	DW = 1,809
$\text{navênd}_{1i} = -2,942569 + 1,315159 \cdot \text{naven}_{1i} + 0,083396 \cdot \text{altmax}_{4i} + 0,243344 \cdot \text{lat}_{5i}$				
SE	0,428502	0,168072	0,067262	0,100732
T _(3,33)	-6,867	7,825	1,240	2,416
CV = 9,53964		R ² = 0,9040	F _(3,33) = 103,571	DW = 2,461

Do ponto de vista da teoria biogeográfica, os sinais esperados dos parâmetros são em todos os casos os adequados.

¹⁹ - A violação da hipótese clássica subjacente à aplicação do MQD, a saber, a de que as variáveis explicativas do modelo não são correlacionadas, ou seja, não existe entre elas uma relação entre quaisquer variáveis explicativas X_i e X_j (i ≠ j), é verificada.

Os valores do coeficiente de determinação (R^2) significam para cada equação que na 1ª 86,74% da variação total do número de aves nidificantes pode ser explicada pela regressão, enquanto a 2ª explica 90,4% da variação total do número de aves endêmicas por cada ilha da Macaronésia. Tratando-se de dados de corte transversal, tais valores apontam para qualidade das regressões em que se pode considerar boa a 1ª equação e muito boa a 2ª, embora se deva considerar que o julgamento da qualidade das regressões com base em tal critério não possa ser considerado absoluto.

No referente aos testes F (teste de significância global ou teste global de linearidade), como para $F_{(3,33)}$ o $F_{crit} \approx 2.90$ (para $\alpha = 5\%$), em qualquer das equações $F_{(3,33)} > F_{crit}$, pelo que se aceita a linearidade das regressões.

Quanto aos testes T (teste de significância individual sobre cada um dos parâmetros pela estatística T de Student), tendo em conta que T_{crit} (para $df = 33$ e $\alpha \leq 5\%$) $\approx \pm 2.04$, os valores da estatística para os diferentes parâmetros levam a:

- Rejeitar a hipótese nula em relação às variáveis *areal* e *longl* na 1ª equação do modelo, enquanto em relação à *altmax* tal hipótese não deva ser rejeitada, ainda que para um nível de confiança de 10% a hipótese nula seja já rejeitada para tal variável ($T_{crit} \approx \pm 1.69$), o que leva à sua inclusão no modelo adoptado;

- No referente à 2ª equação, a hipótese nula deve ser rejeitada em relação às variáveis pré-determinadas *navenl* e *latl*, mas em relação a *altmaxl* tal hipótese não deve ser rejeitada para níveis de confiança até cerca dos 25-30%; Contudo, a importância desta variável para explicar a equação em causa levaram-nos a mantê-la no modelo.

5 - SIMULAÇÃO DE RESULTADOS E SUA INTERPRETAÇÃO

A verificação do ajustamento do modelo proposto às observações verificadas na realidade para o caso das ilhas da Macaronésia é apresentada no quadro 5 e nas figuras 2 e 3.

Note-se, antes do mais, que quer no quadro quer nas figuras se apresentam os dados das simulações desenvolvidas em função da aplicação do Mínimos Quadrados Ordinários e por Mínimos Quadrados Duplos, sendo de relevar as ligeiras diferenças entre as estimações do número de aves endêmicas pelo primeiro processo (\hat{navend}) em relação ao segundo (\hat{navend}_2), já que em relação ao número de aves nidificantes (\hat{naven}) elas são exactamente iguais.

