

MACROECOLOGIA DE CETÁCEOS MARINHOS (ORDEM CETACEA)

OLAVO NARDY

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia).

**Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Junho de 2003**

MACROECOLOGIA DE CETÁCEOS MARINHOS (ORDEM CETACEA)

OLAVO NARDY

Orientador: Prof. Dr. HAROLD G. FOWLER

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Rio Claro, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia).

**Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Junho de 2003**

NARDY, Olavo

Macroecologia de cetáceos marinhos (Ordem Cetacea). Mestrado em Ciências Biológicas - Área de Concentração em Zoologia, 103 p., 2003.

Palavras chave: Macroecologia, Cetáceos, Cetacea, Distribuição, Ecosim, Análise de poder.

Agradecimentos

Inicialmente gostaria de agradecer minha família por ter me suportado neste período longo e conturbado, aceitando as privações e necessidades do momento em que eu vivia.

Agradeço também a todos aqueles que contribuíram de forma direta e indireta para a elaboração deste trabalho, como meu orientador H.G. Fowler, pelas discussões, “insights”, esclarecimentos e convivência.

Outras pessoas que merecem o meu agradecimento pelo auxílio na coleta dos dados são “as moças da biblioteca” do IO e do IB da USP, da Unicamp e especialmente do IB de Rio Claro e “as moças do xerox”.

Agradeço também ao “Kaveira”, “Trupico”, Fábila, Bel, “Paquita”, Kojima, Fabio Socó, Lú, Jean Franco “mulheirão”, “Mafalda”, Fri, Tininha e Garla pelas discussões, correções e “se ligas” durante a escrita da dissertação e elaboração do projeto.

Aos colegas da pós Daniel, Janice, Getúlio, TJ, Daniel, Pedrão, Zara, Marcelinho, Leandro, Sidney, Rafael, Cíntia, Alexandre e Tuca.

Ofereço um agradecimento especial ao Augusto “Bira”, à Iara, ao Marcos “Kveira” e ao Fábio “Trupico”, nos momentos finais da confecção dos exemplares.

Aos professores Petreiri, Chaud, Von Zuben, Diniz Filho, Leila, Abe e Zezé pelas informações passadas nas disciplinas cursadas, pelas discussões e incentivos oferecidos ao longo do trabalho.

Gostaria de agradecer também aos coordenadores do curso de pós-graduação Edilberto e Sulene e as secretárias, tanto da seção de pós como dos departamentos de Ecologia e Zoologia pelos auxílios burocráticos usufruídos.

Agradeço também aos técnicos, técnicas e demais professores dos departamentos de Ecologia e Zoologia pelos dias de convivência, aos amigos, que não foram citados, mas que contribuíram de uma forma ou de outra para minha formação profissional e pessoal.

Gostaria de agradecer de forma especial meus pais e a Cristina pela ajuda oferecida durante este trabalho, nas idas e vindas da vida e no suporte técnico e do material utilizado.

E novamente gostaria de agradecer minha família “toda”, em especial minha esposa Fábila e filha Tais.

Ofereço aos meus pais, irmão e irmã.
Dedico a Fábria e Tais.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS	2
ÍNDICE DE TABELAS.....	3
Resumo	4
Abstract.....	5
Introdução	6
A escala e o efeito do fenômeno	9
Padrões gerais em mamíferos	12
A Macroecologia	13
Principais Modelos Macroecológicos	14
Formas de análise em Macroecologia	16
Ordem Cetacea.....	18
Caracterização geral da ordem.....	18
Algumas adaptações à vida aquática.....	19
Distribuição.....	20
Classificação	21
Filogenia	22
Materiais e métodos.....	24
Coleta de dados.....	24
Análises Comparativas Filogenéticas	25
Comparação entre dados Morfológicos e Biogeográficos	26
Análises Macroecológicas	31
Resultados e discussão.....	32
Distribuição de espécies.....	32
Comparação entre dados Morfológicos e Biogeográficos	35
Análises macroecológicas.....	38
Conclusão	58
Considerações finais	61
Referências	62
Anexo A - Classificação, sinônimas e nomes populares dos Cetáceos.....	71
Anexo B - Dados coletados.....	78
Anexo C – Mapas.....	84
Anexo D - Análises complementares.....	92
CD – ROM.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Hipóteses da origem dos cetáceos. A - Antiga hipótese de um mesoniquídeo; B – Hipótese em um artiodáctilo sem ser hipopótamo; C – Hipótese de um hipopótamo; e D – Nova hipótese de um mesoniquídeo. A = Artiodáctilo; H = Hipopótamo; M = Mesoniquídeo; e W = Cetáceos. Adaptado de Wong, 2002.	23
Figura 2 – Mapa indicando as zonas biogeográficas marinhas propostas por Briggs (1974), sendo 1– Ártica; 2- Temperada fria do Hemisfério norte; 3- Temperada quente do Hemisfério norte; 4- Tropical; 5- Temperada quente do Hemisfério sul; 6- Temperada fria do Hemisfério sul e Antártica. Setas pontilhadas indicam correntes superficiais frias e setas contínuas indicam correntes superficiais quentes. Fonte: Cox e Moore, 1993.	27
Figura 3 - Mapa indicando a compartimentação das subunidades ecológicas formadas pela separação dos oceanos, em hemisférios e zonas biogeográfica, além dos mares interiores e da Baía de Baffin e as quadrículas que possuem parte sua área dentro á área da Plataforma Continental.	29
Figura 4 – Mapa de distribuição de diversidade de espécies de cetáceos por quadrícula. A planilha de presença ausência das espécies por quadrícula encontram-se no Anexo C.....	34
Figura 5 – Gráfico indicando a relação entre as espécies e famílias de cetáceos em relação ao PC1 (biogeografia) e PC2 (morfologia).....	36
Figura 6 - Regressão linear indicando a relação positiva entre o peso e o tamanho corpóreo máximo registrado para as espécies de cetáceos.....	40
Figura 7 - Gráfico de frequência de espécies por classe de tamanho corpóreo (m do comprimento máximo registrado), evidenciado em três escalas diferentes, A- Global (todas as espécies e em todos os mares e oceanos; B e C - Regional (hemisfério sul do Oceano Atlântico e costa do litoral brasileiro); e D - Local (Litoral do extremo sul africano).	41
Figura 8 - Gráfico de frequência de espécies por classe de área de ocorrência (número de quadrículas).	43
Figura 9 - Regressão linear simples entre as variáveis Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) com o Ln da abundância, sendo A - apenas para Mysticetes e B - para Mysticetes e Monodontidae.	44
Figura 10 - Regressão linear simples entre as variáveis Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) com o Ln do tamanho máximo registrado para a Ordem Cetacea como um todo; sendo pontos abertos para os Odontocetes e pontos fechados para os Mysticetes.....	46
Figura 11 - Regressão linear simples entre as variáveis Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) com o Ln do tamanho máximo registrado para a Ordem Cetacea como um todo.	48
Figura 12 - Regressão linear simples entre as variáveis Latitude central da distribuição geográfica com o Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) para os dados de cetáceos. Pontos cheios indicam espécies com centros de ocorrência para o hemisfério sul, enquanto que pontos vazios no hemisfério norte.	50
Figura 13 - Regressão linear simples entre as variáveis módulo da latitude máxima de ocorrência com a amplitude latitudinal de ocorrência.	52
Figura 14 - Regressão linear simples entre as variáveis Latitude central da distribuição geográfica com o Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) para os dados de cetáceos.	55
Figura 15 - Regressão linear simples para a relação entre a riqueza de espécies e a latitude, para o hemisfério norte (circulo) e para o Hemisfério Sul (quadrado).	56
Figura 16 - Regressão linear simples entre as variáveis módulo da latitude máxima de ocorrência com o Ln do comprimento máximo.....	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Valores obtidos para cada variável para os componentes principais PC1, PC2 e PC3., As duas últimas linhas indicam a proporção de variância explicada para cada componente.	35
Tabela 2 – Análise de regressão linear passando pela origem para alguns níveis da organização biológica da Ordem Cetacea.	37
Tabela 3 – Dados de tamanho e peso corpóreo máximo registrado, latitude máxima, mínima e média de ocorrência, amplitude latitudinal e o número de quadrículas para as espécies de cetáceos utilizadas no estudo.....	39
Tabela 4 - Valores da inclinação e elevação para cada uma das regressões das variáveis latitude central de ocorrência e Ln da área de ocorrência (número de quadrículas).	51

Resumo

A macroecologia é uma linha de pesquisa que surgiu com o intuito de realizar uma ponte entre algumas ciências como a macroevolução, biogeografia e ecologia, buscando padrões em escalas amplas, mas variadas, como gradientes latitudinais de riqueza de espécies, utilizando propriedades emergentes do sistema natural para evidenciar fenômenos ou processos que regulem a distribuição e ocorrência das espécies entre outras características ecológicas.

Muitos trabalhos buscam padrões desse tipo para mamíferos e aves em ambientes terrestres e pouco se sabe sobre eles em ambientes marinhos. Assim, utilizamos os cetáceos, mamíferos exclusivamente marinhos para comparar com alguns dos padrões encontrados para organismos terrestres.

Os padrões encontrados no presente estudo são muito parecidos, evidenciando a Regra de Rapoport para latitudes acima de 25° de latitude, corroborando a hipótese de que este fenômeno pode ser evidenciado em escala regional e não global. Verificou-se também uma descontinuidade da riqueza de espécies ao longo do gradiente latitudinal, possuindo picos próximos aos 25° de latitude, possuindo uma queda tanto para o Equador como para os Pólos, indicando também que pode existir uma relação entre riqueza de espécies e a Regra de Rapoport. A Regra de Bergmann também é evidenciada para os cetáceos.

Abstract

The macroecology is a research line that appeared with the intention of accomplishing a bridge among some sciences as the macroevolution, biogeography and ecology, looking for patterns in wide, but varied scales, as latitudinal gradients of species richness, using emergent properties of the natural system to evidence phenomenons or processes that regulate the distribution and occurrence of the species among other ecological characteristics.

Many works look for patterns of that type for mammals and birds in terrestrial environments and not very it is known about them in marine atmospheres. Thus, we used the cetaceans, mammals exclusively marines, to compare with some of the patterns found for terrestrial organisms.

The patterns found in the present very seemed study are evidencing the Rule of Rapoport for latitudes above 25th of latitude, corroborating the hypothesis that this phenomenon can be evidenced in regional and not global scale. It was also verified a discontinuity of the species richness along the latitudinal gradient, possessing close picks at the 25th of latitude, possessing a fall so much to Ecuador as for the Poles, also indicating that a relationship can exist between wealth of species and the Rule of Rapoport. The Rule of Bergmann is also evidenced for the cetaceans.

Introdução

Padrões são normas, regras ou regularidades na variação de um fenômeno, ou uma tendência geral de um fenômeno ou processo, portanto, quanto mais abrangente, maior sua aplicabilidade (Carneiro *et al.*, 1998; Lawton, 1999). John H. Lawton em seu artigo “Are there general laws in Ecology?”, indica a dificuldade de se caracterizar a diferença entre um padrão, uma regra e uma lei (Lawton, 1999).

John H. Lawton em seu artigo “Are there general laws in Ecology?”, indica a dificuldade de se caracterizar a diferença entre um padrão, uma regra e uma lei. Quando ele define lei com sendo “formulações generalizadas baseadas em uma série de eventos ou processos observados que tornam a ocorrer regularmente de acordo com certas condições”, ele indica que uma lei é um padrão, no entanto o que vai diferenciar estes dois conceitos é a regularidade de cada uma destas formas de generalização, assumindo que uma lei ou uma regra é mais regular de que um simples padrão (Lawton, 1999).

Buscando leis e regras gerais que regulem ou tornem previsíveis os processos naturais que ocorrem em nosso entorno, a ciência, de forma geral, acaba padronizando processos e fenômenos naturais para que eles se tornem comparáveis ao longo do espaço físico e do tempo. Assim torna-se necessário distinguir o que são padrões, regras e leis (Lawton, 1999).

Muitos avanços científicos, teóricos e experimentais, têm sido descritos nas áreas do conhecimento relacionadas às ciências biológicas/ambientais, tais como Ecologia, Biogeografia, Sistemática, Paleontologia e Biologia Evolutiva, relacionando e identificando os padrões e processos que regulam a abundância, a diversidade e a distribuição de espécies em seus habitats (Brown, 1995).

A busca de padrões que envolvem os processos e fenômenos ligados à distribuição de espécies como os gradientes de diversidade e de riqueza de espécies, tem sido um assunto amplamente abordado e discutido entre os ecólogos e biogeógrafos (MacArthur, 1972; Blackburn e Gaston, 1996a; Blackburn e Gaston,

1996b; Rhode, 1996; Rosenzweig e Sandlin, 1997; Ruggiero e Lawton, 1998; Price, 1998; Lawton, 1999).

Duas regras importantes que descrevem "fenômenos" na distribuição de organismos são a de Rapoport, 1975; 1982 (apud Brown, 1995), e a de Bergmann (1847) (apud Blackburn *et al.*, 1998).

A Regra de Rapoport prevê uma correlação entre a distribuição geográfica das espécies e a latitude postulando, "quando a extensão latitudinal da distribuição geográfica de organismos, ocorrendo a uma dada latitude, é plotada contra a latitude de ocorrência, uma relação positiva simples é encontrada", ou seja, quanto maior for a área de ocorrência, maior será a latitude máxima de ocorrência (Rapoport, 1982; Stevens, 1989).

Uma das explicações para a regra de Rapoport relaciona a variação climática sazonal, mais marcante nas zonas com latitudes mais altas, indicando que a tolerância dos organismos às condições climáticas as quais ele é exposto durante a evolução exerce uma pressão seletiva, desta forma os organismos que habitam altas latitudes devem ser mais tolerantes às alterações climáticas e podendo assim possuir uma ocorrência mais ampla (Stevens, 1989).

A Regra de Bergmann propõe que "para organismos de sangue quente (mamíferos e aves), quanto mais frio for o clima, maior será o seu tamanho corporal, quando comparados a seus parentes filogeneticamente mais próximos de regiões com climas mais quentes". Deste modo, quanto maior for a latitude máxima de ocorrência de uma espécie, maior deverá ser o seu tamanho corporal máximo atingido, se comparado com parentes mais próximos com latitude máxima de ocorrência menor (Ashton, 2001).

Outro padrão encontrado na distribuição de espécies é um Gradiente Latitudinal de Riqueza de Espécies, indicando que nos trópicos existem muito mais espécies do que em uma área equivalente em altas latitudes (Cox e Moore, 1993; Blackburn e Gaston, 1996b; Price, 1998). No entanto, este gradiente ainda é pouco entendido, existindo inúmeras hipóteses para justificar a sua existência (Pianka, 1966; Stevens, 1989; Rhode, 1992; Rosenzweig, 1992; Blackburn e Gaston, 1996b).

Dentre as hipóteses que podem ser levantadas na explicação deste fenômeno, podemos citar a teoria do tempo, da heterogeneidade espacial, da estabilidade climática e das hipóteses da competição, predação e produtividade (Pianka, 1966).

Rosenzweig (1992) sugere que a quantidade de ambientes nos trópicos não pode ser uma das hipóteses para sustentar esta relação, e que o processo possui duas fases, uma de aumento e outra de decréscimo da diversidade, ambas ligadas ao aumento da produtividade do ambiente.

Ashton (2001) critica a utilização destes padrões gerais como regras ou leis (Regra de Bergmann, Regra de Rapoport, Regra de Cope e Gradiente de riqueza por latitude) de forma separada, e que torna necessário avaliar estes processos e testar seus mecanismos de forma conjunta para uma melhor visualização das tendências gerais de distribuição das espécies em escalas temporais e espaciais diversas.

Stevens (1989) indica que o Gradiente Latitudinal de Espécies e a Regra de Rapoport caminham paralelos, sugerindo que a grande variação climática a qual os organismos de altas latitudes são expostos anualmente favorece o desenvolvimento de tolerâncias climáticas ao longo do tempo, facilitando assim, a colonização de novas áreas, quando comparados aos organismos aparentados de baixas latitudes.

Santelices e Marquet (1998) em seu estudo com algas marinhas do Pacífico sul sugerem uma relação inversa entre o Gradiente Latitudinal de Espécies e a Regra de Rapoport, insinuando que a diversidade pode contribuir, através da competição interespecífica, para regular a área de distribuição das espécies, corroborando com uma das hipóteses sugeridas por Brown (1995).

Já Rhode (1996) é taxativo em seu artigo indicando que a Regra de Rapoport é um fenômeno regional e não é capaz de explicar por si só o Gradiente Latitudinal de Espécies.

Ashton (2001) indica que alguns autores encontram tendências parecidas entre os dados de variação latitudinal de tamanho corpóreo e riqueza de espécies, ou seja, a Regra de Bergman e o Gradiente Latitudinal de Riqueza de Espécies, e salienta que a relação entre tamanho corpóreo ou riqueza e área de ocorrência é muito fraca, o que sugeriria que a riqueza e o tamanho corpóreo estão mais intimamente ligados que qualquer um deles à área de ocorrência.

A escala e o efeito do fenômeno

Como discutido anteriormente, quanto mais abrangente for o padrão maior será sua aplicabilidade (Carneiro *et al.*, 1998), não só espacialmente, mas também em escalas temporais e em níveis de organização biológica diferentes (Levin, 1992; Brown, 1995).

Como sistemas complexos a natureza, opera em escalas múltiplas e a consideração de apenas um nível de observação pode muitas vezes ocultar informações que só seriam notadas em outras escalas ou níveis hierárquicos, ou ainda fornecer informações errôneas sobre o fenômeno avaliado (Allen e Starr, 1982; Brown, 1995).

Em relação à organização taxonômica, podemos dizer que a distribuição atual das espécies, gêneros, famílias etc. foi determinada, em parte, por sua história evolutiva. Assim, podemos dizer que os padrões de distribuição são estimadores dos processos evolutivos e podem auxiliar na elucidação da filogenia do grupo taxonômico estudado, ou ainda servir como uma contraprova para trabalhos filogenéticos (Gaston e Williams, 1993; Cotgreave e Harvey, 1994; Brown, 1995).

No entanto, para podermos assumir estas relações é preciso considerar que a taxonomia representa de forma mais precisa possível a filogenia e que as unidades taxonômicas utilizadas, como por exemplo, as espécies, linhagens etc., representem unidades evolutivas e biogeográficas fundamentais (Brown; 1995; Riddle e Hafner, 1999).

As escalas temporais podem variar de forma bem mais pronunciada do que as escalas espaciais, pois um padrão pode ser evidenciado ao longo do tempo em anos, décadas, milênios ou eras geológicas, como o gradiente de diversidade taxonômica ao longo das eras geológicas evidenciado por J. Alistair Crame (2001), ou o próprio padrão pode ser um fenômeno ou processo que ocorre segundo uma periodicidade, como as migrações sazonais de aves ou o “El niño”, que pode fazer com que a área de ocorrência de algumas espécies se amplie nos anos em que ele ocorra, como o sugerido por Pitman e Lynn (2001) para algumas espécies de cetáceos.

De forma geral a escala espacial pode ser dividida em local, regional e global, sendo a escala local utilizada pela a maioria dos trabalhos de campo em ecologia,

devido ao caráter experimental dos mesmos, em que a utilização de uma escala regional ou global tornaria o projeto inviável (Brown, 1995).

O padrão local de diversidade está inserido em uma pequena área de um determinado habitat ou de uma comunidade restrita, abrangendo poucas espécies. O padrão regional de diversidade inclui todos os habitats ou várias comunidades ali existentes. Nessa escala, segundo Ricklefs (1996), o número de espécies irá variar de acordo com as condições físicas e a heterogeneidade dos habitats, além do grau de isolamento de centros de dispersão. Já o padrão global de diversidade, por sua vez, descreve diferentes regiões, abrangendo vastas áreas e diversas comunidades, referindo-se a um maior número de espécies (Carneiro *et al.*, 1998).

Um dos principais pontos fortes da utilização de unidades amostrais de âmbito local é a capacidade de identificar parâmetros locais proporcionais a uma unidade fixa, como a riqueza de espécies, que segundo Begon *et al.* (1996) pode ser definida como sendo uma forma de medir a diversidade por meio do número de espécies presentes em uma unidade geográfica, e que possibilite a comparação entre pontos distintos, sendo esta uma das formas de se evidenciar o gradiente latitudinal na riqueza de espécies (Stevens, 1989). Estas comparações entre diferentes padrões locais de diversidade são um importante indicador da heterogeneidade dos sistemas naturais (Krebs, 1994).

Os fenômenos e processos locais influenciam e são influenciados por fenômenos regionais, que por sua vez afetam e são afetados por fenômenos globais, gerando um círculo de causas e efeitos ao longo do tempo. Assim podemos dizer que eventos evolutivos geraram uma composição inicial de espécies, que, por sua vez, geraram uma cadeia de processos ecológicos, permitindo que algumas espécies se fixem e gerem uma dinâmica populacional, que por sua vez geraram novos processos evolutivos e, assim, sucessivamente (Brown e Maurer, 1987; Levin, 1992; Palmer e White, 1994; Brown, 1995).

Desta forma podemos relacionar padrões locais com eventos mais curtos enquanto que padrões globais com processos mais lentos ou duradouros. Padrões específicos formulados a partir de estimativas de processos e interações locais são limitados no espaço e no tempo, não podendo assim, serem extrapolados para outras

escalas sem que existam outras evidências que corroborem a hipótese levantada (Cornell e Lawton, 1992; Levin, 1992; Brown, 1995).

Outro fator importante levantado por Levin (1992) é a necessidade de que padrões locais sejam entendidos como emergentes a partir de um comportamento coletivo de um grande número de pequenas amostras, caso contrário ele será uma imposição de contrastes em grandes escalas.

Diversos trabalhos abortam o efeito da escala na busca de padrões de formas diferentes. Peterson *et al.* (1998) discutem a estabilidade dos sistemas naturais em função da diversidade funcional e de espécies em escalas variadas, indicando as interações e influências existentes entre as diferentes escalas e grupos funcionais.

Schupp (1992) e Campbell (1996) indicam a importância da escala espacial em estudos com espécies arbóreas nos trópicos, indicando que alguns processos, como a sobrevivência, podem ser considerados como sendo dependentes da densidade e da distância quando analisados em pequena escala, mas quando se amplia a escala o mesmo não ocorre.

Peterson e Watson (1998) discutem sobre a definição espacial de endemismo e o efeito da escala, demonstrando que espécies podem ser consideradas endêmicas em determinadas escalas, mas em outras não, sem diminuir sua vulnerabilidade à extinção.

Gaston e Blackburn, (1996a) relacionam diversos estudos que analisam a correlação existente entre a área geográfica de ocorrência de uma espécie e o tamanho corpóreo, apresentando uma significativa variação quanto ao tipo de escala utilizada. De forma geral quando a escala do estudo é suficientemente grande (escala regional ou global) para englobar toda ou a maior parte da área de ocorrência da espécie uma relação positiva tende a ser encontrada. Por outro lado quando esta escala não é capaz de abranger o suficiente das áreas totais de ocorrência da maioria das espécies (escala regional ou local), esta relação pode ser positiva ou negativa, em igual frequência ou ainda pode não ser evidenciada. Outro ponto que deve ser destacado nessa relação é o fato de espécies de invertebrados comportarem-se, em geral, de forma inversa que vertebrados.

Padrões gerais em mamíferos

Além dos padrões gerais discutidos anteriormente e aplicáveis para mamíferos a Regra de Cope, indicando que espécies originadas de uma determinada linhagem demonstram aumento do tamanho corpóreo ao longo do processo evolutivo (Ginsberg, 2001), como demonstrado por Alroy (1998), que utilizou cerca de **1500** espécies de mamíferos fósseis da América do Norte e percebeu que as espécies novas chegam a ser até **9%** maiores que as espécies mais antigas do mesmo gênero.

Outros padrões também são observados em mamíferos, como os que buscam um gradiente latitudinal de riqueza de espécies (Willig e Lyons, 1998) ou a correlação do tamanho/peso corpóreo com área de ocorrência (Van Valen, 1973; Brown e Nicoletto, 1991; Pagel *et al.*, 1991; Ayres e Clutton-Brock, 1994; Ruggiero, 1994; Blackburn e Gaston, 1998a) ou com a riqueza de espécies por banda latitudinal por classes de tamanho corpóreo (Brown e Nicoletto, 1991).

Um último padrão importante a ser salientado está relacionado com a taxa de extinção, sendo que nos últimos **500** anos cerca de **88** espécies de mamíferos foram consideradas extintas. Isso representa cerca de **1,9%** das espécies existentes, e se formos comparar com o esperado pelos registros fósseis, de apenas uma espécie nesse período, podemos perceber que algum processo diferenciado ocorreu nos tempos modernos que acelerou esta taxa (Brown, 1995). Cerca de **74%** das espécies extintas são originárias de ilhas, o mesmo ocorrendo com as espécies de aves (**90%**) e moluscos (**89%**) (Ginsberg, 2001).

A Macroecologia

A macroecologia foi um termo originalmente cunhado por Brown e Maurer (1989), com a finalidade de designar um programa de pesquisa, ou uma linha de pesquisa, não experimental que utiliza ferramentas estatísticas para procurar relações e padrões entre organismos e seus ambientes, caracterizando e explicando padrões estatísticos de abundância, distribuição e diversidade, utilizando variáveis ecológicamente relevantes, como, massa corpórea, densidade populacional e área de ocorrência, avaliando a divisão do espaço físico e seus recursos entre os organismos em diferentes escalas (Brown e Maurer, 1987, 1989; Brown, 1995).

A macroecologia tem como objetivo avaliar o particionamento do espaço físico, utilizando propriedades emergentes do sistema, como o tamanho corpóreo das espécies e a sua relação com área de ocorrência para buscar padrões mais gerais, tanto em escalas espaciais quanto temporais amplas (Brown, 1995).

Podem ser relacionados por exemplo, tamanho corpóreo com energética, nutrição e espaço necessário para um indivíduo; ou densidade populacional com o número de indivíduos que podem co-existir em uma determinada área e o quanto esta área pode suportar; ou tamanho e configuração da área de ocorrência indicando o espaço e as condições ambientais em que as populações de uma espécie podem ocorrer (Brown, 1995).

Busca-se, uma maneira de estudar a estrutura dinâmica dos complexos sistemas ecológicos, descobrindo e explicando as propriedades emergentes do sistema como um todo, e avaliando as relações existentes em diferentes escalas, entre grupos taxonômicos em diferentes níveis hierárquicos, utilizando simultaneamente perspectivas ecológicas, geográficas e evolutivas para entender os processos e fenômenos que “regem” a composição da biota nos diferentes biomas (Brown e Maurer, 1987, 1989; Taylor e Gotelli, 1994; Brown 1995).

Vários trabalhos de macroecologia são encontrados em periódicos e teses e dissertações a partir de 1996. Dentre os trabalhos encontrados para organismos terrestres podemos relatar **7** com insetos (Hodar, 1996; Diniz-Filho e Fowler, 1998; Diniz-Filho, 1999; BISPO *et al.*, 1999; Kerr e Packer, 1999; Frenzel e Brandl, 2000; Kruger e McGavin, 2000), **4** com peixes de água doce (Taylor e Gotelli, 1994; Matthews e Robinson, 1998; Gotelli e Taylor, 1999; Pyron, 1999), **3** com répteis e

anfíbios (Bonfim, Diniz-Filho e Bastos, 1998; Murray, Fonseca e Westoby, 1998; Ruggiero, 1999), 7 trabalhos com aves (Blackburn e Gaston, 1996a; Gaston e Blackburn, 1996b; Gaston e Blackburn, 1998a; Gaston, Blackburn e Gregory, 1999; He e Gaston, 2000; Palazzi, 2000; Blamires, 2001) e 4 com mamíferos (McDonald e Brown, 1992; Willig e Ganon, 1997; Diniz-Filho Balestra, 1998; Marquet e Taper, 1998e).

A maioria dos trabalhos relaciona a abundância com o tamanho corpóreo em escala regional, buscando padrões que possam explicar suas ocorrências geográficas, demonstrando em algumas vezes a adequação ao Modelo de Gaston & Lawton e outras ao Modelo de Brown. Outros, no entanto, visam analisar futuras alterações na diversidade local pelas atividades do homem no ambiente.

Outros artigos versam sobre assuntos teóricos referentes à macroecologia, tentando identificar possíveis falhas e generalizações precipitadas, bem como a necessidade de se desenvolver e aprimorar a teoria e a conceituação que circunda a macroecologia. Entre estes trabalhos podemos destacar He e Gaston (2000), Maurer (2000), Murray e Westoby (2000), Ruggiero (1999), Taylor e Gaines (1999), Brown (1999), Lawton (1999), Kendall, Prendergast e Bjornstad (1998), Blackburn e Gaston (1998b) e Gaston e Blackburn (1996b).

Os principais modelos relacionados ao tamanho corpóreo apresentados e discutidos na literatura são o Modelo de Brown (Brown, 1981; Brown e Maurer, 1987, 1989) e o de Gaston e Lawton (Gaston & Lawton, 1988 e 1989).

Principais Modelos Macroecológicos

Como já dito anteriormente, a macroecologia utiliza-se de ferramentas estatísticas para procurar relações e padrões entre organismos e seus ambientes, caracterizando e explicando padrões estatísticos de abundância, distribuição e diversidade, utilizando variáveis ecologicamente relevantes (Brown, 1995), gerando assim, modelos que expliquem a organização do meio físico, tais como o modelo de Brown e o de Gaston e Lawton. Estes modelos, nada mais são do que teorias ou hipóteses que codificam leis e regras em formato matemático (Lawton, 1999).

O Modelo de Brown prevê uma correlação positiva entre o tamanho corpóreo e a área de distribuição geográfica, sendo que as espécies de tamanho corpóreo menor podem ocupar áreas de tamanho pequeno a grande, dependendo dos eventos

estocásticos de colonização e extinção, e espécies de tamanhos corpóreos maiores devem ocupar áreas grandes. O modelo foi baseado em dados coletados com espécies de aves norte americanas (escala regional), ou seja, praticamente a regra de Rapoport associada ao efeito de Bergmann (Brown, 1981; Brown e Maurer, 1987, 1989).

O modelo de Brown indica que espécies com maior tamanho corpóreo tendem a ter uma densidade populacional local menor, devido a suas necessidades energéticas, e se estas espécies estiverem restritas a pequenas áreas de ocorrência terão uma maior probabilidade de extinção estocásticas, por pertencerem a populações pequenas. Portanto, devem pertencer a populações totais grandes que, por sua vez, só poderão ser mantidas em áreas significativamente maiores (MacArthur, 1972; Brown e Maurer, 1987; Gaston e Blackburn, 1996a).

Outras explicações para a correlação positiva entre tamanho corporal X área de ocorrência são: 1- Espécies com grande tamanho corporal ocupam grande proporção de sua área potencial de ocorrência; 2- Homeostase e variações ambientais, sugerindo que espécies de grande tamanho corpóreo possuem maior capacidade de manter a homeostase em amplas condições climáticas; e 3- Gradiente latitudinal (Gaston e Blackburn, 1996a).

O Modelo de Gaston & Lawton sugere uma correlação inversa ao Modelo de Brown, prevendo uma correlação negativa entre a área de ocorrência de uma espécie e seu tamanho corporal. Assim, organismos maiores teriam uma distribuição geográfica menor e os organismos menores ocupariam áreas significativamente maiores. Este modelo foi baseado em dados coletados com insetos fitófagos da Inglaterra (escala regional) e posteriormente ajustado para roedores (Gaston & Lawton, 1988, 1989; Taylor e Gotelli, 1994).

Como a taxa intrínseca de crescimento populacional possui uma correlação negativa com o tamanho corpóreo, a capacidade de organismos menores colonizar novas áreas deveria ser maior, pois a capacidade destes organismos de se reproduzirem seria maior do que de organismos grandes (Gaston & Lawton, 1988, 1989; Taylor e Gotelli, 1994).

