

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

COMPARAÇÃO DO PADRÃO DE PIGMENTAÇÃO DA NADADEIRA CAUDAL DE BALEIAS-JUBARTE (*Megaptera novaeangliae*; Borowski, 1871) DO ESTOQUE REPRODUTIVO "A" COM OUTRAS SETE ÁREAS REPRODUTIVAS

por

KAMILA LOIOLA TOURINHO PORTELA

Monografia apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal Bahia como exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas, modalidade Zoologia dos Organismos Aquáticos.

Data da defesa: 08 de abril de 2013						
Banca examinadora:						
Banca examinadora:						
MSc. MARCOS MOURA NOGUEIRA						
(UFBA - ORIENTADOR)						
DRA. MARLENE CAMPOS PESO AGUIAR						
(UFBA)						
MSc. MARIA DO SOCORRO REIS						
(INSTITUTO MAMÍFEROS AQUÁTICOS)						

RESUMO

A baleia-jubarte (Megaptera novaeangliae; Borowski, 1871) é, talvez, a mais conhecida e estudada espécie de misticeto. Estes animais possuem várias características morfológicas que os fazem particularmente fáceis de estudar, sendo a mais significativa delas a diferença no padrão de pigmentação na região ventral da nadadeira caudal, que varia de branca a preta nos indivíduos. Trabalhos anteriores discutem as variações geográficas encontradas nos padrões de pigmentação observados entre os diferentes estoques reprodutivos desta espécie. Contudo, até o presente momento, nenhum estudo deste tipo incluiu os dados do Atlântico Sul nessas comparações. Com a inclusão deste estoque nas análises, poderemos corroborar os resultados encontrados por ROSENBAUM et al. (1995) de que as distribuições de classes da pigmentação da caudal geram evidências adicionais sobre a estruturação subpopulações oceânicas, revelando o histórico e as interações atuais entre as subpopulações de baleias-jubarte. Utilizando os dados de fotoidentificação, acumulados desde 1989 no catálogo do Instituto Baleia Jubarte, com fotos obtidas regularmente utilizando cruzeiros de pesquisa e embarcações de whale watching no Banco dos Abrolhos e no Litoral Norte da Bahia, áreas de concentração reprodutiva da espécie na costa do Brasil, foi calculada a coloração média das caudais do estoque reprodutivo A e aplicados testes estatísticos não paramétricos buscando verificar se há diferença significativa entre os padrões de pigmentação observados no Brasil e os observados em outras sete diferentes áreas reprodutivas. A coloração média das nadadeiras caudais das baleias-jubarte no Brasil foi de 2,7; já os testes não paramétricos indicaram que a pigmentação da caudal difere significativamente entre os padrões de pigmentação observados no Brasil e os observados nas outras sete áreas reprodutivas analisadas por ROSEMBAUM et, al. (1995) (Kruskal-Wallis: qui-quadrado= 28,253, gl= 7, p<0,001), sendo que entre o par Brasil vs. Caribe não foi encontrada diferença significativa (Mann-Whitney U = 2,0, p<0,028, p_a=0,05). A similaridade nas distribuições de categorias de pigmentação encontradas entre o Brasil e o Caribe é justificada pelo histórico de interação relativamente recente entre essas subpopulações, podendo, portanto, a diversidade genética dentro do Atlântico Norte ter sido mais fortemente

influenciada pela subpopulação do Atlântico Sul, e esta influência pode estar refletida na similaridade da distribuição de classes de padrão de pigmentação das nadadeiras caudais destes, mesmo que hoje haja separação entre estes estoques. A inclusão do estoque A nas comparações entre as distribuições de classes de padrões de pigmentação em diferentes áreas reprodutivas contribui para elucidar o histórico da formação dos atuais estoques oceânicos e reflete as interações ocorridas durante estas separações.

Palavras-chave: baleia-jubarte, *Megaptera novaeangliae*, fotoidentificação, padrões de pigmentação, estoque reprodutivo A, Brasil

ABSTRACT

The humpback whale (*Megaptera novaeangliae*, Borowski, 1871) is perhaps the best known and studied species of mysticete. These animals possess several morphological characteristics that make them particularly easy to study, the most significant being the difference in pigmentation pattern in the ventral fluke, ranging from white to black in individuals. Previous works discuss geographical variations in patterns of pigmentation of the flukes in humpback whales, demonstrating that the historical and current interactions between ocean subpopulations are reflected in patterns of pigmentation of this species. However, to date, no study included data from the South Atlantic in such comparisons. With the inclusion of this stock in the analyzes, we corroborate the results found by ROSENBAUM et al. (1995) that the distribution of classes pigmentation of the caudal generate evidence about the structure of the oceanic subpopulations, revealing the historical and current interactions between subpopulations of humpback whales. Using data photoidentification, accumulated since 1989 in the catalog of the Humpback Whale Institute, with photos taken using regular research cruises and whale watching boats in the Abrolhos Bank and the North Coast of Bahia, principal reprodutive areas in brazilian coast, we calculated the average color and applied the non-parametric statistical tests seeking to verify if there are significant differences between patterns of pigmentation observed in Brazil and those observed in others seven differents reproductive areas. The average color of caudal fins of humpback whales in Brazil was 2.7, whereas the caudal pigmentation differs significantly between patterns of pigmentation observed in Brazil and those observed in the other seven reproductive areas analyzed by Rosenbaum et al. (1995) (Kruskal-Wallis chi-square = 28.253, df = 7, p <0.001), and between the pair vs Brazil. Caribbean was not a significant difference (Mann-Whitney U = 2.0, p <0.028, pα = 0.05). The similarity in the distributions of categories of pigmentation found between Brazil and the Caribbean is justified by the relatively recent history of interaction between these subpopulations, may therefore genetic diversity within the North Atlantic have been more strongly influenced by the South Atlantic subpopulation, and this influence may be reflected in the similarity of the distribution of classes pigmentation pattern of these caudal fins, even today there is separation between these stocks. The inclusion of the stock in the comparisons between the distributions of classes of pigmentation patterns in different areas contributes to elucidate the reproductive history of the formation of oceanic and current inventory reflects the interactions occurring during these separations

Keywords: humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, photoidentification, pigmentation patterns, breeding stock A, Brazil

AGRADECIMENTOS

À minha família, por incentivar e apoiar minhas escolhas mesmo quando elas me levam para longe e a saudade se faz presente. Pai e mãe, obrigado pelas asas! Tchuca obrigada por existir!

À minha metade, Israel. Você é peça fundamental em todas as minhas conquistas!

Às minhas fies escudeiras, Camila e Verena. Sem vocês essa etapa seria muito mais difícil. Obrigada por tudo, minhas lindas! AMO!

Ao meu co-orientador Clarêncio Baracho, pela oportunidade de realizar meu sonho de trabalhar com as baleias, pela paciência e pelos sábios conselhos.

Ao meu orientador Marcos Nogueira, por ter topado o desafio e pela ajuda muito bem vinda.

Ao coordenador de pesquisa do IBJ, Milton Marcondes. Pelo apoio e compreensão.

À todos do LAMEB (todos mesmo), especialmente à Prof.ª Marlene Peso e Ana Clara, minha primeira casa na Biologia, onde além de adquirir muito conhecimento também aprendi a ser profissional. Obrigada pela oportunidade e pelo companheirismo.

Ao IBJ e toda essa maravilhosa equipe, por ter me proporcionado as mais emocionantes experiências, além de todo aprendizado e amizade. Um obrigada especial para: Letícia Vaz, Luana Pini, Mayumi Matuoca e Sérgio Cipolloti... vocês fizeram essa experiência valer a pena!

À todos da equipe PGR, pela primeira oportunidade, com certeza foi o primeiro e mais importante passo em busca do meu sonho! Obrigada especial para Ritinha, Marina e Priscila por terem me aturado e me ajudado tanto nesses últimos meses que são os mais estressantes da graduação. Valeu meninas!

À todos que de forma direta ou indireta participaram dessa conquista! E que venham novos desafios!

Jai Guru Deva. Om.

"Uma dúzia de rosas, cheiro de alfazema, presentes eu fui levar.
E nada pedi!
Entreguei ao mar!
E nada pedi!
Me molhei no mar!
E nada pedi!
Só agradeci..."