Quadro 4: Observações e estimações do número de aves nidificantes e endémicas nas ilhas da Macaronésia

ILHA	NAVEN	NAVEND	^NAVEN	^NAVEND	^NAVEN: Dmqd	NAVEN - ^NAVEN	NAVEND - ^NAVEND: Dmqd
Corvo	17	11	15	8	8	2	3
Flores	22	12	20	12	12	2	0
Graciosa	21	11	18	9	9	3	2
Terceira	21	13	25	16	16	-4	-3
S. Jorge	24	13	23	15	15	1	-2
Faial	22	13	22	14	13	0	0
Pico	21	12	27	20	19	-6	-7
S. Miguel	24	14	29	19	19	-5	-5
Formigas	5	2	6	2	2	-1	0
Sta. Maria	22	10	21	12	12	1	-2
Porto Santo	25	17	22	12	13	3	4
Madeira	39	25	38	27	27	1	-2
Deserta Grande	17	11	18	10	10	-1	1
Bugio	15	10	15	7	7	0	3
Selvagem Grande	8	4	14	6	6	-6	-2
Selvagem Pequena	8	1	9	3	3	-1	-2
Alegranza	24	14	19	9	10	5	4
Lanzarote	36	23	39	24	26	-3	-3
Fuerteventura	35	23	43	27	29	-8	-6
Gran Canaria	54	35	43	31	32	11	3
Tenerife	53	36	47	37	37	6	-1
La Gomera	41	29	33	22	22	8	7
La Palma	40	32	37	27	27	3	5
Hierro	35	26	31	20	20	4	6
Santo Antão	23	13	31	18	18	-8	-5
S. Vicente	22	11	24	12	12	-2	-1
Sta. Luzia	16	8	17	7	7	-1	1
Branco	14	4	12	5	4	2	0
Raso	15	5	13	5	5	2	0
S. Nicolau	23	13	27	15	14	-4	-1
Sal	24	11	23	11	11	1	0
Boavista	30	14	27	13	13	3	1
Maio	23	12	24	11	11	-1	1
Santiago	32	18	32	18	18	0	0
Fogo	25	14	30	18	18	-5	-4
Rombos	15	5	11	4	3	4	2
Brava	24	13	20	10	10	4	3