Formas de análise em Macroecologia

As técnicas de análise utilizadas pela macroecologia visam detectar tendências populacionais ou de grupos taxonômicos amplos, a fim de determinar diretrizes para conservação e projetar eventos futuros na alteração da biota frente a alterações catastróficas do meio e na introdução de espécies (Brown, 1995).

Alguns trabalhos de macroecologia analisam o problema buscando padrões em gráficos com duas variáveis, e utiliza regressões lineares simples ou testes de aderência para identificar possíveis limites ou fronteiras para a relação encontrada. Outros trabalhos sugerem a regressão polinomial (Blackburn *et al.*, 1990), ou "quantile regression" (Blackburn *et al.*, 1992; Scharf *et al.*, 1998; Cade *et al.*, 1999), ou "path analyses" (Thonson *et al.*, 1996), entre outras técnicas citadas por Garvey *et al.* (1998).

Um dos programas utilizados para realizar as análises em macroecologia é o "Ecosim", desenvolvido por Nicholas J. Gotelli e Gary L. Estminger, para realizar análises de modelos nulos em comunidades ecológicas, comparando entre os dados utilizados com uma série de randomizações criadas pelo teste de Monte Carlo, as quais Pianka (1966) caracterizou como sendo "pseudocomunidades" (Gotelli e Estminger, 2001).

Modelos nulos, de forma geral, podem ser caracterizados como sendo simulações de dados ecológicos baseados em dados reais, com a finalidade de testar se os dados reais utilizados refletem alguma força biológica ou mecanismo específico ou se simplesmente os dados representam uma das chances de variação ou efeitos de amostragem (Gotelli e Graves 1996).

Um fator que deve ser levado em consideração em algumas formas de análises macroecológicas são as inferências filogenéticas, já que recentes estudos demonstraram existir relação entre o nível filogenético e competição interespecífica para linhagens próximas, verificando-se que espécies maiores e competitivamente superiores sejam mais abundantes (Cotgreave e Harvey, 1992).

Deste modo não podemos considerar as espécies como observações independentes para as análises estatísticas, e esta dependência interespecífica deve ser corrigida (Felsenstein, 1985), e como sugere Taylor e Gotelli (1994) os padrões macroecológicos podem ser susceptíveis à filogenia e ao histórico da especiação.

A utilização de métodos comparativos filogenéticos em estudos que envolvem variação interespecífica busca retirar a dependência evolutiva existente entre as espécies filogeneticamente aparentadas, para poder transformar as espécies em observações independentes (Diniz Filho, 2000).

Algumas metodologias de filogenia comparada foram desenvolvidas a partir da década de 80 com esta finalidade. O mais utilizado método de analisar a correlação evolutiva intrínseca entre caracteres quantitativos é o método de Contrastes Filogenéticos de Felsenstein (1985) (Blamires, 2001; Diniz Filho, 2000).

Este método se baseia na idéia de que mesmo que os valores de um dado caractere para as espécies dependam uns dos outros, a diferença entre eles irá depender apenas do tempo de divergência entre as espécies de forma linear, caso a evolução ocorra por movimento Browniano (Diniz Filho, 2000).

Assim, para se utilizar o modelo é preciso, além do valor do caractere analisado para as espécies em questão, o tamanho dos ramos filogenéticos (Diniz Filho, 2000).

Diversas metodologias foram propostas para testar os pressupostos e possibilitar a adaptação do método a dados filogenéticos pouco resolvidos, com politomias originadas por falta de conhecimento na resolução dos nós ou mesmo sem o conhecimento dos comprimentos dos ramos em termos de unidades evolutivas, e até para a ausência total de informações sobre as relações filogenéticas, como os métodos propostos por Harvey e Pagel (1991), Grafen (1989) e Martins (1996) (apud em Diniz Filho, 2000).

Outro método utilizado é o método filogenético de autoregressão de primeira ordem de Cheverud *et al.* (1985) (apud em Diniz-Filho, 2000). Outros métodos comparativos filogenéticos são descritos em Diniz-Filho (2000) e Diniz-Filho *et al.* (2000).

Ordem Cetacea

Decidimos utilizar as espécies de cetáceos pois existem poucos estudos com organismos marinhos, além de ocorrerem em todos os oceanos, possuem espécies tanto de distribuição global, como *Orcinus orca*, quanto endêmicas, como *Pontoporia blannvillei* Gervais e d'Orbigny, 1844 e *Cephalorhynchus hectori* Van Beneden, 1881.

Outro ponto interessante para utilizar este grupo taxonômico é que as espécies são inteiramente adaptadas à vida aquática, ou seja, já se adaptaram de forma significativa às pressões seletivas do ambiente.

Diversos padrões globais, ou regionais, de distribuição são descritos para seus parentes terrestres, possibilitando assim a comparação, por possuir uma variação de tamanho e peso corpóreo extremamente ampla. O menor cetáceo (*Phocoena sinus*) é cerca de **22** vezes menor em tamanho e mais de **4000** vezes menos pesado que o maior cetáceo (*Balaenoptera musculus*).

Caracterização geral da ordem

A Ordem Cetacea (do grego *ketos* = baleia ou monstro marinho) abrange as baleias, botos e golfinhos, mamíferos exclusivamente aquáticos, sendo a maioria das espécies e gêneros exclusivamente marinhos (Martin *et al.*, 2001; Chadwick, 2001), pode ser dividida em três subordens: Archaeoceti; Mysticeti; e Odontoceti (Romer e Parsons, 1985).

A Subordem Archaeoceti inclui todas as espécies de cetáceos extintos, que viveram no Eoceno e no Oligoceno (**25-55** milhões de anos atrás), caracteriza-se por possuir dentição diferenciada (heterodontia) e o orifício respiratório situado entre a ponta do bico e a região dorsal da cabeça, sendo que alguns possuíam aparência serpentiforme (MacDonald, 1999; Hetzel, 1993).

A Subordem Mysticeti inclui todas as baleias de grande porte que possuem barbatanas, ao invés de dentes, os quais só existem na fase embrionária (Nowak, 1991; Hetzel, 1993).

Outras características desta subordem são o crânio simétrico, um par de orifícios respiratórios no alto da cabeça e machos ligeiramente menores que as

fêmeas. Normalmente alimentam-se de *krill*, copépodes e pequenos peixes, e em geral realizam migração de altas latitudes para baixas latitudes no inverno (Martin *et al.*, 2001; MacDonald, 1999; Hetzel, 1993; Nowak, 1991).

Esta subordem inclui a as baleias francas, a baleia cinza, a jubarte e os rorquais, incluindo a baleia azul (*Balaenoptera musculus*) o maior organismo vivo, já registrado em todo o planeta (Martin *et al.*, 2001).

A Subordem Odontoceti inclui todos os cetáceos que possuem dentes, engloba cerca de **67** espécies distribuídas em **8** famílias, sendo a maior subordem dentro do grupo. Podem ocorrer em rios, áreas oceânicas, costeiras ou ao longo da borda da plataforma continental. Outras características comuns ao grupo são a homodontia, com uma variação de **2** a **200** dentes, crânio assimétrico, presença de biossonar, orifício respiratório único e machos geralmente maiores que as fêmeas. Geralmente se alimentam de peixes, lulas e de crustáceos. Seu comprimento pode variar de **1,5m** até **20m**, apresentando, portanto, grande variação no tamanho corpóreo (Martin *et al.*, 2001; MacDonald, 1999; Hetzel, 1993; Nowak, 1991).

Algumas adaptações à vida aquática

As adaptações à vida aquática dos cetáceos são basicamente a transformação do corpo em um formato hidrodinâmico e dos membros anteriores em nadadeiras, mantendo ainda a configuração óssea de uma pata de tetrápoda, ausência de pêlos e desaparecimento dos membros posteriores (Zimmer, 1999; MacDonald, 1999; Nowak, 1991).

O desenvolvimento da musculatura no pedúnculo caudal, formada por tecido conectivo e sem ossos, as glândulas mamárias e a genitália masculina ser internalizadas, para não interferir na hidrodinâmica e o orifício respiratório tendo-se deslocado para cima da cabeça (MacDonald, 1999; Hetzel, 1993; Nowak, 1991).

Outra importante adaptação é o desenvolvimento de camada de gordura, que tem como principais funções o isolamento térmico, reserva de energia e auxílio na flutuabilidade (Hetzel, 1993).

O controle da troca de calor com o meio externo ocorre, em ambientes frios, pela de troca de calor entre sangue arterial e sangue venoso, minimizando a perda de calor para o meio, e em ambientes mais quentes, pela de um sistema que permite aos

cetáceos perder calor das veias internas para as veias periféricas, que por sua vez perde calor para o meio externo (Hetzel, 1993).

Outras adaptações dos cetáceos à vida aquática estão ligadas a natação e mergulho, como aumento do diafragma, mais forte e posicionado de forma mais horizontal do que em outros mamíferos, redução dos os batimentos cardíacos, bloqueio da circulação nos órgãos que toleram esta limitação, maior concentração de hemoglobina e mioglobina e maior tolerância ao gás carbônico no interior das células. Além disso, adaptações sensoriais, como adaptações no sistema auditivo e visual ao meio aquático, e o desenvolvimento de um sistema de ecolocação (Hetzel, 1993; Kanwisher e Ridgway, 1983).

Estas são só algumas das adaptações que os cetáceos possuem para a vida aquática, indicando que realmente a pressão seletiva que o ambiente proporciona é completamente diferente das quais os organismos terrestres estão sujeitos. Outros aspectos das adaptações de mamíferos ao ambiente aquático podem ser encontradas nos trabalhos de Bonella (1992), MacDonald, 1999; Hetzel (1993), Zimmer (1999) e Nowak (1991).

Distribuição

O grupo possui distribuição geográfica global, ocorrendo em todos os oceanos, e em algumas bacias fluviais (Hetzel, 1993). Alguns fatores que podem afetar a distribuição das espécies de cetáceos nos oceanos são a temperatura da água, profundidade, salinidade, padrão do relevo do fundo, velocidade das correntes e a disponibilidade de alimento (Martin *et al.*, 2001; MacDonald, 1999; Nowak, 1991).

Deste modo, a divisão das águas oceânicas pode ser feita de acordo com as interações proporcionadas por estas variáveis e as zonas climáticas ou biogeográficas (árticas, antárticas, subantárticas, subárticas, temperadas frias, temperadas quentes, subtropicais e tropicais) ou de acordo com a distância da costa (pelágicas, borda da plataforma continental e plataforma continental) (MacDonald, 1999; Nowak, 1991).

Outro fator interessante dentro do grupo são os padrões de migração, que podem variar tanto quanto ao grau de fidelidade da rota quanto ao grau de fidelidade dos sítios de reprodução/cria e de alimentação, ou ainda quanto a quais indivíduos da população que migram (MacDonald, 1999; Nowak, 1991; Hetzel, 1993).

Nem todas as espécies realizam migração, em geral quem realiza são as espécies da Subordem Mysticeti, sendo o cachalote (*Physeter macrocephalus*) uma das espécies de odontocetes que realizam migração. Muitos pequenos cetáceos realizam movimentos estacionais, mas não puderam ser considerados como movimentos migratórios em função da escala utilizada ou porque estes não são regulares (MacDonald, 1999; Nowak, 1991; Hetzel, 1993).

Classificação

A classificação dos cetáceos não é um assunto muito bem resolvido entre os pesquisadores da área, assim como a filogenia, que será discutida mais adiante, não só em nível específico, mas também em nível de gênero e família, como nós poderemos ver na tabela 1 do Anexo A.

A primeira classificação que aparece na tabela é a proposta pela International Whaling Commission (**IWC**), mas existem outras classificações, como a proposta pelo Smithsonian Institute e por Jefferson *et al.* (1993), que não consideram todas as espécies (espaços vazios) ou não consideram nem os nomes nem as famílias citadas pela **IWC** (nomes com fundo cinza).

Decidimos então, utilizar como classificação base a utilizada pela **IWC** com algumas modificações e restrições, que foram a exclusão de espécies que só apareciam nesta classificação, *Eubalaena japonica*, *Balaenoptera bonaerensis* e *Tursiops aduncus*, sendo as 3 espécies incluídas como sinônimas de *Eubalaena glacialis*, *Balaenoptera acutorostrata* e *Tursiops truncatus* respectivamente (Anexo A). Foi mantida a utilização da nomenclatura proposta pela **IWC** na qual havia divergência, considerando *Physeter macrocephalus*, *Phocoena dioptrica* e *Mesoplodon pacificus* ao invés de *Physeter catodon*, *Australophocoena dioptrica* e *Indopacetus pacificus* respectivamente, com exceção de *Kogia sima* que foi considerada como *Kogia simus*, por terem sido encontrados mais artigos com o segundo nome citado (Anexo A).

A única espécie que aparece na classificação da **IWC** e não aparece nas demais classificações que foi considerada para a coleta de dados foi *Mesoplodon bahamondi*, por ser uma espécie descrita em 1995 por Reyes *et al.*.

Quanto às espécies e famílias dos golfinhos fluviais, decidimos utilizar a classificação proposta por Jefferson *et al.* (1993), por acreditarmos que estas espécies

não podem ser consideradas de uma única família como o proposto pela International Whaling Commission. As demais separações em famílias foram consideradas sem alterações.

Outro problema que encontramos ao longo da definição da classificação a ser utilizada no trabalho foram as indefinições sobre quantas espécies de balaenopterídeos existem, como *Balaenoptera edeni* que aparentemente representa ser mais de uma espécie (www.iwcoffice.org, 2002) e da provável existência de outras espécies do gênero *Mesoplodon* (Pitman *et al.*, 1987).

Em relação às sinonímias foram consideradas as descritas por Mead e Brownell Jr. (1993), com algumas modificações já citadas anteriormente. A relação de sinonímias utilizadas na coleta de dados encontram-se no Anexo A.

Desta forma a classificação final utilizada no trabalho segue na tabela 2 do Anexo A, com **80** espécies distribuídas em **13** famílias, os nomes dos autores que descreveram estas espécies seguem também neste anexo. Algumas espécies foram descartadas posteriormente, ou por ocorrerem exclusivamente em ambientes fluviais ou por falta de dados suficientes para as análises.

Filogenia

A origem e a evolução dos cetáceos, assim como as filogenias, são pouco esclarecidas (Zimmer, 1999; MacDonald, 1999; Nowak, 1991).

De forma geral os autores concordam que as espécies viventes hoje de baleias e golfinhos descendem de ancestrais arqueocetes. No entanto existe uma discordância em relação de qual, ou quais, grupos derivaram os atuais cetáceos, bem como se as suas origens são mono ou polifiléticas (Zimmer, 1999; O’Leary e Geisler, 1998; Wong, 2002).

Em relação à origem dos primeiros cetáceos arqueocetes, surgem novamente hipóteses divergentes, como podemos verificar na figura 1, onde são apresentadas quatro hipóteses diferentes, duas delas em que os cetáceos primitivos se originaram de um mesoniquídeo ancestral comum, outra em que o ancestral comum é um parente do hipopótamo e outra em que o ancestral é um artiodáctilo diferente do hipopótamo (Zimmer, 1999; Wong, 2002).

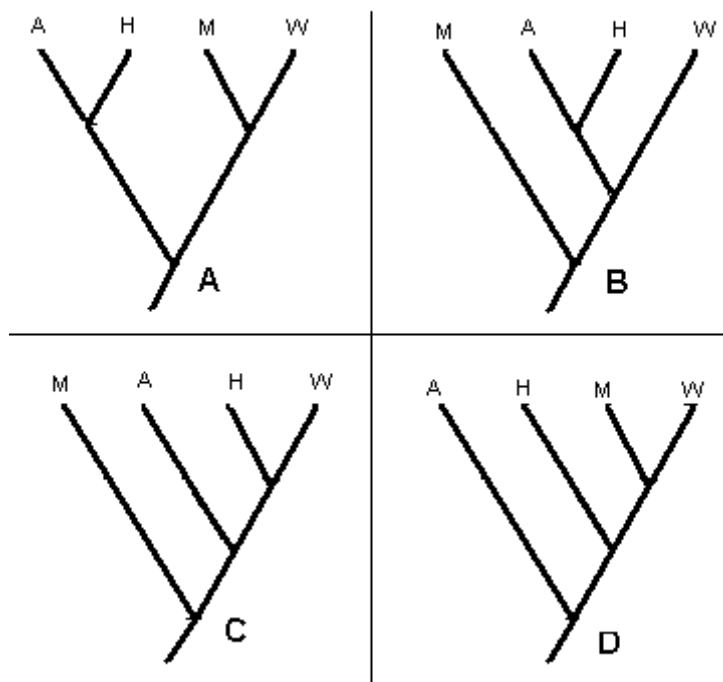


Figura 1 – Hipóteses da origem dos cetáceos. A - Antiga hipótese de um mesoníquideo; B – Hipótese em um artiodáctilo sem ser hipopótamo; C – Hipótese de um hipopótamo; e D – Nova hipótese de um mesoníquideo. A = Artiodáctilo; H = Hipopótamo; M = Mesoníquideo; e W = Cetáceos. Adaptado de Wong, 2002.

A filogenia dos cetáceos, como já foi dito anteriormente, ainda não é muito bem resolvida, existindo algumas controvérsias quanto à posição, principalmente da família *Physeteridae*, sendo ora aproximada das grandes baleias de barbatanas, ora aproximada aos odontocetes (Van Valen, 1968; Heyning, 1989; Milinkovitch, 1995; Milinkovitch *et al.*, 1993; Messenger e McGuire, 1998).

Messenger e McGuire (1998) utilizando tanto dados morfológicos quanto moleculares, indicam que a utilização dos dados combinados corrobora a hipótese proporcionada apenas com dados morfológicos, no qual *Physeter macrocephalus* se aproxima dos odontocetes.

Materiais e métodos

Coleta de dados

Para a coleta dos dados de abundância, área de ocorrência, tamanho e peso corpóreos das **80** espécies foram realizadas pesquisas bibliográficas em bases de dados eletrônicos disponíveis no site da Coordenadoria Geral das Bibliotecas da **UNESP** (www.cgb.unesp.br). As bases consultadas foram o Web of Science, Ebsco, Silver Platter e Probe, posteriormente, pesquisou-se nas referências bibliográficas dos artigos coletados.

Os artigos levantados foram separados por periódico, e em seguida foram realizadas visitas as bibliotecas da **UNESP** de Rio Claro, central da **UNICAMP**, Instituto de Biociências (**IB**) da **USP** e do Instituto Oceanográfico (**IO**) da **USP** para a verificação de artigos existentes nestas respectivas bibliotecas. Alguns artigos foram consultados também em formato digital diretamente via Internet.

Cerca de **1700** artigos foram verificados, dos **25000** levantados, dos quais apenas **448** foram utilizados (Anexo **B**), no entanto nem todos os dados foram encontrados para todas as espécies, assim algumas espécies foram descartadas, como a espécie *Delphinus capensis*, que ao longo da coleta de dados tornou-se muito difícil de distinguir qual artigo se referia a esta espécie e qual se referia a *Delphinus delphis*, assim consideramos que a primeira é uma sinonímia da segunda (Anexo **A**).

O mesmo aconteceu com a espécie *Mesoplodon bahamondi*, para a qual não foi encontrado nenhum artigo, e com a espécie conhecida como *Mesoplodon* sp "A", uma morfoespécie, que pode ser tanto uma variação de *M. peruvianus*, quanto uma nova espécie (Pitman e Lynn, 2001).

Outras espécies que foram descartadas durante a coleta de dados foram as espécies exclusivamente fluviais (*Platanista gangetica*, *Platanista minor*, *Lipotes vexillifer* e *Inia geoffrensis*), por serem adaptadas a ambientes diferenciados em relação às demais espécies. Outras espécies que foram descartadas serão citadas mais adiante.

As características dos dados coletados bem como uma estimativa da qualidade dos mesmos são apresentadas no Anexo **B**.

Das 74 espécies de cetáceos que foram utilizadas para o estudo, **71** espécies tiveram seus mapas de distribuição montados (Anexo C), sendo as espécies *Lissodelphis peronii* e *Lagerhynchus cruciger* desconsideradas por não terem sido encontrados dados sobre a suas distribuições geográficas, nem dos avistamentos, nem dos encalhes, apenas a provável distribuição delas que seria em águas temperadas do hemisfério sul entre **40°** e **65°** de latitude (MacDonald, 1999).

Outras espécies, principalmente as baleias bicudas (Família Ziphiidae), possuem também suas distribuições pouco conhecidas, no entanto seus poucos registros puderam ser mapeados, como a espécie *Mesoplodon pacificus* que possui apenas **3** registros de ocorrência, sendo um em 1882, outro em 1926 e o último em 1955 (MacDonald, 1999; Nowak, 1991).¹

Assim, foi constituído um mapa dividido em quadrículas de **5°** por **5°** de latitude e longitude, totalizando **1721** quadrículas, no entanto 4 destas quadrículas (**266, 341, 390 e 533**) foram consideradas como sendo quadrículas de terra após uma segunda verificação (figuras **1** e **2** do Anexo C). Nesse mapa foi registrada a ocorrência das espécies (Anexo C), posteriormente foi gerado um mapa com o número total de espécies por quadrícula, como iremos observar mais adiante na figura **4**.

Na figura **3** do Anexo C encontra-se a relação dos oceanos com as quadrículas que cada uma representa.

Análises Comparativas Filogenéticas

Para cetáceos, como vimos anteriormente, a filogenia é pouco resolvida. No estudo de Messenger e McGuire (1998) eles estabelecem relações filogenéticas com dados morfológicos entre **67** espécies, no entanto, **17** delas foram desconsideradas por não apresentaram diferença alguma com outras espécies. Já nas análises em que as sequências moleculares foram incorporadas, apenas **21** espécies foram utilizada e indicaram a mesma relação apresentada com dados morfológicos.

Na filogenia apresentada com dados morfológicos neste estudo, aparecem inúmeras politomias relacionando espécies de mesmo gênero ou família, o mesmo acontece com as espécies da família Delphinidae, quando a filogenia é desenvolvida

¹ Em 2002 ocorreu um novo registro desta espécie para o litoral do Japão, mas não foi considerado neste estudo. Yamada, T.K., <http://svrsh1.kahaku.go.jp/sendai/indexE.html>.

a partir de dados moleculares ou moleculares e morfológicos concomitantemente (Messenger e McGuire, 1998).

As famílias Ziphiidae, Physeteridae e Kogidae aparecem mais próximas dos outros Odontocetes, nas análises utilizando dados exclusivamente morfológicos e dados morfológicos e moleculares conjuntamente, e mais próximas dos Mysticetes quando se utilizam dados apenas moleculares (Messenger e McGuire, 1998; Milicovitch, 1995).

Considerando então que a qualidade dos dados existentes para a filogenia dos cetáceos não se apresentava boa o suficiente para se realizar uma análise comparativa nos moldes encontrados na literatura, decidimos, então, testar a dependência das espécies em função de seus dados morfológicos, utilizados no estudo de Messenger e McGuire (1998), e biogeográficos, gerados pela nossa coleta de dados.

Comparação entre dados Morfológicos e Biogeográficos

A planilha de dados morfológicos de Messenger e McGuire (1998), está disponível no site do periódico “Systematic Biology” (<http://systbiol.org>) e no site TreeBASE (<http://phylogeny.harvard.edu/treebase>), e contêm a caracterização de **207** caracteres de estado para **67** espécies de cetáceos existentes, uma de cetáceo extinto e **5** de outro grupo taxonômico.

Para as análises posteriores foram consideradas apenas **45** espécies de cetáceos das **67** utilizadas no estudo, sendo **17** excluídas pelos próprios autores, três por serem espécies de golfinhos fluviais, uma pela ausência de dados indicando sua distribuição geográfica e a outra pela insuficiência de dados morfológicos após a redução de variáveis utilizadas, e descrita a seguir.

Para reduzir as variáveis utilizamos inicialmente um critério simples, onde desconsideramos as variáveis que apresentavam caracteres pouco representativos, por possuírem muitos valores desconhecidos (?) ou possuírem apenas os mesmos valores (**0**) ou (**1**), ou ainda possuírem outros valores para os caracteres de estados além de (**0**) ou (**1**).

Em seguida foi realizada uma Análise de Agrupamento (“Cluster Analysis”) e identificamos as variáveis que apresentavam mesmas características e representavam as mesmas variações, considerando que variáveis que possuíssem distâncias

euclidianas igual a zero possuíam o mesmo comportamento e representariam a mesma variação.

Em seguida foi realizada uma Análise de Componentes Principais (**PCA**) para identificar as variáveis que mais representariam a variação existente entre as espécies, assim selecionamos **18** variáveis morfológicas para explicar a variação existente entre as espécies.

Para os dados biogeográficos o primeiro passo foi dividir a nossa amostra em subunidades ecológicas, assim utilizamos três critérios principais, sendo eles os hemisférios (norte e sul), os mares e oceanos (Mar Báltico, Mar Mediterrâneo, Mar Negro, Mar Vermelho, Baía de Baffin, Oceano Ártico, Oceano Pacífico, Oceano Índico e Oceano Atlântico) e as zonas biogeográficas propostas por Briggs (1974) e apresentadas na figura 2 (apud em Cox e Moore, 1993).

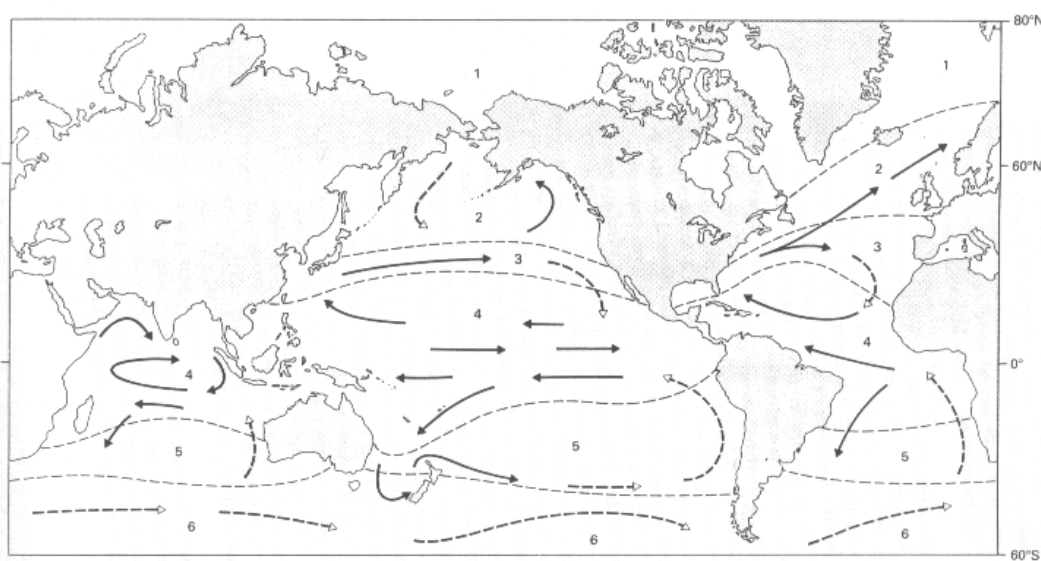


Figura 2 – Mapa indicando as zonas biogeográficas marinhas propostas por Briggs (1974), sendo 1– Ártica; 2- Temperada fria do Hemisfério norte; 3- Temperada quente do Hemisfério norte; 4- Tropical; 5- Temperada quente do Hemisfério sul; 6- Temperada fria do Hemisfério sul e Antártica. Setas pontilhadas indicam correntes superficiais frias e setas contínuas indicam correntes superficiais quentes. Fonte: Cox e Moore, 1993.

Como apenas a separação entre os hemisférios segue as linhas de latitudes e longitudes como a separação em quadrículas utilizada, as demais separações entre os compartimentos foram feitas considerando que ela faria parte do ambiente a qual possuísse a maior área.

Assim separamos as águas oceânicas em **23** compartimentos, como podemos observar na figura 3. Estes ambientes representam áreas muito parecidas com as áreas de pesca citadas no Atlas Ambiental da **WWF** (1993).

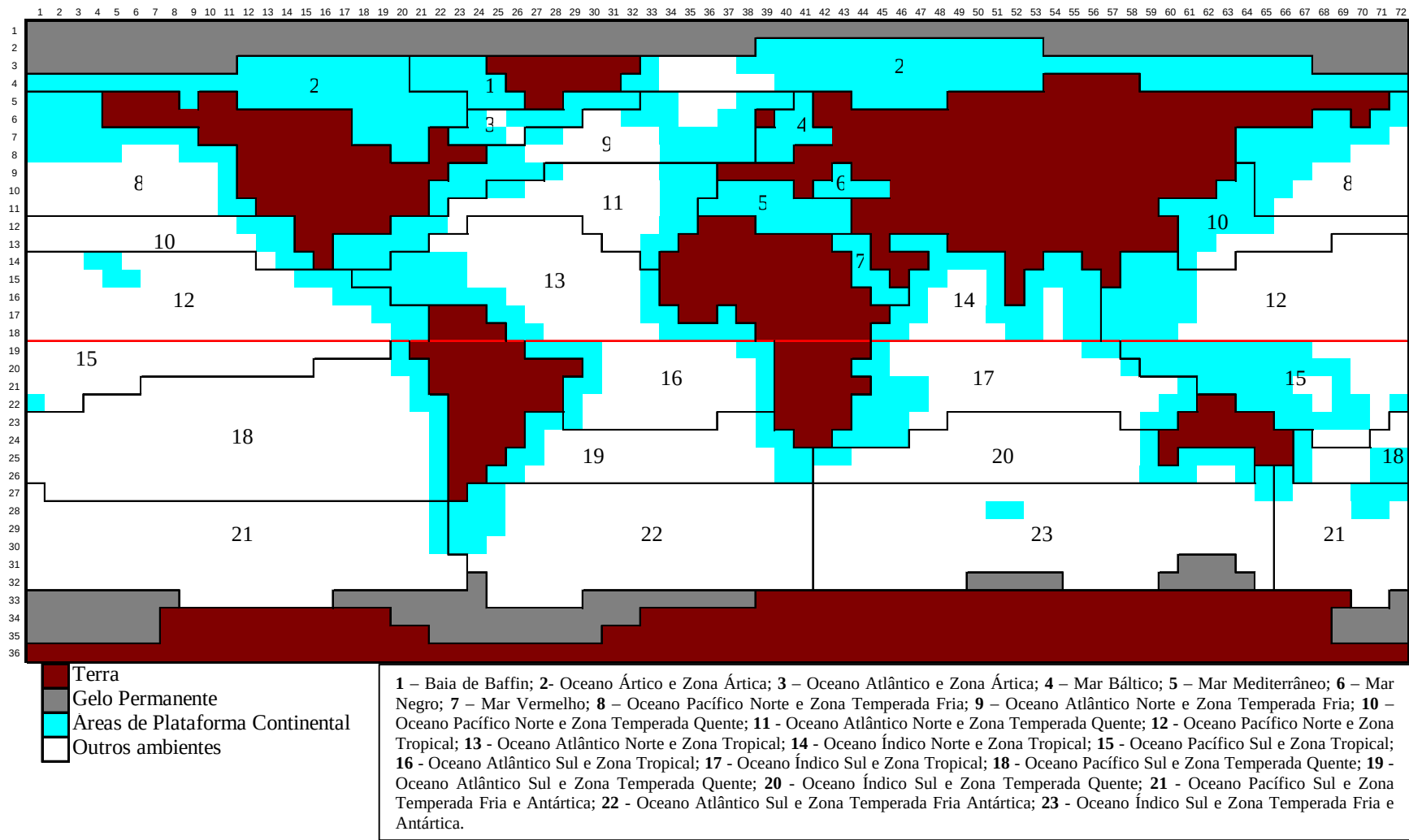


Figura 3 - Mapa indicando a compartimentação das subunidades ecológicas formadas pela separação dos oceanos, em hemisférios e zonas biogeográfica, além dos mares interiores e da Baía de Baffin e as quadrículas que possuem parte sua área dentro á área da Plataforma Continental.