ÍNDICE

RESUMO ABSTRACT AGRADECIMENTOS/DEDICATÓRIA ÍNDICE ix ÍNDICE DAS FIGURAS xi ÍNDICE DAS TABELAS xii 1.INTRODUÇÃO 13 2.OBJETIVOS 23 3.METODOLOGIA 24 3.1 Área de estudo 24 3.2 Análises estatísticas 27 4.RESULTADOS 29 5.DISCUSSÃO 32 6.CONCLUSÃO 36

7.REFERÊNCIAS.......37

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1. Estrutura anatômica da baleia-jubarte. (Fonte: Acervo Instituto Baleia
Jubarte)
Figura 2. Distribuição mundial das populações de baleia-jubarte, as setas indicam as rotas
migratórias entre as áreas de alimentação e reprodução das distintas populações desta
espécie. (Fonte: Acervo Instituto Baleia Jubarte)
Figura 3. Estação Baleeira da Geórgia do Sul. A Geórgia do Sul é um arquipélago sob
jurisdição do governo inglês situado na Convergência Antártica e foi um importante porto
baleeiro no hemisfério sul até meados do século XX (Fonte: Acervo Instituto Baleia
Jubarte)
Figura 4. Padrão das nadadeiras caudais adotadas pelo Instituto Baleia Jubarte. (Fonte:
Acervo Instituto Baleia Jubarte)
Figura 5. Fotos do catálogo do Instituto Baleia Jubarte, mostrando os cinco padrões de
pigmentação. (Fonte: Catálogo Instituto Baleia Jubarte)
Figura 6. As sete áreas reprodutivas analisadas por ROSENBAUM et al. (1995). Os
números indicam os locais onde as fotos das nadadeiras caudais foram obtidas para
realização deste estudo: (1) Caribe, (2) México, (3) Havaí, (4) Colômbia, (5) e (6) Austrália
Oriental, (7) Austrália Ocidental, (8) e (9) Japão (adaptado de ROSENBAUM
et.al.,1995)
Figura 7. Área de estudo durante a temporada reprodutiva das baleias-jubarte no litoral
norte da Bahia e no Banco dos Abrolhos (fonte: BARACHO et al., 2012) 26
Figura 8. Média aritmética ponderada
Figura 9. Padrões das nadadeiras caudais do Catálogo IBJ 1989-2009
(n=4167)
Figura 10. Padrões das nadadeiras caudais das Baleias Jubarte do Brasil e das outras sete
populações reprodutivas
Figura 11. Áreas de reprodução (verde) e áreas de alimentação (azul) da baleia-jubarte no
Hemisfério Sul (modificado de IWC, 2001). Distribuição da população não-migratória
(estoque X) do Mar da Arábia em amarelo. Região aproximada de gelo permanente
representada pelos polígonos hachureados em azul claro. Estoques reprodutivos indicados

por	letras	е	principais	corredores	migratórios	indicados	por	setas	(fonte:	WEDEKIN
201 ⁻	1)									34

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1. Número total de indivíduos identificados existentes no catálogo geral	1989 a
2009 e número total dividido por padrão	29
Tabela 2. Comparação dos Padrões de Caudais das Baleias Jubarte do Brasil con	າ outras
sete populações reprodutivas	30

1. INTRODUÇÃO

A baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*; Borowski, 1871), também conhecida como baleia-cantora ou baleia-corcunda, é um mamífero marinho pertencente à ordem Cetacea (do grego *ketos* – monstro marinho e do latim *cetus* – grande animal marinho) que é o grupo de mamíferos mais altamente adaptados à vida aquática.

Os cetáceos são comumente conhecidos como baleias, golfinhos, botos e toninhas e seus representantes atuais são um grupo diversificado de mamíferos cuja anatomia e comportamentos especializados tendem a mascarar a sua origem a partir de mamíferos terrestres. A ordem é composta por três subordens: Archaeoceti, representada pelos cetáceos extintos do Eoceno; Odontoceti, as baleias com dentes, os golfinhos, os botos e as toninhas e Mysticeti, as baleias de barbatana ou baleias verdadeiras (LEATHERWOOD et al., 1982).

Pertencem a esta ordem grupos ecologicamente diversos, que vivem em rios e oceanos e em latitudes tropicais e polares. Um total de 89 espécies de cetáceos são atualmente reconhecidas; e hoje é consenso entre os cetologistas que existem quatorze famílias pertencentes a esta ordem, sendo quatro destas de misticetos e dez de odontocetos (NIKAIADO *et al.*,2001; REEVES, 2003).

Evolutivamente, os cetáceos surgiram no Eoceno Inferior, a mais de 50 milhões de anos, a partir de um ancestral ungulado terrestre (REEVES, 2003; THEWISSEN *et al.*, 2007) e apesar das diferenças, as subordens atuais evoluíram de um mesmo ancestral comum archaeoceto, que se diversificou no início do Oligoceno (MANN *et al.*, 2000; REEVES, 2003).

Os archeocetos são os mais antigos representantes dos cetáceos e documentam a transição da vida terrestre à aquática. São atualmente reconhecidas seis famílias para essa subordem (THEWISSEN & WILLIAMS, 2002) e já foram registradas mais de 35 espécies (REEVES, 2003). Estes cetáceos extintos são claramente relacionados com os atuais. Possuíam dentição heterodonte e o orifício respiratório situava-se entre a extremidade do rostro e a região dorsal da cabeça (HETZEL & LODI, 1993).

Os odontocetos, em contraste, possuem dentes homodontes, em números variáveis, não adaptados à mastigação na maioria das espécies e as barbatanas estão ausentes. (LEATHERWOOD *et al.*, 1982; ORR, 2000; REEVES, 2003). Apresentam crânio assimétrico e apenas um orifício respiratório no topo da cabeça. Essas características parecem ter evoluído em paralelo com as modificações necessárias à produção, recepção

e processamento dos sons, permitindo a existência do sofisticado sistema de ecolocalização destes animais (LEATHERWOOD *et al.* 1982; NOWAK, 2003; ORR, 2000; REEVES, 2003).

Os misticetos podem ser representados por grandes animais filtradores e são caracterizados pela ausência de dentes quando adultos, substituídos (apenas do ponto de vista funcional) por placas de barbatanas compostas por queratina que ficam localizadas no palato, nas quais os alimentos, como plâncton e pequenos peixes ficam retidos (ORR, 2000). Também possuem crânio simétrico e um par de orifícios respiratórios no topo da cabeça (ORR, 2000; REEVES, 2003).

A baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*; Borowski, 1871) é talvez a mais conhecida e estudada espécie de misticeto. Seus representantes podem atingir até 16 metros de comprimento (TRUE, 1904) e pesar quarenta toneladas (CHITTLEBOROUGH, 1965). Sua principal característica morfológica são as grandes nadadeiras peitorais que chegam a medir até um terço do seu comprimento total e lhe conferem maior poder de manobra em relação a outras espécies do grupo (WOODWARD *et al.*, 2006).

Embora seja a única do seu gênero, a baleia-jubarte pertence à família Balaenopteridae, sendo a principal característica das espécies pertencentes a essa família a presença de sulcos ou pregas ventrais. Uma baleia que possui sulcos ventrais é comumente chamada de rorqual. Os sulcos iniciam-se no queixo do animal e se estendem pelo abdômen até a região do umbigo, seu número pode variar de 14 a 22 pregas, que funcionam como o fole de um acordeom, expandindo quando o animal se alimenta e contraindo quando ele expulsa água para fora da boca, as barbatanas utilizadas para filtragem do alimento são compostas por queratina, estão presentes apenas na maxila superior, são de cor escura e seu número varia entre 270 a 400 barbatanas em cada lado da boca (REEVES et al., 2002).

Esta espécie possui um corpo grande e robusto, com coloração preta no dorso e pigmentação variável na parte ventral (podendo ser preto, branco ou com manchas). Na cabeça e no maxilar inferior apresentam um número variável de protuberâncias arredondadas denominadas tubérculos. A nadadeira dorsal é pequena, mas possui formatos bastante variados, apresentando desde dorsais baixas (quase ausentes) até dorsais altas e falcadas; a nadadeira caudal é normalmente levantada durante o mergulho e a região ventral da mesma exibe padrões de pigmentação (que variam da coloração

branca a preta) e marcas naturais únicas que possibilitam a identificação individual destes animais (CLAPHAM, 2002) (Figura 1).

As fêmeas têm uma gestação de 11 a 12 meses e dão luz a um único filhote medindo entre 4 e 4,5 metros de comprimento (CHITTLEBOROUGH, 1958; CLAPHAM *et al.*, 1999). Os jovens atingem a maturidade sexual com aproximadamente cinco anos de vida, e podem viver quase 50 anos de idade (CHITTLEBOROUGH,1965).

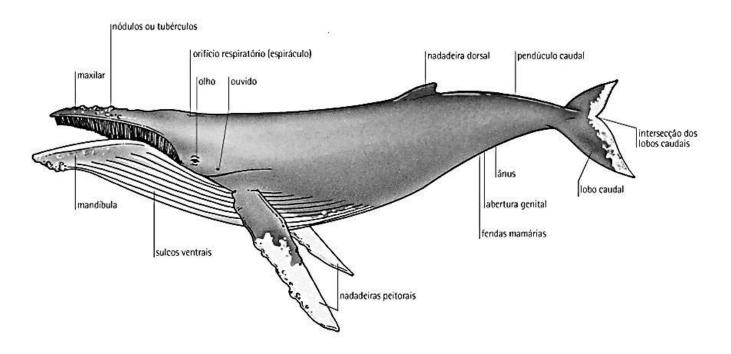


Figura 1- Estrutura anatômica da baleia-jubarte. (Fonte: Acervo Instituto Baleia Jubarte).