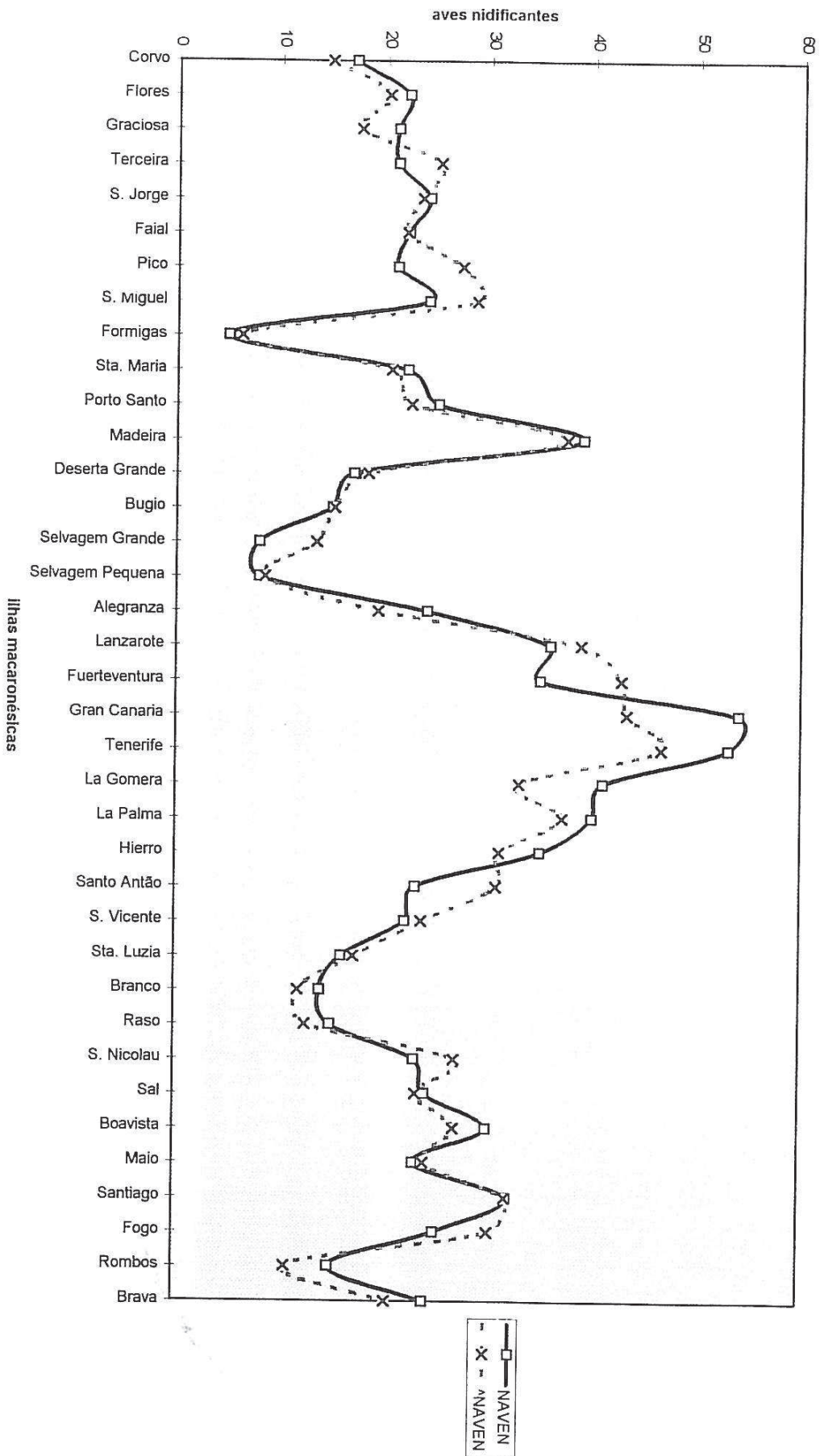


Figura 2: Ajustamento da estimação às observações de aves nidificantes

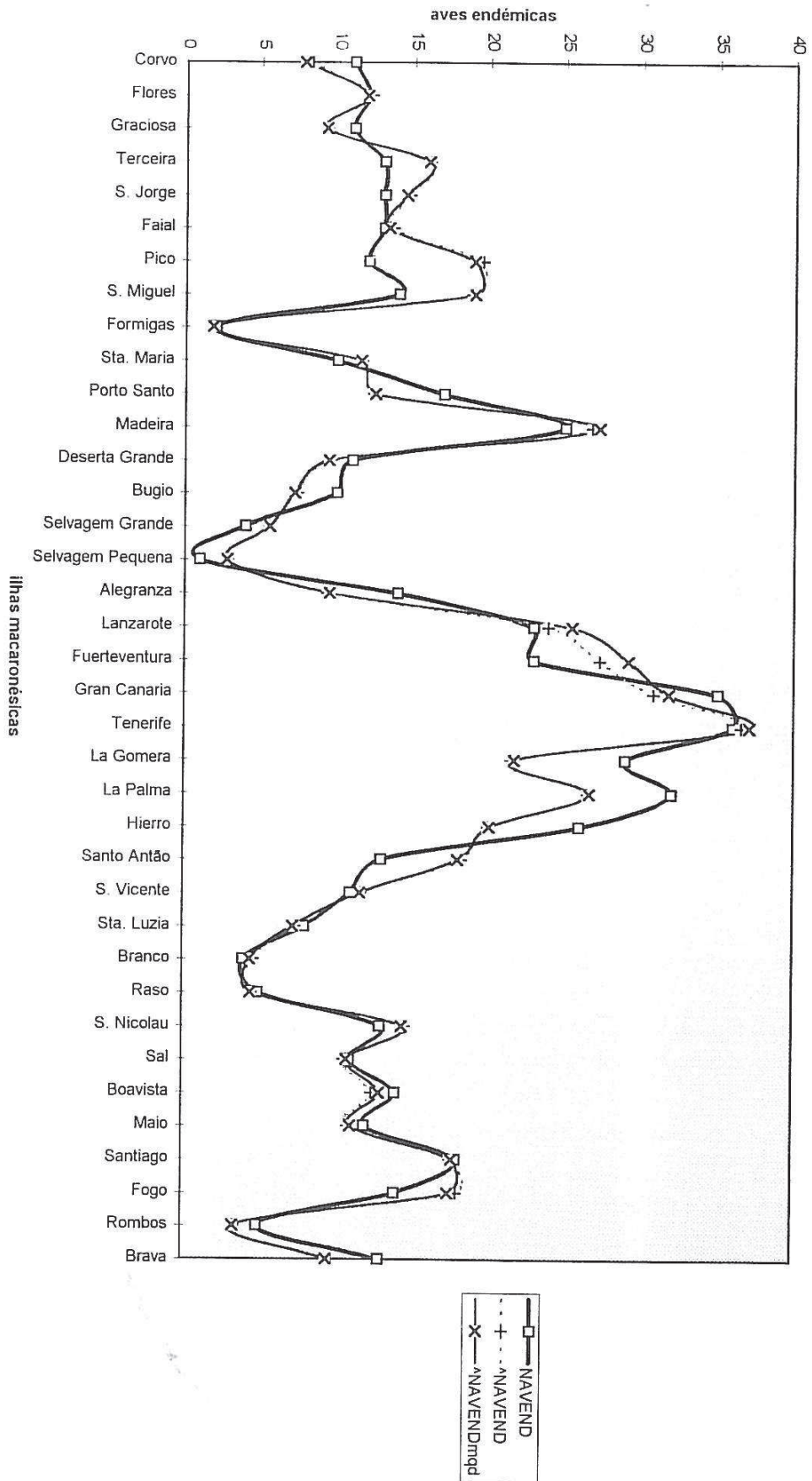


Figura 3: Ajustamento das estimações às observações de aves endêmicas

Como se verifica, a resposta das variáveis explicadas em função das explicativas no modelo adoptado ajustam-se aos valores observados na realidade, sendo certo que mesmo a evolução de tendências ao longo da distribuição de valores das primeiras é no genérico acompanhado.

Tratando-se as variáveis explicativas de base, na generalidade, de dados físicos imutáveis, não há aqui lugar à possibilidade de simulação de previsões e impactos em função da sua possível alteração ou à formulação de cenários alternativos, embora não deixe de ter interesse a sua aplicabilidade à previsão da diversidade e endemicidade em avifauna para eventuais novas ilhas, questão que a instabilidade tectónica e a quase permanente vulcanologia na região em causa permite perceber não estar fora do possível.