No entanto, se considerarmos que muitas espécies ocorrem apenas na costa dos oceanos, como é o caso da franciscana (*Pontoporia blannvillei*) na costa oeste do Atlântico Sul e *Phocoena sinus* da costa leste do Pacífico Norte, então outra compartimentação haveria de ser considerada, esta de forma mais arbitrária, mas tentando seguir um parâmetro de difícil detecção na escala utilizada, a variação do ambiente provocada pela existência da Plataforma Continental (figura 3).

Assim consideramos que a simples existência da Plataforma Continental em uma pequena parte da quadrícula era suficiente para transformar a mesma em outra categoria de subunidade ecológica. Para os mares interiores (Mar Báltico, Mediterrâneo, Negro, Vermelho e Baía de Baffin) não foi considerada esta divisão, pois todas as quadriculas possuíam trechos de suas áreas em área de Plataforma Continental.

Assim, todos os **18** compartimentos gerados nos principais oceanos foram divididos em duas categorias (Plataforma continental e outros ambientes) totalizando **41** subunidades ecológicas.

Para as análises biogeográficas, as subunidades ecológicas, foram codificadas seguindo a mesma numeração presente na figura 3, adicionando a letra "a" minúscula para Plataforma Continental e "b" minúscula para os demais ambientes.

Em seguida foi realizada apenas uma **PCA** entre as **41** variáveis que representavam a presença e a ausência de cada espécie por ambiente marinho, onde encontramos **17** variáveis explicatórias.

Finalmente nós juntamos as **18** variáveis morfológicas e as **17** variáveis biogeográficas e realizamos uma nova análise de **PCA**. Apenas esta análise aparece na seção dos resultados, enquanto que o processo descrito anteriormente consta no Anexo **D**.

Com os resultados da **PCA** foi plotado um gráfico entre **PC1** e **PC2** em seguida foram realizadas regressões simples passando pela origem, considerando que a origem seja o ponto do ancestral comum, caso a ordem tenha uma origem monofilética.

Em seguida foi utilizado o valor do r^2 , probabilidade p e poder estatístico ($1 - \beta$) para determinar a que nível organizacional a dependência existe e avaliar a possibilidade de se utilizar o valor do coeficiente angular da regressão para a correção estatística filogenética.

Análises Macroecológicas

Como dito anteriormente foram coletados dados de tamanho e peso corpóreos e área de ocorrência das 72 espécies de cetáceos modernos.

A princípio nós gostaríamos de ter coletado dados de abundância das espécies, no entanto, estes dados são muito escassos, pouco precisos e normalmente indicam apenas a abundância de parte da área de ocupação da espécie, não existindo dados globais nem dados locais que pudessem ser analisados na escala desejada. Foram encontrados dados de abundância para apenas dez espécies.

As variáveis comprimento máximo, peso máximo e número de quadrículas ocupadas por cada espécie (área de ocorrência) foram transformadas logaritmicamente por possuírem domínios muito extensos (Batschelet, 1978).

Na coleta de dados foram descartadas as espécies *Lagenorhynchus cruciger* e *Lissodelphis peronii* pela falta de dados confiáveis referentes a suas áreas de ocorrência e as espécies *Mesoplodon pacificus* e *M. peruvianus* por não terem sido encontrados valores de seus pesos máximos (tabela 3).

Outras espécies que foram descartadas para a análise foram *Caperea marginata*, *Kogia simus*, *K. breviceps*, *Berardius arnuxii*, *Hyperoodon planifrons*, *Mesoplodon densirostris*, *M. europaeus*, *M. ginkgodens*, *M. grayi*, *M. hectori*, *M. layardii*, *M. mirus*, *Tasmacetus shepherdi*, *Ziphius cavirostris*, *Cephalorhynchus commersonii*, *Lagenodelphis hosei*, *Lagenorhynchus obscurus*, *Stenella attenuata* e *Phocoena dioptrica* por apresentarem poucas quadrículas de área de ocorrência, de forma muito dispersas, indicando que estas espécies ou possuem distribuições maiores do que se presume ou não são a mesma espécie (Anexo C).

É importante ressaltar que as análises puderam ser realizadas com os dados transformados pelo logaritmo natural porque o requisito estatístico da homogeneidade não era encontrado nos dados antes da transformação (Zar, 1999). Outro ponto importante é que não pode ser estimado um valor que pudesse ser utilizado para a correção estatística filogenética.

Foram plotados gráficos relacionando o número de espécies por classe de tamanho corpóreo, tanto em escala global, regional e local. Outros gráficos que foram produzidos indicaram a relação entre tamanho corpóreo por peso corpóreo, número de espécies por classe de tamanho, número de espécies por classe de área de ocorrência (número de quadrículas), abundância por área de ocorrência, área de ocorrência por

tamanho corpóreo, área de ocorrência por latitude central da área de ocorrência, amplitude latitudinal por latitude máxima de ocorrência, número de espécies por latitude e tamanho corpóreo por latitude máxima de ocorrência..

Em seguida foram realizadas análises de regressão linear simples, para a ordem como um todo e para as duas sub ordens separadamente, na comparação entre área de ocorrência por tamanho corpóreo. Uma análise do envelope de restrição para o gráfico que relaciona área de ocorrência com tamanho corpóreo também foi realizada.

Para algumas das análises de regressão linear realizadas foram feitas análises de poder com o programa G-Power (Faul e Erdfelder, 1992), bem como comparação estatística entre as retas encontradas para as subordens separadamente.

As análises de regressão linear simples foram realizadas no programa Statistica for Windows 5.1, enquanto que as análises dos pacotes de restrições foram realizadas pelo Programa Ecosim 7.0.

Resultados e discussão

Distribuição de espécies

Como podemos ver no mapa da figura 4 a diversidade de espécies cresce dos Pólos para o Equador, tendo seus picos de diversidade em águas tropicais e temperadas quentes, em regiões próximas ao litoral.

Se repararmos na linha vermelha horizontal do mapa da figura 4, que representa a linha do Equador (0° de latitude), podemos perceber que ocorre uma pequena diminuição da diversidade ao seu redor nos três principais oceanos, no entanto isso pode representar simplesmente o pouco conhecimento das distribuições oceânicas, como das baleias bicudas citadas anteriormente.

Observando os picos de diversidade de espécies podemos pensar que a proximidade da costa pode ser um fato importante para o aumento da diversidade, no entanto devemos levar em consideração que é muito mais fácil estudar e avistar espécies costeiras que as oceânicas, e que este fato pode ser simplesmente um vício na amostragem, principalmente se considerarmos que a maioria destes picos coincide com áreas onde existem programas de turismo “whale watcher”, como o sul da Califórnia nos EUA (quadrícula 416), Ilhas Canárias no nordeste da África (quadrícula 481), Gibraltar sudoeste da Europa (quadrícula 381), Kaikoura na Nova Zelândia (quadrícula 1289) e Ilha Shikoku no sul do Japão (quadrícula 441) (Carwardine, 2000).

Ao compararmos a figura 4, que indica a diversidade de espécies por quadrícula, com a figura 3 do Anexo C, que indica a divisão de alguns mares e oceanos, podemos evidenciar um outro fenômeno na distribuição da diversidade, onde os mares mais fechados, como o Báltico e o Negro possuem diversidades mais baixas do que outros pontos de mesma latitude nos oceanos, o mesmo ocorrendo com o Mar Vermelho, o Mar Mediterrâneo o Golfo Pérsico.

Outro fato importante que pode ser evidenciado nesta figura (figura 4) é que as maiores diversidades encontradas estão situadas próximas as Ilhas do Japão (quadrículas 396 e 443), o que pode representar uma outra forma de distorção dos dados, já que o Japão é um dos países que mais investem em pesquisas com cetáceos, o mesmo ocorrendo com o Estados Unidos e o Canada em relação ao noroeste do Oceano Atlântico.

Outras diferenciações, talvez pudessem aparecer se considerarmos que algumas espécies de balaenopterídeos, como a *Balaenoptera acutorostrata* e *B. edeni*, podem representar mais de uma espécie, segregadas entre os hemisférios norte e sul e isoladas por eventos migratórios alternados (verão – inverno invertidos nos hemisférios) (www.iwcoffice.org, 2002).

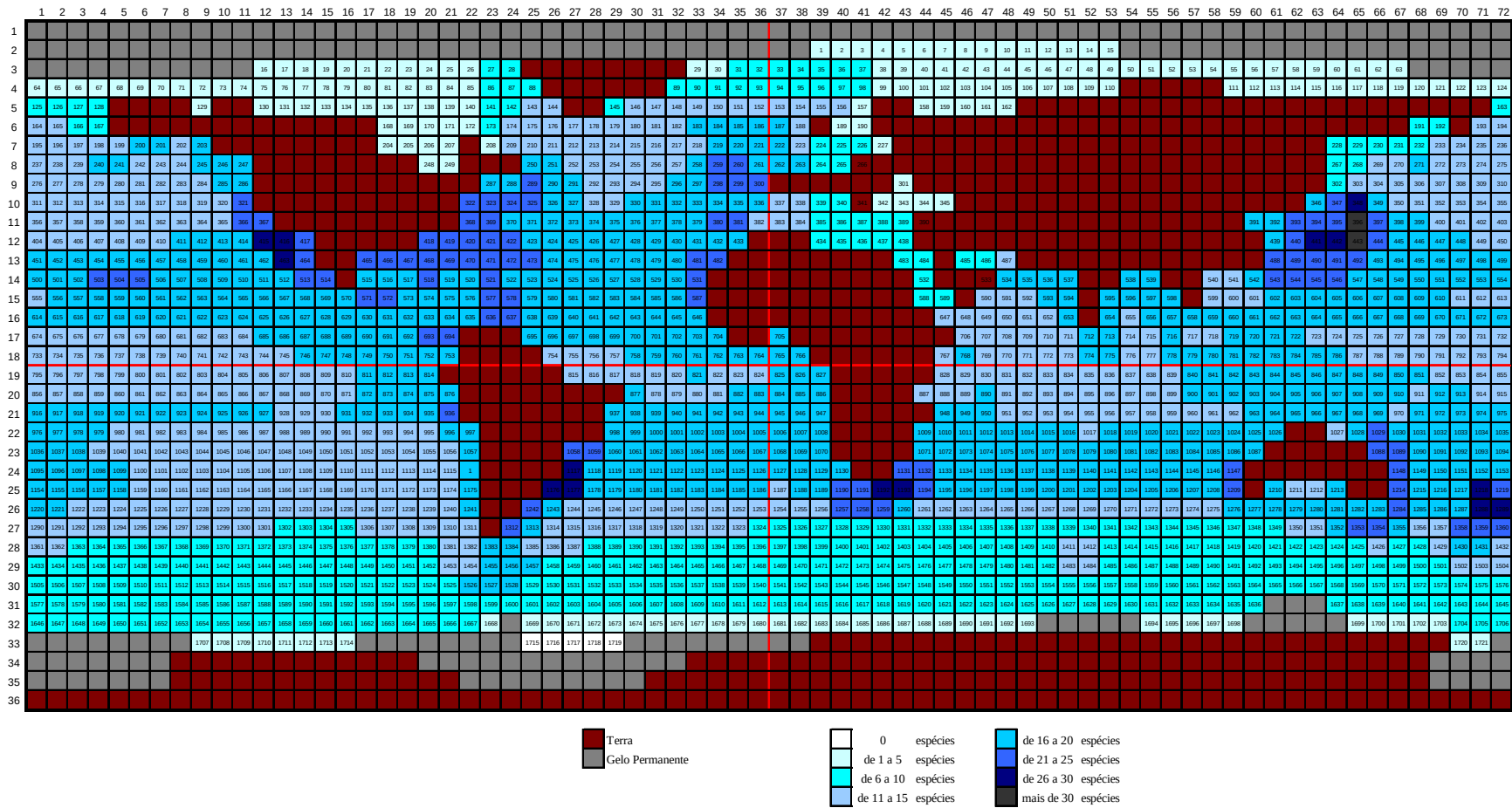


Figura 4 – Mapa de distribuição de diversidade de espécies de cetáceos por quadrícula. A planilha de presença ausência das espécies por quadrícula encontram-se no Anexo C.

Comparação entre dados Morfológicos e Biogeográficos

Na análise de **PCA** obtivemos um componente principal **1 (PC1)** relacionando as variáveis biogeográficas e um componente principal **2 (PC2)** relacionando as variáveis morfológicas.

Na tabela **1** podemos ver os valores obtidos para cada variável por componente principal, enquanto que na figura 5 podemos verificar a relação das espécies em função dos valores obtidos para **PC1** e para **PC2**.

Tabela 1 – Valores obtidos para cada variável para os componentes principais **PC1**, **PC2** e **PC3**., As duas últimas linhas indicam a proporção de variância explicada para cada componente.

* - valores significativos para cada componente

Variável ²		PC1	PC2	PC3
biogeográfica	5	0.6005	-0.3176	0.3553
biogeográfica	7	0.7084*	-0.4729	0.2405
biogeográfica	11a	0.7378*	-0.2111	0.0578
biogeográfica	12a	0.7751*	-0.1239	-0.3756
biogeográfica	12b	0.8307*	-0.2074	-0.3375
biogeográfica	13a	0.7657*	-0.3284	-0.1388
biogeográfica	13b	0.7745*	-0.2369	0.1128
biogeográfica	14b	0.6742	-0.4650	0.1708
biogeográfica	15a	0.7770*	-0.3196	-0.3524
biogeográfica	15b	0.8667*	-0.3126	-0.0346
biogeográfica	16a	0.7801*	-0.1755	0.2310
biogeográfica	16b	0.8251*	-0.2679	0.2576
biogeográfica	17a	0.8055*	-0.2861	-0.2982
biogeográfica	17b	0.8161*	-0.2945	0.2282
biogeográfica	19b	0.7950*	-0.2656	0.1787
biogeográfica	20a	0.7759*	-0.3264	-0.1183
biogeográfica	20b	0.7759*	-0.3264	-0.1183
morfológico	1398	0.2823	0.7991*	0.1051
morfológico	1399	-0.3664	-0.8295*	-0.0950
morfológico	1413	-0.4328	-0.8481*	-0.1123
morfológico	1426	-0.4699	-0.7573*	-0.1535
morfológico	1454	-0.4423	-0.6971	0.3343
morfológico	1477	0.4328	0.8481*	0.1123
morfológico	1523	-0.4394	-0.6887	-0.2071
morfológico	1526	-0.4961	-0.7709*	-0.0493
morfológico	1531	-0.4955	-0.6936	0.3382
morfológico	1558	-0.2732	-0.6848	0.3094
morfológico	1570	0.4833	0.6498	0.1969
morfológico	1577	0.3885	0.7888*	0.0285
Var. Expl.		12.2825	8.4499	1.4252
Prp. Totl		0.4235	0.2914	0.0491

² Código da variável: 1- biogeográfica de acordo com o as áreas biogeográficas indicadas na figura 3; e das variáveis morfológicas utilizadas por Messenger e McGuire (1998).

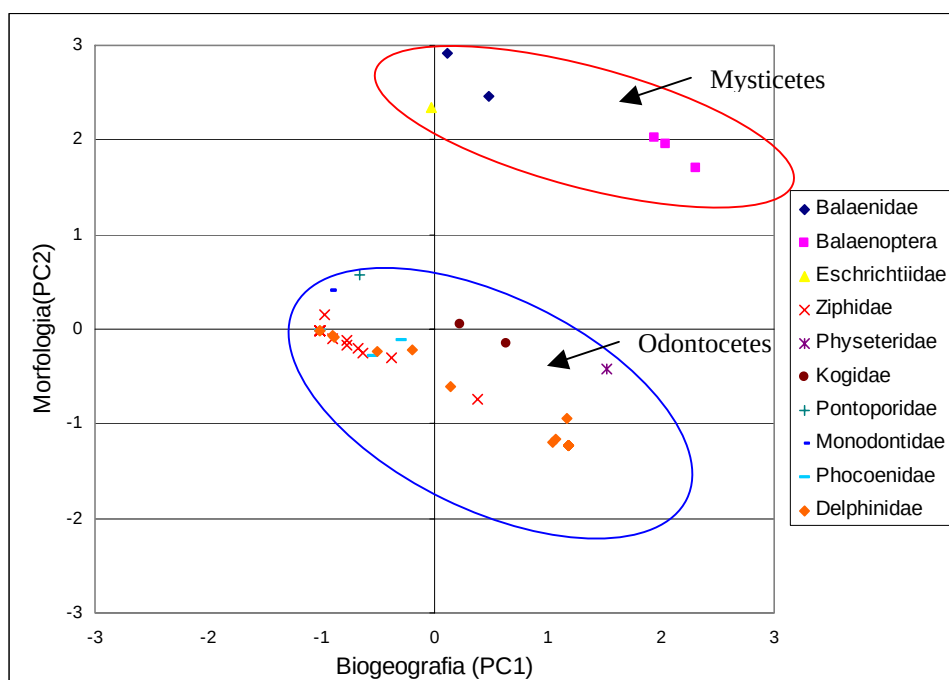


Figura 5 – Gráfico indicando a relação entre as espécies e famílias de cetáceos em relação ao **PC1** (biogeografia) e **PC2** (morfologia).

A tabela 1 indica que os componentes principais um e dois explicam cerca de **70%** da variabilidade apresentada, enquanto que na figura 5 podemos ver que a relação existe no nível hierárquico de Subordem e Família.

De forma geral nos temos um agrupamento bem intenso no quadrante inferior esquerdo próximo ao eixo da **PC1**, onde se encontram todas as espécies das famílias Monodontidae (2 espécies), Phocoenidae (4 espécies), Pontoporidae (1 espécie), quase todas da família Ziphiidae (7 espécies) e algumas espécies da família Delphinidae (7 espécies).

Das espécies de Delphinidae, com exceção de *Lagenodelphis hosei*, as outras cinco espécies são encontradas em poucos ambientes, assim como os Monodontidae e a espécie *Phocoena phocoena*, ou próximos à costa como as demais espécies da família Phocoenidae.

Em relação à morfologia, com exceção dos Monodontidae, que possuem tamanhos próximos a 5m, *Neophocaena phocaenoides*, *Phocoena phocoena* e *Cephalorhynchus eutropia*, que são menores que 2m, todas as outras espécies possuem tamanhos entre 2 e 3m.

Já em relação às espécies de Ziphiidae, acreditamos que sua proximidade das demais espécies, seja muito mais reflexo do pouco conhecimento que temos sobre sua distribuições do que a realidade.

Outro ponto relevante que podemos detectar na dispersão gerada pela **PCA**, é a importância da separação gerada pelos caracteres morfológicos, que separaram as duas subordens, muito mais nitidamente do que as variáveis biogeográficas.

A análise gráfica é importante, no entanto necessitamos de um valor para que se possa estimar a dependência entre as variáveis, assim na tabela 2 temos os valores de r^2 , p , m (coeficiente angular da regressão) e $1 - \beta$ (Poder estatístico do teste).

Tabela 2 – Análise de regressão linear passando pela origem para alguns níveis da organização biológica da Ordem Cetacea.

* - valores significativos para cada componente $p < 0,05$.

Táxon	r^2	n	m	p	F	Df	$1 - \beta$
Ordem							
Cetacea	0,0000	45	0,00	-	-	-	
Subordem							
Mysticete	0,3063	6	0,65	0,1143	-	-	
Odontocete	0,3411	39	-0,60	> 0,0001*	21,1931	1,37	0,99
Família							
Balaenidae	-	2	-	-	-	-	
Balaenopteridae	0,9787	3	0,989	0,0107*	91,8637	1,2	0,64
Eschrichtiidae	-	1	-	-	-	-	
Physeteridae	-	1	-	-	-	-	
Kogidae	-	2	-	-	-	-	
Ziphiidae	0,2171	13	0,147	0,6152	-	-	
Pontoporidae	-	1	-	-	-	-	
Monodontidae	-	2	-	-	-	-	
Phocoenidae	0,2304	4	0,484	0,4132	-	-	
Delphinidae	0,6873	16	-0,83	> 0,0001*	32,9748	1,15	0,99
Gênero							
<i>Balaenoptera</i>	-	2	-	-	-	-	
<i>Kogia</i>	-	2	-	-	-	-	
<i>Mesoplodon</i>	0,0149	9	0,122	0,7364	-	-	
<i>Phocoena</i>	-	2	-	-	-	-	
<i>Globicephala</i>	-	2	-	-	-	-	
<i>Lagenorhynchus</i>	-	2	-	-	-	-	

Percebemos que não existe dependência ao nível de ordem. Em relação as subordens esta dependência só se apresentou significativa ($p > 0,0001$) para os odontocetes, no entanto o valor de r^2 é baixo.

Dentro da subordem Odontocete, essa dependência só pode ser testada em três das sete famílias de odontocetes, em função de um **n** baixo, e se apresentou significativa apenas nos Delphinidae, que, por sua vez, não puderam ser testados ao nível de gênero, já que todos os gêneros possuem um número de espécies com dados disponíveis inferior a três.

Em relação à família Balaenopteridae, o poder estatístico do teste foi baixo, (**0,64**), o que nos levou a não considerarmos o valor de **m**.

O único gênero que pôde ser testado foi o *Mesoplodon* (baleias bicudas), no entanto não demonstrou apresentar dependência entre as variáveis analisadas (**p** > **0,05**).

A única análise que nos proporcionou um valor significativo para a correção foi a Família Delphinidae, no entanto também não pudemos considerar o valor de **m**, pois seria interessante testar a dependência para todas as famílias e não em apenas uma.

Outro ponto que consideramos para não utilizar os valores de **m** foi o valor de (**1 - β**) muito alto, acima de **0,8**, indicado como sendo o ideal para balancear os erros estatísticos Tipo I e Tipo II (Zar, 1999; Cohen, 1988) e que aceitando este valor poderíamos estar ignorando outros preceitos estatísticos do teste de hipóteses, como a superestimação de **α**.

Análises macroecológicas

A variável "abundância" teve de ser desconsiderada para as análises totais, pois foram encontrados dados apenas para **10** espécies, sendo **8** Mysticetes e as duas espécies de Monodontidae (*Delphinapterus leucas* e *Monodon monoceros*).

Na tabela **3** apresentamos os dados de peso e comprimento corpóreo coletados nos artigos, e os dados de latitude máxima, mínima e média de ocorrência e o número de quadrículas extraídos a partir dos mapas de distribuição de cada espécie do Anexo **C**.

Tabela 3 – Dados de tamanho e peso corpóreo máximo registrado, latitude máxima, mínima e média de ocorrência, amplitude latitudinal e o número de quadrículas para as espécies de cetáceos utilizadas no estudo.

Família	Espécie	Comp. Máximo (m)	Peso Máximo (Kg)	Latitude Máxima ³	Latitude Mínima	Amplitude Latitudinal	Lat. Central de Ocorrência	Número de Quadrículas	Abundância (n)
Balaenidae	<i>Eubalaena australis</i>	18,00	100000,00	-65°	-10°	55°	-37,5°	388	6500
	<i>Eubalaena glacialis</i>	16,50	80000,00	80°	15°	65°	47,5°	324	300
	<i>Balaena mysticetus</i>	17,40	79400,00	85°	50°	35°	67,5°	124	9000
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	10,70	12700,00	80°	0°	155°	2,5°	1542	750000
	<i>Balaenoptera borealis</i>	20,00	30000,00	80°	0°	150°	5°	1052	50000
	<i>Balaenoptera edeni</i>	15,50	25000,00	40°	0°	80°	0	782	?
	<i>Balaenoptera musculus</i>	33,60	145000,00	85°	0°	170°	0°	1253	?
	<i>Balaenoptera physalus</i>	26,80	75000,00	80°	0°	150°	5°	1059	100000
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	18,00	50000,00	80°	0°	150°	5°	1157	19000
	<i>Eschrichtius robustus</i>	9,40	31800,00	75°	20°	55°	47,5°	73	22000
Neobalaenidae	<i>Caperea marginata</i>	6,50	5000,00	-60°	-30°	30°	-45°	35	?
Monodontidae	<i>Delphinapterus leucas</i>	6,70	1600,00	85°	40°	45°	62,5°	159	60000
	<i>Monodon monoceros</i>	4,50	1600,00	85°	60°	25°	72,5°	98	35000
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	21,00	57000,00	-80°	0°	155°	-2,5°	1456	?
Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i>	3,70	408,00	60°	0°	110°	5°	121	?
	<i>Kogia simus</i>	2,70	272,00	55°	0°	95°	7,5°	71	?
Ziphiidae	<i>Berardius bairdii</i>	12,70	15000,00	65°	20°	45°	42,5°	70	?
	<i>Berardius arnuxii</i>	12,80	7500,00	-75°	-30°	45°	-52,5°	86	?
	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	7,93	7500,00	80°	30°	50°	55°	117	?
	<i>Hyperoodon planifrons</i>	9,00	4000,00	-65°	-25°	-40°	-45°	7	?
	<i>Mesoplodon bidens</i>	4,83	1300,00	75°	25°	50°	50°	103	?
	<i>Mesoplodon bowdoini</i>	4,87	1500,00	-50°	-25°	25°	-37,5°	30	?
	<i>Mesoplodon carlhubbsi</i>	5,30	1500,00	60°	30°	30°	45°	18	?
	<i>Mesoplodon densirostris</i>	5,00	1000,00	55°	0°	100°	5°	82	?
	<i>Mesoplodon europaeus</i>	5,20	1014,00	55°	0°	70°	20°	49	?
	<i>Mesoplodon ginkgodens</i>	5,20	2000,00	-55°	0°	95°	-7,5°	15	?
	<i>Mesoplodon grayi</i>	5,60	1100,00	-60°	0°	60°	-30°	53	?
	<i>Mesoplodon hectori</i>	5,00	2000,00	-60°	0°	95°	-12,5°	15	?
	<i>Mesoplodon layardii</i>	6,10	1270,00	-60°	-30°	30°	-45°	43	?
	<i>Mesoplodon mirus</i>	5,30	1533,00	60°	0°	105°	7,5°	36	?
	<i>Mesoplodon pacificus</i>	7,50	0,00	-20°	0°	25°	-7,5°	3	?
	<i>Mesoplodon peruvianus</i>	7,00	0,00	25°	-0°	40°	5°	42	?
	<i>Mesoplodon stejnegeri</i>	5,25	1500,00	60°	30°	30°	45°	30	?
	<i>Tasmacetus shepherdi</i>	7,00	2000,00	-60°	-30°	30°	-45°	9	?
	<i>Ziphius cavirostris</i>	7,50	5000,00	45°	0°	75°	7,5°	11	?
Delphinidae	<i>Peponocephala electra</i>	2,70	275,00	45°	0°	85°	2,5°	823	?
	<i>Feresa attenuata</i>	2,70	225,00	45°	0°	80°	5°	822	?
	<i>Pseudorca crassidens</i>	6,10	2500,00	60°	0°	105°	7,5°	928	?
	<i>Orcinus orca</i>	9,70	8000,00	85°	0°	155°	7,5°	1647	?
	<i>Globicephala melas</i>	7,60	3800,00	70°	0°	130°	5°	534	?
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	6,10	4000,00	45°	0°	85°	2,5°	745	?
	<i>Delphinus delphis</i>	2,68	135,00	65°	0°	115°	7,5°	1053	?
	<i>Lissodelphis borealis</i>	3,00	115,00	55°	0°	25°	42,5°	67	?
	<i>Lissodelphis peronii</i>	2,50	116,00	?	?	?	?	?	?
	<i>Sotalia fluviatilis</i>	2,20	53,00	-35°	0°	50°	-10°	28	?
	<i>Sousa chinensis</i>	2,80	200,00	-40°	0°	70°	-5°	115	?
	<i>Sousa teuszii</i>	2,50	150,00	25°	0°	35°	7,5°	15	?
	<i>Stenella frontalis</i>	2,50	143,00	45°	0°	80°	5°	178	?
	<i>Stenella attenuata</i>	2,50	120,00	35°	0°	45°	12,5°	39	?
	<i>Stenella longirostris</i>	2,14	90,00	45°	0°	80°	5°	662	?
	<i>Stenella clymene</i>	2,00	79,00	45°	0°	50°	20°	104	?
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	2,70	164,00	60°	0°	105°	7,5°	820	?
	<i>Steno bredanensis</i>	2,80	160,00	55°	0°	95°	7,5°	587	?
	<i>Tursiops truncatus</i>	4,00	650,00	70°	0°	120°	10°	1086	?
	<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	1,70	60,00	-55°	0°	95°	-7,5°	10	?
	<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	1,70	65,00	-60°	-30°	30°	-45°	11	?
	<i>Cephalorhynchus heavisidii</i>	1,70	75,00	-35°	-15°	20°	-25°	9	?
	<i>Cephalorhynchus hectori</i>	1,50	60,00	-50°	-30°	20°	-40°	9	?

³ Os valores negativos nas colunas referentes à latitude máxima, mínima e média indicam apenas o hemisfério, sendo negativo para o Sul e positivo para o Norte, sem valor matemático real. Foi considerada a latitude máxima a ocorrência mais distante da linha do Equador e Latitude mínima a mais próxima.

Tabela 3 - Continuação

Família	Espécie	Comp. Máximo (m)	Peso Máximo (Kg)	Latitude Máxima ³	Latitude Mínima	Amplitude Latitudinal	Lat. Central de Ocorrência	Número de Quadrículas	Abundância (n)
	<i>Grampus griseus</i>	4,00	680,00	65°	0°	115°	7,5°	1040	?
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	2,60	210,00	35°	0°	70°	0°	183	?
	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	2,80	275,00	75°	40°	35°	57,5°	69	?
	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	2,60	234,00	70°	40°	30°	55°	54	?
	<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	2,00	110,00	-60°	-5°	55°	-32,5°	46	?
	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	2,36	180,00	60°	20°	40°	40°	131	?
	<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	1,80	120,00	?	?	?	?	?	?
	<i>Lagenorhynchus australis</i>	2,20	115,00	-60°	-30°	30°	-45°	16	?
	<i>Orcaella brevirostris</i>	2,60	190,00	25°	0°	50°	0°	47	?
Pontoporidae	<i>Pontoporia blainvillei</i>	1,74	53,00	-45°	-15°	30°	-30°	11	?
Phocoenidae	<i>Neophocaena phocaenoides</i>	1,90	45,00	45°	0°	55°	17,5°	74	?
	<i>Phocoena phocoena</i>	1,86	90,00	75°	10°	65°	42,5°	137	?
	<i>Phocoena spinipinnis</i>	2,00	75,00	-60°	-5°	55°	-32,5°	27	?
	<i>Phocoena sinus</i>	1,50	35,00	35°	30°	5°	32,5°	1	?
	<i>Phocoena dioptrica</i>	2,20	115,00	-60°	-30°	30°	-45°	23	?
	<i>Phocoenoides dalli</i>	2,29	213,00	65°	0°	95°	17,5°	110	?

Na figura 6, podemos visualizar a relação existente entre o logaritmo natural do peso máximo registrado com o logaritmo natural do comprimento máximo registrado, evidenciando uma relação crescente muito forte ($r = 0,98501$), possibilitando assim, a utilização de qualquer uma das variáveis para as análises que se seguem, independente da utilização na literatura de massa ou comprimento corpóreo como medida de tamanho corpóreo.