A baleia-jubarte é cosmopolita, ocorrendo em todos os oceanos (CLAPHAM & MEAD, 1999). São animais que realizam grandes migrações sazonais é este um dos aspectos mais marcantes da biologia desta espécie. No verão estas baleias permanecem em áreas de altas e médias latitudes, onde se alimentam de pequenos crustáceos e peixes, e no final do outono realizam uma longa migração até áreas tropicais e subtropicais para reprodução e cria de seus filhotes (CLAPHAM, 2002). Uma única população parece não migrar, sendo residente do Mar da Arábia, no norte do Oceano Índico (MIKHALEV, 1997).

Para o hemisfério norte as subpopulações de baleia-jubarte, mesmo bastante separadas durante o verão, intercruzam em áreas de reprodução comuns durante o inverno (CLAPHAM *et al.*,1993). Já para o hemisfério sul, esta espécie se alimenta em áreas separadas e durante a época reprodutiva migram para diferentes áreas de reprodução (CHITTLEBOROUGH, 1965; MACKINTOSH, 1965).

A Comissão Internacional Baleeira (*International Whaling Comission* – IWC) reconhece sete estoques reprodutivos de baleias-jubarte para o hemisfério sul que são nomeados de A a G (IWC, 2001). O estoque A é representado pelas baleias-jubarte que migram anualmente para a costa leste da América do Sul, mais especificamente para a costa leste e nordeste do litoral brasileiro (IWC, 1998; 2005) (Figura 2).

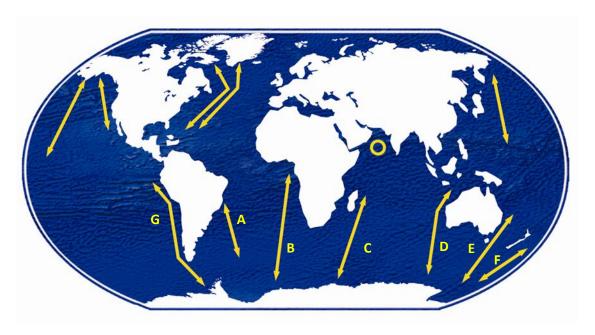


Figura 2 - Distribuição mundial das populações de baleia-jubarte, as setas indicam as rotas migratórias entre as áreas de alimentação e reprodução das distintas subpopulações desta espécie. (Fonte: Acervo IBJ).

Centenas de milhares de baleias-jubartes foram mortas no século passado, principalmente no hemisfério sul. A pressão exercida pela caça comercial moderna foi a responsável pelo declínio da maioria das populações mundiais da espécie para níveis menores que 10% das populações originais (CLAPHAM *et al.*, 1999). No Hemisfério Sul estima-se que tenham sido caçadas mais de 200.000 baleias-jubarte pela frota comercial moderna, principalmente na primeira metade do século passado (FINDLAY, 2000) (Figura 3).

A baleia-jubarte aparece em diversas listas oficiais de espécies ameaçadas. No Brasil, está classificada oficialmente como "Vulnerável" (IBAMA, 2001) e recentemente, a IUCN (*International Union for the Conservation of Nature* – organização internacional dedicada à conservação dos recursos naturais) alterou o status de "Vulnerável" para "Baixo Risco" (IUCN, 2009) devido ao crescimento populacional verificado para a maioria

das subpopulações após a moratória internacional decretada em 1986 que proibiu a caça comercial das baleias. Desde 1987 esta espécie é protegida em águas brasileiras pelo Decreto Lei nº 7643 de 18 de dezembro de 1987, que proíbe a caça e molestamento intencional de cetáceos em nossas águas.



Figura 3 - Estação Baleeira da Geórgia do Sul. A Geórgia do Sul é um arquipélago sob jurisdição do governo inglês situado na Convergência Antártica e foi um importante porto baleeiro no hemisfério sul até meados do século XX (Fonte: Acervo Instituto Baleia Jubarte).

As baleias-jubarte podem ser reconhecidas individualmente pela variação natural no padrão de pigmentação da parte ventral e no recorte da sua nadadeira caudal, estas características funcionam como marcas únicas de cada indivíduo possibilitando que sejam utilizadas na sua identificação (KATONA *et al.*, 1979; WHITEHEAD *et al.*, 1980; KATONA & WHITEHEAD, 1981).

A capacidade de identificar animais em campo é muito valiosa para o entendimento da biologia e dinâmica populacional dos animais estudados e a sua marcação permite a

medida de diversas variáveis, como número total de indivíduos, características reprodutivas, longevidade e taxa de sobrevivência (BUONANTONY, 2008). O método de identificação de indivíduos pelo registro das variações nas marcas naturais tem sido utilizado desde o final da década de 70, com sucesso para o estudo de várias espécies de cetáceos, incluindo baleias-cinzentas (DARLING, 1977), baleias-jubarte (KATONA & KRAUS,1979), orcas (BIGG, 1982), baleias-franca (PAYNE et. al., 1983), baleias-minke (DORSEY, 1983), baleias-azul (SEARS, 1984) e cachalotes (WHITEHEAD & GORDON, 1986).

Atualmente, a fotoidentificação é uma das técnicas mais populares de identificação individual a partir de marcas naturais, e é utilizada como alternativa ao método de marcação e recaptura (BUONANTONY, 2008; EVANS & HAMMOND, 2004). Em curto prazo a aplicação desta técnica fornece informações sobre padrões de movimentação e parâmetros populacionais, como tamanho e dinâmica da população, composição dos grupos e fidelidade à área (JEFFERSON *et al.*, 1993; MANN, 2000; WHITEHEAD *et al.*, 2000). A longo prazo, ela proporciona o conhecimento de parâmetros da história de vida, como idade de maturação sexual, intervalos reprodutivos, vida reprodutiva e expectativa de vida e, em alguns casos, informações sobre doenças, taxa de mortalidade e modelos de estrutura social (JEFFERSON *et al.*, 1993; WHITEHEAD *et al.*, 2000).

O potencial de sucesso das técnicas de fotoidentificação deve-se em grande parte à estabilidade das marcas no corpo do animal ao longo de períodos prolongados de tempo e à ausência de viés na probabilidade de um determinado animal ser fotoidentificado (RICE *et al.*, 1987). Apesar de eficiente e não invasivo, esse método também apresenta desvantagens.

Por exemplo, alguns tipos de marcas podem ser perdidas pelo animal durante o estudo (como arranhões e manchas) ou um individuo pode ganhar novas marcas durante sua vida, em ambos os casos, o observador pode considerar erroneamente que ele identificou um novo indivíduo na subpopulação e esses erros de identificação são denominados "falsos positivos" (GUNNLAUGSSON & SIGURJÓNSSON, 1990). Estudos contínuos, algumas vezes, escapam do problema dos falsos positivos porque conseguem monitorar o surgimento de novas marcas. É importante também usar o máximo de marcas possíveis na identificação do animal e estar atento àquelas de curta duração, usando preferencialmente as que apresentam perda de tecido que não se regenera (KATONA & KRAUS, 1979).

A identificação de baleias-jubartes através das fotografias de suas nadadeiras caudais foi realizada pela primeira vez por pesquisadores no final da década de 1970 (KATONA & KRAUS, 1979) e desde então, a técnica da fotoidentificação tem gerado informações de muitos aspectos da biologia, abundância, distribuição, movimentos e padrões migratórios desta espécie (WHITEHEAD *et al.*, 1983; BAKER *et al.*, 1986; CLAPHAM & MAYO, 1987; CALAMBOKIDIS *et al.*, 1990; KATONA & BEARD, 1990; KAUFMAN *et al.*, 1990; PERRY *et al.*, 1990; KINAS & BETHLEM, 1998; SMITH *et al.*,1999, STEIGER & CALAMBOKIDIS, 2000).

As baleias-jubarte possuem várias características morfológicas que as fazem particularmente fáceis de estudar. A mais significativa delas é a diferença no padrão de pigmentação na região ventral da nadadeira caudal, que varia de branca a preta nos indivíduos, e que também podem apresentar cicatrizes, arranhões, mordidas de orcas, algas ou lesões distintivas (KATONA & WHITEHEAD, A exposição da nadadeira caudal ocorre geralmente quando a baleia jubarte inicia um mergulho profundo ou quando realiza a exposição caudal parada (MORETE et al., 2003). Outras características como o formato da nadadeira dorsal, cicatrizes e reentrâncias nas bordas das nadadeiras dorsais e peitorais também auxiliam na identificação individual desta espécie (SCHEVILL & BACKUS, 1960; KATONA & WHITEHEAD, 1981).

Adotada em inúmeras áreas de reprodução e alimentação ao redor do mundo, esta técnica permite o monitoramento a curto, médio e longo prazo de indivíduos desta espécie, além de estimativas populacionais e o acompanhamento individual dos membros de um grupo, possibilitando o intercâmbio entre diferentes grupos de pesquisa.