Poderão reflectir, eventualmente, particulares degradações dos habitats naturais os diferenciais verificados entre o observado e o estimado ($\leq -3v-4$), quer no referente ao Número de Aves Nidificantes quer no que ao Número de Aves Endémicas diz respeito, nos casos das ilhas da Terceira, Pico e S. Miguel (Açores), Fuerteventura (Canárias) e Santo Antão e Fogo (Cabo Verde);

Pelo contrário, merecem particular destaque no mesmo âmbito os diferenciais positivos conjuntos ($\geq +3v4$) nas ilhas de Porto Santo (Madeira), Alegranza, Gran Canaria, La Gomera, La Palma e Hierro (Canárias) e Brava (Cabo Verde).

6 - CONCLUSÕES E QUALIFICAÇÕES

i - O modelo potência estimado parece adaptar-se e expressar bem as relações de diversidade e endemicidade da avifauna nas ilhas macaronésicas.

ii - Os coeficientes de regressão do modelo adoptado expressam a elasticidade de:

- Número de Aves Nidificantes em ordem respectivamente à Área de cada ilha (correlação positiva), à Longitude (correlação negativa) e à Altitude Máxima (correlação positiva);

- Número de Aves Endémicas em ordem ao Número de Aves Nidificantes (correlação positiva), à Altitude Máxima (correlação positiva) e à Latitude (correlação positiva);

indicando a variação percentual das variáveis explicadas quando cada variável explicativa varia de um por cento (*ceteris paribus*).