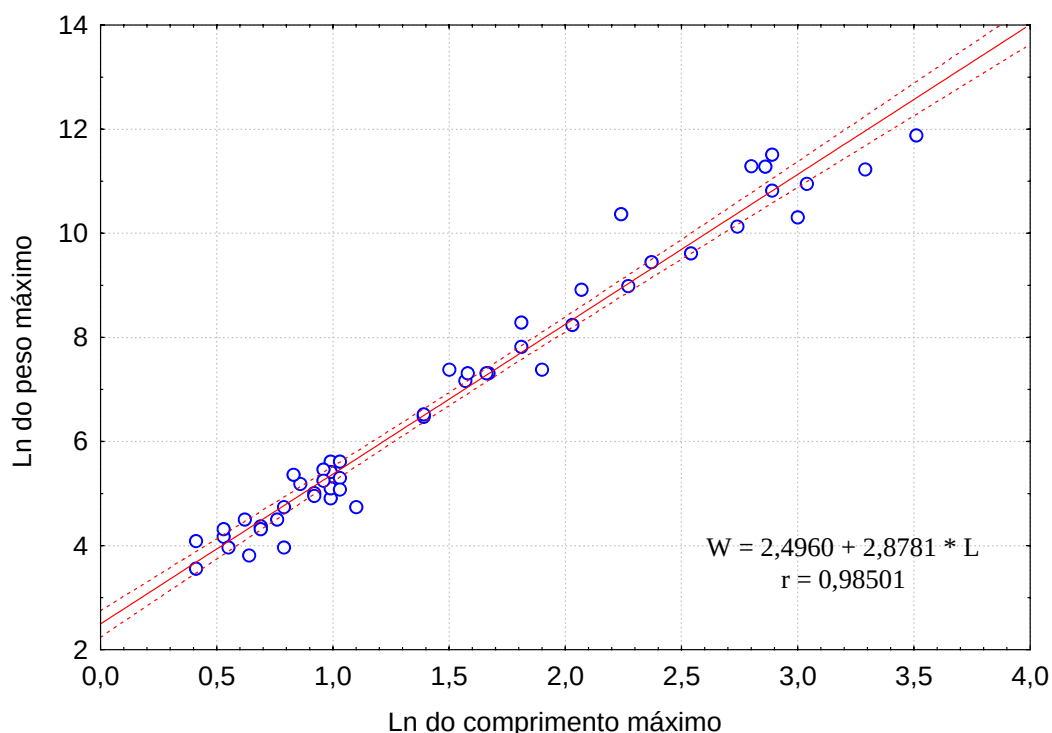


Figura 6 - Regressão linear indicando a relação positiva entre o peso e o tamanho corpóreo máximo registrado para as espécies de cetáceos.

A regressão linear foi utilizada para relacionar as variáveis tamanho e peso corpóreo porque elas possuem uma relação potência e foram previamente

transformadas logaritmicamente, como sugerido por Bastschelet (1978), neste caso utilizamos o logaritmo natural (**Ln**).

Na figura 7 podemos evidenciar o mesmo padrão de distribuição de espécies por classes de tamanho corpóreo evidenciado por Hutchinson e MacArthur (1959) para mamíferos na Europa e no estado de Michigan (Estados Unidos). Diversos outros autores evidenciaram a mesma relação posteriormente (Van Valen, 1973; May, 1986, 1988; Bonner, 1988; Lawton, 1990; Brown e Nicoletto, 1991), que apresentam uma classe de tamanho corpóreo modal próximo às classes menores, não necessariamente a menor, com um declínio acentuado do número de espécies para as classes maiores.

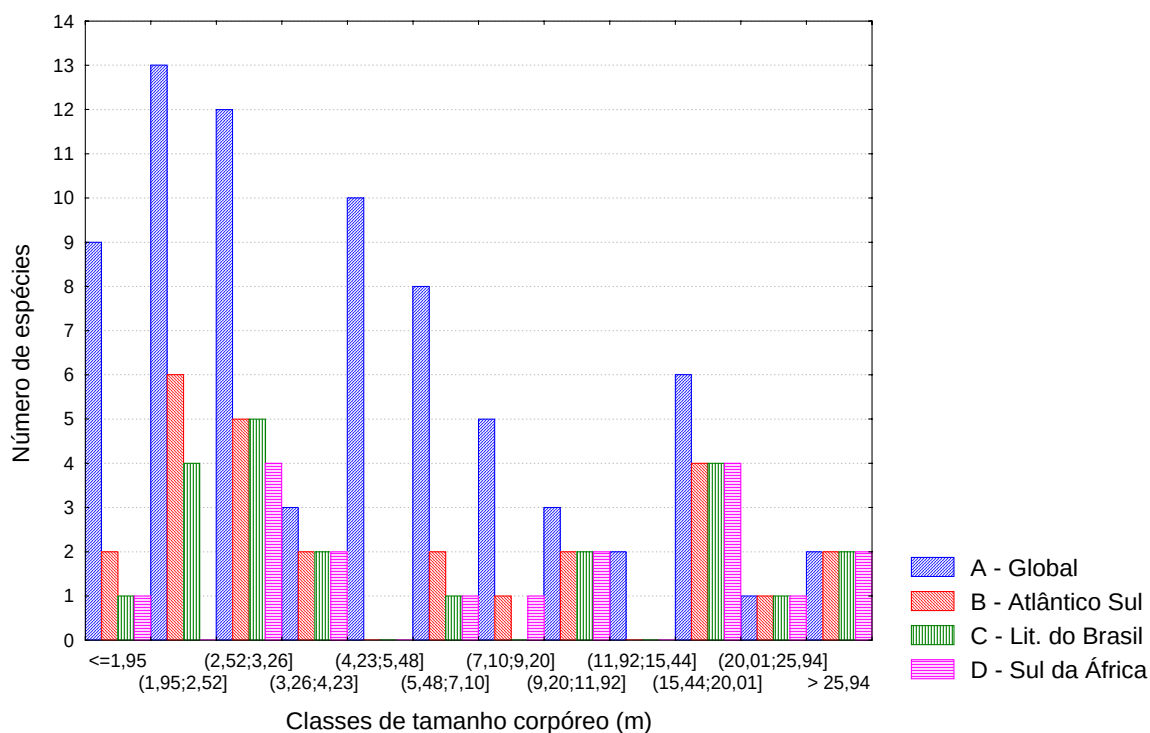


Figura 7 - Gráfico de frequência de espécies por classe de tamanho corpóreo (m do comprimento máximo registrado), evidenciado em três escalas diferentes, A- Global (todas as espécies e em todos os mares e oceanos; B e C - Regional (hemisfério sul do Oceano Atlântico e costa do litoral brasileiro); e D - Local (Litoral do extremo sul africano).

Este padrão também é evidenciado para outros organismos como pássaros terrestres e peixes de água doce na América do norte (Brown, Marquet e Taper, 1993), no entanto este parece ser um padrão dependente da escala do estudo, como demonstrado por Brown e Nicoletto (1991), e para cetáceos este fato parece não ser diferente. Se analisarmos a sequência **A**, **B**, **C** e **D** da figura 7 podemos evidenciar que o declínio do número de espécies da classe modal e adjacentes diminui conforme se diminui a escala espacial do estudo.

Brown e Nicoletto (1991) sugerem que três mecanismos podem ser necessários, e possivelmente suficientes, para gerar e regular este padrão, sendo eles a exclusão competitiva de espécies de mesmo tamanho vivendo nos mesmos ambientes locais, extinção de espécies de grande tamanho corpóreo com pequenas áreas de ocorrência e uma grande especialização das espécies com tamanho modal.

Este padrão indica que as espécies maiores, diferentemente das espécies da classe modal e adjacentes, ocorrem em uma área geográfica mais ampla, sendo mais comuns, ao invés de serem endêmicas ou possuírem pequenas áreas de ocorrência (Brown, 1995)

Assim, para cetáceos, podemos indicar que o mesmo padrão ocorre, porém com uma pequena modificação, se compararmos com o evidenciado para os mamíferos terrestres, que é a classe modal, sendo os valores modais de cetáceos muito superiores aos dos mamíferos terrestres.

Este fato pode indicar que para os "mamíferos essencialmente aquáticos", o valor predito como sendo o ótimo para mamíferos terrestres de **100 g** (Brown, Marquet e Taper, 1993) não se enquadre por dois motivos; 1) ou por pressão seletiva do meio aquático, 2) ou por dependência filogenética; podendo ambas ocorrerem de forma simultânea

Blackburn e Gaston (1998a) também encontram esta relação para mamíferos e indicam que, de forma geral, o valor modal tende a ser menor do que os **100 g** sugerido (Brown, Marquet e Taper, 1993) para mamíferos voadores e maior para mamíferos marinhos, ou seja, dependente do grupo taxonômico incluído na análise, sugerindo que esta diferença entre o tamanho modal para cada grupo de mamíferos pode refletir as adaptações necessárias a cada uma das formas de vida. Outros estudos que encontram esta relação são Gaston e Blackburn (1996a) para Anseriformes e Murray *et al.* (1998) para anfíbios australianos.

Na figura **8**, evidenciamos o mesmo padrão obtido por Willis (1922) (apud em Brown, 1995), e de certa forma, representa a mesma resposta obtida na figura **7**, indicando que poucas espécies são amplamente distribuídas, enquanto que várias espécies possuem pequenas áreas de ocorrência.

Este padrão, assim como o anterior, apresenta-se como sendo um dos fenômenos gerais evidenciados em amostras de grupos taxonômicos (Brown, 1995), não só para

organismos terrestres, mas também para os cetáceos, mamíferos exclusivamente marinhos.

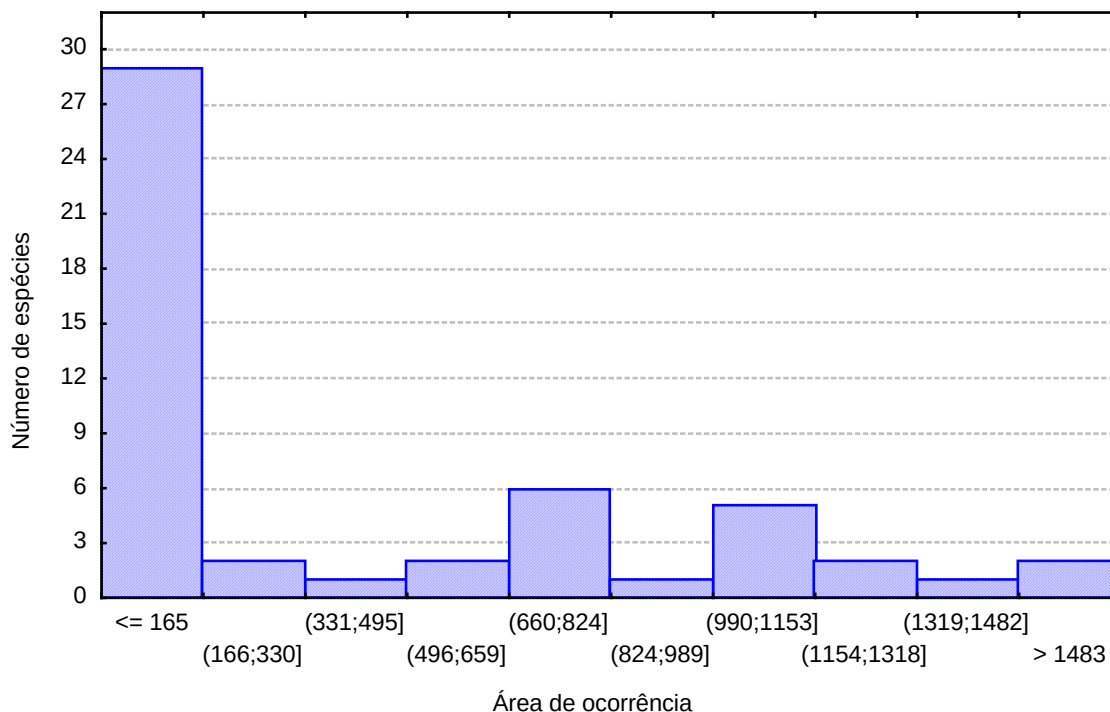


Figura 8 - Gráfico de frequência de espécies por classe de área de ocorrência (número de quadriculas).

Esta mesma relação é encontrada por Pagel *et al.* (1991) para mamíferos norte americanos, tanto para Classe Mammalia como um todo, quanto para algumas ordens em separado, com exceção da Ordem Carnivora e possivelmente a Ordem Artiodactyla. Nesse estudo, os autores discutem a implicação destes resultados para a conservação, já que a maioria das espécies possui pequenas áreas de ocorrência e muitas vezes estas áreas não são coincidentes.

Este padrão também é encontrado para espécies de pica-paus (Blackburn *et al.*, 1998) e para espécies de *Pinus* em escalas globais (Brown *et al.*, 1996), no entanto Gaston e Gaston e Blackburn (1996a) não evidenciaram este padrão para os dados de Anseriformes em uma escala global, nem Murray *et al.* (1998) para anfíbios australianos.

Na figura 9 é representada a dispersão dos dados de abundância e área de ocorrência. A figura 9 - A indica apenas as espécies da Subordem Mysticete, enquanto que a figura 9 - B apresenta os dados das espécies da Subordem Mysticete e da Família Monodontidae (*Delphinapterus leucas* e *Monodon monoceros*).

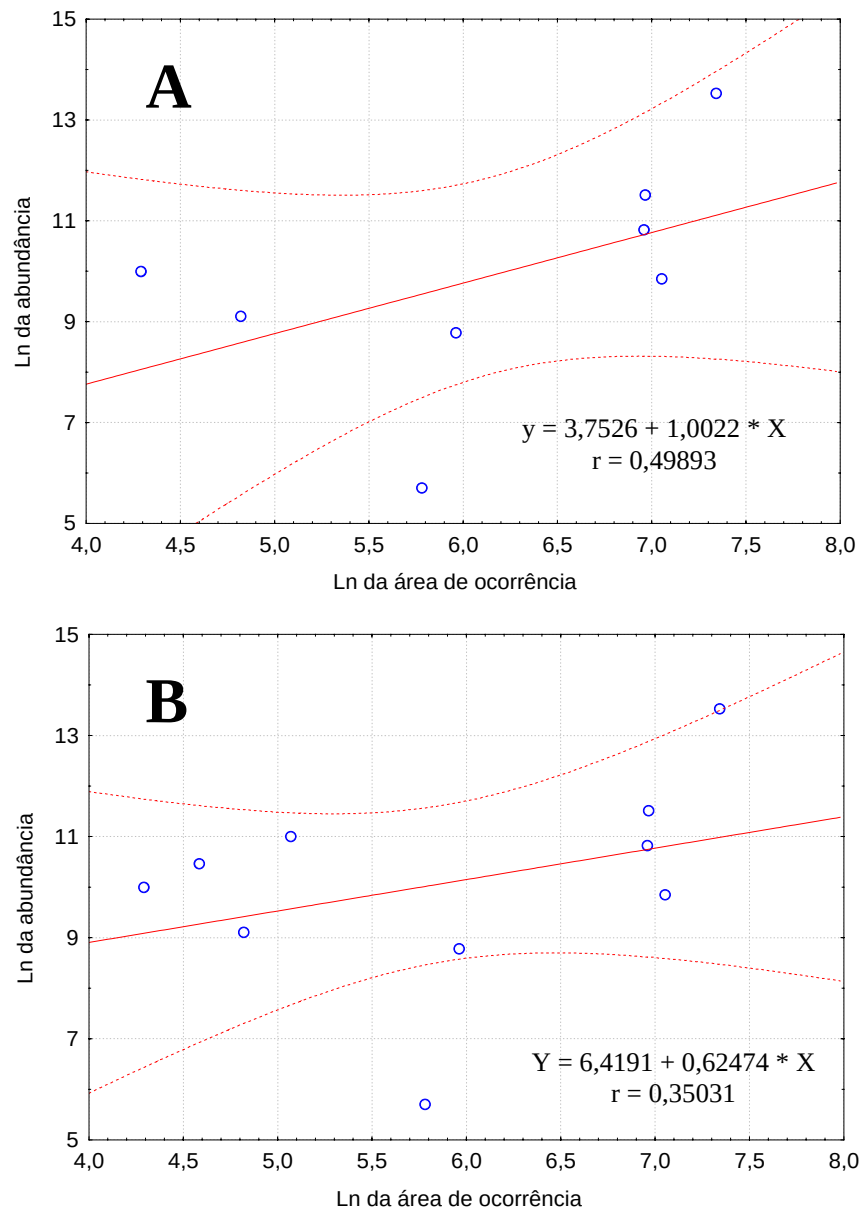


Figura 9 - Regressão linear simples entre as variáveis Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) com o Ln da abundância, sendo A - apenas para Mysticetes e B - para Mysticetes e Monodontidae.

A relação encontrada entre as variáveis da figura 9 (abundância e área de ocorrência) indica uma relação crescente, como a encontrada por Brown e Maurer em 1987 para dados de pássaros na América do Norte

Gaston e Lawton (1988), encontraram a mesma correlação positiva entre área de ocorrência e abundância para insetos, em que espécies mais difundidas tendem a ser mais abundantes. O mesmo foi descrito para anfíbios australianos por Murray *et al.* (1998).

Se analisarmos o valor de **r** nestas duas regressões (**r_A** = 0,49893 e **r_B** = 0,35031) percebemos que o valor obtido em **B** é menor do que o obtido em **A**, o que era

esperado, já que o valor de **n** em **B** é maior e a relação estimada pelo programa G-Power (Faul e Erdfelder, 1992) entre **r** e **n** é decrescente (Anexo **D**).

Pela pouca quantidade de dados encontrados para a Subordem Odontocetes, não pudemos realizar a análise de comparação entre as subordens.

Nesses gráficos da figura **9** não é possível identificar nenhuma das três linhas de "constraint" indicadas por Brown (1995), nem a de tamanho máximo de distribuição, nem de densidade populacional mínima nem alguma outra forma de "coação" relativa ou absoluta, já que o valor calculado para o poder estatístico do teste das duas regressões é muito baixo, menor que **0,5** (**0,4203** para figura **9a** e **0,2872** para a figura **9b**).

Na figura **10**, encontramos a relação existente entre o tamanho corpóreo (Ln do tamanho máximo registrado) com a área de ocorrência (Ln do número de quadrículas) para a Ordem Cetacea, sendo os pontos cheios para a Subordem Mysticete e pontos vazios para a subordem Odontocete.

De acordo com Brown (1995) a relação encontrada é restringida pelo limite da área possível de colonização, no caso a área dos oceanos (1717), no limite superior, o tamanho mínimo de cetáceos no limite esquerdo, o terceiro limiar que pode ser percebido é o que relaciona o tamanho da área de ocorrência para espécies de grande tamanho corpóreo, indicando que espécies grandes não deveriam possuir pequenas áreas, já que espécies de grande tamanho corpóreo são levadas a possuir baixas densidades populacionais e assim estariam mais sujeitas a eventos de extinção probabilísticos ligados a pequenas populações restritas a pequenas áreas. O quarto fator que restringe esta relação é o fato de que a menor espécie possui a menor área de ocorrência.

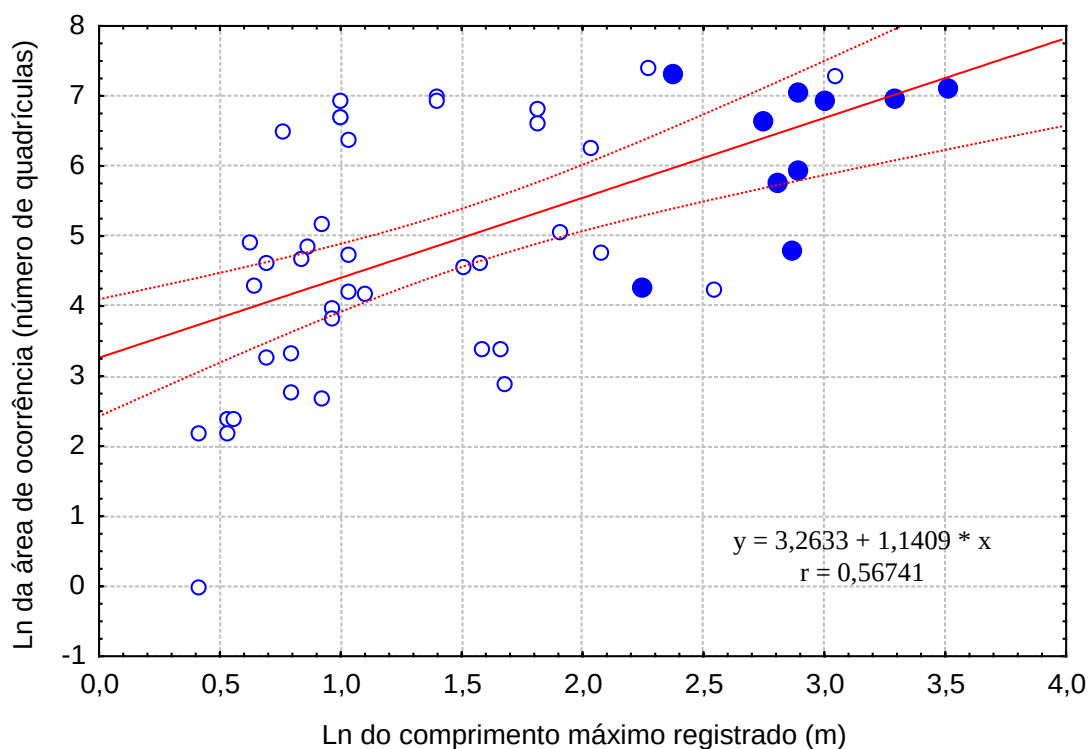


Figura 10 - Regressão linear simples entre as variáveis Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) com o Ln do tamanho máximo registrado para a Ordem Cetacea como um todo; sendo pontos abertos para os Odontocetes e pontos fechados para os Mysticetes.

De certa forma, os quatro pacotes de restrição são encontrados para cetáceos. O primeiro limite, aparentemente, foi alcançado por algumas espécies (*Orcinus orca* e *Balaenoptera physalus*), no entanto, nenhuma espécie possui registro em todas as quadrículas do mapa, o que pode representar tanto que as espécies ainda possuem áreas possíveis de colonização, ou os dados são escassos e insuficientes para estas áreas (figura 4).

A segunda linha de restrição apresentada, aparentemente, pode ser interpretada com o fato apresentado na figura 7, onde o tamanho mínimo encontrado para cetáceos se apresentou acima do encontrado para mamíferos terrestres (Brown, 1995), indicando que este limite pode ser variável de acordo com o grupo taxonômico analisado, e nos leva as mesmas duas hipóteses descritas anteriormente, por pressão seletiva do meio aquático e por dependência filogenética, ou ainda as duas concomitantemente.

A terceira linha de restrições também é encontrada para os dados de cetáceos, indicando que espécies de grande tamanho corpóreo não possuem pequenas áreas de distribuição, provavelmente pela grande probabilidade de extinção que estas populações poderiam apresentar (Brown, 1995), no entanto este padrão pode estar embutindo alguns erros amostrais, já que as espécies de maiores tamanhos corpóreos

(balaenopterídeos) pertencem à família onde mais se discute a classificação taxonômica utilizada e avalia-se a possibilidade de algumas das atuais espécies representarem mais de uma espécie. Esta linha de restrições foi testada pelo programa Ecosim, como veremos mais adiante (figura 11, e resultados do Ecosim no Anexo D).

O quarto limiar, que relaciona a espécie de menor tamanho corpóreo e de menor área, também é encontrado para cetáceos (*Phocoena sinus*). Este fato também poderia ser discutido em cima de erros amostrais, já que foram descartadas para a análise a maioria das espécies de baleias bicudas (Família Ziphiidea) que possuem tamanhos corpóreos de pequenos a médios e, aparentemente, áreas de ocorrência restritas em pequenas áreas, no entanto a espécie *Phocoena sinus* é endêmica da Baía da Califórnia, uma área de no máximo 3 quadrículas, e possui um comprimento máximo muito menor (1,50 m) que o menor Ziphiidea encontrado (*Mesoplodon peruvianus*) que nasce com cerca de 1,60 m (Martin *et al.*, 2001; McDonald, 1999; Carwardine, 2000).

Uma correlação positiva entre estas duas variáveis também foi encontrada por Ayres e Clutton-Brock (1992) para primatas amazônicos, neste estudo os autores também evidenciam a habilidade que as espécies maiores possuem de se dispersar e atravessar barreiras geográficas para a colonização de novas áreas.

Outros estudos que evidenciam esta correlação positiva entre as variáveis são Taylor e Gotelli (1994) para *Cyprinella* na América do Norte, Murray *et al.* (1998) para anuros australianos, Blackburn e Gaston (1996a) para aves americanas e Brown e Maurer (1987) para pássaros norte americanos.

O que poderia explicar, de certa forma, o quarto limite proposto por Brown (1995), em que a menor espécie possui a menor distribuição geográfica, é a tendência de extinção estocástica de espécies grandes com pequenas áreas de distribuição.

Para esta análise também não foram realizadas as comparações entre as regressões estimadas para as subordens porque o poder estatístico calculado para a regressão dos Mysticetes foi igual a **0,31**, muito abaixo do **0,8** indicado como ideal pelos estatísticos (Zar, 1999; Triola, 1998) (Anexo D).

Na figura 11 apresentamos o gráfico de dispersão entre as variáveis área de ocorrência e comprimento máximo registrado para cetáceos, parecido com o apresentado na figura 10, só que com uma inversão dos eixos, para adequação as análises realizadas pelo programa Ecosim.

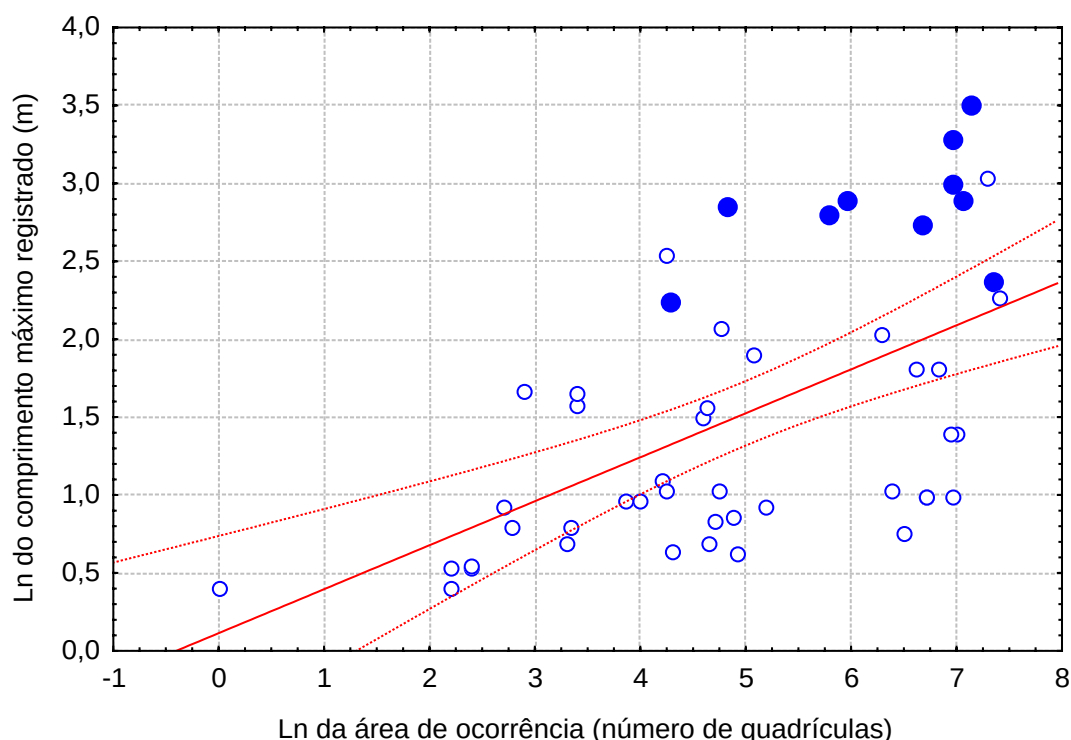


Figura 11 - Regressão linear simples entre as variáveis Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) com o Ln do tamanho máximo registrado para a Ordem Cetacea como um todo.

Para as análises realizadas no Ecosim foram utilizadas as opções do "default" do programa, e os resultados encontram-se no Anexo D.

Os resultados apresentados no Ecosim calculam que a dispersão dos dados foi igual **18,75**, enquanto que a média da variância das **1000** simulações realizadas foi de **4,23**, com uma probabilidade $p = 0,044$, indicando que os dados não estão distribuídos de forma aleatória no espaço bi-dimencional.

A inclinação da reta encontrada na regressão (figura 11) foi de **0,2822** enquanto que a média das inclinações das simulações foi de **0,0012**, com uma probabilidade $p=0,000$, demonstrando que existe uma diferença significativa entre os dados observados e as simulações realizadas.

Em relação ao número de pontos que se encontram dentro do quadrante escolhido (triângulo inferior direito), os dados apresentam **45** pontos dos **51** dentro da figura selecionada, enquanto que a média das simulações apresenta **40,76**, com uma probabilidade $p = 0,012$, demonstrando que realmente existe um agrupamento não aleatório na dispersão dos pontos.

Nas análises anteriores nós testamos a forma da dispersão dos pontos no espaço bi-dimencional, para avaliar a real existência de um padrão não aleatório na mesma, e

identificar a ocorrência de um limiar, descrito anteriormente, em que espécies grandes não possuem áreas de ocorrência pequenas.

A primeira forma apresentada para avaliar este limite é a comparação entre a soma dos quadrados das distâncias dos pontos dentro da figura selecionada (triângulo inferior direito) entre os dados observados e dos dados simulados. Nesta análise os dados observados apresentaram um valor de **77,3601** enquanto que a média dos valores simulados foi de **105,5385** com $p = 1,000$, não apresentando assim diferença significativa.

Outro teste realizado é em relação ao número de pontos que se encontram fora da figura selecionada (triângulo inferior direito), esta análise também se apresentou sem significância estatística, com um valor observado de **0** e uma média das simulações igual a **0,852**, com uma probabilidade $p = 1,000$.

O último teste compara a relação entre soma dos quadrados das distâncias dos pontos fora da figura selecionada (triângulo inferior direito). Como não havia nenhum ponto fora da "fronteira" testada esta análise também não demonstrou possuir significância, os valores encontrados foram de **0** para os dados observados e **0,2625** para a média dos dados simulados, com $p = 1,000$.

Estas análises indicam que os dados estão dispersos de forma não aleatória, estando adensados no quadrante inferior direito, e que o limite gerado pela distribuição dos dados que insinuariam um barreira não pode ser testado de forma convincente, já que o histograma gerado pelas simulações na análise de número de pontos fora da "fronteira" indica que é raro não ocorrer pontos além deste limite (Anexo **D**), no entanto este limite não é inesperada nem significa que o evento não possa ocorrer. Principalmente se avaliarmos a hipótese da existência de outras espécies da Família Balaenopteridae, o que faria com que aumentasse o número de espécies de grande porte e fragmentasse a área de ocorrência de algumas das espécies utilizadas na análise.

Na figura **12** apresentamos um gráfico indicando a relação existente entre as variáveis área de ocorrência (número de quadrículas) e latitude central de ocorrência (latitude média) das espécies de cetáceos. Nesta figura separamos os dois hemisférios para podermos comparar os valores obtidos nas regressões e testarmos a existência de uma diferença entre eles, já que a configuração das águas oceânicas possui diferenças entre os dois hemisférios, sendo que existe muito mais área oceânica no hemisfério sul

e esta massa de água é bem mais contínua no hemisfério sul do que no hemisfério norte e este fato pode interferir ou alterar os padrões encontrados entre os hemisférios.

Diferentemente do que foi apresentado antes na tabela 3, os valores latitudinais do hemisfério sul não foram considerados em valores negativos.