No Brasil, a fotoidentificação é utilizada com frequência no estudo das subpopulações de baleia-jubarte em seu ambiente natural e é adotada pelo Instituto Baleia Jubarte desde 1988. As fotos obtidas estão organizadas em um catálogo que hoje é considerado o terceiro maior do hemisfério sul e o único elaborado e mantido por uma única organização. Neste catálogo as nadadeiras caudais são classificadas de acordo com a metodologia de ROSENBAUM *et al.* (1995) modificada; com padrões de pigmentação que variam do um ao cinco.

O padrão 1 é representado pela face quase completamente branca (até 95%), este padrão foi dividido em 1A e 1B dependendo da altura da faixa escura na região central da nadadeira caudal. O padrão 2 é representado pelas nadadeiras caudais com até 75% de cor branca, nestas caudais a faixa escura central encontra-se completamente fechada. O

padrão 3 é de 50% de coloração branca, o padrão 4 com 25% ou menos de coloração branca e o padrão 5, quase completamente negro, com menos de 5% de coloração branca (Figuras 4 e 5).

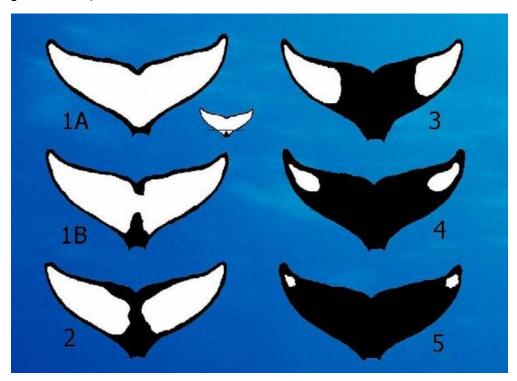


Figura 4 - Padrão das nadadeiras caudais adotadas pelo Instituto Baleia Jubarte. (Fonte: Acervo Instituto Baleia Jubarte).

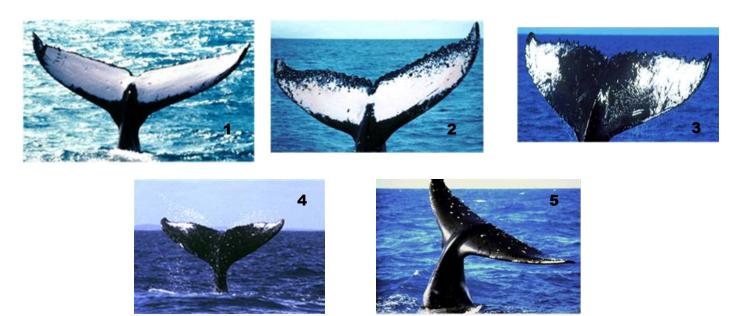


Figura 5 – Fotos do catálogo do Instituto Baleia Jubarte, mostrando os cinco padrões de pigmentação. (Fonte: Catálogo Instituto Baleia Jubarte).

O levantamento da ocorrência de baleias-jubarte realizado pelo Instituto tem como ênfase o método de marcação e recaptura através da fotoidentificação, que possibilita também trabalhos de estimativas populacionais como a realizada em Abrolhos (FREITAS et al., 2004) e de fidelidade à área reprodutiva (WEDEKIN et al., 2010; BARACHO et al., 2012).

Em trabalho publicado em 1995, ROSENBAUM et al. discutem as variações geográficas encontradas nos padrões de pigmentação da nadadeira caudal de baleias-jubartes entre sete áreas de reprodução distintas nos hemisférios norte e sul (sendo estas: Austrália Oriental; Austrália Ocidental; Colômbia; Caribe; México; Havaí e Japão) (Figura 6). Realizando análises estatísticas, foram encontradas médias de coloração da caudal diferentes e diferenças significativas entre os padrões de pigmentação nas sete áreas de reprodução, chegando à conclusão de que o histórico e as interações atuais entre as subpopulações oceânicas de baleias-jubarte estão refletidas nos padrões de pigmentação desta espécie.

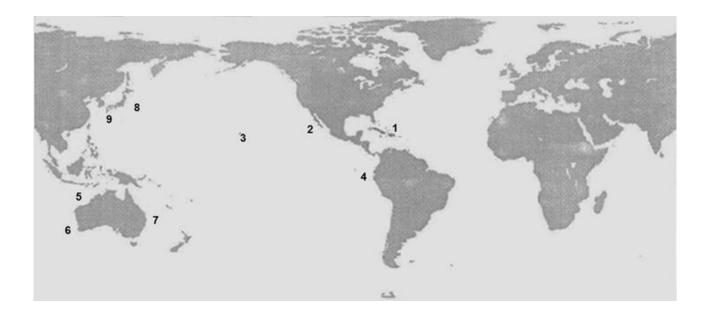


Figura 6 - As sete áreas reprodutivas analisadas por ROSENBAUM *et al.* (1995). Os números indicam os locais onde as fotos das nadadeiras caudais foram obtidas para realização deste estudo: (1) Caribe, (2) México, (3) Havaí, (4) Colômbia, (5) e (6) Austrália Oriental, (7) Austrália Ocidental, (8) e (9) Japão (adaptado de ROSENBAUM *et.al.*, 1995).

Na ocasião os autores não tiveram acesso aos dados do Atlântico Sul para incluí-lo na comparação. Os dados de fotoidentificação acumulados desde 1989 no catálogo do

Instituto Baleia Jubarte permitem complementar e incluir o estoque A (subpopulação que utiliza a costa do Brasil como área reprodutiva) nesta análise.

Com a inclusão deste estoque nas comparações poderemos corroborar os resultados de ROSENBAUM *et al.* (1995) de que as análises de distribuição de classes da pigmentação da caudal geram evidências adicionais sobre a estruturação das subpopulações oceânicas, revelando o histórico e as interações atuais entre as subpopulações de baleias-jubarte.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivos:

- Verificar qual padrão de pigmentação da nadadeira caudal é mais frequente para a subpopulação que visita a costa do Brasil na temporada reprodutiva.
- Verificar se há diferença significativa entre os padrões de pigmentação observados no Brasil e os observados nas outras sete áreas reprodutivas avaliadas por ROSENBAUM et al. (1995).

3. METODOLOGIA

3.1. Área de Estudo

A fotoidentificação das baleias-jubarte é realizada regularmente pelo Instituto Baleia Jubarte utilizando cruzeiros de pesquisa e embarcações de *whale watching* no Banco dos Abrolhos e no Litoral Norte da Bahia, áreas de concentração reprodutiva da espécie na costa do Brasil (Figura 6).

Sendo assim, a área de estudo compreende uma porção da costa leste do Brasil, representada pelo Banco dos Abrolhos (16°40'-19°30' S e 37°25'-39°45' W) e o Litoral Norte do estado da Bahia; sendo representada principalmente pela localidade de Praia do Forte (14°16'- 12°0,1'S) pertencente ao município de Mata de São João.

3.1.1. Banco dos Abrolhos

O Banco dos Abrolhos originou-se de uma acreção vulcânica à plataforma continental no cretáceo superior início do terciário, e ocupa uma área de 25.000 Km². É um alargamento da parte sul da Plataforma Continental Leste Brasileira, alcançando em frente a cidade de Caravelas uma extensão de 240 quilômetros (TELLES, 1998). Seu limite sul ocorre na foz do Rio Doce (19°30′S), no Espírito Santo, e seu limite norte no município de Prado (16°40′S), na Bahia. A profundidade média na área dos recifes costeiros é de 15 metros e no arco recifal externo a profundidade varia entre 20 e 30 metros (TELLES, 1998).

O Banco é dividido, pelo paralelo 18° 10' S, sul da cidade de Mucuri, em duas regiões distintas: porção sul com um fundo homogêneo e porção norte com um substrato de fundos não consolidados, recifes de coral e algas calcárias. Na porção norte se encontra o Arquipélago de Abrolhos, um conjunto de cinco ilhas: Santa Bárbara, Siriba, Redonda, Guarita e Sueste. A temperatura média das águas na região apresenta pouca variação; na camada superficial de julho à outubro está em torno de 24 a 25° C e nos meses quentes, de janeiro à abril entre 27 e 28° C (TELLES, 1998).

3.1.2. Litoral Norte da Bahia

A região denominada neste trabalho como Litoral Norte da Bahia compreende a área entre a cidade de Itacaré (14°16'S 38°59'W) e Subaúma, município de Entre Rios (12°0,1'S 37°33'W) totalizando 300 quilômetros de costa. A partir de 2007 começaram a ser realizados alguns cruzeiros mais ao norte até a costa do estado de Sergipe (11°16'S

37°10'W), o que ampliou a área de estudo de 300 para 400 quilômetros de costa. A principal característica desta região é a presença de uma plataforma continental estreita, cuja extensão corresponde a aproximadamente 15 quilômetros. A média de profundidade ao longo da plataforma é de 20 a 70 metros (DHN, 1995).