- iii - No global, as variáveis explicativas incluídas no modelo explicam, respectivamente, 86,74% na equação relativa à diversidade de avifauna nidificante e 90,4% para a avifauna endémica das ilhas macaronésicas.
- iv - A variável Longitude é adoptada, em alternativa ao uso clássico da Distância ao Continente, para expressar as limitações decorrentes da distância aos stocks originais, o que parece significar que para a colonização das ilhas são mais importantes os sentidos dos fluxos migratórios Norte - Sul da avifauna que os movimentos da mesma ao longo dos continentes.
- v - Confirma-se a aplicabilidade da Latitude como variável explicativa da endemicidade avifaunística em toda a região da Macaronésia.
- vi - Algumas discrepâncias entre as observações reais das variáveis explicadas e os seus valores estimados para cada ilha podem ser explicadas por outros factores não analisados neste estudo e que necessitam de ser explicitados, julgando-se que devem ter algum relevo, entre outros, a maior ou menor antropogenização dos meios insulares, a determinar situações de extinção de certas espécies, ou um maior e mais concentrado esforço de conhecimento em certas ilhas, tendo como consequência a referenciação de um número adicional de espécies que em condições usuais não seriam dadas como ocorrentes em certas áreas.
- vii - O adequado esclarecimento das questões anteriores e um mais aprofundado desenvolvimento do modelo, podem vir a permitir recorrer aos desvios entre o observado e o estimado como índices de qualidade e amadurecimento dos sistemas naturais presentes em cada ilha, que são referenciais importantes na perspectiva da sua conservação e uso sustentado.
- viii - Estudos adicionais e obviamente mais desenvolvidos no âmbito abordado podem permitir encontrar melhores e mais adequadas respostas para os problemas da conservação da natureza, mas também para a percepção das verdadeiras condicionantes ambientais às necessidades de desenvolvimento económico, que são essenciais em algumas das ilhas incluídas na região analisada.
- ix - Particular relevância deve ser dada no futuro à mais completa elencação das espécies presentes e ao conhecimento dos seus estatutos populacionais e taxonómicos, bem como a uma maior precisão e detalhe nas medidas físicas em causa.
- x - Finalmente, importa estudar a possível importância neste contexto de intervenções que venham a acontecer no espaço, designadamente em termos da criação de diversidade de habitats por estruturação de novos padrões de

arborização, que podem designadamente permitir recriar horizontalmente aquilo que apenas a altitude e o tempo facultam nos processos naturais.

BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, I. (1983) - "The meaning of z in species / area regressions and the study of species turnover in island biogeography", em *Oikos* 41: 385-390.
- AMARAL, Ilídio do (1991) - "Cabo Verde: Introdução Geográfica", em *História Geral de Cabo Verde* (Coord. de L. Albuquerque & M. E. M. Santos), Ed. IICT, Lisboa.
- ARROJA, Pedro (1995) - *Métodos econométricos*, Folhas policopiadas ISEGI, da versão preliminar para o Curso de Econometria I (Ano lectivo 1994/95), Lisboa.
- AIZEN, Marcelo A. (1989) - "Fit of logspecies - logarea regression lines to nonequilibrium archipelagos: a simulation approach", em *Ecological Modelling* 47: 265-273, Ed. Elsevier Science Publishers B. V., Amesterdão.
- BACALLADO, Juan José (1975) - *Notas sobre la distribucion y evolucion de la avifauna Canaria*.
- BAEZ, M. (1993) - "Origins and afinities of the fauna of Madeira", em *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Sup. 2:9-40.
- BANNERMAN, David (1973) - "On the great interest to zoologists of fauna of the portuguese islands of Eastern Atlantic and the importance attached to their conservation, with special relation to the birds", em *Livro de homenagem ao Prof. Fernando Frade*: 99-118, Ed. Junta de Investigação do Ultramar, Lisboa.
- BANNERMAN, David A. & W. Mary BANNERMAN (1965) - *Birds of Atlantic Islands, Vol. II: A history of the birds of Madeira, the Desertas, and Porto Santo Islands*, Ed. Oliver & Boyd, Edinburg.
- BANNERMAN, David A. & W. Mary BANNERMAN (1966) - *Birds of Atlantic Islands, Vol. III: A history of the birds of the Azores*, Ed. Oliver & Boyd, Edinburg.
- BANNERMAN, David A. & W. Mary BANNERMAN (1968) - *Birds of Atlantic Islands, Vol. IV: History of the birds of the Cape Verde Islands*, Ed. Oliver & Boyd, Edinburg.
- BLONDEL, J. (1979) - *Biogéographie et écologie*, Ed. Masson, Paris.
- BLONDEL, J. (1986) - *Biogéographie évolutive*, Ed. Masson, Paris.
- BROWN, Kames H. & Arthur C. GIBSON (1983) - *Biogeography*, Ed. The C. V. Mosby Company, St. Louis.
- CENTRO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA (1979) - *Açores em mapas e em números*, Col. Estudos para o Planeamento Regional e Urbano n° 11, Ed. CEGUL, Lisboa.
- CENTRO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA (1984) - *Madeira em mapas e em números*, Col. Estudos para o Planeamento Regional e Urbano n° 20, Ed. CEGUL, Lisboa.
- COLLINS, D. R. (1993) - "The diet of the houbara bustard *Chlamydotis undulata fuerteventurae* in the Canary Islands", em *Boletim Municipal do Funchal*, Sup. 2:57-68.
- CONNOR, E. F. & E. D. McCoy (1979) - "The statistics and biology of the species - area relationship", em *Am. Nat.* 113: 791-833.
- DELGADO, G., J. CARRILLO & M. NOGALES (1993) - "Status and distribution of the egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) in the Canary Islands" em *Boletim Municipal do Funchal*, Sup. 2:77-84.
- EUROPEAN COMMISSION (1994) - *Portrait of the Islands*, Ed. Eurostat, Luxemburgo.
- FREEMAN, Richard (1975) - *Clasificacion del reino animal*, Ed. Eunsa, Pamplona.

- FRENCH HYDROGRAPHIC AND OCEANOGRAPHIC SERVICE (1995) - *North Atlantic Ocean - Lisboa to Freetown*, Escala 1:3500000, 4ª Ed. FHOS.
- GRIFFITHS, William E., R. Carter HILL & George G. JUDGE (1993) - *Learning and practicing econometrics*, Ed. John Wiley & Sons, Nova York.
- HILL, R. Carter (1992) - *Learning SAS - A computer handbook for econometrics*, Ed. John Wiley & Sons, Nova York.
- HOUNSOUME, M. V. (1993) - "Biometrics and origins of some Atlantic Islands birds", em *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Sup. 2:107-130.
- INTRILIGATOR, Michael D. (1978) - *Econometric models, techniques and applications*, Ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- ISAÍAS, Pedro (1994) - *Introdução ao Sistema SAS*, Ed. policopiada ISEGI, Lisboa.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (1984) - *XII Recenseamento Geral da População e II Recenseamento Geral da Habitação (1981) - Resultados definitivos*, Ed. INE, Lisboa.
- IUCN - CONSERVATION MONITORING CENTRE (1988) - *IUCN Red Data List of Threatened Animals*, Ed. IUCN, Cambridge.
- JAYME, Javier (1996) - "Sáhara - Geologia e clima: Cómo se marchitó el fabuloso vergel africano?", em *Geo 108* (Ed. em castelhano - Janeiro): 70-71.
- LACK, D. (1969) - "The number of birds species in islands", em *Bird Study*, 16:193-209.
- LE GRAND, Gérald (1977) - *Approche écologique de l'avifaune des Açores*, Relatórios e Comunicações do Laboratório de Ecologia Aplicada do Instituto Universitário dos Açores, Ponta Delgada.
- LE GRAND, Gérald (1980) - "Avifauna de Corvo", em *Arquipélago*, Série Ciências da Natureza (Aves): I:53-79, Ponta Delgada.
- LE GRAND, Gérald (1983) - "Check list of the birds of the Azores", em *Arquipélago*, Série Ciências da Natureza (Aves): IV: 49-58, Ponta Delgada.
- MAC ARTHUR, R. H. (1960) - "On the relative abundance of species", em *Am. Nat.* 94: 25-34.
- MAC ARTHUR, Robert H. & Edward O. WILSON (1963) - "An equilibrium theory of insular zoogeography", em *Evolution*, 17: 373-387.
- MAC ARTHUR, Robert H. & Edward O. WILSON (1967) - *The theory of insular biogeography*, Ed. Princeton University Press, Princeton.
- MARTÍN, A. & M. NOGALES (1993) - "Ornithological importance of the island of Alegranza (Canary Islands)", em *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Sup. 2:167-180.
- MCGUINNES, K. A. (1984) - "Equations and explanations in the study of species - area curves", em *Biol. Rev.* 59: 423-440.
- NAUROIS, René (1990) - "Paléoclimatologie et endémisme: Histoire des peuplements d'oiseaux aux îles du Cap Vert", em *Homenagem a J. R. dos Santos Júnior*, vol. I: 113-122, Ed. IICT, Lisboa.
- NAUROIS, René (1994) - *As aves do Arquipélago de Cabo Verde*, Ed. IICT, Lisboa.
- NOGALES, A., A. VALIDO, M. ORAMAS & M. MARRERO (1993) - "Preliminary data on the breeding of great spotted woodpecker (*Dendrocopus major* L., 1758) in the Canary Islands", em *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Sup. 2: 199-210.
- PINDYCK, Robert S. & Daniel L. RUBINFELD (1991) - *Econometric models & economic forecasts*, 3ª Ed. McGraw-Hill (Economics Series), Singapura.
- PLANETA (1989) - *Gran Atlas de España*, Ed. Planeta, Barcelona.
- ROBINSON, H. (1972) - *Biogeography*, Ed. Macdonald and Evans, Londres.