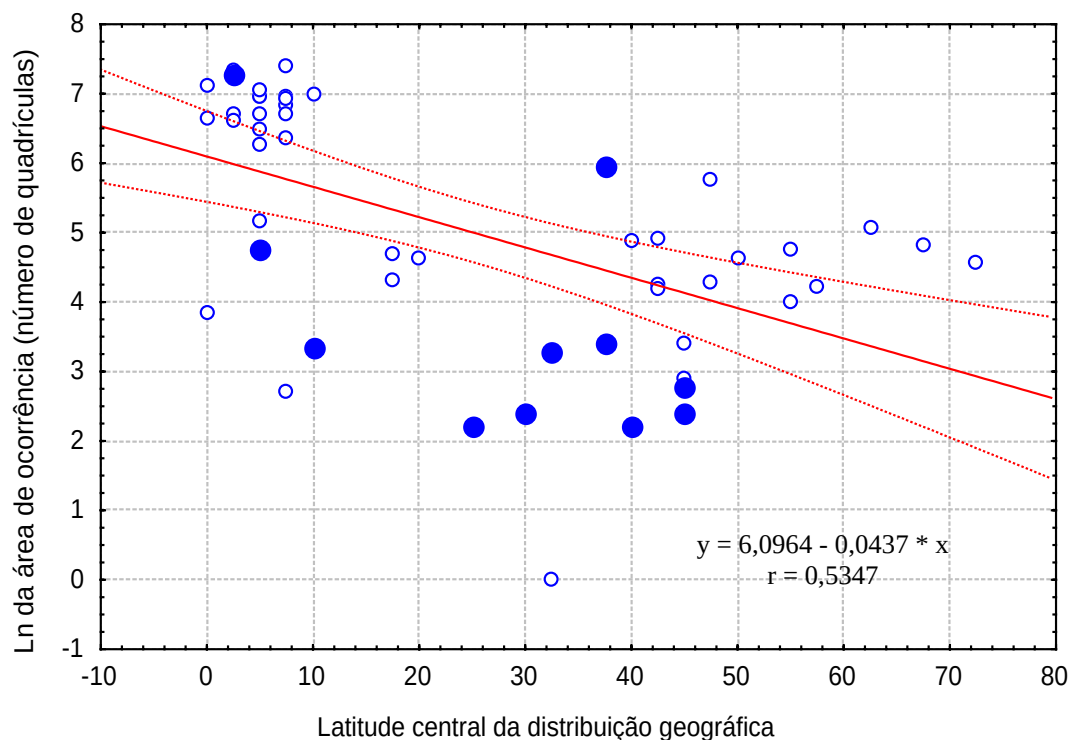


Figura 12 - Regressão linear simples entre as variáveis Latitude central da distribuição geográfica com o Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) para os dados de cetáceos. Pontos cheios indicam espécies com centros de ocorrência para o hemisfério sul, enquanto que pontos vazios no hemisfério norte.

Duas retas podem ser consideradas significativamente iguais se não apresentarem diferenças significativas nos valores do coeficiente de regressão, ou inclinação, e no ponto de interseção da reta estimada com o eixo **Y**, ou elevação (Zar, 1999). Para comparar as duas retas utilizamos o teste **t** de Student, como sugere Zar (1999).

Na tabela 4 encontram-se os valores da inclinação e da elevação das retas para cada hemisfério. O valor da estatística **t** calculada para ambos os parâmetros foi inferior ao indicado na tabela **t - Student**, sendo de **0,268192** para inclinação e **1,56596** para a elevação.

Tabela 4 - Valores da inclinação e elevação para cada uma das regressões das variáveis latitude central de ocorrência e Ln da área de ocorrência (número de quadrículas).

	Hemisfério Norte	Hemisfério Sul
Inclinação	0.0410	0,0598
Elevação	6,4087	5,3204

Para os dois parâmetros analisados podemos perceber que eles não possuem diferença estatística e assim podemos concluir que as retas são estatisticamente iguais, e assim se existir algum processo que regule a relação existente entre as duas variáveis analisadas (área de ocorrência e latitude central da distribuição geográfica) ela é equivalente tanto para o hemisfério sul quanto para o hemisfério norte.

Nesta figura podemos evidenciar a mesma relação negativa entre as variáveis apresentadas e discutidas na análise anterior, indicando que espécies com amplas distribuições geográficas possuem o centro desta distribuição próximo à linha do equador.

Este resultado indica o inverso sugerido pela regra de Rapoport, que prevê uma correlação positiva entre as variáveis: área de ocorrência e média latitudinal. Podemos discutir este fato seguindo duas linhas de raciocínio, uma indicando que esta relação é congruente com os mapas de distribuição apresentados no Anexo C, onde algumas espécies, como *Delphinapterus leucas*, *Monodon monoceros*, as três espécies da Família Balaenidae e *Eschrichtius robustus*, entre outras possuem sua distribuição geográfica restrita a altas latitudes, enquanto que diversas espécies da Família Delphindae (*Delphinus delphis*, *Tursiops truncatus*, *Orcinus orca*, entre outras) e todas as espécies de Balaenopteridae possuem distribuições geográficas nos dois hemisférios em altas e baixas latitudes.

A outra maneira de se interpretar estes dados, no entanto, pode indicar a existência de uma forma forte de viés na análise produzida pelo descarte da maioria das espécies de zifideos (baleias bicudas) e a consideração, citada anteriormente, de que algumas das espécies de balaenopterídeos podem estar representando, na realidade, mais de uma espécie, fazendo assim com que a área de ocorrência delas seja considerada maior e o número de espécies menor do que realmente são.

Estas duas tendências ficam bem evidentes quando montamos um gráfico com as variáveis Amplitude latitudinal e Latitude máxima de ocorrência (figura 13). Na parte superior encontramos as espécies da Família Delphindae (*Delphinus delphis*, *Tursiops*

truncatus, *Orcinus orca*, entre outras) e todas as espécies de Balaenopteridae, enquanto que na parte inferior estão as espécies *Delphinapterus leucas*, *Monodon monoceros*, as três espécies da Família Balaenidae e *Eschrichtius robustus*, entre outras.

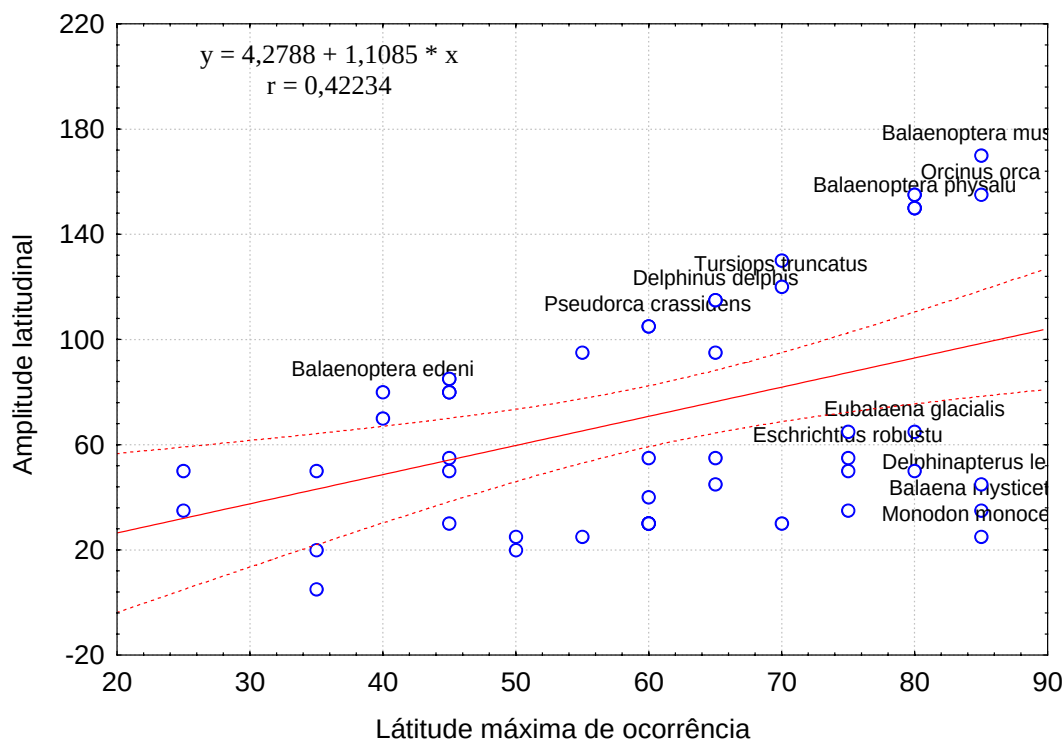


Figura 13 - Regressão linear simples entre as variáveis módulo da latitude máxima de ocorrência com a amplitude latitudinal de ocorrência.

Caso as espécies de balaenopterídeos sejam divididas em mais de uma espécie, possivelmente elas se localizarão no quadrante inferior direito, outro ponto que pode ser ressaltado é o fato de que a espécies *Delphinus delphis* e *Delphinus capensis* foram consideradas como sendo uma só, por ser muito difícil de se diferenciar as duas nos artigos coletados, e a espécie *Tursiops truncatus* possuir outros nomes, consideradas como sinônimas neste estudo (Anexo A), mas que são reconhecidas como espécies diferentes por alguns autores, o que faria com que estas espécies também fossem deslocadas para a área inferior da reta traçada.

Todos estes pontos nos fazem reforçar a idéia de que a Regra de Rapoport não se enquadra para os cetáceos, no entanto a maioria das espécies com grande distribuição geográfica podem vir a ter suas áreas de ocorrência diminuídas, e consequentemente as amplitudes latitudinais também, o que faria com que a latitude central da área de distribuição aumentasse, deslocando-se do Equador em direção aos Pólos.

Stevens (1989) apresenta a validação da Regra de Rapoport para árvores, moluscos marinhos, peixes de água doce e costeiros, mamíferos terrestres, répteis e anfíbios todos da América do Norte, porém outros autores não puderam evidenciar esta regra para seus dados, como Rhodes *et al.* (1993) para peixes teleósteos marinhos, Lyons e Willing (1997) para marsupiais americanos, Roy *et al.* (1994) para moluscos do leste do Oceano pacífico e Smith *et al.* (1994) para mamíferos australianos.

A primeira hipótese que podemos sugerir para a não adequação dos dados à regra, seria o efeito da ampla distribuição dos cetáceos ou o efeito da escala espacial apresentada no estudo, mas como salientou Ruggiero (1994), apenas alguns grupos de mamíferos sul americanos apresentam esta relação (carnívoros, morcegos e primatas), mas quando analisados como um todo, os mamíferos apresentam esta relação, indicando que o efeito da escala pode ser não só em função do aspecto espacial, mas também ao nível da hierarquia biológica.

Brown (1995) lista cinco hipóteses para explicar a Regra de Rapoport. A primeira indica que efeito ocorre em função da quantidade de espaço disponível para a distribuição das espécies, o que não pôde ser constatado, já que os dois hemisférios possuem áreas disponíveis para a colonização de forma diferenciada, tendo o hemisfério sul mais território disponível próximo ao Pólo e o hemisfério norte próximo ao Equador, e ambos não apresentaram diferenças significativas em relação à qualidade da distribuição geográfica das espécies exclusivas de cada hemisfério.

A segunda hipótese indica que espécies com pequenas áreas e pequenas populações podem sobreviver em baixas latitudes, onde as condições abióticas tendem a ser mais favoráveis e menos variáveis ao longo do espaço e do tempo. Esta hipótese também não pode ser considerada para cetáceos, já que as maiores diversidades se localizam entre 20° e 35° de latitude (figura 15), em ambos os hemisférios, diminuindo em direção ao Equador e aos Pólos.

Outro fato que nos leva a não aceitar esta hipótese para cetáceos, é o evento das migrações e movimentos estacionais das espécies que ocorrem em altas latitudes, fazendo com que a área de ocorrência delas seja particionada em duas etapas da vida, uma de criação e reprodução e outra de alimentação, representando diferentes épocas do ano, verão e inverno respectivamente, que não foram testadas.

A terceira hipótese indica a dificuldade de organismos que se originaram nos trópicos possuem para ultrapassar barreiras geográficas. No oceano as "barreiras

geográficas" que parecem ser importantes, diferente das massas de terra, são as características físico-químicas da superfície da água, como temperatura, salinidade e densidade da água, limitando as espécies na manutenção da temperatura corpórea, demais atividades metabólicas e na obtenção de alimento.

Estas variáveis mesmo apresentando pouca variação sazonal inibem a expansão das espécies tanto nos pólos quanto nos trópicos. As únicas espécies que rompem estas barreiras são as espécies de grande porte que realizam migração anual, como citado anteriormente, colaborando a hipótese levantada por Ayres e Clutton-Brock (1992), que sugere que organismos maiores possuem maior capacidade de romper barreiras geográficas e ecológicas que seus semelhantes de menor tamanho.

A quarta hipótese envolve as alterações climáticas causadas pelas flutuações climáticas durante o Pleistoceno. Estas flutuações climáticas ocorreram de formas diferentes nos hemisférios, no entanto as distribuições nos hemisférios aparentam não ser diferentes (Brown, 1995).

Outro ponto que não corrobora esta hipótese é o fato das variações terem sido mais marcantes nos continentes do que nos oceanos, além de os cetáceos modernos já nadarem nos mares de todo mundo há cerca de 7 milhões de anos, antes das variações do Pleistoceno, e serem organismos com alta longevidade, permitindo adaptações ao longo do tempo a estas flutuações (MacDonald, 1999).

A quinta hipótese constitui de uma interpretação da relação inversa que existente entre o padrão de diversidade de espécies e área de distribuição em função da latitude, indicando que o aumento da área de ocorrência de uma espécie pode ser limitado pelas interações geradas pelo aumento do número de espécies com a qual ela tem contato.

Esta hipótese poderíamos associar aos dados, já que as áreas de maior diversidade não se encontram próximas à linha do Equador, e sim entre 20° e 35° de latitude (figura 15), e como todos os padrões apresentados por Stevens (1989), que a Regra de Rapoport é evidenciada acima de 30° de latitude. O mesmo ocorre com os cetáceos, como podemos evidenciar na figura 14, onde foram desconsideradas as espécies com latitudes centrais de distribuição abaixo de 25° de latitude e que, em sua maioria representam as espécies encontradas acima da reta calculada na figura 13.

Se observarmos o gráfico apresentado por Stevens (1989) o mesmo fato ocorre para peixes de água doce e costeiros, sendo a justificativa apresentada que no sul dos Estados Unidos existe pouca área continental por banda de latitude e poucas espécies

de peixes de água doce, a maioria das espécies listadas eram costeiras marinhas e possuíam uma ampla área de ocorrência, o mesmo evidenciado aqui para cetáceos.

Para camarões de água doce e anfípodos da América do Norte, France (1992) encontrou o mesmo padrão acima de **25°** de latitude.

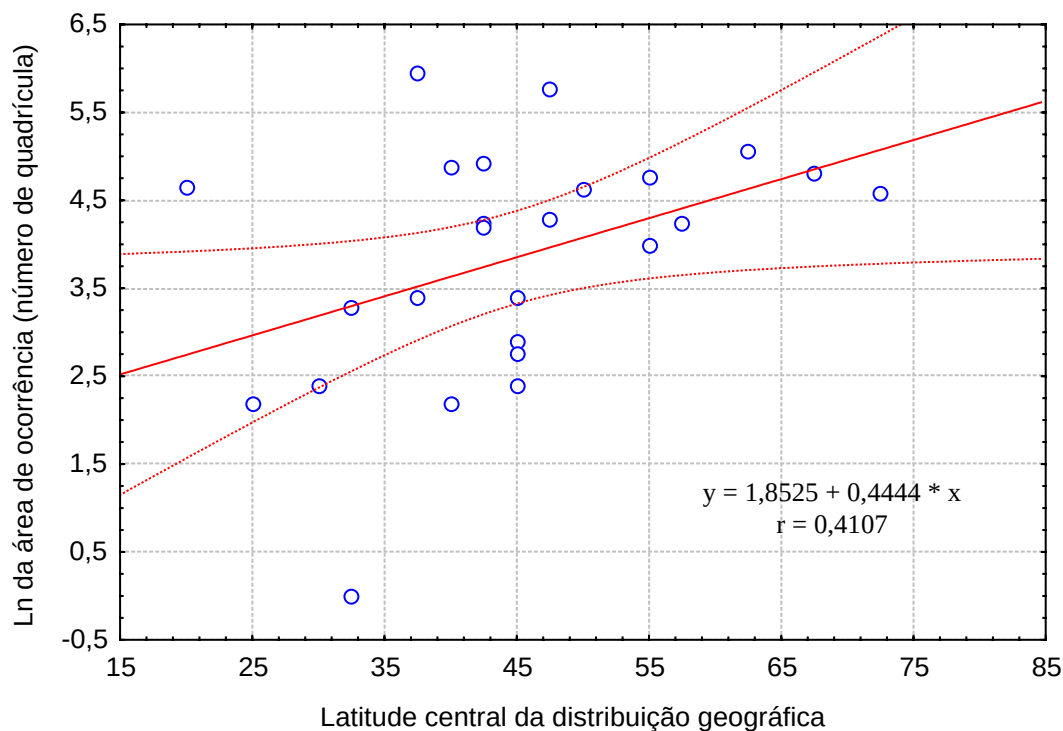


Figura 14 - Regressão linear simples entre as variáveis Latitude central da distribuição geográfica com o Ln do número de quadrículas (área de ocorrência) para os dados de cetáceos.

Mesmo Brown (1995) sugerindo que estas hipóteses não são mutualmente exclusivas para explicar a Regra de Rapoport, a última apresenta uma relação, ou um mecanismo, que pode regular a área de ocorrência das espécies e pode ser evidenciado, de forma na literatura (Stevens, 1989; Santelices e Marquet, 1998).

Este ponto de vista reforça a idéia proposta por Rhode (1996) que sugere que a Regra de Rapoport é um fenômeno regional evidenciado para latitudes acima de **30°**, nunca tendo sido evidenciada nos trópicos, além deste padrão não se correlacionar de forma marcante com a riqueza de espécies e não poder explicar um gradiente latitudinal na diversidade de espécies, como o evidenciado por Willig e Lyons (1998) para marsupiais e morcegos do novo mundo, Cushman *et al.* (1993) para formigas na Europa e Ruggiero (1994) para mamíferos sul americanos.

Ruggiero e Lawton (1998) estudando pássaros andinos, testaram duas técnicas utilizadas para evidenciar a Regra de Rapoport e encontram a relação esperada em apenas em um dos métodos, levantando mais um ponto para a dificuldade de se

evidenciar a Regra de Rapoport, além da escolha do grupo taxonômico, da escala espacial e da qualidade dos dados utilizados.

Na figura 15, encontramos a relação decrescente entre a riqueza de espécies em função da latitude.

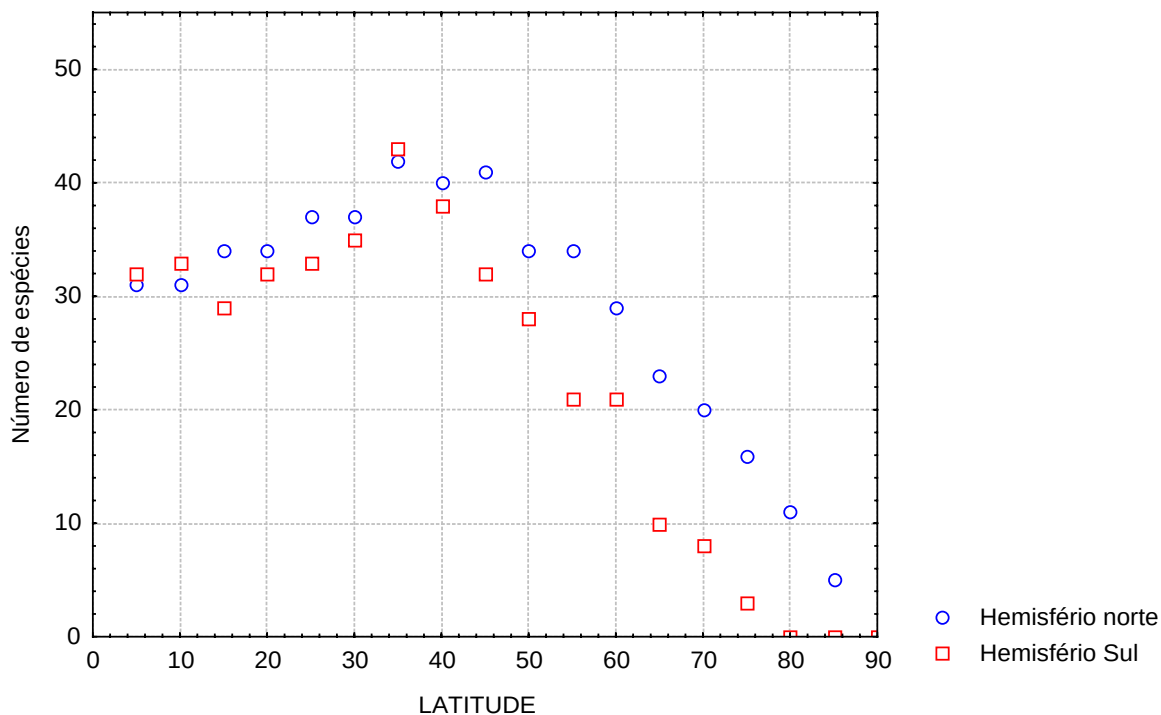


Figura 15 - Regressão linear simples para a relação entre a riqueza de espécies e a latitude, para o hemisfério norte (círculo) e para o Hemisfério Sul (quadrado).

O padrão não se demonstra homogêneo para todo o gradiente latitudinal, como podemos ver na figura 15 ocorre um aumento da riqueza de espécies do Equador até 30° latitude, em ambos os hemisférios, para em seguida ocorrer uma queda acentuada até 80° de latitude no Hemisfério Sul e aproximadamente 85° no Hemisfério Norte. Este mesmo padrão é verificado também para camarões de água doce e anfípodos da América do Norte (France, 1992).

Santelices e Marquet (1998) evidenciaram para algas marinhas da costa leste da região temperada da América do Sul um padrão inverso de riqueza de espécies por latitude e um padrão similar a Regra de Rapoport para as variáveis área de ocorrência e latitude, indagando que áreas de ocorrência pequenas estão associadas a altas diversidades e não simplesmente ao gradiente Pólos para o Equador.

Cotgrave e Harvey (1994) analisando dados de pássaros encontraram este padrão para aves na Europa, África e América do sul. Na América do Norte não foi

evidenciado nenhum padrão, enquanto que na Austrália o padrão encontrado foi inverso.

Outro estudo que apresenta este gradiente de riqueza de espécies inverso em função da latitude é o estudo de Abensperg-Traun e Steven (1997) para cupins australianos .

Na figura 16, apresentamos a regressão que relaciona a dispersão dos dados de latitude máxima de ocorrência e tamanho corpóreo máximo, onde encontramos uma relação positiva forte ($r = 0,62654$; e poder estatístico superior a **0,8**), indicando que organismos de grande tamanho corpóreo possuem uma tendência a ocorrer em altas latitudes.

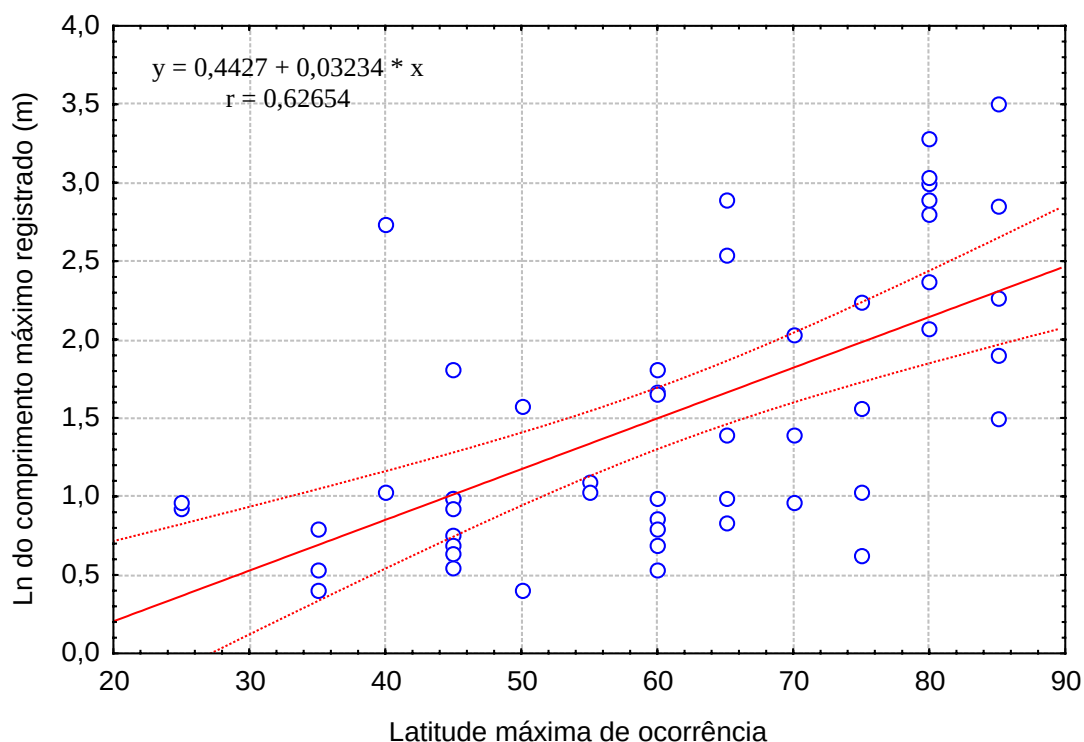


Figura 16 - Regressão linear simples entre as variáveis módulo da latitude máxima de ocorrência com o Ln do comprimento máximo.

Esta relação é indicada pela Regra de Bergmann, já que em latitudes maiores o clima tende a ser mais frio e esta regra postula que, para animais de sangue quente, quanto mais frio for o clima, maior será o seu tamanho corporal, quando comparados a seus parentes filogeneticamente mais próximos de regiões com climas mais quentes.

Este mesmo padrão crescente também foi encontrado para formigas européias por Cushman *et al.* (1993), para Anseriformes. em escala global por Gaston e Blackburn

(1996a) e por Taylor e Gotelli (1994) para *Cyprinella* (peixes de água doce) na América do Norte.

Conclusão

Nas duas últimas décadas, muitos autores têm se preocupado com a necessidade de analisar padrões em escalas espaciais, temporais e em níveis hierárquicos biológicos diferentes e abrangentes (Pimm, 1991; Brown, 1995; Lawton, 1999), sem perder a precisão de estudos locais de pequenas escalas, ou que extrapolem os limites e explorem as interfaces entre as disciplinas tradicionais, tais como a Biogeografia, Ecologia, Macroevolução e Paleontologia (Brown, 1995). Bem como uma teoria direcional que modele os processos ecológicos, como a variação da riqueza de espécies em um gradiente latitudinal em uma ampla variedade de táxons que venha de uma escala macro para uma escala micro (Whittaker *et al.*, 2001).

Como visto anteriormente, a maioria dos trabalhos refere-se a organismos terrestres e poucos a organismos aquáticos, e menos ainda referindo-se a organismos marinhos. Além disto, Ashton (2001) indica que regras gerais, como a de Rapoport, não foram validadas para alguns ambientes, entre eles os oceanos.

Assim, nós poderíamos pensar: Será que estes padrões de distribuição não ocorrem em ambientes marinhos, só porque ele é um ambiente com características físicas visivelmente diferentes do ambiente terrestre e as pressões seletivas que atuam neste meio geram outras possibilidades e outras características para o desenvolvimento e evolução destes padrões; ou será que esses padrões gerais de distribuição também ocorrem nos oceanos só que eles são pouco estudados.

Stevens (1989) demonstra que a Regra de Rapoport ocorre para a maioria dos organismos acima de 35° de latitude, o mesmo ocorre para os cetáceos, suportando a teoria de que este evento ocorre em escala regional, como sugerem Rhode (1996), Ruggiero e Lawton (1998), Santelices e Marquet (1998) e Hecnar (1999).

A Regra de Rapoport tem sido extensamente discutida por ser considerada uma das causas do gradiente latitudinal de riqueza de espécies. Sendo esta relação comprovada apenas para algas marinhas por Santelices e Marquet (1998), na qual a curva de riqueza de espécies por latitude é inversa ao esperado, o mesmo que ocorre para cetáceos entre 0° e 20° de latitude.

Aparentemente os cetáceos apresentam esta mesma relação, ou seja, uma relação inversa entre a curva gerada pela Regra de Rapoport e a curva gerada pela riqueza de espécies em função da latitude, quando a riqueza diminui (acima de 20°, figura 15) a outra diminui (figura 14).

Podemos sugerir duas hipóteses para a ocorrência de uma diminuição do número de espécies próximo à linha do Equador para os cetáceos, uma em que o padrão de riquezas de espécies não é universal, não se enquadrando para alguns grupos de organismos, talvez os organismos marinhos, por duas razões, uma suportada pela teoria de que a diversidade aumenta conforme aumenta o número de ambientes (Terborgh, 1973), e na Região Equatorial os oceanos apresentam pequenas variações nas características físico-químicas da água do mar (Pickard, 1963), e outra sugerindo que os oceanos são ambientes antigos e assim poderiam estar sofrendo uma diminuição da diversidade nos trópicos, evidenciado a segunda fase do desenvolvimento do ambiente natural, proposta por Rosenzweig (1992), de que a diversidade diminuiria com o aumento da produtividade do ambiente.

A segunda explicação seria resultado da seletividade gerada pelo ambiente marinho, sobre uma tendência evolutiva dos mamíferos, indicando uma diferença dos padrões gerados nos oceanos para os demais organismos e nos continentes para os mamíferos. No entanto esta segunda hipótese não explicaria por si só o aumento de diversidade próximo ao pólo para as algas marinhas evidenciado por Santelices e Marquet (1998).

Quando analisamos os dados observados na comparação entre área de ocorrência por tamanho corpóreo por área de ocorrência e abundância encontramos o mesmo triângulo no canto superior esquerdo indicado por Brown (1995), com seus pacotes de restrição também equivalentes.

A análise realizada pelo Ecosim nos indica que esta linhas de restrição não podem ser caracterizadas como absolutas, já que a não ocorrência de nenhum ponto fora da fronteira delimitada pela figura é um caso provável, no entanto os dados não apresentam uma dispersão aleatória, o que nos leva a considerar a hipótese que o menor tamanho da área de ocorrência é determinado pela probabilidade de pequenas populações se extinguirem e pequenos organismos se limitarem a possuir baixas densidades populacionais. (Brown, 1995).

As comparações entre as duas subordens não puderam ser realizadas, nas proporções inicialmente pretendidas, pelo baixo *n* encontrado para os mysticetes na maioria das análises, no entanto quando a análise pôde ser realizada não apresentou nenhuma diferença significativa, o que sugere que ambas estão submetidas a uma mesma forma de pressão ambiental e respondem de forma uniforme a ela, indicando um mesmo padrão evolutivo, ou de um ancestral comum às duas subordens ou à ordem como um todo.

Outro ponto interessante é o fato de se evidenciar o mesmo padrão de distribuição entre os dois hemisférios, considerando que o hemisfério sul possui muito mais água do que o hemisfério norte e que a forma e quantidade de oceano em cada hemisfério é inversa em relação ao aumento de latitude, indica que o fenômeno natural que regula a distribuição das espécies de cetáceos em um gradiente latitudinal independe da quantidade de área por latitude.

Nenhuma forma de análise foi realizada para comparar as características físicas do ambiente em relação à riqueza de espécies por faixa latitudinal, no entanto a forma da curva apresentada pela relação riqueza de espécies por latitude apresenta-se muito próxima à curva encontrada para salinidade média por banda latitudinal apresentada por Pickard (1963), indicando que para os mamíferos aquáticos as qualidades físico-químicas da água podem representar uma barreira fundamental na capacidade de dispersão das espécies, diretamente, inibindo a expansão das espécies, ou indiretamente pela inibição da expansão das presas das espécies de cetáceos.

Considerações finais

As tendências evidenciadas no presente estudo nas relações entre as variáveis indicam uma relação entre diversidade de espécies, área de ocorrência, abundância e tamanho corpóreo, que pode ser uma forma interessante de abordar assuntos ligados à conservação (Brown, 1995), e pode ser também uma forma muito mais prática para ambientes marinhos.