Dentro desta área há destaque, devido a uma maior concentração de indivíduos, para o município de Praia do Forte que ocupa 14 quilômetros de praia ao longo da costa norte do Estado da Bahia, a Praia do Forte está situada entre os rios Pojuca (12° 35' S) e Imbassaí (12° 30' S), limites Sul e Norte respectivamente, apresentando longitude de 38° 00' W e distando 80 quilômetros da capital do estado, Salvador. Por ser uma zona tropical o clima é bastante quente quase o ano todo (de 26°C em julho a 29°C em janeiro), não existindo uma temperatura característica de inverno como no clima temperado, e as temperaturas do mar oscilam de 23°C em julho a 27°C em janeiro (BARACHO *et al.*, 2012).

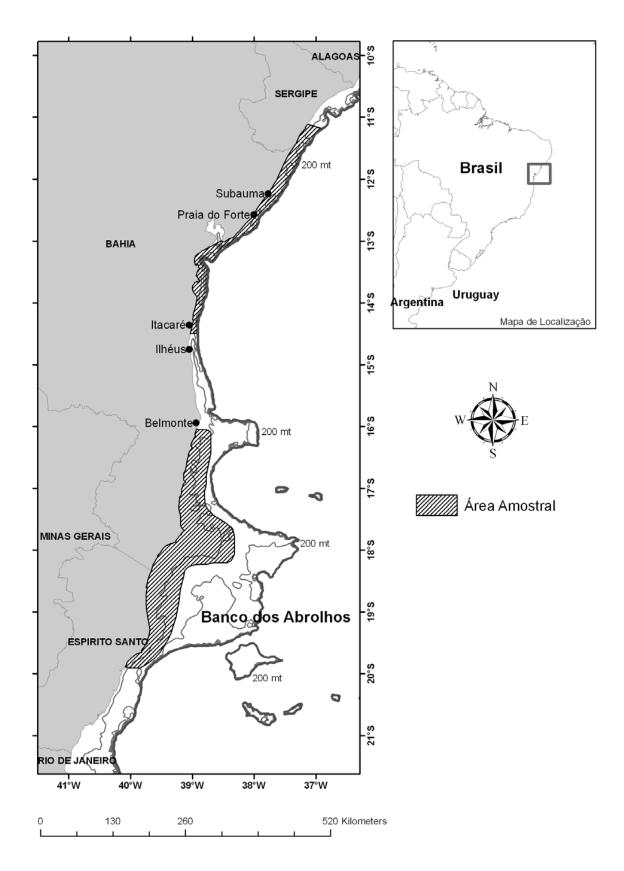


Figura 7 - Área de estudo durante a temporada reprodutiva das baleias-jubarte no litoral norte da Bahia e no Banco dos Abrolhos (fonte: BARACHO *et al.*, 2012).

3.2. Análises Estatísticas

Os dados utilizados para realização das análises estatísticas foram obtidos do catálogo de fotoidentificação do Instituto Baleia Jubarte, a partir do número total de indivíduos identificados existentes no catálogo geral de 1989 a 2009.

Para realização da comparação da subpopulação do Brasil com as outras subpopulações analisadas por ROSENBAUM *et al.* (1995) os padrões 1A e 1B foram agrupados em um único padrão.

3.2.1. Cálculo da coloração média das caudais

A coloração média das caudais do estoque reprodutivo A foi obtida através do cálculo da média aritmética ponderada, onde para cada padrão de pigmentação foi atribuído um peso. Se considerarmos uma coleção formada por 'n' números, de forma que cada um esteja sujeito a um peso, a média aritmética ponderada desses 'n' números é a soma dos produtos de cada um por seus respectivos pesos, dividida pelo número total de indivíduos.

Média Ponderada =
$$\frac{x_1p_1 + x_2p_2 + x_3p_3 + x_np_n}{x_1 + x_2 + x_3 + x_n}$$

Figura 8 - Média aritmética ponderada.

Neste estudo, ao padrão 1 (P1) foi atribuído peso 1, ao padrão 2 (P2) peso 2, ao padrão 3 (P3) peso 3, ao padrão 4 (P4) peso 4 e ao padrão 5 (P5) peso 5.

3.2.2. Testes estatísticos não paramétricos

Para verificar se há diferença significativa entre os padrões de pigmentação observados no Brasil e os observados nas demais áreas reprodutivas foram utilizados testes estatísticos não paramétricos:

- Para verificar se há diferenças significativas entre os padrões de pigmentação da nadadeira caudal foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis.
- Múltiplas comparações de pares foram realizadas usando o teste de Mann-Whitney para verificar se há diferenças significativas entre o estoque

reprodutivo A e as outras sete subpopulações analisadas por ROSENBAUM et al., estas comparações foram corrigidas utilizando a abordagem de Bonferroni (p_{α} = α 0,05/N), sendo N o número total de comparações múltiplas aos pares.

Ambos os testes foram realizados utilizando o programa PASW Statistics18.

4. RESULTADOS

Um total de 4167 indivíduos constam no catálogo de fotoidentificação do Instituto Baleia Jubarte entre os anos de 1989 a 2009 (Tabela1). O padrão de pigmentação mais frequente no Catálogo do IBJ é P1 (30,7%), seguido por P2 (21%), P5 (19,1%), P3 (15%) e P4 (14,2%) (Figura 8).

Tabela 1 - Número total de indivíduos identificados existentes no catálogo geral 1989 a 2009 e número total dividido por padrão.

Padrão	Número de indivíduos no catálogo geral
P1	1279 (30,7)
P2	873 (21)
P3	623 (15)
P4	595 (14,2)
P5	797 (19,1)
TOTAL	4167

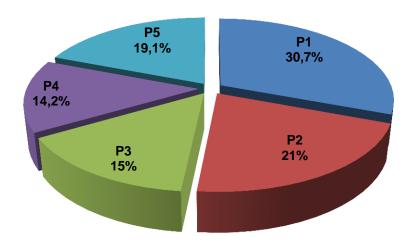


Figura 9 - Padrões das nadadeiras caudais do Catálogo IBJ 1989-2009 (n=4167).

A coloração média das nadadeiras caudais das baleias-jubarte no Brasil foi de 2,7. A Tabela 2 e a Figura 9 apresentam os resultados de ROSENBAUM *et al.* (1995) e os encontrados para o Brasil.

Tabela 2 - Comparação dos Padrões de Caudais das Baleias Jubarte do Brasil com outras sete populações reprodutivas.

Área de Reprodução	P1	P2	Р3	P4	P5	Total (n)	Coloração Média	Fonte
Austrália Oriental	186 (83,0)	30 (13,4)	6 (2,70)	2 (0,90)	0 (0,0)	224	1,21	Rosenbaum et al . 1995
Austrália Ocidental	167 (87,4)	11 (5,8)	6 (3,1)	2 (1,1)	5 (2,6)	191	1,26	Rosenbaum et al . 1995
Colômbia	65 (36,1)	41 (22,8)	41 (22,8)	19 (10,5)	14 (7,8)	180	2,31	Rosenbaum et al. 1995
Brasil	1279 (30,7)	873 (21)	623 (15)	595 (14,2)	797 (19,1)	4167	2,7	IBJ
Caribe	135 (7,9)	369 (21,7)	772 (45,4)	220 (12,9)	206 (12,1)	1702	2,99	Rosenbaum et al . 1995
México	61 (7,7)	110 (13,8)	155 (19,5)	185 (23,2)	285 (35,8)	796	3,65	Rosenbaum et al . 1995
Havaí	52 (8,9)	43 (7,4)	109 (18,7)	127 (21,8)	252 (43,2)	583	3,83	Rosenbaum et al. 1995
Japão	9 (5,1)	14 (7,9)	28 (15,7)	41 (23,0)	86 (48,3)	178	4,02	Rosenbaum et al. 1995

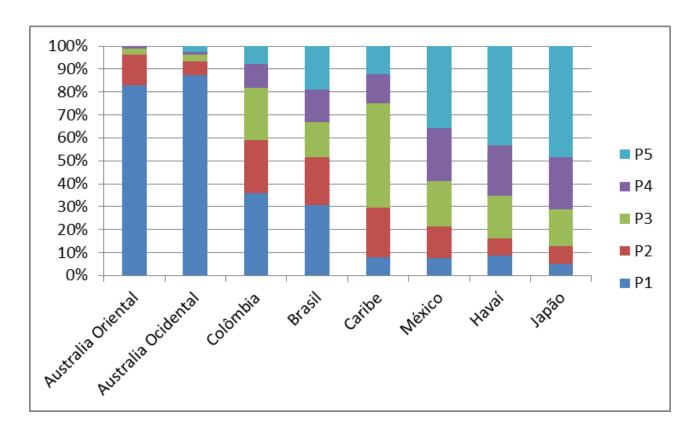


Figura 10 - Padrões das nadadeiras caudais das Baleias Jubarte do Brasil e das outras sete populações reprodutivas.