- ROSÁRIO, Lúcio do (1995) - *Projecto de investigação: - Biogeografia macaronésica. factores determinantes da avifauna colonizadora*, Relatório do trabalho final apresentado para o curso de Econometria I do ISEGI, Lisboa.
- SACARRÃO, G. F. & A. A. SOARES (1979) - "Nomes portugueses para as aves da Europa, com anotações", em *Arquivos do Museu Bocage* (2ª série), vol. VI(23): 395-480.
- SAS INSTITUTE (1994) - *Basic statistics using SAS/STAT software - Course notes*, Ed. SAS Institute.
- SCHOENER, A. (1974) - "Experimental zoogeography of marine mini-islands", em *Am Nat.* 108: 715-738.
- SCHOTTLER, Brigitte (1993) - "Canary Islands blue tits (*Parus caeruleus* ssp) - Differences and variation in territorial song - Preliminary results", em *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Sup. 2: 273-278.
- SERVIÇO NACIONAL DE PARQUES, RESERVAS E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (1990) - *Proposta de delimitação das áreas dos Biótopos CORINE*, (com fichas anexas), Relatório inédito para a DG XI - CEE, Bruxelas.
- SIMBERLOFF, D. S. (1974) - "Equilibrium theory of island biogeography and ecology", em *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 5: 161-182.
- SIMBERLOFF, D. S. (1983) - "When is an island community in equilibrium?", em *Science* 220: 1275-1277.
- SIMBERLOFF, D. S. & E. O. WILSON (1969) - "Experimental zoogeography of islands: the colonization of empty islands", em *Ecology* 50: 278-296.
- SOKAL, Robert R. & F. James ROHLF (1995) - *Biometry*, 3ª Ed. W. H. Freeman and Company, Nova York.
- TRUJILLO, Ramiréz (1993) - "Situacion de la avifauna de Gran Canaria: Problemática conservacionista", em *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Sup. 2: 297-316.
- WALKER, T. D. & J. W. VALENTINE (1984) - "Equilibrium models of evolutionary species diversity and the number of empty niches", em *Am. Nat.* 124: 877-899.
- WRIGHT, S. J. (1981) - "Intra-archipelago distributions: the slope of the species-area relation", em *Am. Nat.* 118: 749-755.