France e Rigg (1996) e McKinney (1998) indicam a pequena quantidade de trabalhos ligados à biodiversidade e conservação biológica em ambientes marinhos, indicando a pouca quantidade de dados existente sobre os organismos marinhos.

Brown (1995) indica algumas utilizações destas técnicas na prática conservacionista, como a identificação de "hotspots" (locais com altas taxas de endemismo e grau de ameaça), padrões de alterações na área de ocorrência e identificação de vulnerabilidade de extinção.

Assim com a identificação de padrões característicos de organismos marinhos, e de grupos taxonômicos indicadores da diversidade relativa, esta técnica pode constituir uma forma de determinar novas unidades de conservação marinha, como a determinação de novos Santuários de caça para baleias pela IWC (International Whaling Commission), ou ainda na utilização dos padrões para determinar novas políticas internacionais para a caça de baleias.

Referências

- ABENSPERG-TRAUN, M.; STEVEN, D. Latitudinal gradients in the species richness of Australian termites (Isoptera). **Australian Journal of Ecology**, Carlton, v. 22, n. 2, p. 471-476, dez. 1997.
- ALLEN, T.F.H.; STARR, T.B. **Hierarchy: Perspective for ecological complexity**. 1^a ed. Chicago: University of Chicago Press. 1982.310 p.
- ALROY, J. Cope's rule and the dynamics of body mass evolution in North American fossil mammals. **Science**, Washington, v. 280, n. 5372, p. 731-734, 1998.
- ASHTON, K.G. Are ecological and evolutionary rules being dismissed prematurely? **Diversity and Distributions**, Oxford, v. 7, n. 6, p. 289-295, nov. 2001.
- AYRES, J.M.; CLUTTON-BROCK, T.H. River boundaries and species range size in amazonian primates. **The American Naturalist**, Chicago, v. 140, n. 3, p. 531-537. set. 1992.
- BATSCHLET, E. **Introdução à matemática para biocientistas**. 2^aed. Rio de Janeiro e São Paulo: Editora Interciência e Editora da Universidade de São Paulo. 1978. 596 p.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology: Individuals, populations and communities**. 3^a ed. Oxford: Blackwell, 1996. 1068 p.
- BISPO, P.C.; OLIVEIRA, L.G., DINIZ-FILHO, J.A.F; SÁ, N.C. de. Macroecologia do Gênero Neotropical *Chloronia* (Insecta: Megaloptera: Corydalidae). **Naturalia**, São Paulo, v. 24, p. 201-209, 1999.
- BLACKBURN, T.M.; GASTON, K.J. Spatial patterns in the geographic range sizes of bird species in the New World. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London - B Section**, Londres, v. 351, n. 1342, p. 897-912, jul. 1996a.
- BLACKBURN, T.M.; GASTON, K.J. A sideways look at patterns in species richness, or why there so few species outside the tropics. **Biodiversity Letters**, Oxford, v. 3, n. 2, p. 44-53, 1996b.
- BLACKBURN, T.M. e GASTON, K.J. The distribution of mammal body masses. **Diversity and Distribution**, Oxford, v. 4, n. 3, p. 121-133, mai. 1998a.
- BLACKBURN, T.M. e GASTON, K.J.. Some methodological issues in macroecology. **The American Naturalist**, Chicago, v.151, n. 1, p.68-83, jan. 1998b.
- BLACKBURN, T.M.; GASTON, K.J.; LAWTON, J.H. Patterns in the geographic ranges of the world's woodpeckers. **IBIS**, Londres, v. 140, n. 4, p. 626-638, out. 1998.
- BLACKBURN, T.M.; HARVEY, P.H.; PAGEL, M.D.. Species number, population density and body size relationships in natural communities. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.59, n. 1, p.335-45, 1990.
- BLACKBURN, T.M.; LAWTON, J.H.; PERRY, J.N. A method of estimating the slope of upper bounds of plots of body size and abundance in natural animal assemblages. **Oikos**, Copenhagen, v.65, n. 1, p. 107-12, out. 1992.

- BLAMIRE, D. **Relação entre abundância e tamanho do corpo em uma comunidade de aves no Brasil**. Goiania, 2001. 78 f.. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal de Goiás.
- BONELLA, G. **Aspectos das adaptações de mamíferos aquáticos**. Rio Claro, 1992. 84 f.. Monografia (Bacharelado em Biologia) – Ciências Biológicas UNESP.
- BONFIM, F.S.; DINIZ-FILHO, J.A.F.; BASTOS, R.P. Spatial patterns and the macroecology of South America viperid snakes. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 1, p. 97-103, mar. 1998.
- BROWN, J.H.; MAURER, B.A. Evolution of species assemblages: effects of energetic constraints and species dynamics on the diversification of the north american avifauna. **The American Naturalist**, Chicago, v. 130, n. 1, p. 1-17, jul. 1987.
- BROWN, J.H.; MAURER, B.A. Macroecology: the division of food and space among species on continents. **Science**, Washington, v. 243, n. 4895, p. 1145-1150, 1989.
- BROWN, J.H.; NICOLLETO, P.F. Spatial scaling of species composition: Body masses of north american land mammals. **The American Naturalist**, Chicago, v. 138, n. 6, p. 1478-1512, dec. 1991.
- BROWN, J.H. Two decades of homage to Santa Rosalia: Toward a general theory of diversity. **The American Zoologist**, Thousand Oaks, v.21, n. 4, p.877-88, 1981.
- BROWN, J.H. The legacy of Robert MacArthur: from Geographical Ecology to Macroecology. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.80, n. 2, p.333-44, mai. 1999.
- BROWN, J.H.; MARQUET, P.A.; TAPER, M.L. Evolution of body size: Consequences of an energetic definition of fitness. **The American Naturalist**, Chicago, v.142, n. 4, p. 573-584, out. 1993.
- BROWN, J.H.; STEVENS, G.C.; KAUFMAN, D.M. The geographic range: Size, Shape, Boundaries and Internal Structure. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 27, p. 597-623, 1996.
- BROWN, J.H. **Macroecology**. 1ª ed Chicago: University of Chicago Press, 1995. 269 p.
- CADE, B.S.; TERRELL, J.W.; SCHRODER, R.L. Estimating effects of limiting factors with regression quantiles. **Ecology**, Durham, v.80, n. 1, p.311-23, jan. 1999.
- CAMPBELL, D.G. **Island in space and time**. 1ª ed. Boston: Houghton Mifflin Company. 1996. 406 p.
- CARNEIRO, M.A.A. *et al.* A diversidade padronizada. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.95, n. XX, p. 25-32, Mês 1998.
- CARWARDINE, M. **Whales, dolphins and porpoises**. 1ª ed. Londres: Dorling Kindersley Handbooks. 2000. 256 p.
- CHADWICK, D.H. Evolution of whales. **National Geographic**, Washington, v. 200, n. 5, p. 64-77, nov. 2001.
- CORNELL, H.V.; LAWTON, J.H. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: A theoretical perspective. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 61, n. 1, p. 1-12, 1992.

- COTGREAVE, P.; HARVEY, H. Associations among biogeography, phylogeny and bird species diversity. **Biodiversity Letters**, Oxford, v. 2, n. 2, p. 46-55, mar. 1994.
- COTGREAVE, P.; HARVEY, P. H. Relationships between body size, abundance and phylogeny in bird communities. **Functional Ecology**, Oxford, v. 6, n. 3, p. 248-56, 1992.
- COX, C. B.; MOORE, P. D. **Biogeography: An ecological and evolutionary approach**. 5^a ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993. 326 p.
- CRAME, J. A. Taxonomic diversity gradients through geological time. **Diversity and Distributions**, Oxford, v. 7, n. 4, p. 175-189, jul. 2001.
- CUSHMAN, J. H.; LAWTON, J. H.; MANLY, B. F. J. Latitudinal patterns in European ant assemblages: variation in species richness and body size. **Oecologia**, Berlin, v. 95, n. 1, p. 30-37, ago. 1993.
- DINIZ-FILHO, J. A. F. e BALESTRA, R. 1998. Hierarchical effects on body size evolution and the macroecology of South American rainforest mammals. **Ecologia Austral**, Buenos Aires, v. 8, n. 1, p. 23-30, out. 1998.
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; FOWLER, H. G. Honey ants (Genus *Myrmecocystus*) macroecology: effects of spatial patterns on the relationship between worker body size and geographic range size. **Environmental Entomology**, College Park, v. 27, n. 5, p. 1094-1101, out. 1998.
- DINIZ-FILHO, J. A. F. Macroecology of Brazilian bombus (Hymenoptera, Apidae): Spatial patterns and the relationships between worker body size and geographical range size. **Naturalia**, São Paulo, v. 24, p. 193-200, 1999.
- DINIZ-FILHO, J. A. F. **Métodos filogenéticos comparativos**. 1^a ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. 162p.
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; COELHO, A. S. G.; SANT'ANA, C. E. R. de. Spatial inference of correlated evolution between macroecological variables using phylogenetic eigenvector regression. **Ecología Austral**, Buenos Aires, v. 10, n. 1, p. 27-36, jul. 2000.
- FAUL, F.; ERDFELDER, E. **G*POWER: A priori, post-hoc, and compromisepower analyses for MS-DOS** [computer program]. Universidade de Bonn, Bonn, Alemanha. 1992.
- FELSENSTEIN, J. Phylogenies and the comparative method. **The American Naturalist**, Chicago, v. 125, n. 1, p. 1-15, 1985.
- FRANCE, R.; RIGG, C. Examination of the 'founder effect' in biodiversity research: Patterns and imbalances in the published literature. **Diversity and Distribution**, Oxford, v. 4, n. 2, p. 77-86, mar. 1998.
- FRANCE, R. The North American latitudinal gradient in species richness and geographical range of freshwater crayfish and amphipods. **The American Naturalist**, Chicago, v. 139, n. 2, p. 342-354, fev. 1992.
- FRENZEL, M.; BRANDL, R. Phytophagous insect assemblages and the regional species pool: Patterns and asymmetries. **Global Ecology & Biogeography Letters**, Oxford, v. 9, n. 4, p. 293-303, jul. 2000.

GARVEY, J.E.; MARSCHALL, E.A.; WRIGTH, R.T. From star charts to stoneflies: detecting relationships in continuous bivariate data. **Ecology**, Durham, v.79, n. 2, p. 442-47, 1998.

GASTON, K.J.; BLACKBURN, T.M. Range size–body size relationships: evidence of scale dependence. **Oikos**, Copenhagen, v. 75, n. 3, p. 479-485, abr. 1996a.

GASTON, K.J.; BLACKBURN, T.M., Global scale macroecology: Interactions between population size, geographic range size and body size in the Anseriformes. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 65, n. 6, p. 701-714, 1996b.

GASTON, K.J.; BLACKBURN, T.M. A critique for macroecology. **Oikos**, Copenhagen, v. 84, n. 3, p. 353-68, mai. 1998.

GASTON, K.J.; LAWTON, J.H. Patterns in the distribution and abundance of insect populations. **Nature**, Londres, v.331, n. 6158, p. 709-12, fev. 1988a.

GASTON, K.J.; LAWTON, J.H. Patterns in body size, population dynamics, and regional distribution of bracken herbivores. **The American Naturalist**, Chicago, v 132, n. 5, p. 662-680, nov. 1988b.

GASTON, K.J.; LAWTON, J.H. Insects herbivores on bracken do not support the core-satellite hypothesis. **The American Naturalist**, Chicago, v. 134, n. 5, p. 140-60, 1989.

GASTON, K.J.; WILLIAMS, P.H. Mapping the world's species - The higher taxon approach. **Biodiversity Letters**, Oxford, v. 1, n. 1, p. 2-8, Jan. 1993.

GASTON, K.J.; BLACKBURN, T.M.; GREGORY, R.D. Intraspecific abundance-occupancy relationships: Case studies of six bird species in Britain. **Diversity & Distribution**, Oxford, v.5, n. 5, p. 197-212, set. 1999.

GINSBERG, J.R. Mammals, Biodiversity of. In: **Encyclopedia of Biodiversity**: Academic Press, Nova York: 2001. V. 3. p. 777 - 810.

GOTELLI, N.J.; ENTSMINGER, G.L. **EcoSim: Null models software for ecology**. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>. 2000.

GOTELLI, N.J.; GRAVES, G.R. **Null models in ecology**. 1^a ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 1996. 136 p.

GOTELLI, N.J.; TAYLOR, C.M. Testing macroecology models with stream-fish assemblages. **Evolutionary Ecology Research**, Londres, v.1, n. 7, p.835-845, 1999.

HARVEY, P.H.; PAGEL, M.D. **The comparative method in evolutionary biology**. 1^a ed. Oxford: University Press, 1991. 239 p.

HE, F.; GASTON, K.J. Occupancy-abundance relationships and sampling scales. **Ecography**, Copenhagen, v.23, n. 4, p.503-11. ago. 2000.

HECNAR, S.J. Patterns of turtle species' geographic range size and a test of Rapoport's rule. **Ecography**, Copenhagen, v.22, n. 4, p. 436-446. 1999.

HETZEL, B. **Baleias, botos e golfinhos: guia de identificação para o Brasil**. 1^a ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993. 277 p.

- HEYNING, J.E. Comparative facial anatomy of beaked whales (Ziphiidae) and a systematic revision among the families of extant Odontoceti. **National History Mus. Los Angelis Cty. Contrib. Sci.**, Los Angelis, v. 405, p. 1-64, 1989.
- HODAR, J.A. The use of regression equations for estimation of arthropod biomass in ecological studies. **Acta Oecologica**, Paris, v.17, n. 5, p.421-33, 1996.
- HUTCHINSON, G.E.; MacARTHUR, R.H. Atheoretical ecological model of size distributions among species of animals. **The American Naturalist**, Chicago, v. 93, n. 869, p. 117-125, 1959.
- JEFFERSON, T.A.; LEATHERWOOD, S.; WEBBER, M.A. **Marine mammals of the world**. 1ªed. Roma: FAO, 1993. 320 p.
- KANWISHER, J.W.; RIDGWAY, S.H. The physiological ecology of whales and porpoises. **Scientific American**, Nova York, v. 248, n. 6, p. 102-111. 1983.
- KENDALL, B.E.; PRENDERGAST, J.; BJORNSTAD, O.N. The macroecology of population dynamics: Taxonomic and biogeography patterns in population cycles. **Ecology Letters**, Oxford, v. 1, n. 3, p. 160-164, nov. 1998.
- KERR, J.T.; PACKER, L. The environmental basis of North American species richness patterns among Epicuta (Coleoptera: Meloidae). **Biodiversity & Conservation**, Londres, v. 8, n.5, p. 617-28, mai. 1999.
- KREBS, C.J. Ecology: **The experimental analysis of distribution and abundance**. 4ª edição, Nova York: Harper Collins College Publisher, 1994. 801p.
- KRUGER, O.; MCGAVIN, G.C. Macroecology of local insects communities. **Acta Oecologica**, Paris, v. 21, n. 1, p. 21-28, jan.-fev. 2000.
- LAWTON, J.H. Species richness and population dynamics of animal assemblages. Patterns in body size: Abundance and space. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, series B**, Londres, v. 330, n. 1257, p. 283-291, 1990.
- LAWTON, J.H. Are there general laws in ecology? **Oikos**, Copenhagen, v. 84, n. 2, p. 177-92, fev. 1999.
- LEVIN, S.A. The problem of pattern and scale in ecology. **Ecology**, Durhan, v. 73, n. 6, p. 1943-1967. dez. 1992.
- LYONS, S.K.; WILLIG, M.R. Latitudinal patterns of range size: Methodological concerns and empirical evaluations for new world bats and marsupials. **Oikos**, Copenhagen, v. 80, n. 3, p. 292-304, set. 1997.
- MacARTHUR, R.H. **Geographical ecology. Patterns in the distribution of species**. 1ª ed. New York: Harper & Row, 1972. 269p.
- MacDONALD, D.W. **The Encyclopedia of mammals**. 1ª ed. Nova York: Facts on File, 1999. 599 p.
- MARQUET, P.A.; TAPER, M.L. On size and area: Patterns of mammalian body size extremes across landmasses. **Evolutionary Ecology**, Londres, v. 12, n. 2, p. 127-39, fev. 1998
- MARTIN, R.E.; PINE, R.H.; DeBLASE, A.F. **Manual of mammalogy: With keys to families of the world**. 3ª ed. Nova York: McGraw Hill,. 2001. 333 p.

- MATTHEWS, W.J.; ROBINSON, H.W. Influence of drainage connectivity, drainage area and regional species richness on fishes of the Interior Highlands in Arkansas. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 139, n. 1, p. 1-19, jan. 1998.
- MAURER, B.A. Macroecology and consilience. **Global Ecology & Biogeography Letters**, Oxford, v. 9, n. 4, p. 275-80, jul. 2000.
- MAY, R.M. The search for patterns in the balance of nature: Advances and Retreats. **Ecology**, Durhan, v. 67, n. 5, p. 1115-1126, 1986.
- MAY, R.M. How many species are there on earth? **Science**, Washington, v. 241, n. 4872, p. 1441-1419, 1988.
- McDONALD, K.A.; BROWN, J.H. Using montane mammals to model extinctions due to global change. **Conservation Biology**, Boston, v. 6, n. 3, p. 409-15, 1992.
- McKINNEY, M.L. Is marine biodiversity at less risk? Evidence and implications. **Diversity and Distributions**, Oxford, v. 4, n. 1, p. 3-8, jan. 1998.
- MEAD, J.G.; BROWNELL, Jr., R.L. Ordem Cetacea. In: **Mammal species of the world**, WILSON, D.E. ed., Smithsonian Press, Washington. 1993. p. 349 - 364.
- MESSENGER, S.L.; McGUIRE, J.A. Morphology, molecular, and the phylogenetics of cetaceans. **Systematic Biology**, Washington, v. 47, n. 1, p. 90-124, mar. 1998.
- MILINKOVITCH, M.C. Molecular phylogeny of cetaceans prompts revision of morphological transformations. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 10, n. 8, p. 328-334, ago. 1995.
- MILINKOVITCH, M.C.; ORTI, G.; MEYER, A. Revised phylogeny of whales suggested by mitochondrial ribosomal DNA sequences. **Nature**, Londres, v. 361, n. 6410, p. 346-348, 1993.
- MURRAY, B.R.; FONSECA, C.; WESTOBY, M. The macroecology of Australian frogs. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 67, n. 4, p. 567-79, jul. 1998.
- MURRAY, B.R.; WESTOBY, M. Properties of species in the tail of rank-abundance curves: The potential for increase in abundance. **Evolutionary Ecology Research**, Londres, v. 2, n. 5, p. 583-92, jul. 2000.
- NOWAK, R.M. **Walker's mammals of the world**, 5^a Ed. Maryland: The Johns Hopkins Press, v. 2, 1991. 599 p.
- O'LEARY, M.A.; GEISLER, J.H. The position of Cetacea within Mammalia: Phylogenetic analysis of morphological data from extinct and extant taxa. **Systematic Biology**, Washington, v. 48, n. 3, p. 455-490, set. 1999.
- PALAZZI, G. **Macroecologia de beija-flores (Aves: Apodiformes: Trochilidae) dos Gêneros *Phaethornis* e *Amazilia*: Um teste de hipótese**. Rio Claro, 2000. 33 f.. Monografia (Bacharelado em Ecologia) - Graduação em Ecoilogia, UNESP.
- PALMER, M.W.; WHITE, P.S. Scale dependence and the species-area relationships. **The American Naturalist**, Chicago, v. 144, n. (5), p. 717-740, nov. 1994.
- PANGEL, M.D.; MAY, R.M.; COLLIE, A.R. Ecological aspects of the geographical distribution and diversity of mammalian species. **The American Naturalist**, Chicago, v. 137, n. 6, p. 791-815, jun. 1991.

- PETERSON, A.T.; WATSON, D.M. Problems with areal definitions of endemism: The effects of spatial scaling. **Diversity and Distribution**, Oxford, v. 4, n. 4, p. 189-194, jul. 1998.
- PETERSON, G.; ALLEN, C.R.; HOLLING, C.S. Ecological resilience, biodiversity, and scale. **Ecosystems**, Nova York, v. 1, n. 1, p. 6-18. jan.-fev. 1998.
- PIANKA, E.R. Latitudinal gradients in species diversity: A review of concepts. **The American Naturalist**, Chicago, v. 100, n. 910, p. 33-46, jan.-fev. 1966.
- PICKARD, G.L. **Descriptive physical oceanography**. 1^a ed. Nova York: Pergamon Press,. 1963. 199 p.
- PIMM, S.L. **The balance of nature?** 1^a ed. Chicago: University of Chicago Press, 1991. 434p.
- PITMAN, R.L.; LYNN, M.S. Biological observations of an unidentified mesoplodont whale in the eastern tropical Pacific and probable identity: *Mesoplodon peruvianus*. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 17, n. 3, p. 648-657, jul. 2001.
- PITMAN, R.L.; AGUAYO, A.; URBÁN, R. Observations of a inidentified beaked whale (*Mesoplodon* sp.) in the eastern tropical Pacific. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 3, n. 4, p. 345-352, 1987.
- PRICE, P.P. Padrões nas comunidades ao longo de gradientes latitudinais. In: Simpósio Internacional sobre ecologia evolutiva de herbívoros tropicais, Campinas 1998.
- PYRON, M. Relationships between geographical range size, body size, local abundance, and habitat breadth in North American suckers and sunfishes. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 26, n. 3, p.549-558, mai. 1999.
- RAPOPORT, E.H. **Areography, geographical strategies of species**. 1^a ed. Oxford: Pergamon Press, 1982. 269 p.
- REYES, J.C.; MEAD, J.G.; Van WAEREBEEK, K. A new species of beaked whale *Mesoplodon peruvianus* sp. n. (Cetacea: Ziphiidae) from Peru. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 7, n. 1, p. 1-24, 1991.
- REYES, J.C. Van WAEREBEEK, K., CÁRDENAS, J.C.; YAÑEZ, J.L., *Mesoplodon bahamondi* sp. n. (Cetacea: Ziphiidae), a new living beaked whale from Juan Fernández Archipelago, Chile. **Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile**, Santiago, v. 45, p. 31-44 1995.
- RHODE, K. Latitudinal gradients in species diversity: The search for the primary cause. **Oikos**, Copenhagen, v. 65, n. 3, p. 514-517, dez. 1992.
- RHODES, K. Rapoport's Rule is a local phenomenon and cannot explain latitudinal gradients in species diversity. **Biodiversity Letters**, Oxford, v. 3, n. 1, p. 10-13, jan. 1996.
- RHODES, K.; HEAP, M.; HEAP, D. Rapoport's rule does not apply to marine teleosts and cannot explain latitudinal gradients in species richness. **The American Naturalist**, Chicago, v. 142, n. 1, p. 1-16, 1993.
- RICKLEFS, R.E. Applications of phylogenetically independent contrasts: A mixed progress report. **Oikos**, Copenhagen, v. 77, n. 1, p. 167-72, out. 1996.

- RIDDLE, B.R.; HAFNER, D.J. Species as units of analysis in ecology and biogeography: Time to take the blinders off. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 8, n. 6, p. 433-441, nov. 1999.
- ROMER, A.S.; PARSONS, T.S. **Anatomia comparada dos vertebrados**. 5^a ed. São Paulo: Atheneu editora São Pulo, Ltda.. 1985. 559 p.
- ROSENZWEIG, M.L.; SANDLIN, E.A. Species diversity and latitudes: Listening to area's signal. **Oikos**, Copenhagen, v. 80, n. 1, p. 172-176, out. 1997.
- ROSENZWEIG, M.L. Species diversity gradients: We know more and less than we thought. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 73, n. 4, p. 715-730, nov. 1992.
- ROY, K.; JABLONSKI, D.; VALENTINE, J.W. Eastern Pacific molluscan provinces and latitudinal diversity gradient: No evidence for 'Rapoport's Rule'. **Proceedings of the National Academy of Sciences of USA**, Washington, v. 91, n. 19, p. 8871-8874, 1994.
- RUGGIERO, A.; LAWTON, J.H. Are there latitudinal and altitudinal Rapoport effects in the geographic ranges of Andean passerine birds. **Biological Journal of the Linnean Society**, Londres, v. 63, n. 2, p. 238-304, fev. 1998.
- RUGGIERO, A. Latitudinal correlates of the sizes of mammalian geographical ranges in South America. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 21, n. 5, p. 545-559 set. 1999.
- SANTELICES B.; MARQUET, P.A. Seaweeds, latitudinal diversity, and Rapoport's Rule. **Diversity and Distribution**, Oxford, v. 4, n. 2, p. 71-75. mar. 1998.
- SCHARF, F.S.; JUANES, F.; SUTHERLAND, M.; Inferring ecological relationships from edges of scatter diagrams: comparison of regression techniques. **Ecology**, washington, v. 79, n. 2, p. 448-60. mar. 1998.
- SCHUPP, E.W. The Janzen-Connell Model for tropical tree diversity: Population implications and the importance of spatial scale. **The American Naturalist**, Chicago, v.140, n. 3, p. 526-530, set. 1992.
- SMITH, F.D.M.; MAY, R.M.; HARVEY, P.H. Geographical ranges of australian mammals, **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 63, n. 2, p. 441-450, abr. 1994.
- STEVENS, G.C. The latitudinal Gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. **The American Naturalist**, Chicago, v. 133, n. 2, p.240-56, fev. 1989.
- TAYLOR, C.M.; GOTELLI, N.J. The macroecology of *Cyprinella*: correlates of phylogeny, body size and geographical range. **The American Naturalist**, Chicago, v.144, p.549-69. oct. 1994.
- TAYLOR, P.H.; GAINES, S.D. Can Rapoport's rule be rescued? Modeling causes of the latitudinal gradient in species richness. **Ecology**, washington, v. 80, n. 8, p. 2474-2482. dez. 1999.
- TERBORGH, J. On the notion of favorableness in plant ecology. **The American Naturalist**, Chicago, v. 107, n. 956, p. 481-501, jul - ago 1973.
- THONSON, J.D.; WEIBLEIN, G.; THONSON, B.A.; ALFARO, S.; LEGENDRE, P., Untangling multiple factors in spatial distributions: lilies, gophers and rocks. **Ecology**, Washington, v. 77, n. 6, p.1698-715, set. 1996.

TRIOLA, M.F. **Introdução à estatística**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.. 1999. 410 p.

Van VALEN, L. Monophyly or diphyly in the origin of whales. **Evolution**, Boulder, v. 22, n. 1, p. 37-41, mar. 1968.

Van VALEN, L.M. Body size and numbers of plants and animals. **Evolution**, Boulder, v. 27, n. 1, p. 27-35, 1973.

WHITTAKER, R.J.; WILLIS, K.J.; FIELD, R. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 28, n. 4, p. 453-470, abr. 2001.

WILLIG, M.R.; GANNON, M.R. Gradient of species density and turnover in marsupials: A hemispheric perspective. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 78, n. 3, p. 756-765, ago. 1997.

WILLIG, M.R.; LYONS, S.K. An analytical model of latitudinal gradients of species richness with an empirical test for marsupials and bats in the New World. **Oikos**, Copenhagen, v. 81, n. 1, p. 93-98, fev. 1998.

WONG, K. The mammals that conquered the seas: New fossils and DNA analyses elucidate the remarkable evolutionary history of whales. **Scientific American**, Nova York, v. 286, n. 5, p. 52-61, mai. 2002.

WWF. **Atlas of the environment**. A Banson Production, London. 1993,

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4 ed. Nova Jersey: Prentice Hall, 1999. 662 p.

ZIMMER, C. **À beira d'água**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ciência e Cultura, 1999. 335 p.