A pigmentação da caudal difere significativamente entre os padrões de pigmentação observados no Brasil e os observados nas outras sete áreas reprodutivas analisadas por ROSEMBAUM *et, al.* (1995) (Kruskal-Wallis: qui-quadrado= 28,253, gl= 7, p<0,001).

As múltiplas comparações pareadas usando o teste não paramétrico de Mann-Whitney revelaram que há diferenças significativas na pigmentação da região ventral da nadadeira caudal entre o Brasil e outras seis áreas reprodutivas analisadas (Austrália Oriental, Austrália Ocidental, Colômbia, México, Havaí e Japão), com exceção do par Brasil vs. Caribe onde não foi encontrada diferença significativa (Mann-Whitney U = 2,0, p<0,028, p_{α}=0,05).

5. DISCUSSÃO

Estudos baseados nos dados da indústria baleeira têm documentando diferenças regionais na coloração do corpo e das nadadeiras caudais dos diferentes estoques oceânicos de baleias-jubartes (MATHEWS, 1937; OMURA, 1953; PIKE, 1953; CHITTLEBOROUGH 1965).

Trabalhos como o de ROSEMBAUM *et al.* (1995) demostraram que existe diferença significativa entre a distribuição de classes de padrões de pigmentação da região ventral da nadadeira caudal de baleias-jubarte entre diferentes áreas reprodutivas e que este fenótipo pode ser utilizado para detectar diferenças nos níveis individuais e populacionais.

Com o avanço tecnológico, os dados moleculares passaram também a apontar que a variação genética de haplótipos do DNA mitocondrial é particionada entre as populações oceânicas desta espécie, mesmo que haja algum fluxo gênico entre algumas subpopulações (BAKER et. al., 1991, POMILLA & ROSEMBAUM, 2006). Entretanto é preciso deixar claro que a comparação entre os resultados dos fenótipos expressos no padrão da pigmentação da nadadeira caudal destes animais com os dados moleculares é difícil de ser realizada, pois a análise da pigmentação não permite determinar com exatidão as relações de proximidade. As diferenças entre os fenótipos se comportam mais como um traço do que como um estado do caráter (ROSENBAUM et al. 1995).

Hoje se observa uma grande divisão entre as subpopulações de baleias-jubartes dos hemisférios norte e sul, sendo a principal causa dessa separação os grandes deslocamentos migratórios. Como a migração ocorre sempre no inverno, e uma vez que as estações do ano são invertidas nos dois hemisférios, quando as subpopulações do hemisfério sul encontram-se próximas à linha do Equador, as subpopulação do hemisfério norte estão se alimentando nos mares gelados próximos ao Ártico. Da mesma forma, quando as jubartes do hemisfério norte se deslocam em direção à linha do Equador, as do sul encontram-se em suas áreas de alimentação próximas da Antártica.

A média de coloração das caudais encontrada de 2,7 para o estoque reprodutivo A é condizente com os resultados encontrado por ROSENBAUM *et al.* (1995) que apontam que há diferença significativa entre os padrões de pigmentação das baleias-jubarte do hemisfério norte e as do hemisfério sul, sendo que as primeiras caracterizam-se por uma maior ocorrência de padrões 4 e 5 enquanto as últimas possuíam maior ocorrência de padrões com predominância de branco.

Este resultado também coloca as baleias-jubarte do Brasil numa posição intermediária entre as do Caribe (subpopulação do Atlântico Norte) e da Colômbia (subpopulação do Pacífico Sul).

Para o Atlântico Norte é notável que a grande maioria das baleias-jubarte utiliza as ilhas do Caribe como área reprodutiva, e se alimentam em áreas de altas latitudes próximas ao Círculo Polar Ártico como, por exemplo, na costa do Golfo do Maine, na costa leste do Canadá e na costa oeste da Groelândia, tendo como limite norte da sua distribuição o Ártico canadense (STEVICK *et al.*, 2003; IUCN, 2009).

De acordo com STONE *et al.* (1990) as baleias-jubartes que utilizam a costa da Colômbia como área reprodutiva alimentam-se na península Antártica, na área conhecida tradicionalmente como área Antártica I. A Comissão Internacional Baleeira (*International Whaling Comission* – IWC) reconhece esta subpopulação do hemisfério sul como estoque G (IWC, 1998; 2005).

Durante muito tempo a área de alimentação das baleias-jubartes do estoque reprodutivo A permaneceu desconhecida, e muito se foi cogitado sobre as trocas de indivíduos entre este e os demais estoques reprodutivos do hemisfério sul. Até que em 2006 uma expedição para a Geórgia do Sul organizada pelo Instituto Baleia Jubarte teve como intuito identificar o destino migratório das baleias-jubartes brasileiras. Foi durante essa expedição que aconteceu a doação de 25 fotografias de nadadeiras caudais de baleias-jubarte obtidas no Arquipélago de Sanduíche do Sul pelo veleiro francês *Golden Fleece* a serviço da *British Antartic Survey* tiradas durante esse mesmo verão, que revelaram a existência de animais previamente identificados no catálogo do IBJ nos anos de 1999, 2001, 2002 e 2004. Hoje já é consenso que as baleias-jubarte brasileiras se alimentam nas águas ao redor das Ilhas Geórgia do Sul e Sanduíche do Sul (STEVICK *et al.*, 2006; ZERBINI *et al.*, 2006; ENGEL *et al.*, 2008; ENGEL & MARTIN, 2009)(Figura 10).

Em seu trabalho ROSENBAUM *et al.* (1995) já haviam encontrado diferenças significativas na distribuição de classes de pigmentação entre as baleias-jubarte colombianas e outras seis áreas reprodutivas analisadas (Austrália Oriental, Austrália Ocidental, México, Havaí e Japão) indicando que não existem trocas significativas entre estas subpopulações. Os resultados obtidos confirmaram as expectativas, uma vez que os estoques australianos e colombianos se alimentam em áreas antárticas diferentes e México, Havaí e Japão são subpopulações do hemisfério norte. Entretanto, neste mesmo trabalho os pesquisadores não encontraram diferenças significativas na distribuição de

categorias de pigmentação entre a Colômbia (hemisfério sul) e o Caribe (hemisfério norte), atribuindo essa similaridade ao acaso, e não como indicativo de troca de indivíduos entre as subpopulações.

As múltiplas comparações pareadas realizadas neste trabalho entre o estoque A e as outras sete áreas reprodutivas mostraram que existe diferença significativa na distribuição de classes de padrão de pigmentação entre as baleias-jubartes do Brasil e outras seis áreas reprodutivas (Austrália Oriental, Austrália Ocidental, Colômbia, México, Havaí e Japão).

Como esperado as subpopulações do hemisfério norte (México, Havaí e Japão) diferem significativamente na distribuição de classes de padrão de pigmentação das nadadeiras caudais quando comparadas com o padrão de pigmentação das nadadeiras caudais das baleias-jubartes do estoque reprodutivo A.

As diferenças observadas entre o estoque reprodutivo A e as outras três subpopulações do hemisfério sul (Austrália Oriental, Austrália Ocidental e Colômbia) são justificadas pela separação espacial das populações em diferentes áreas de reprodução em latitudes tropicais e em áreas de alimentação na península antártica (Austrália Oriental – área V, Austrália Ocidental – área IV e Colômbia – área I), enquanto a subpopulação brasileira permanece ao redor das ilhas da Geórgia do Sul e Sanduíche do Sul não descendo até a península antártica.

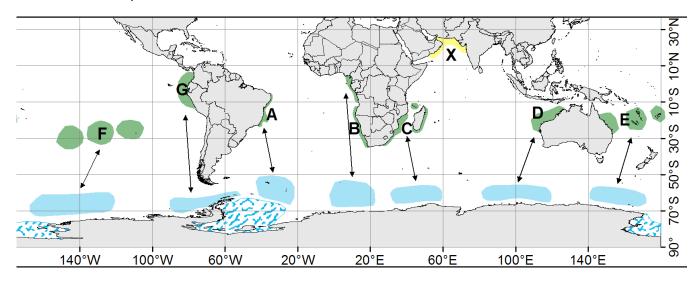


Figura 11 - Áreas de reprodução (verde) e áreas de alimentação (azul) da baleia-jubarte no Hemisfério Sul (modificado de IWC, 2001). Distribuição da população não-migratória (estoque X) do Mar da Arábia em amarelo. Região aproximada de gelo permanente representada pelos polígonos hachureados em azul claro. Estoques reprodutivos indicados por letras e principais corredores migratórios indicados por setas (fonte: WEDEKIN, 2011).