Anexo A - Classificação, sinonímias e nomes populares dos Cetáceos

Classificação dos cetáceos

Tabela 1 – Classificação dos cetáceos para International Whaling Commission (IWC), Smithsonian Institute (SI) e Marine Mammals of the World (MMW - Jefferson *et al.*, 1993)

	IWC		SI		MMW	
	Família	Espécie	Família	Espécie	Família	Espécie
Mysticete	Balaenidae	<i>Eubalaena australis</i>	Balaenidae	<i>Eubalaena australis</i>	Balaenidae	<i>Eubalaena australis</i>
		<i>Eubalaena glacialis</i>		<i>Eubalaena glacialis</i>		<i>Eubalaena glacialis</i>
		<i>Eubalaena japonica</i>				
		<i>Balaena mysticetus</i>		<i>Balaena mysticetus</i>		<i>Balaena mysticetus</i>
	Neobalaenidae	<i>Caperea marginata</i>	Neobalaenidae	<i>Caperea marginata</i>	Neobalaenidae	<i>Caperea marginata</i>
	Eschrichtiidae	<i>Eschrichtius robustus</i>	Eschrichtiidae	<i>Eschrichtius robustus</i>	Eschrichtiidae	<i>Eschrichtius robustus</i>
	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>
		<i>Balaenoptera bonaerensis</i>				
		<i>Balaenoptera borealis</i>		<i>Balaenoptera borealis</i>		<i>Balaenoptera borealis</i>
		<i>Balaenoptera edeni</i>		<i>Balaenoptera edeni</i>		<i>Balaenoptera edeni</i>
		<i>Balaenoptera musculus</i>		<i>Balaenoptera musculus</i>		<i>Balaenoptera musculus</i>
		<i>Balaenoptera physalus</i>		<i>Balaenoptera physalus</i>		<i>Balaenoptera physalus</i>
		<i>Megaptera novaeangliae</i>		<i>Megaptera novaeangliae</i>		<i>Megaptera novaeangliae</i>
Odontocete	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Physeteridae	<i>Physeter catodon</i>	Physeteridae	<i>Physeter catodon</i>
	Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i>		<i>Kogia breviceps</i>		<i>Kogia breviceps</i>
		<i>Kogia sima</i>		<i>Kogia simus</i>		<i>Kogia simus</i>
	Platanistidae	<i>Platanista gangetica</i>	Platanistidae	<i>Platanista gangetica</i>	Platanistidae	<i>Platanista gangetica</i>
				<i>Platanista minor</i>		<i>Platanista minor</i>
	Pontoporidae	<i>Pontoporia blainvilliei</i>		<i>Pontoporia blainvilliei</i>	Pontoporidae	<i>Pontoporia blainvilliei</i>
	Lipotidae	<i>Lipotes vexillifer</i>		<i>Lipotes vexillifer</i>		<i>Lipotes vexillifer</i>
	Iniidae	<i>Inia geoffrensis</i>		<i>Inia geoffrensis</i>	Iniidae	<i>Inia geoffrensis</i>
	Monodontidae	<i>Delphinapterus leucas</i>	Monodontidae	<i>Delphinapterus leucas</i>	Monodontidae	<i>Delphinapterus leucas</i>
		<i>Monodon monoceros</i>		<i>Monodon monoceros</i>		<i>Monodon monoceros</i>
	Phocoenidae	<i>Phocoena phocoena</i>	Phocoenidae	<i>Phocoena phocoena</i>	Phocoenidae	<i>Phocoena phocoena</i>
		<i>Phocoena spinipinnis</i>		<i>Phocoena spinipinnis</i>		<i>Phocoena spinipinnis</i>
		<i>Phocoena sinus</i>		<i>Phocoena sinus</i>		<i>Phocoena sinus</i>
		<i>Phocoena dioptrica</i>		<i>Australophocoena dioptrica</i>		<i>Phocoena dioptrica</i>
		<i>Neophocaena phocaenoides</i>		<i>Neophocaena phocaenoides</i>		<i>Neophocaena phocaenoides</i>
		<i>Phocoenoides dalli</i>		<i>Phocoenoides dalli</i>		<i>Phocoenoides dalli</i>
	Delphinidae	<i>Steno bradanensis</i>	Delphinidae	<i>Steno bradanensis</i>	Delphinidae	<i>Steno bradanensis</i>
		<i>Sousa chinensis</i>		<i>Sousa chinensis</i>		<i>Sousa chinensis</i>
		<i>Sousa teuszii</i>		<i>Sousa teuszii</i>		<i>Sousa teuszii</i>
		<i>Sotalia fluviatilis</i>		<i>Sotalia fluviatilis</i>		<i>Sotalia fluviatilis</i>
		<i>Lagenorhynchus albirostris</i>		<i>Lagenorhynchus albirostris</i>		<i>Lagenorhynchus albirostris</i>
		<i>Lagenorhynchus acutus</i>		<i>Lagenorhynchus acutus</i>		<i>Lagenorhynchus acutus</i>
		<i>Lagenorhynchus obscurus</i>		<i>Lagenorhynchus obscurus</i>		<i>Lagenorhynchus obscurus</i>
		<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>		<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>		<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>
		<i>Lagenorhynchus cruciger</i>		<i>Lagenorhynchus cruciger</i>		<i>Lagenorhynchus cruciger</i>
		<i>Lagenorhynchus australis</i>		<i>Lagenorhynchus australis</i>		<i>Lagenorhynchus australis</i>
		<i>Grampus griseus</i>		<i>Grampus griseus</i>		<i>Grampus griseus</i>
		<i>Tursiops truncatus</i>		<i>Tursiops truncatus</i>		<i>Tursiops truncatus</i>
		<i>Tursiops aduncus</i>				
		<i>Stenella frontalis</i>		<i>Stenella frontalis</i>		<i>Stenella frontalis</i>
		<i>Stenella attenuata</i>		<i>Stenella attenuata</i>		<i>Stenella attenuata</i>
		<i>Stenella longirostris</i>		<i>Stenella longirostris</i>		<i>Stenella longirostris</i>

Tabela 1 - Continuação

		<i>Stenella clymene</i>				<i>Stenella clymene</i>					<i>Stenella clymene</i>
		<i>Stenella coeruleoalba</i>				<i>Stenella coeruleoalba</i>					<i>Stenella coeruleoalba</i>
		<i>Delphinus delphis</i>				<i>Delphinus delphis</i>					<i>Delphinus delphis</i>
		<i>Delphinus capensis</i>									<i>Delphinus capensis</i>
		<i>Lagenodelphis hosei</i>				<i>Lagenodelphis hosei</i>					<i>Lagenodelphis hosei</i>
		<i>Lissodelphis borealis</i>				<i>Lissodelphis borealis</i>					<i>Lissodelphis borealis</i>
		<i>Lissodelphis peronii</i>				<i>Lissodelphis peronii</i>					<i>Lissodelphis peronii</i>
		<i>Cephalorhynchus commersonii</i>				<i>Cephalorhynchus commersonii</i>					<i>Cephalorhynchus commersonii</i>
		<i>Cephalorhynchus eutropia</i>				<i>Cephalorhynchus eutropia</i>					<i>Cephalorhynchus eutropia</i>
		<i>Cephalorhynchus heavisidii</i>				<i>Cephalorhynchus heavisidii</i>					<i>Cephalorhynchus heavisidii</i>
		<i>Cephalorhynchus hectori</i>				<i>Cephalorhynchus hectori</i>					<i>Cephalorhynchus hectori</i>
		<i>Peponocephala electra</i>				<i>Peponocephala electra</i>					<i>Peponocephala electra</i>
		<i>Feresa attenuata</i>				<i>Feresa attenuata</i>					<i>Feresa attenuata</i>
		<i>Pseudorca crassidens</i>				<i>Pseudorca crassidens</i>					<i>Pseudorca crassidens</i>
		<i>Orcinus orca</i>				<i>Orcinus orca</i>					<i>Orcinus orca</i>
		<i>Globicephala melas</i>				<i>Globicephala melas</i>					<i>Globicephala melas</i>
		<i>Globicephala macrorhynchus</i>				<i>Globicephala macrorhynchus</i>					<i>Globicephala macrorhynchus</i>
		<i>Orcaella brevirostris</i>				<i>Orcaella brevirostris</i>					<i>Orcaella brevirostris</i>
	Ziphiidae	<i>Tasmacetus shepherdii</i>	Ziphiidae			<i>Tasmacetus shepherdii</i>					<i>Tasmacetus shepherdii</i>
		<i>Berardius bairdii</i>				<i>Berardius bairdii</i>					<i>Berardius bairdii</i>
		<i>Berardius arnuxii</i>				<i>Berardius arnuxii</i>					<i>Berardius arnuxii</i>
		<i>Mesoplodon pacificus</i>				<i>Indopacetus pacificus</i>					<i>Mesoplodon pacificus</i>
		<i>Mesoplodon bidens</i>				<i>Mesoplodon bidens</i>					<i>Mesoplodon bidens</i>
		<i>Mesoplodon densirostris</i>				<i>Mesoplodon densirostris</i>					<i>Mesoplodon densirostris</i>
		<i>Mesoplodon europaeus</i>				<i>Mesoplodon europaeus</i>					<i>Mesoplodon europaeus</i>
		<i>Mesoplodon layardii</i>				<i>Mesoplodon layardii</i>					<i>Mesoplodon layardii</i>
		<i>Mesoplodon hectori</i>				<i>Mesoplodon hectori</i>					<i>Mesoplodon hectori</i>
		<i>Mesoplodon grayi</i>				<i>Mesoplodon grayi</i>					<i>Mesoplodon grayi</i>
		<i>Mesoplodon stejnegeri</i>				<i>Mesoplodon stejnegeri</i>					<i>Mesoplodon stejnegeri</i>
		<i>Mesoplodon bowdoini</i>				<i>Mesoplodon bowdoini</i>					<i>Mesoplodon bowdoini</i>
		<i>Mesoplodon mirus</i>				<i>Mesoplodon mirus</i>					<i>Mesoplodon mirus</i>
		<i>Mesoplodon ginkgodens</i>				<i>Mesoplodon ginkgodens</i>					<i>Mesoplodon ginkgodens</i>
		<i>Mesoplodon carlhubbsi</i>				<i>Mesoplodon carlhubbsi</i>					<i>Mesoplodon carlhubbsi</i>
		<i>Mesoplodon peruvianus</i>				<i>Mesoplodon peruvianus</i>					<i>Mesoplodon peruvianus</i>
		<i>Mesoplodon bahamondi</i>									
		<i>Ziphius cavirostris</i>				<i>Ziphius cavirostris</i>					<i>Ziphius cavirostris</i>
		<i>Hyperoodon ampullatus</i>				<i>Hyperoodon ampullatus</i>					<i>Hyperoodon ampullatus</i>
		<i>Hyperoodon planifrons</i>				<i>Hyperoodon planifrons</i>					<i>Hyperoodon planifrons</i>

Tabela 2 – Classificação utilizada no trabalho

Família	Espécie e autor
Balaenidae	<i>Eubalaena australis</i> Desmoulins, 1822
	<i>Eubalaena glacialis</i> Müller, 1776
	<i>Balaena mysticetus</i> Linnaeus, 1758
Neobalaenidae	<i>Caperea marginata</i> Gray, 1873
Eschrichtiidae	<i>Eschrichtius robustus</i> Liiijeborg, 1861
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i> Lacépède, 1804
	<i>Balaenoptera borealis</i> Lesson, 1828
	<i>Balaenoptera edeni</i> Anderson, 1879
	<i>Balaenoptera musculus</i> Linnaeus, 1758
	<i>Balaenoptera physalus</i> Linnaeus, 1758
	<i>Megaptera novaeangliae</i> Borowski, 1781
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i> Linnaeus, 1758
Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i> Blainville, 1838
	<i>Kogia simus</i> Owen, 1866
Platanistidae	<i>Platanista gangetica</i> Roxburgh, 1801
	<i>Platanista minor</i> Owen, 1853
Pontoporidae	<i>Pontoporia blannvillei</i> Gervais e d'Orbigny, 1844
	<i>Lipotes vexillifer</i> Miller, 1918
Iniidae	<i>Inia geoffrensis</i> Blainville, 1817
Monodontidae	<i>Delphinapterus leucas</i> Pallas, 1776
	<i>Monodon monoceros</i> Linnaeus, 1758
Phocoenidae	<i>Phocoena phocoena</i> Linnaeus, 1758
	<i>Phocoena spinipinnis</i> Burmeister, 1865
	<i>Phocoena sinus</i> Norris e McFarland, 1958
	<i>Phocoena dioptrica</i> Lahille, 1912
	<i>Neophocaena phocaenoides</i> G. Cuvier, 1829
	<i>Phocoenoides dalli</i> True, 1885
	<i>Steno bradanensis</i> Lesson, 1828
Delphinidae	<i>Sousa chinensis</i> Osbeck, 1765
	<i>Sousa teuszii</i> Kükenthal, 1892
	<i>Sotalia fluviatilis</i> Gervais e Deville, 1853
	<i>Lagenorhynchus albirostris</i> Gray, 1846
	<i>Lagenorhynchus acutus</i> Gray, 1828
	<i>Lagenorhynchus obscurus</i> Gray, 1828
	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i> Gill, 1865
	<i>Lagenorhynchus cruciger</i> Quoy e Gaimard, 1824
	<i>Lagenorhynchus australis</i> Peale, 1848
	<i>Grampus griseus</i> G. Cuvier, 1812
	<i>Tursiops truncatus</i> Montagu, 1821
	<i>Stenella frontalis</i> G. Cuvier, 1829

	<i>Stenella attenuata</i> Gray, 1846
	<i>Stenella longirostris</i> Gray, 1828
	<i>Stenella clymene</i> Gray, 1846
	<i>Stenella coeruleoalba</i> Meyen, 1833
	<i>Delphinus delphis</i> Linnaeus, 1758
	<i>Delphinus capensis</i> Gray, 1828
	<i>Lagenodelphis hosei</i> Fraser, 1956
	<i>Lissodelphis borealis</i> Peale, 1848
	<i>Lissodelphis peronii</i> Lacépède, 1804
	<i>Cephalorhynchus commersonii</i> Lacépède, 1804
	<i>Cephalorhynchus eutropia</i> Gray, 1846
	<i>Cephalorhynchus heavisidii</i> Gray, 1828
	<i>Cephalorhynchus hectori</i> Van Beneden, 1881
	<i>Peponocephala electra</i> Gray, 1846
	<i>Feresa attenuata</i> Gray, 1875
	<i>Pseudorca crassidens</i> Owen, 1846
	<i>Orcinus orca</i> Linnaeus, 1758
	<i>Globicephala melas</i> Traill, 1809
	<i>Globicephala macrorhynchus</i> Gray, 1846
	<i>Orcaella brevirostris</i> Gray, 1866
Ziphiidae	<i>Tasmacetus shepherdi</i> Olivier, 1937
	<i>Berardius bairdii</i> Stejneger, 1883
	<i>Berardius arnuxii</i> Duvernoy, 1851
	<i>Mesoplodon pacificus</i> Longman, 1926
	<i>Mesoplodon bidens</i> Sowerby, 1804
	<i>Mesoplodon densirostris</i> Blainville, 1817
	<i>Mesoplodon europaeus</i> Gervais, 1855
	<i>Mesoplodon layardii</i> Gray, 1865
	<i>Mesoplodon hectori</i> Gray, 1871
	<i>Mesoplodon grayi</i> Von Haast, 1876
	<i>Mesoplodon stejnegeri</i> True, 1885
	<i>Mesoplodon bowdoini</i> Andrews, 1908
	<i>Mesoplodon mirus</i> True, 1913
	<i>Mesoplodon ginkgodens</i> Nishiwaki e Kamiya, 1958
	<i>Mesoplodon carlhubbsi</i> Moore, 1963
	<i>Mesoplodon peruvianus</i> Reyes, Mead e Van Waerebeek, 1991
	<i>Mesoplodon bahamondi</i> Reyes, J.C. et al., 1995
	<i>Ziphius cavirostris</i> G. Cuvier, 1823
	<i>Hyperoodon ampullatus</i> Forster, 1770
	<i>Hyperoodon planifrons</i> Flower, 1882

Sinonímias dos cetáceos

Tabela 3 - Tabela de sinonímias de cetáceos utilizadas no estudo, com base em Mead e Brownell Jr. (1993). Não constam as espécies que não possuem

sinonímias.¹

Família	Espécie	Sinonímia 1	Sinonímia 2	Sinonímia 3	Sinonímia 4	Sinonímia 5
Balaenidae	<i>Eubalaena australis</i> <i>Eubalaena glacialis</i>	<i>Eubalaena antarctica</i> <i>Eubalaena biscayebsis</i>	<i>Eubalaena antipodarum</i> <i>Eubalaena japonica</i>	<i>Eubalaena temminckii</i> <i>Eubalaena nordcaper</i>	<i>Eubalaena sieboldi</i>	
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i> <i>Balaenoptera borealis</i> <i>Balaenoptera edeni</i> <i>Balaenoptera musculus</i> ² <i>Balaenoptera physalus</i> <i>Megaptera novaeangliae</i> ³	<i>Balaenoptera bonaerensis</i> <i>Balaenoptera bonarensis</i> <i>Balaenoptera brydei</i> <i>Balaenoptera brevicauda</i> <i>Balaenoptera antiquorum</i> <i>Megaptera braziliensis</i>	<i>Balaenoptera davidsoni</i> <i>Balaenoptera rostrata</i> <i>Balaenoptera gigas</i> <i>Balaenoptera boops</i> <i>Megaptera burmeisteri</i>	<i>Balaenoptera huttoni</i> <i>Balaenoptera schlegellii</i> <i>Balaenoptera indica</i> <i>Balaenoptera gibbar</i> <i>Megaptera lalandii</i>	<i>Balaenoptera minimus</i> <i>Balaenoptera intermedia</i> <i>Balaenoptera patachonica</i> <i>Megaptera longimana</i>	<i>Balaenoptera rostrata</i> <i>Balaenoptera major</i> <i>Balaenoptera velifera</i> <i>Megaptera longipinna</i>
Eschrichtiidae	<i>Eschrichtius robustus</i>	<i>Eschrichtius gibbosus</i>	<i>Eschrichtius glaucus</i>			
Neobalaenidae	<i>Caperea marginata</i>	<i>Caperea antipodarum</i>				
Monodontidae	<i>Delphinapterus leucas</i> <i>Monodon monoceros</i>	<i>Delphinapterus albicans</i> <i>Monodon microcephalus</i>	<i>Delphinapterus beluga</i> <i>Monodon monodon</i>	<i>Delphinapterus catodon</i> <i>Monodon narhwal</i>	<i>Delphinapterus dorofeevi</i> <i>Monodon vulgaris</i>	<i>Delphinapterus marisalbi</i>
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	<i>Physeter catodon</i>	<i>Physeter australasianus</i>	<i>Physeter australis</i>		
Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i> <i>Kogia simus</i>	<i>Kogia floweri</i> <i>Kogia sima</i>	<i>Kogia goodei</i>	<i>Kogia grayii</i>		
Ziphiidae	<i>Berardius bairdii</i> <i>Hyperoodon ampullatus</i> <i>Hyperoodon planifrons</i> <i>Mesoplodon bidens</i> <i>Mesoplodon densirostris</i> <i>Mesoplodon europaeus</i> <i>Mesoplodon ginkgodens</i> <i>Mesoplodon grayi</i> <i>Mesoplodon hectori</i> <i>Mesoplodon layardii</i> <i>Mesoplodon pacificus</i> <i>Ziphius cavirostris</i>	<i>Berardius vegae</i> <i>Hyperoodon butskopf</i> <i>Hyperoodon burmeisteri</i> <i>Mesoplodon dalei</i> <i>Mesoplodon seychellensis</i> <i>Mesoplodon gervaisi</i> <i>Mesoplodon hotaula</i> <i>Mesoplodon australis</i> <i>Mesoplodon knoxi</i> <i>Mesoplodon floweri</i> <i>Indopacetus pacificus</i> <i>Ziphius australis</i>	<i>Hyperoodon latifrons</i> <i>Mesoplodon micropterus</i> <i>Mesoplodon haasti</i> <i>Mesoplodon guntheri</i> <i>Ziphius capensis</i>	<i>Hyperoodon rostratus</i> <i>Mesoplodon sowerbensis</i> <i>Mesoplodon longirostris</i> <i>Ziphius chathamensis</i>	<i>Mesoplodon sowerbyi</i> <i>Mesoplodon thomsoni</i> <i>Ziphius indicus</i>	<i>Mesoplodon traversii</i>
Delphinidae	<i>Peponocephala electra</i>	<i>Peponocephala asia</i>	<i>Peponocephala fusiformis</i>	<i>Peponocephala pectoralis</i>		

¹ Nesta tabela não constam algumas das sinonímias geradas pela sinonímia de gêneros, somente as mais encontradas nos artigos verificados.

² Esta espécie possui outras 3 sinonímias: *Balaenoptera sibbaldii*, *Balaenoptera sibbaldius* e *Balaenoptera sulfureus*.

³ Esta espécie possui outras 3 sinonímias: *Megaptera nodosa* e *Megaptera versabilis*.

Nomes populares dos cetáceos

Tabela 4 - Tabela de nomes populares das espécies de cetáceos.

Nome científico	português	inglês
<i>Cetacea</i>	baleias, botos e golfinhos	whales, dolphins e porpoises
Mysticete	baleias de barbatanas	balee whales
Odontocete		toothed whales
<i>Balaenidae</i>	baleia franca	rioth whales
<i>Balaenopteridae</i>	rorqual	rorqual whales
<i>Eschrichtiidae</i>		
<i>Neobalaenidae</i>		
<i>Monodontidae</i>		
<i>Physeteridea</i>		
<i>Kogiidae</i>		
<i>Ziphiidae</i>	baleias bicudas	beaked whales
<i>Delphinidae</i>		dolphins e black fish
<i>Iniidae</i>		
<i>Pontoporidae</i>		
<i>Platanistidae</i>		
<i>Phocoenidae</i>		porpoise
<i>Eubalaena australis</i>	baleia franca baleia verdadeira	southern rieth whales
<i>Eubalaena glacialis</i>	baleia franca	northern rigth whales
<i>Balaena mysticetus</i>	baleia franca boreal	bowhead whale, Greenland rigth whale
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	baleia anã, baleia mirim e baleia minke	minke whale
<i>Balaenoptera borealis</i>	baleia espadarte, baleia sei	sei whale
<i>Balaenoptera edeni</i>	baleia de Bryde, baleia cabeça de suenga	Bryde's whale
<i>Balaenoptera musculus</i>	baleia azul	blue whale
<i>Balaenoptera physalus</i>	baleia fin	fin whale
<i>Megaptera novaeangliae</i>	baleia preta, jubarte, corcunda	humpback whale
<i>Eschrichtius robustus</i>	baleia cinza	gray whale
<i>Caperea marginata</i>	baleia franca pigméia	
<i>Delphinapterus leucas</i>	beluga	beluga, white whale
<i>Monodon monoceros</i>	narvals	narwhals
<i>Physeter macrocephalus</i>	cachalote	sperm whale
<i>Kogia breviceps</i>	cachalote pigmeu	pigmy sperm whale
<i>Kogia simus</i>	cachalote duende, cachalote anão	dwarf sperm whale
<i>Berardius bairdii</i>		Baird's beaked whale
<i>Berardius arnuxii</i>	Baleia bicuda austral	Arnoux's beaked whale southern porpoise whale
<i>Hyperoodon ampullatus</i>		northern bottlonose whale
<i>Hyperoodon planifrons</i>	boto gladiador, baleia nariz de garrafa do sul	southern bottlonose whale
<i>Mesoplodon bidens</i>		Sowerby's beaked whale
<i>Mesoplodon bowdoini</i>		Andrew's beaked whale
<i>Mesoplodon carlhubbsi</i>		Hubb's beaked whale
<i>Mesoplodon densirostris</i>	golfinho bicudo, golfinho bicudo de Blanvillei	Blanville's beaked whale
<i>Mesoplodon europaeus</i>		Gervais beaked whale
<i>Mesoplodon ginkadens</i>		ginko-toothed beaked whale
<i>Mesoplodon grayi</i>	baleia bicuda de Gray	Gray's beaked whale
<i>Mesoplodon hectori</i>	baleia bicuda de Hector	Hector's beaked whale
<i>Mesoplodon layardii</i>	baleia de dente curvo de Layard	strap-toothed whale
<i>Mesoplodon mirus</i>		True's beaked whale
<i>Mesoplodon pacificus</i>		
<i>Mesoplodon peruvianus</i>		
<i>Mesoplodon stejnegeri</i>		Stejneger's beaked whale
<i>Mesoplodon sp 'A'</i>		
<i>Tasmacetus shepherdi</i>		Shepherd's beaked whale
<i>Ziphius cavirostris</i>	golfinho bicudo de Cuvier	Cuvier's beaked whale
<i>Peponocephala electra</i>	baleia cabeça de melão	
<i>Feresa attenuata</i>	orca anã	pygmy killer whale
<i>Pseudorca crassidens</i>	falsa orca	false killer whale
<i>Orcinus orca</i>	baleia assassina, orca	killer whale, orca
<i>Globicephala melas</i>	baleia piloto de nadadeiras longas.	long-finned pillot whale
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	baleia piloto de nadadeiras curtas	short-finned pillot whales
<i>Delphinus delphis</i>	golfinho comum	Common dolphin
<i>Delphinus capensis</i>		
<i>Lissodelphis borealis</i>		
<i>Lissodelphis peronii</i>	golfinho sem aleta	
<i>Sotalia fluviatilis</i>	bufeo negro, piraiguara, tucuxi, boto	Amazon dolphin
<i>Sousa chinensis</i>		Indo-Pacific hump-backed dolphin
<i>Sousa teuszii</i>		
<i>Stenella frontalis</i>	golfinho estriado, golfinho pintado	Atlantic spotted dolphin
<i>Stenella attenuata</i>		spotted dolphin

Tabela 4 - Continuação

<i>Stenella longirostris</i>	golfinho saltador	spinner dolphin
<i>Stenella clymene</i>	golfinho de capacete	
<i>Stenella coeruleoalba</i>	golfinho azul e branco, golfinho listrado	blue-white dolphin, stripped dolphin, Euphrosyne
<i>Steno bredanensis</i>	golfinho de dentes rugosos, golfinho bicudo	rough-toothed dolphin
<i>Tursiops truncatus</i>	golfinho fliper, golfinho nariz de garrafa	bottlenose dolphins
<i>Cephalorhynchus commersonii</i>		
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>		
<i>Cephalorhynchus heavisidii</i>		
<i>Cephalorhynchus hectori</i>		
<i>Grampus griseus</i>	boto cinzento	Risso's dolphin
<i>Lagenodelphis hosei</i>	golfinho de Fraser	Fraser's dolphin
<i>Lagenorhynchus albirostris</i>		
<i>Lagenorhynchus acutus</i>		Atlantic white-sided dolphin
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	golfinho escuro	dusky dolphin
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>		
<i>Lagenorhynchus cruciger</i>		
<i>Lagenorhynchus australis</i>		
<i>Orcaella brevirostris</i>		
<i>Inia geoffrensis</i>	boto cor de rosa, boto	Amazon dolphin, pink porpoise
<i>Lipotes vexillifer</i>		
<i>Pontoporia blainvillei</i>	toninha, franciscana, boto amarelo	La Plata River dolphin
<i>Platanista minor</i>		
<i>Platanista gangetica</i>		
<i>Neophocaena phocaenoides</i>		finless porpoise
<i>Phocoena phocoena</i>		harbour porpoise
<i>Phocoena spinipinnis</i>	golfinho espinhoso, boto de Burmeister	Burmeister's porpoise
<i>Phocoena sinus</i>		vaquita
<i>Phocoena dioptrica</i>	boto de óculus	
<i>Phocoenoides dalli</i>		Dall's porpoise

Anexo B - Dados coletados

Artigos coletados

A lista dos artigos levantados, verificados e coletados, encontram-se no CD-Rom anexo.

Características dos dados coletados

Foram utilizados **448** publicados entre 1961 e 2002 dos **9422** levantados nas bases de dados eletrônicas (cerca **4,75%**) e dos **1679** verificados (cerca de **17,82%**), sendo que **66,5%** foram publicados nos últimos **10** anos. Os periódicos mais consultados dentre os **77** utilizados para a coleta de dados foram *Scientific Report of Whales Research Institute* (**39** artigos), do Japão, *Marine Mammal Science* (**59** artigos), dos **EUA** e *Canadian Journal of Zoology* (**72** artigos), do Canadá, totalizando **170** artigos (**37%**), sendo as duas primeiras encontradas na biblioteca do **IO** na **USP** e a última encontrada tanto no **IB** da **USP** quanto na biblioteca da **UNESP** – Rio Claro.

A revista nacional mais utilizada foi a *Arquivos de ciências do Mar* de Fortaleza (**7** artigos), seguida pela Revista Brasileira de Biologia e pelo periódico Atlântica, de Porto Alegre.

Em média foram utilizados cerca de **13,9** artigos por espécie, sendo que as espécies que mais apareceram foram *Balaenoptera acutorostrata* (**44** artigos), *Physeter macrocephalus* (**69** artigos), *Megaptera novaeangliae* (**80** artigos), *Orcinus orca* (**45** artigos) e *Tursiops truncatus* (**57** artigos), as duas primeiras espécies provavelmente são bastante citadas pelo valor econômico que elas apresentam e as outras duas por serem espécies que permitem facilmente a identificação individual, e a última por ser uma das espécies mais comuns e abundantes.

As espécies menos citadas foram *Lagenorhynchus cruciger*, *Mesoplodon pacificus* e *Mesoplodon bahamondi* com apenas 1 artigo, e *Lagenorhynchus australis* e *Mesoplodon peruvianus* com apenas 2 artigos, as duas espécies, a primeira espécie provavelmente é muito pouco conhecida por ser uma espécie com hábitos pelágicos e sem interesse econômico, a segunda espécie citada é conhecida apenas por dois esqueletos encontrados em encalhes, um em 1822 e outro em 1955 e por um possível avistamento em 1926¹, já a terceira espécie é conhecida apenas por fragmentos cranianos do Chile (Carwardidine, 2000; McDonald, 1999). À quarta espécie a principal dificuldade foi de encontrar os artigos verificados nas bases bibliográficas, sendo a maioria publicações chilenas, enquanto que a última espécie foi descrita em 1991 por Reyes *et al.* e por isso possui poucos artigos publicados.

Comparações com bases de dados

Cerca de **4,75%** dos artigos levantados foram utilizados para o trabalho, então resolvemos testar a amostra em relação ao total de artigos coletados e em relação a algumas bases de dados selecionadas, sendo elas *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA)*, *Biological Abstracts (BA)* e *Zoological Records (ZR)*.

A **ASFA** é uma base de dados que reúne cerca de **550.000** citações e resumos da literatura mundial em ciência, tecnologia e administração dos recursos hídricos e de água doce, incluindo assuntos como: Aquicultura, Biologia Marinha, Ecologia e Ecossistemas, Meteorologia e Climatologia, Poluição Marinha, Indústria da Pesca e Engenharia Oceânica, tendo aproximadamente **5.000** publicações periódicas, monografias, anais de conferências e relatórios técnicos indexados (www.fao.org), foram consultados os artigos cadastrados entre os anos de 1978 e junho de 2002.

¹ Em 2002 ocorreu um novo registro desta espécie para o litoral do Japão, mas não foi considerado neste

A **BA** é uma base de dados que contem artigos ligados as ciências naturais, tais como botânica, microbiologia e zoologia, com cerca de **370.000** novas citações a cada ano, e cerca de **7,7** milhões de citações já cadastradas desde antes de 1969, sendo que aproximadamente **90%** dessas citações contem resumos dos trabalhos escritos pelos autores (www.biosis.org), desta base foram consultados os artigos cadastrados entre janeiro de 1998 e setembro de 2002.

A **ZR** é uma das bases de dados mais antigas utilizadas para consulta em biologia animal, com cerca de **1,5** milhões de citações arquivadas desde 1864 e com cerca de **72.000** citações adicionadas anualmente, abrangendo diversas áreas ligados a zoologia que vão desde taxonomia até as ciências veterinárias passando por ecologia, fisiologia etc. (www.biosis.org). Foram consultados os cadastros entre 1978 e outubro de 2002.

Foi utilizado um teste de associação de qui-quadrado (X^2) para testar a heterogeneidade das “bases de dados” utilizadas em função das espécies, indicando se a distribuição de artigos por espécies eram homogêneas (H_0) ou heterogêneas (H_1) em relação às amostras ou, em outras palavras, se as bases de dados representam amostras de uma mesma “população” de artigos.

Assim utilizamos para o cálculo os números de artigos encontrados nas bases de dados (**ASFA**, **BA** e **ZR**) como sendo os valores observados (**o**) e a porcentagem de artigos do total de artigos levantados de cada espécie multiplicada pelo total de artigos de cada uma das bases de dados como sendo a frequência esperada (**e**) (tabela **1**).

Tabela 1 – Tabela indicando os valores do número de artigos encontrados por base bibliográfica e por espécie (observado) e o número de artigos considerados esperados considerando a proporção de artigos do total encontrado.

Espécie	Observado			Esperado		
	ASFA	BA	ZR	ASFA	BA	ZR
<i>Eubalaena australis</i>	86	34	124	97,51881	27,14672	119,3345
<i>Eubalaena glacialis</i>	118	36	150	121,4988	33,82215	148,679
<i>Balaena mysticetus</i>	319	49	603	388,0769	108,0306	474,8925
<i>Caperea marginata</i>	19	4	18	16,38636	4,561539	20,0521
<i>Eschrichtius robustus</i>	284	52	305	256,1867	71,31578	313,4975
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	581	93	603	510,3751	142,0753	624,5497
<i>Balaenoptera borealis</i>	153	16	138	122,6978	34,15592	150,1462
<i>Balaenoptera edeni</i>	97	23	115	93,9218	26,14541	114,9328
<i>Balaenoptera musculus</i>	139	42	162	137,0859	38,16117	167,753
<i>Balaenoptera physalus</i>	397	68	392	342,5148	95,3473	419,1379
<i>Megaptera novaeangliae</i>	438	104	579	448,027	124,7192	548,2539
<i>Physeter macrocephalus</i>	688	129	804	647,8606	180,3477	792,7917
<i>Kogia breviceps</i>	76	26	86	75,13744	20,91633	91,94623
<i>Kogia simus</i>	42	17	44	41,16573	11,45948	50,3748
<i>Pontoporia blainvillei</i>	66	24	68	63,14742	17,57862	77,27396
<i>Delphinapterus leucas</i>	456	206	534	478,002	133,0634	584,9345
<i>Monodon monoceros</i>	199	19	163	152,2732	42,38894	186,3378
<i>Phocoena phocoena</i>	563	147	839	619,0845	172,3372	757,5783
<i>Phocoena spinipinnis</i>	22	3	23	19,18403	5,340339	23,47563
<i>Phocoena sinus</i>	37	7	35	31,57371	8,789308	38,63698
<i>Phocoena dioptrica</i>	21	3	18	16,78602	4,672797	20,54118
<i>Neophocaena phocaenoides</i>	76	34	142	100,7161	28,03678	123,2471
<i>Phocoenoides dalli</i>	86	28	75	75,53711	21,02758	92,43531
<i>Steno bradanensis</i>	50	25	41	46,3614	12,90582	56,73278
<i>Sousa chinensis</i>	69	40	93	80,73278	22,47393	98,79329
<i>Sousa teuszii</i>	3	2	5	3,996672	1,112571	4,890757
<i>Sotalia fluviatilis</i>	73	42	105	87,92679	24,47655	107,5967
<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	65	22	99	74,33811	20,69381	90,96808
<i>Lagenorhynchus acutus</i>	77	26	121	89,52546	24,92158	109,553
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	60	28	52	55,95341	15,57599	68,4706
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	59	25	63	58,75108	16,35479	71,89413
<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	14	6	10	11,99002	3,337712	14,67227
<i>Lagenorhynchus australis</i>	27	11	20	23,1807	6,452909	28,36639
<i>Grampus griseus</i>	162	50	161	149,0759	41,49888	182,4252
<i>Tursiops truncatus</i>	1004	333	1609	1177,42	327,7633	1440,817
<i>Stenella frontalis</i>	52	23	48	49,15907	13,68462	60,15631
<i>Stenella attenuata</i>	142	31	135	123,0975	34,26717	150,6353
<i>Stenella longirostris</i>	138	36	133	122,6978	34,15592	150,1462
<i>Stenella clymene</i>	18	6	14	15,18735	4,227768	18,58488
<i>Stenella coerulescens</i>	308	86	366	303,7471	84,55537	371,6975
<i>Delphinus delphis</i>	417	104	452	388,8762	108,2531	475,8707
<i>Lagenodelphis hosei</i>	31	21	32	33,57205	9,345593	41,08236
<i>Lissodelphis borealis</i>	29	7	21	22,78103	6,341652	27,87732
<i>Lissodelphis peronii</i>	19	4	14	14,78769	4,116511	18,0958
<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	54	22	42	47,16073	13,12833	57,71093
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	9	2	14	9,991681	2,781427	12,22689
<i>Cephalorhynchus heavisidii</i>	9	4	5	7,19401	2,002627	8,803363
<i>Cephalorhynchus hectori</i>	44	20	42	42,36473	11,79325	51,84202
<i>Peponocephala electra</i>	19	13	29	24,3797	6,786681	29,83362
<i>Feresa attenuata</i>	20	11	20	20,38303	5,67411	24,94286
<i>Pseudorca crassidens</i>	78	34	108	87,92679	24,47655	107,5967
<i>Orcinus orca</i>	358	108	511	390,4749	108,6981	477,827
<i>Globicephala melas</i>	237	54	301	236,603	65,86418	289,5328
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	89	29	95	85,12912	23,69775	104,1731
<i>Orcaella brevirostris</i>	19	15	32	26,37804	7,342966	32,279
<i>Tasmacetus shepherdii</i>	6	0	3	3,597005	1,001314	4,401681
<i>Berardius bairdii</i>	22	7	20	19,58369	5,451596	23,96471
<i>Berardius arnuxii</i>	14	1	8	9,192346	2,558912	11,24874
<i>Mesoplodon pacificus</i>	8	3	3	5,595341	1,557599	6,84706
<i>Mesoplodon bidens</i>	30	7	20	22,78103	6,341652	27,87732
<i>Mesoplodon densirostris</i>	35	16	37	35,17072	9,790621	43,03866
<i>Mesoplodon europaeus</i>	13	7	22	16,78602	4,672797	20,54118
<i>Mesoplodon layardii</i>	23	11	13	18,78436	5,229082	22,98656
<i>Mesoplodon hectori</i>	12	6	8	10,39135	2,892684	12,71597
<i>Mesoplodon grayi</i>	22	4	12	15,18735	4,227768	18,58488
<i>Mesoplodon stejnegeri</i>	10	6	15	12,38968	3,448969	15,16135
<i>Mesoplodon bowdoini</i>	4	2	2	3,197338	0,890056	3,912606
<i>Mesoplodon mirus</i>	12	2	11	10,20125	2,802684	12,71597

<i>Mesoplodon ginkgodens</i>	5	4	4	5,195674	1,446342	6,357984
<i>Mesoplodon carlhubbsi</i>	7	4	11	8,792679	2,447655	10,75967
<i>Mesoplodon peruvianus</i>	6	5	5	6,394676	1,780113	7,825211
<i>Ziphius cavirostris</i>	102	29	101	92,7228	25,81164	113,4656
<i>Hyperoodon ampullatus</i>	59	20	47	50,35807	14,01839	61,62354
<i>Hyperoodon planifrons</i>	22	2	15	15,58702	4,339025	19,07395

As três bases de dados demonstraram ser heterogêneas (tabela 2), indicando que a abrangência de cada uma delas é significativamente diferente, os principais motivos para estas diferenças podem ser o conjunto diferenciado dos periódicos cadastrados em cada uma delas e nos intervalos de datas as quais elas reportam.

Tabela 2 – Resultado do teste de heterogeneidade de Qui-quadrado para a distribuição de artigos por bases de dados por espécie.

BASE	Qui-quadrado	Graus de liberdade
ASFA	156,1071	73
BA	325,237	73
ZR	163,8065	73
Soma	645,1506	219
Total	0	73
Resultado	645,1506	146

Como algumas das frequências esperadas possuíam valores menores que 5 ($e < 5$) (Zar, 1999; Barbetta, 1999) foram realizados dois novos testes de qui-quadrado, considerando no primeiro a soma dos artigos com frequências esperadas menores que 5, e a outra desconsiderando estas espécies, no entanto o resultado não se alterou (tabela 3).

Tabela 3 - Resultado do teste de heterogeneidade de Qui-quadrado para a distribuição de artigos por bases de dados por espécie. Sendo X^2_A para o teste onde foi utilizada a soma das frequências esperadas menores que 5 e X^2_B para o teste onde elas foram descartadas.

X^2_A			X^2_B		
BASE	Qui-quadrado	Graus de liberdade	BASE	Qui-quadrado	Graus de liberdade
ASFA	138,515	53	ASFA	133,2424	52
BA	295,1306	53	BA	290,3731	52
ZR	146,1632	53	ZR	136,4534	52
Soma	579,8088	159		560,0688	156
Total	0	53	Total	0	52
Resultado	579,8088	106	Resultado	560,0688	104

Assim foi feito uma análise de correlação comparando o número de artigos por espécies entre as bases de dados e os dados utilizados na dissertação (Tabela 4), como podemos ver os dados coletados apresentam uma correlação positiva forte com os dados apresentados pelas bases de dados ($p < 0,05$).

Tabela 4 – Matriz de correlação entre as bases de dados e os dados utilizados, comparando o número de artigos por espécies

	UTILIZADOS	ASFA	BA	ZR
UTILIZADOS	1.000			
ASFA	0.920	1.000		
BA	0.900	0.998	1.000	
ZR	0.881	0.996	0.998	1.000

Como as bases de dados se apresentaram estatisticamente heterogêneas entre si (tabelas 2 e 3), consideramos que este alto grau de correlação entre as bases de dados e os dados coletados nos indica que os dados se apresentam satisfatórios para as análises apresentadas.

Anexo D - Análises complementares

Análises comparativas entre dados morfológicos e biogeográficos

Dados morfológicos

As planilhas dos dados morfológicos utilizados (Messenger e McGuire 1998) encontram-se no CD-Rom, bem como a planilha de ocorrência das espécie por sub-região biogeográfica.

Na primeira etapa de exclusão de variáveis, das **207** variáveis utilizadas, **104** que possuíam caracteres de estado diferentes de **(0)** e **(1)** ou muitos valores desconhecidos **(?)** ou **(01)**.

A matriz de distâncias entre as variáveis gerada pela Análise de Agrupamento (Cluster Analysis) encontra-se, também, no CD-Rom. Nesta etapa foram excluídas **63** variáveis que apresentaram distância igual a **0**.

Na terceira etapa (**PCA**) foram descartadas **23** variáveis e selecionadas as variáveis que compunham os fatores **PC1** e **PC2**, que explicam juntas **53,05%** da variabilidade apresentada pelas variáveis morfológicas restantes, num total de **18** variáveis.

Dados Biogeográficos

Para os dados biogeográficos foi realizada apenas uma **PCA**, onde foram descartadas **24** variáveis e selecionadas as variáveis que compunham apenas o fator **PC1**, que explica **42,21%** da variabilidade apresentada pelas variáveis, num total de variáveis.

Análise de poder - Noções gerais

Conceituação

Teste estatístico de hipótese

Nos testes de hipótese, formulamos uma hipótese inicial (H_0), que é uma afirmação sobre um parâmetro da população, em seguida formulamos uma hipótese alternativa (H_1), que é, por sua vez, a afirmação que deverá estar correta se H_0 estiver errada (tabela 1).^{1 e 2}

Estes testes estatísticos tem como objetivo determinar a probabilidade de aceitar ou rejeitar a H_0 e são baseados, principalmente, nas probabilidades de α e β (tabela 2).^{1, 2, 3 e 4}

Tabela 1 – Exemplos de formulação de hipóteses.

Hipótese Nula (H_0)	Hipótese Alternativa (H_1)
$\mu = 98,08m$	$\mu \neq 98,08m$
$\mu = 98,08m$	$\mu > 98,08m$
$\mu = 98,08m$	$\mu < 98,08m$
$\sigma = 43,7m$	$\sigma \neq 43,7m$

Tabela 2 – Possíveis decisões de um teste e suas probabilidades correspondentes.

"Verdade"	Decisão	
	Aceitar H_0	Rejeitar H_0
H_0 é verdadeira	$1 - \alpha$	Erro Tipo I α
H_0 é falsa	Erro Tipo II β	$1 - \beta$

Valor crítico

Valor crítico é caracterizado pela letra z e é ou são os valores que separam a região onde se rejeita a hipótese nula (região crítica) da região onde não se rejeita H_0 . Seus valores dependem da natureza de H_0 , da distribuição amostral principal e do nível de significância (figura 1).^{1, 2, 3 e 4}

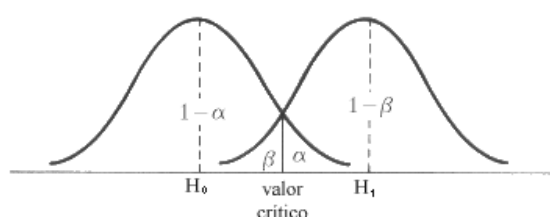


Figura 1 – Probabilidades em um teste estatístico de hipóteses.

Probabilidade alfa

A probabilidade α é chamada de *nível de significância*, e relaciona-se ao erro estatístico chamado de tipo **I**, caracterizado pela rejeição de uma hipótese nula (H_0) verdadeira (tabela 2; figura 1).^{1, 2, 3 e 4}

Geralmente o valor de alfa é determinado antes da execução do teste (*a priori*) e normalmente é assumido o valor de **0,05**.

Probabilidade β

Já a probabilidade β relaciona-se ao erro estatístico tipo **II**, que consiste em não rejeitar a hipótese nula (H_0) quando ela é falsa (tabela 2; figura 1).^{1, 2, 3 e 4}

Assim um evento será considerado inexistente quando H_0 não for rejeitada, seguindo um preceito que diz “é preferível errar por falta de conhecimento do que produzir um conhecimento falso”, princípio este baseado em dois aspectos: **1-** Se H_0 é realmente falsa, cedo ou tarde ela será rejeitada; e **2-** Ignorar um evento é melhor do que anunciar um evento que não existe.¹

Diversos problemas tem sido reportados relacionando o teste de hipótese, desde a formulação da hipótese nula / alternativa, estabelecimento do valor de α , bem como a sua interpretação e relevância, cálculo de β , e conseqüentemente do poder estatístico do teste ($1-\beta$) (figura 1), até a interpretação final da rejeição aceitação de H_0 .^{1, 2, 3, 4 e 5}

Teste de hipótese em ciências biológicas

Em biologia, uns dos principais problemas na utilização de métodos estatísticos para a busca de padrões estão relacionados com o nível de significância (α) e com o poder do teste ($1-\beta$).⁴

Por convenção, a maioria dos jornais adotou que uma H_0 deve ser rejeitada quando $\alpha < 0,05$. Assim, alguns resultados interessantes que possuem $\alpha > 0,05$ são ignorados. Outro fator que não é levado em consideração é o fato que na natureza não existem entidades essencialmente idênticas, assim com um aumento no número de réplicas pode-se rejeitar qualquer hipótese nula.⁴

Outro problema causado pela convenção do valor de alfa, é que trabalhos que não atinjam esta “meta” não serão publicados, desconsiderando assim, a diferença entre significância estatística e significância biológica, além de alterar o verdadeiro objetivo do experimento, que é encontrar a magnitude desta diferença, criando, assim, um problema

maior ainda, o de que quanto mais o assunto é estudado, maior a probabilidade de se disseminar resultados falsos.⁴

Além disso, ocorrer um erro tipo I não significa que houve um erro em alguma etapa ou procedimento do trabalho, pode ocorrer simplesmente como consequência de um evento raro, novamente voltando a “Se H_0 é realmente falsa, cedo ou tarde ela será rejeitada”.¹

Em relação a probabilidade β , pode-se perceber que a mesma importância que é dada a α não ocorre, e muitas vezes é até ignorada, consequentemente torna-se mais provável ocorrer um erro tipo II do que um tipo I, e a significância do teste pode ser muito baixa pois a probabilidade $(1-\beta)$ que é chamada de poder estatístico do teste é definida como sendo a capacidade de determinar se H_0 é realmente falsa (tabela 2; fig 1),^{1, 2, 3 e 4}

Análise de poder

O poder do teste $(1-\beta)$, depende do valor de α , do “effect size”, de H_1 e do tamanho da amostra (n) e para que haja um bom balanceamento entre erro tipo I e tipo II deve-se manter o poder do teste igual ou superior a 0,8 (figuras 2; 3; 4; e 5).^{1, 2, 3 e 4}

Quanto ao α e o n nos já comentamos anteriormente. O “effect size” é um estimador do grau em que o fenômeno estudado existe na população, insinuando que um fenômeno de grandes proporções é mais fácil de ser detectado do que um de pequenas proporções (tabela 3; figura 3).^{1, 2, 3 e 4}

Em relação à hipótese alternativa (H_1), a dependência existe em função do tipo de teste que será realizado (unilateral ou bilateral) indicando o posicionamento da região crítica e consequentemente a disposição do α (figura 4, 6).^{1, 2, 3 e 4}

Tabela 3 – Convenção do “Effect size”.

Teste	índice	pequeno	médio	grande
Teste t de médias	d	0.20	0.50	0.80
Teste t de correlação	r	0.10	0.30	0.50
Teste F (ANOVA)	f	0.10	0.25	0.40
Teste F Correlação múltipla e regressão	f^2	0.02	0.15	0.35
χ^2	w	0.10	0.30	0.50

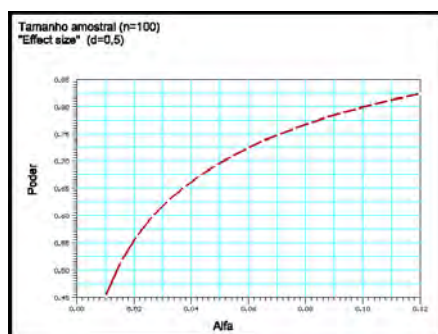


Figura 2 – Variação do poder do teste em função de α . Para um aumento do valor de alfa o valor de beta diminui, consequentemente o poder do teste aumenta.

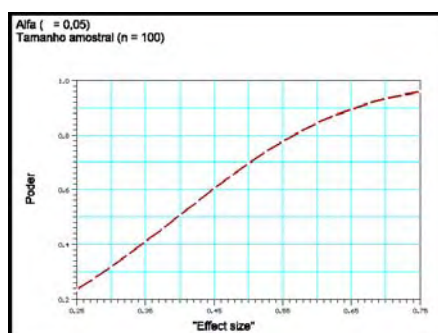


Figura 3 - Variação do poder do teste em função do “effect size”. Como o “effect size” mede a magnitude do fenômeno estudado, quanto maior o seu valor, mais fácil será a sua detecção, ou o poder do teste será maior.

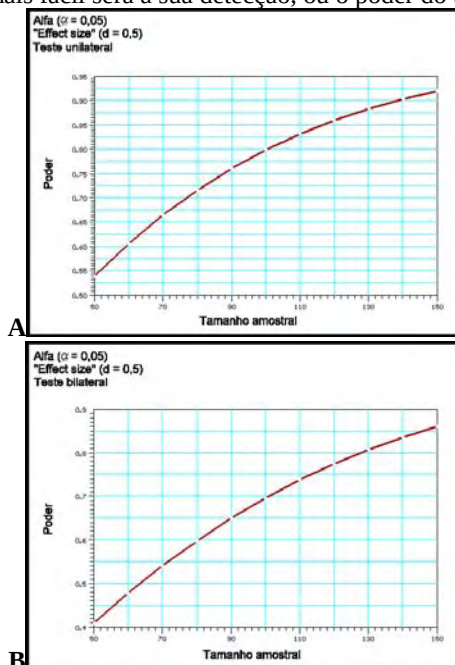


Figura 4 - Variação do poder do teste em função de H_1 . Se a hipótese nula for $H_0 = X$, e a hipótese nula for $H_1 > X$ ou $H_1 < X$, ou seja, o teste é unilateral o poder do teste recomendável é atingido com um $n = 100$ (A); enquanto que quando o teste é bilateral ($H_0 \neq X$), um poder de 0,8 é atingido com, aproximadamente, $n = 130$ (B).

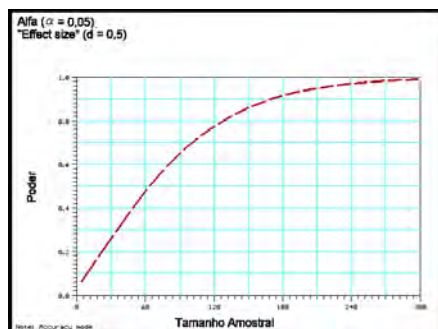


Figura 5 - Variação do poder do teste em função do tamanho amostral. Um aumento do tamanho da amostra resulta em uma diminuição da probabilidade de um erro tipo II, consequentemente um aumento do poder do Teste ($1 - \beta$).

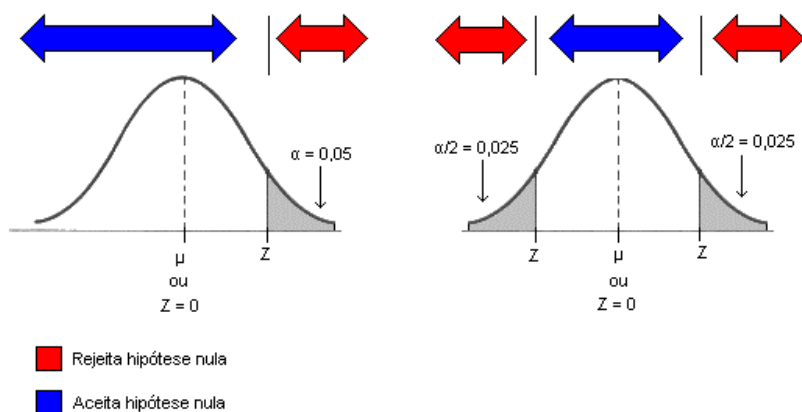


Figura 6 – Diferença entre teste unilateral e bilateral

Regressão linear

A regressão linear simples é uma forma de análise utilizada para descrever a relação existente entre duas variáveis. A significância estatística da regressão linear é dada pelo coeficiente (r), que estabelece o grau de relação entre as variáveis analisadas.^{1, 2 e 3}

A hipótese nula, normalmente, é $r = 0$, indicando que qualquer outro valor para r nos levaria a uma possível rejeição de H_0 .^{1 e 2}

Nenhum preceito estatístico é requerido para se achar o valor de r , no entanto quando se realiza um teste de hipóteses alguns preceitos devem ser seguidos para que se possa determinar um intervalo de confiança para o valor do coeficiente de correlação.^{1 e 2}

O programa G*Power encontra-se disponível no CD-Rom.

Bibliografia

1. TRIOLA, M.F., 1999. Introdução à estatística. Sétima edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil.
2. ZAR, J.H., 1999. Biostatistical analysis. Quarta edição, Prentice Hall, New Jersey, USA.
3. HAIR Jr., JF., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L. e BLACK, W.C., 1998. Multivariate data analysis. Quarta edição, Prentice Hall, New Jersey, USA.
4. TONHASCA Jr., A., 1991. The three “capital sins” of statistics used in biology. *Ciência e Cultura*, 43(6):417-422.
5. PULL, D.S., 1980. Marketing research: Meaning meansurment and research. MacMillan Publ. Comp., New York, USA.
6. FAUL, F. e ERDFELDER, E., 1992. GPOWER: A priori, post-hoc, and compromise power analyses for MS-DOS [computer program]. Universidade de Bonn, Dep. de Psicologia.

Analises realizadas pelo Ecosim

Aqui estão apresentados a matriz de dados utilizada no programa para a realização do teste e os resultados obtidos nas análises gerados pelo Ecosim 7.0.

```
Input file = C:\WINDOWS\Desktop\Dados\Macroecologia\ultimo001.txt
XVariable = Ln_No_Quad.
YVariable = Ln_Comp.
Iterations = 1000
Random seed = 59459700
Data distribution = Symmetric
Constraint = Data-defined
Shape = Right Triangle
Boundary test = Upper Left
```

DISPERSION

```
Observed dispersion = 18,75000
Mean of simulated dispersions = 4,22567
Variance of simulated dispersions = 36,08196
```

```
Number of times observed dispersion < simulated dispersions = 25
Number of times observed dispersion = simulated dispersions = 19
Number of times observed dispersion > simulated dispersions = 956
Standardized Effect Size = 2,41797
p(observed <= expected) = 0,97500
p(observed >= expected) = 0,04400
```

Simulation frequencies:

Histogram	# Simulations
-----------	---------------

0,08333	4,41667	731
4,41667	8,75000	121
8,75000	13,08333	72
13,08333	17,41667	32
17,41667	21,75000	19
21,75000	26,08333	10
26,08333	30,41667	9
30,41667	34,75000	0
34,75000	39,08333	3
39,08333	43,41667	0
43,41667	47,75000	2
47,75000	52,08333	1

REGRESSION SLOPE

```
Observed Sum of Squares = 0,28220
Mean of simulated ss = 0,00118
Variance of simulated ss = 0,00501
```

```
Number of times observed ss < simulated ss = 0
Number of times observed ss = simulated ss = 0
Number of times observed ss > simulated ss = 1000
Standardized Effect Size = 3,97078
p(observed <= expected) = 1,00000
p(observed >= expected) = 0,00000
```


Simulation frequencies:

Histogram # Simulations

-0,23981	-0,20369	2
-0,20369	-0,16757	6
-0,16757	-0,13145	26
-0,13145	-0,09534	64
-0,09534	-0,05922	107
-0,05922	-0,02310	144
-0,02310	0,01302	216
0,01302	0,04913	185
0,04913	0,08525	123
0,08525	0,12137	86
0,12137	0,15749	30
0,15749	0,19361	11

SHAPE # OF POINTS

Observed Points within space = 45,00000

Mean of simulated # of points = 40,76300

Variance of simulated # of points = 3,33417

Number of times observed # of points < simulated # of points = 4

Number of times observed # of points = simulated # of points = 8

Number of times observed # of points > simulated # of points = 988

Standardized Effect Size = 2,32041

p(observed <= expected) = 0,99600

p(observed >= expected) = 0,01200

Simulation frequencies:

Histogram # Simulations

36,00000	36,83333	9
36,83333	37,66667	27
37,66667	38,50000	77
38,50000	39,33333	118
39,33333	40,16667	226
40,16667	41,00000	197
41,00000	41,83333	0
41,83333	42,66667	165
42,66667	43,50000	115
43,50000	44,33333	54
44,33333	45,16667	8
45,16667	46,00000	4

SHAPE SUM OF SQUARES

Observed Sum of Squares = 77,36005

Mean of simulated ss = 105,53850

Variance of simulated ss = 47,09750

Number of times observed ss < simulated ss = 1000

Number of times observed ss = simulated ss = 0

Number of times observed ss > simulated ss = 0

Standardized Effect Size = -4,10599

p(observed <= expected) = 0,00000

p(observed >= expected) = 1,00000

Simulation frequencies:

Histogram # Simulations

```

85,96703 89,18470 7
89,18470 92,40236 19
92,40236 95,62003 55
95,62003 98,83770 90
98,83770 102,05540 124
102,05540 105,27300 200
105,27300 108,49070 177
108,49070 111,70840 138
111,70840 114,92600 96
114,92600 118,14370 55
118,14370 121,36140 30
121,36140 124,57900 9

```

BOUNDARY # OF POINTS

Observed Points within space = 0,00000

Mean of simulated # of points = 0,85200

Variance of simulated # of points = 0,64474

Number of times observed # of points < simulated # of points = 622

Number of times observed # of points = simulated # of points = 378

Number of times observed # of points > simulated # of points = 0

Standardized Effect Size = -1,06108

p(observed <= expected) = 0,37800

p(observed >= expected) = 1,00000

Simulation frequencies:

Histogram # Simulations

```

0,00000 0,33333 378
0,33333 0,66667 0
0,66667 1,00000 0
1,00000 1,33333 420
1,33333 1,66667 0
1,66667 2,00000 0
2,00000 2,33333 175
2,33333 2,66667 0
2,66667 3,00000 0
3,00000 3,33333 26
3,33333 3,66667 0
3,66667 4,00000 1

```

BOUNDARY SUM OF SQUARES

Observed Sum of Squares = 0,00000

Mean of simulated ss = 0,26253

Variance of simulated ss = 0,23476

Number of times observed ss < simulated ss = 622

Number of times observed ss = simulated ss = 378

Number of times observed ss > simulated ss = 0

Standardized Effect Size = -0,54183

p(observed <= expected) = 0,37800

p(observed >= expected) = 1,00000

Simulation frequencies:

Histogram # Simulations

```

0,00000 0,21424 726

```

0,21424 0,42848 81
 0,42848 0,64273 25
 0,64273 0,85697 36
 0,85697 1,07121 53
 1,07121 1,28545 36
 1,28545 1,49970 3
 1,49970 1,71394 2
 1,71394 1,92818 23
 1,92818 2,14242 0
 2,14242 2,35667 0
 2,35667 2,57091 15

INPUT MATRIX:

especie Comprimento Ln_Comp. Peso Ln_Peso Lat._Máx. Lat._Mín. Ampli._Lat.
 Lat._Méd. Eubalaena_australis 18 2.89 100000 11.51 -10 -65 55 -37.5
 6000_-7000 388 5.96100534
 Eubalaena_glacialis 16.5 2.8 80000 11.29 80 15 65 47.5 300 324
 5.780743516
 Balaena_mysticetus 17.4 2.86 79400 11.28 85 50 35 67.5 6000_-12000 124
 4.820281566
 Balaenoptera_acutorostrata 10.7 2.37 12700 9.45 80 -75 155 2.5 500000_-
 1_mi 1542 Balaenoptera_borealis 20 3 30000 10.31 80 -70 150 5 40000_-
 _60000 1052 6.958448393
 Balaenoptera_edeni 15.5 2.74 25000 10.13 40 -40 80 0 ? 782 6.661854741
 Balaenoptera_musculus 33.6 3.51 145000 11.88 85 -85 170 0 ? 1253
 7.133295955
 Balaenoptera_physalus 26.8 3.29 75000 11.23 80 -70 150 5 100000_-+ 1059
 6.965080346
 Megaptera_novaeangliae 18 2.89 50000 10.82 80 -70 150 5 18000_-20000
 1157 7.053585727
 Eschrichtius_robustus 9.4 2.24 31800 10.37 75 20 55 47.5 21000_-23000
 73 4.290459441
 Delphinapterus_leucas 6.7 1.9 1600 7.38 85 40 45 62.5 50000_-70000 159
 5.068904202
 Monodon_monoceros 4.5 1.5 1600 7.38 85 60 25 72.5 25000_-45000 98
 4.584967479
 Physteter_macrocephalus 21 3.04 57000 10.95 75 -80 155 -2.5 ? 1456
 7.283448229
 Berardius_bairdii 12.7 2.54 15000 9.62 65 20 45 42.5 ? 70 4.248495242
 Hyperoodon_ampullatus 7.93 2.07 7500 8.92 80 30 50 55 ? 117 4.762173935
 Mesoplodon_bidens 4.83 1.57 1300 7.17 75 25 50 50 ? 103 4.634728988
 Mesoplodon_bowdoini 4.87 1.58 1500 7.31 -25 -50 25 -37.5 ? 30
 3.401197382
 Mesoplodon_carlhubbsi 5.3 1.67 1500 7.31 60 30 30 45 ? 18 2.890371758
 Mesoplodon_stejnegeri 5.25 1.66 1500 7.31 60 30 30 45 ? 30 3.401197382
 Peponocephala_electra 2.7 0.99 275 5.62 45 -40 85 2.5 ? 823 6.712956201
 Feresa_attenuata 2.7 0.99 225 5.42 45 -35 80 5 ? 822 6.711740395
 Pseudorca_crassidens 6.1 1.81 2500 7.82 60 -45 105 7.5 ? 928 6.833031733
 Orcinus_orca 9.7 2.27 8000 8.99 85 -70 155 7.5 ? 1647 7.40671073
 Globicephala_melas 7.6 2.03 3800 8.24 70 -60 130 5 ? 534 6.280395839
 Globicephala_macrorhynchus 6.1 1.81 4000 8.29 45 -40 85 2.5 ? 745
 6.613384218
 Delphinus_delphis 2.68 0.99 135 4.91 65 -50 115 7.5 ? 1053 6.959398512
 Lissodelphis_borealis 3 1.1 115 4.74 55 30 25 42.5 ? 67 4.204692619
 Sotalia_fluviatilis 2.2 0.79 53 3.97 15 -35 50 -10 ? 28 3.33220451
 Sousa_chinensis 2.8 1.03 200 5.3 30 -40 70 -5 ? 115 4.744932128
 Sousa_teuszii 2.5 0.92 150 5.01 25 -10 35 7.5 ? 15 2.708050201

```

Stenella_frontalis 2.5 0.92 143 4.96 45 -35 80 5 ? 178 5.18178355
Stenella_longirostris 2.14 0.76 90 4.5 45 -35 80 5 ? 662 6.495265556
Stenella_clymene 2 0.69 79 4.37 45 -5 50 20 ? 104 4.644390899
Stenella_coeruleoalba 2.7 0.99 164 5.1 60 -45 105 7.5 ? 820 6.70930434
Steno_bredanensis 2.8 1.03 160 5.08 55 -40 95 7.5 ? 587 6.37502482
Tursiops_truncatus 4 1.39 650 6.48 70 -50 120 10 ? 1086 6.9902565
Cephalorhynchus_eutropia 1.7 0.53 65 4.17 -30 -60 30 -45 11 2.397895273
Cephalorhynchus_heavisidii 1.7 0.53 75 4.32 -15 -35 20 -25 9
2.197224577
Cephalorhynchus_hectori 1.5 0.41 60 4.09 -30 -50 20 -40 9 2.197224577
Grampus_griseus 4 1.39 680 6.52 65 -50 115 7.5 1040 6.946975992
Lagenorhynchus_albirostris 2.8 1.03 275 5.62 75 40 35 57.5 69
4.234106505
Lagenorhynchus_acutus 2.6 0.96 234 5.46 70 40 30 55 54 3.988984047
Lagenorhynchus_obliquidens 2.36 0.86 180 5.19 60 20 40 40 131
4.875197323
Lagenorhynchus_australis 2.2 0.79 115 4.74 -30 -60 30 -45 16
2.772588722
Orcaella_brevirostris 2.6 0.96 190 5.25 25 -25 50 0 47 3.850147602
Pontoporia_blainvillei 1.74 0.55 53 3.97 -15 -45 30 -30 11 2.397895273
Neophocaena_phocaenoides_ 1.9 0.64 45 3.81 45 -10 55 17.5 74
4.304065093
Phocoena_phocoena 1.86 0.62 90 4.5 75 10 65 42.5 137 4.919980926
Phocoena_spinipinnis 2 0.69 75 4.32 -5 -60 55 -32.5 27 3.295836866
Phocoena_sinus 1.5 0.41 35 3.56 35 30 5 32.5 1 0
Phocoenoides_dalli 2.29 0.83 213 5.36 65 -30 95 17.5 110 4.700480366

```

O programa Ecosim 7.0 encontra-se no CD-Rom anexo, bem como a matriz de dados utilizada para as análises em formato TXT.

CD-ROM