Já a similaridade nas distribuições de categorias de pigmentação encontradas entre o Brasil e o Caribe, duas populações interoceânicas que atualmente se alimentam e se reproduzem em hemisférios diferentes corroboram os achados recentes dos estudos moleculares (RUEGG et al., 2013). As análises moleculares apontam que as jubartes do Atlântico Norte são mais próximas geneticamente das do Atlântico Sul do que das do Pacifico Norte. A proposta sugere que isto ocorre devido ao gelo formado no Mar Norte, após o período interglacial Sangamonian (140.000 anos atrás) que bloqueou os principais corredores migratórios desta espécie no hemisfério norte (RUEGG et. al, 2013).

Como resultado, a diversidade genética dentro do Atlântico Norte pode ter sido mais fortemente influenciada pela subpopulação do Atlântico Sul, e esta influência pode estar hoje refletida na similaridade da distribuição de classes de padrão de pigmentação das nadadeiras caudais destes, mesmo que hoje haja separação entre estes estoques.

6. CONCLUSÃO

A inclusão do estoque A nas comparações entre as distribuições de classes de padrões de pigmentação em diferentes áreas reprodutivas contribui para elucidar o histórico da formação dos atuais estoques oceânicos e reflete as interações ocorridas durante estas separações. Adicionalmente, os dados demonstram que hoje, entre o estoque brasileiro e os demais analisados não há indícios de panmixia, já que há diferença significativa entre os padrões de pigmentação observados no Brasil e os observados em outras seis áreas reprodutivas avaliadas por ROSENBAUM et al. (1995), com exceção do Caribe onde a semelhança encontrada é justificada pelo histórico de interação relativamente recente.

7.REFERÊNCIAS:

BARACHO-NETO, C. G.; SANTOS-NETO, E.; ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L.; NEVES, M. C.; LIMA, F.; FARIA, D. Site fidelity and residence times of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Brazilian coast. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 2, p. 1-19. 2012.

BAKER, C. S.; HERMAN, L. M.; PERRY, A.; LAWTON, W. S.; STRALEY, J. M.; WOLMAN, A. A; KAUFMAN, G. D.; WINN, H. E.; HALL, J. D.; REINKE, J. M; OSTMAN, J. Migratory movement and population structure of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in the central and eastern North Pacific. **Marine Ecology Progress Series** v. 31, p. 105-119. 1986.

BAKER, C. S.; SLADE, R. W.; BANNISTER, J. L.; ABERNATHY, R. B.; WEINRICH, M. T.; LIEN, J.; URBAN, J., CORKERON, P.; CALAMBOKIDIS, J.; VASQUEZ, 0.; PALUMBI, S. R. Hierarchical structure of mitochondrial DNA gene flow among humpback whales *Megaptera novaeangliae*, world-wide. **Molecular Ecology,** v.3, p. 313-327. 1991.

BIGG, M. A. An assessment of killer whales (*Orcinus orca*) stocks off Vancouver Island, British Columbia. **Reports of the International Whaling Commission**, v. 32, p. 655-666. 1982.

BUONANTONY, D. An analysis of utilizing de Leatherback's Pineal Spot for photo-identification. 2008. 50 p. (Dissertação), Duke University, Durham. 2008.

CALAMBOKIDIS, J.; CUBBAGE, J. C.; STEIGER, G. H.; BALCOMB, K. C.; BLOEDEL, P. Population estimates of humpback whales in Gulf of the Farallones, California. p. 325-333. In: Hammond, P. S; Mizroch, S. A.; Donovan, G. P. Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 12). Cambridge, UK. 1990.

CHITTLEBOROUGH, R. G. The breeding cycle of the female humpback whale, *Megaptera* novaeangliae. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 9, p. 1-18. 1958.

CHITTLEBOROUGH R.G. Dynamics of two populations of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski). **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 16, p. 33–128. 1965.

CLAPHAM, P. J; MAYO, C. A. Reproduction and recruitment of individually identified humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, observed in Massachusetts Bay, 1975-1985. **Canadian Journal of Zoology**, v. 65, p. 2853 – 2863. 1987.

CLAPHAM, P. J.; PALSBOLL, P. J.; MATTILA, D. K. High-latitude composition of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) competitive groups in Samana Bay: further evidence for panmixis in the North Atlantic population. **Canadian Journal of Zoology**, v. 71, p. 1065-1066. 1993.

CLAPHAM, P.J. & MEAD, J.G. *Megaptera novaeangliae*. Mammalian Species, 604: 1-9. 1999.

CLAPHAM, P.J.; WETMORE, S.E.; SMITH, T.D.; MEAD, J.G. Length at birth and at independence in humpback whales. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 1(2), p. 141-146. 1999.

CLAPHAM, P. J. Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). In: W. F. Perrin, B. Wursig and J. G. M. Thewissen. **Encyclopedia of Marine Mammals**. Academic Press, p. 589-592, 2002.

DARLING, J. The Vancouver Island grey whales. **Waters** (J. Vancouver Aquarium), v. 2(1), p. 4 – 19. 1977.

DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN). Tábuas de Marés para 1994. Costa do Brasil e alguns portos estrangeiros. Rio de Janeiro, DHN. p. 1-6. 1995.

DORSEY, E. M. Exclusive adjoining ranges in individually identified minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in Washington State. **Canadian Journal of Zoology**, v. 61, p. 174 – 181. 1983.

EVANS, P. G. H.; HAMMOND, P. S. Monitoring cetaceans in European waters. **Mamal Review**, v. 34, p. 131-156. 2004.

ENGEL, M. H.; FAGUNDES, N. J. R.; ROSENBAUM, H. C.; LESLIE, M. S.; *et al.* Mitochondrial DNA diversity of the Southwestern Atlantic humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) breeding area off Brazil, and the potential connections to Antartic feeding areas. **Conservation Genetics**, v. 9, p. 1253-1262. 2008.

ENGEL, M. H. & MARTIN, A.R. Feeding grounds of the western South Atlantic humpback whale population. **Marine Mammal Science**, v.25, p. 964-969. 2009.

FINDLAY, K. P. A review of humpback whale catches by modern whaling operations in the Southern Hemisphere. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 47(2), p. 411-420. 2000.

FREITAS, A. C.; KINAS, P. G.; MARTINS, C. C. A.; ENGEL, M. H. Abundance of humpback whales on the Abrolhos Bank wintering ground, Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management** v. 6, p. 225–230. 2004.

GUNNLAUGSSON, T.; SIGURJÓNSSON, J. A note on the problem of false positives in the use of natural marking data for abundance estimation. **Reports of International Whaling Commission**, v. 12, p. 143-146. 1990.

HETZEL, B.; LODI, L. **Baleias, botos e golfinhos – Guia de identificação para o Brasil**. Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira. 280 p. 1993.

IBAMA. **Mamíferos Aquáticos do Brasil: plano de ação**. Versão II. Edições IBAMA, Brasília. 2001.

IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2009.2. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em: janeiro de 2013.

IWC. Annex G - Report of the sub-committee on comprehensive assessment of Southern Hemisphere humpback whales. **Reports of the International Whaling Commission**, v. 48, p. 170-182. 1998.

IWC. Annex G. Report of the sub-committee on the comprehensive assessment of whale stocks – in-depth assessments. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 3, p. 177-208. 2001.

IWC. Annex H - Report of the sub-committee on other southern hemisphere whale stocks. Report of the Scientific Committee. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 7, p. 235-246. 2005.

JEFFERSON, T. A.; WEBBER, M. A.; LEATHERWOOD, S. Marine Mammals of the World – FAO Species Identification Guide. Rome: United Nations Environment Programme – Food and Agriculture Organization of United Nations. 1993.

KATONA, S. K.; KRAUS, S. Photographic identification of individual humpback whales (*Megaptera novaeangliae*): evaluation and analysis of the technique. **Final report to U. S. Marine Mammal Comission**, 1979.

KATONA, S. K.; B. BAXTER, O. BRAZIER, S. KRAUS, J. PERKINS H. WHITEHEAD. Identification of humpback whales by fluke photographs. In Winn, H.E.; Olla, B.L. Behavior of marine animals—current perspectives in research, v. 3, p. 33–44. Cetaceans Plenum Press, New York, NY, U.S.A. 1979.

KATONA, S. K.; WHITEHEAD, H. Identifying humpback whales using their natural marks. **Polar Records**, v. 20(128), p. 439-44. 1981.

KATONA, S. K; BEARD, J. A. Population size, migrations and feeding aggregations of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in the western North Atlantic Ocean, p. 295-305. In Hammond, P.S, Mizroch, S.A., Donovan, G.P. **Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters**. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 12), Cambridge, UK. 1990.

KAUFMAN, G. D.; OSMOND, M. G.; WARD, A. J.; FORESTELL, P. H. Photographic documentation of the migratory movement of a humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) between East Australia and Antarctic Area V. Pp. 265-267. In Hammond, P.S, Mizroch, S.A., Donovan, G.P. **Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters**. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 12), Cambridge, UK. 1990.

KINAS, P. G.; BETHLEM, C. B. P. Empirical-bayes abundance estimation of a closed population using mark-recapture data, with application to humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Abrolhos, Brazil. **Reports of the International Whaling Commission**, v. 48, p. 447-450. 1998.

LEATHERWOOD, S. et al. Whales, Dolphins and Porpoises of the Eastern North Pacific and adjacent Artic Waters – A guide to the identification. U. S. D. O. COMMERCE. Rockville: National Oceanic and Atmospheric Administration. 1982.

MACKINTOSH, N. A. The stocks of whales. Fishing News (Books) Ltd, London. 1965.

MANN, J. et al. **Cetacean societies – Field studies of dolphins and whales**. University of Chicago Press, p. 433. 2000.

MATHEWS L. H. The humpback whale, Megaptera nodosa. **Discovery**, v. 17, p.7-92. 1937.

MIKHALEV, Y.A. Humpback whales, *Megaptera novaeangliae,* in the Arabian Sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 149, p. 13-21. 1997.

MORETE, M. E.; FREITAS, A.; ENGEL, M. H.; PACE III, R. M.; CLAPHAMC, P. J. A novel behavior observed in humpback whales on wintering grounds at Abrolhos Bank (Brazil). **Marine Mammal Science**, v. 19, n. 4, p. 694-707. 2003.

NIKAIADO, M. Retroposon analysis of major cetacean linages: The monophyly of toothed whales and the paraphyly of river dolphins. **PNAS**, v. 98, n. 13, p. 7384-7389. 2001.

NOWAK, R. M. **Walker's Marine Mammals of the World**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 2003.

OMURA, H. Biological study on humpback whales in the Antarctic whaling areas IV and V. **SCI Rep Whales Res Inst**, v. 8, p. 81-102. 1953.

ORR, R. T. **Biologia dos Vertebrados.** São Paulo: Roca. 508 p. (Edição Universitária). 2000.

PAYNE, R.; BRAZIER, O.; DORSEY, E. M.; PERKINS, J. S.; ROWNTREE, V.; TITUS, A. External features in southern right whales (*Eubalena australis*) and their use in identifying individuals. p. 371 – 445. In: PAYNE, R. **Communication and Behavior of Whales.** Westview Press. Boulder, Colorado. 1983.

PERRY, A., BAKER, C.S, HERMAN, L.M. Population characteristics of individually identified humpback whales in the central and eastern North Pacific: a summary and critique. Pp. 307-317. In Hammond, P.S, Mizroch, S.A., Donovan, G.P. Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 12), Cambridge, UK. 1990.

PIKE, G. C. Colour pattern of the humpback whales from the coast of British Columbia. **Journal Fisheries Canadian**, v. 171, p. 1-54. 1953.

POMILLA, C.; ROSENBAUM, H. Estimates if relatedness in groups of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on two wintering grounds of the southern hemisphere. **Molecular Ecology**, v. 15, p. 241-255. 2006.

REEVES, R.; STEWART, B. S., CLAPHAM, P. J., & POWELL, J. A. Guide to Marine Mammals of the World. National Audubon Society, New York. 2002.

REEVES, R. Cetacea (Whales, dolphins, and porpoises). In: M. HUTCHINS, D. G. KLEIMAN, V. GEIST, et al. **Grzimek's Animal Life Encyclopedia**. Farmington Hills: Gale Group, v. 15, p. 1-11. 2003.

RICE, M., C. CARLSON, K. CHU, W. DOLPHIN AND H. WHITEHEAD. Are humpback whale population estimates being biased by sexual differences in fluking behavior? **Reports of the International Whaling Commission** v. 37, p. 333-335. 1987.

ROSENBAUM, H. C.; CLAPHAM, P. J.; ALLEN, J.; NICOLE-JENNER, M.; FLOREZGONZÁLEZ, L.; URBAN, J. R.; LADRÓN, P. G.; MORI, K.; YAMAGUCHI, M.; BAKER, C. S. Geographic variation in ventral fluke pigmentation of humpback whale population worldwide. **Marine Ecology Progress Series**, v. 124, p. 1-7. 1995.

RUEGG, K.; ROSENBAUM, H. C.; ANDERSON, E. C.; ENGEL, M.; BAKER, C. S. Long-term population size of the North Atlantic humpback whale within the context of worldwide population structure. **Conservation Genetics**, v. 14, p.103- 114. 2013.

SCHEVILL, W. E., BACKUS, R. H. Daily patrol of a *Megaptera*. **Journal of Mammalogy**, v. 41 (2), p. 279-81. 1960.

SEARS, R. Photo-identification of individual blue whales. **Journal of American Cetacean Societies**, v. 18(3), p.10 – 12. 1984.

SMITH, T. D.; ALLEN, J.; CLAPHAM, P. J.; HAMMOND, P. S.; KATONA, S.; LARSEN, F.; LIEN, J.; MATTILA, D.; PALSBOLL, P. J.; SIRGURJONSSON, J.; STEVICK, P. T.; OIEN, N. An ocean-basin-wide mark-recapture study of the North Atlantic humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). **Marine Mammal Science**, v. 15(1), p. 1-132. 1999.

STEIGER, G. H.; CALAMBOKIDIS, J. Reproductive rates of humpback whales off California. **Marine Mammal Science**, v.16 (1), p. 220-239. 2000.

STEVICK, P. T.; ALLEN, J.; CLAPHAM, P. J.; FRIDAY, N.; KATONA, S. K.; LARSEN, F.; LIEN, J.; MATILLA, D. K.; PASBOLL, P. J.; SIGURJÓNSSON, J.; SMITH, T. D.; OIEN, N.; HAMMOND, P. S. North Atlantic humpback whale abundance and rate of increase four decades after protection from whaling. **Marine Ecology Progress Series**, v. 258, p. 263–273, 2003.

STEVICK, P. T.; GODOY, L. P.; MCOSKER, M.; ENGEL, M. H., ALLEN, J. A note on the movement of a humpback whale from Abrolhos Bank, Brazil to South Georgia. **Journal of Cetacean Research and Management**, v.8, p. 297–300. 2006.

STONE, G.; FLOREZ GONZALEZ, L.; KATONA, S.K. Whale migration record. **Nature,** p. 346 -705. 1990.

TELLES, M. D. Modelo trofodinâmico dos recifes em franja do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos – Bahia, 1998, 150 p. (Dissertação), Universidade do Rio Grande (FURG), Oceanografia Biológica. Rio Grande, RS, Brasil. 1998.

THEWISSEN, J. G. M.; WILLIAMS, E. M. The early radiations of Cetacea (Mammalia): Evolutionary Pattern and Developmental Correlations. **Annual Review of Ecology and Systenatics**, v. 33, p. 73-90. 2002.

THEWISSEN, J. G. M. et al. Whales originated from aquatic artiodactyls in the Eocene epoch of India. **Nature**, v. 450, p. 1190-1195. 2007.

TRUE, F. W. The whalebone whales of the western North Atlantic compared with those occuring in European waters: with some observations on the species of the North Pacific. **Smithsonia Contr Knowl**, v. 33, p. 1- 318. 1904.

WEDEKIN, L. L.; NEVES, M. C.; MARCONDES, M. C. C.; BARACHO, C. *et al.* Site fidelity and movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Brazilian breeding ground, southwestern Atlantic. **Marine Mammal Science**, v. 26(4), p. 787-802. 2010.

WEDEKIN, L. L. Ecologia populacional da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1871) em sua área reprodutiva na costa do Brasil, Oceano Atlântico Sul. 2011. 152 p. (Tese de Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Curitica, 2011.

WHITEHEAD, H.; HARCOURT, P.; INGHAM, K.; CLARK, H. The migration of the humpback whales past the Bay de Verde Peninsula, Newfoundland, **Canadian Journal of Zoology**, v. 58, p. 687-692. 1980.

WHITEHEAD, H.; CHU, K.; PERKINS, J. K.; BRYANT, P.; NICHOLS, G. Population size, stock identity and distribution of humpback whales off west Greenland – Summer, 1981. **Reports of the International Whaling Commission**, v. 33, p. 497-501. 1983.

WHITEHEAD, H.; GORDON, J. Methods of obtaining data for assessing and modeling populations of sperm whales which do not depend on catches. **Reports of the International Whaling Commission** (Special Issue 8), p. 149 – 66. 1986.

WHITEHEAD, H.; CHRISTAL, J.; TYACK, P. L. Studing cetacean social structure in space and time: on inovative techniques. In: J.MANN, R. C. CONNOR, P. L. TYACK, et al. Cetacean societies – Field studies of dolphins and whales. University of Chicago Press, 2000, p. 65-87. 2000.

WOODWARD, B. L.; WINN, J. P.; FISH, F. E. Morphological specializations of baleen whales associated with hydrodynamic performance and ecological niche. **Journal of Morphology**, v. 267, p. 1284-1294. 2006.

ZERBINI, A. N.; ANDRIOLO, A.; HEIDE-JORGENSEN, M. P.; PIZZORNO, J. L., *et al.* Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 313, p. 295-304. 2006.