Copyright© jul 2020 - out 2020 do(s) autor(es). Publicado pela ESFA [on line]
http://www.naturezaonline.com.br
Rodrigues M. T. et al. Análise do conteúdo estomacal e das concentrações de mercúrio total em uma baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*) (Mammalia: Cetartiodactyla: Balaenopteridae) na costa leste do Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil.
Natureza online 18 (1): 047-052
Submetido em: 27/02/2019 Revisado em: 30/05/2019 Aceito em: 15/05/2020

natureza online
ESFA ISSN 1806-7409

Análise do conteúdo estomacal e das concentrações de mercúrio total em uma baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*) (Mammalia: Cetartiodactyla: Balaenopteridae) na costa leste do Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil

Analysis of stomach contents and total mercury concentrations in a Bryde's whale (*Balaenoptera edeni*) (Mammalia: Cetartiodactyla: Balaenopteridae) on the east coast of Rio de Janeiro State, southeastern Brazil

Marcelo Tardelli Rodrigues[1*], Eduardo Barros Fagundes Netto[2], Rodrigo Cumplido[1], Ubirajara Gonçalves de Melo Júnior[1], David Braga Quintanilha[1], Eliane Teixeira Márisco[3], Micheli da Silva Ferreira Ascoli[3] & Carlos Frederico Marques Guimarães[3]

1 Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) e Universidade Federal Fluminense (UFF), Programa Associado de Pós-Graduação em Biotecnologia Marinha (PPGBM). 2 Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), Departamento de Oceanografia, Divisão de Oceanografia Biológica. 3 Universidade Federal Fluminense (UFF), Centro de Ciências Médicas (CCM), Faculdade de Veterinária, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Laboratório de Controle Físico-Químico de Alimentos.

* Autor para correspondência: orcinusorca86@gmail.com

Resumo O objetivo deste estudo foi analisar o conteúdo estomacal e as concentrações de mercúrio total no músculo de um espécime de baleia-de-Bryde que encalhou em 29 de dezembro de 2016 na Praia do Forte, na cidade de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Conteúdo estomacal, concentrações de mercúrio, baleia-de-Bryde.

Abstract The objective of this study was to analyze the stomach contents and total mercury concentrations in the muscle of a Bryde's whale specimen that ran aground on December 29, 2016 at Praia do Forte, in Cabo Frio City, Rio de Janeiro State.

Keywords: Stomach contents, mercury concentrations, Bryde's whale.

Introdução

O mercúrio é um dos elementos mais estudados sob o ponto de vista toxicológico. Em vertebrados marinhos, a principal via de absorção ocorre através da dieta, que junto com a baixa taxa de excreção leva ao aumento das concentrações do elemento ao longo da cadeia trófica (LEGAT; BRITO, 2010).

Algumas espécies são utilizadas como indicadores de fluxo de poluentes em ecossistemas aquá-

ticos e, consequentemente, da saúde dos mesmos, sendo constantemente utilizadas como monitores biológicos de alterações das características ambientais a partir da poluição presente nesses ambientes (BEEBY, 1993). Os monitores biológicos podem ser separados em três grupos: as espécies monitoras, que nos possibilitam mensurar o impacto de um determinado grupo de poluente, pois têm suas funções vitais ou desempenhos prejudicados; as espécies indicadoras, que nos possibilitam ter idéia da escala da poluição pela sua presença ou ausência no ambiente; e as espécies sentinelas, que acumulam pequenas ou grandes quantidades de poluentes em seus tecidos e órgãos, podendo, porém, não apresentar efeitos toxicológicos significativos (BEEBY, 2001).

Desse modo, algumas espécies de cetáceos vêm sendo utilizadas como sentinelas de determinados sistemas aquáticos e como indicadores da contaminação ambiental por diferentes micropoluentes (ZHOU et al., 2001; LAILSON-BRITO Jr, 2007; LAILSON-BRITO Jr et al., 2008).

A baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni* Anderson, 1878) pertence à Ordem Cetartiodactyla, Subordem Mysticeti e à Família Balaenopteridae (LODI; BOROBIA, 2013). A espécie possui distribuição circunglobal em águas tropicais e subtropicais entre 40ºS e 40ºN (JEFFERSON et al., 1993; LODI; BOROBIA, 2013; MONTEIRO-FILHO et al., 2013), realiza migração parcial e, por esse motivo, raramente alcança regiões temperadas frias e subpolares, pois não migra para áreas de alta produtividade no verão como as outras espécies de grandes baleias normalmente o fazem (LODI; BOROBIA, 2013). O fato de ser relativamente menor que os outros balaenopterídeos e de possuir uma dieta generalista explica, em parte, porque essa espécie evita realizar migrações para áreas ou regiões frias. As baleias-de-Bryde normalmente realizam movimentos da costa para o oceano e do oceano para a costa, com preferência por áreas costeiras tropicais e subtropicais de maior produtividade, bem como áreas oceânicas (LODI; BOROBIA, 2013; SICILIANO, 2015).

No Brasil, a espécie é regularmente avistada em águas da região Sudeste próximo à costa. Nas costas de Arraial do Cabo, Cabo Frio e Armação dos Búzios, na Região dos Lagos, no Estado do Rio de Janeiro, baleias-de-Bryde são avistadas com frequência todos os anos na primavera, verão e outono. As estações da primavera e verão estão associadas à ocorrência de cardumes de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), que se aproximam da costa da região para desovar (LODI; BOROBIA, 2013; SICILIANO, 2015).

O objetivo deste estudo foi analisar o conteúdo estomacal e as concentrações de mercúrio total (HgT) no músculo de um espécime de baleia-de-Bryde, que encalhou em 29 de dezembro de 2016 na Praia do Forte (22º55'23''S, 42º02'13''W), na cidade de Cabo Frio, costa leste do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1).

Materiais e métodos

Na ocasião, foi realizada a biometria, análise de conteúdo estomacal e coleta de tecido muscular. Tratava-se de um espécime juvenil de 7,3 metros de comprimento total (CT) e aproximadamente 8-10 toneladas (Figura 1). Não foi possível determinar o sexo do indivíduo. Devido ao estado de decomposição, o espécime encontrava-se sem a coloração característica da espécie, mas com os órgãos internos em bom estado de conservação, o que possibilitou a coleta do estômago e a análise do conteúdo estomacal.

Ainda no local do encalhe, foram coletados cerca de 300 g de músculo, retirados da região dorsal anterior do corpo. A amostra foi acondicionada em uma pequena caixa térmica e, logo após, transportada para o laboratório, onde foi imediatamente lavada com água destilada e, em seguida, pesada em uma balança de precisão. Após esse procedimento, a amostra foi separada em três pedaços menores (triplicata), que foram homogeneizados em peças contendo aproximadamente 0,30 g (0,27 g em média) cada uma. Em seguida, os pedaços foram estocados em sacos de polietileno tipo "zip", lavados com ácido nítrico (HNO_3) a 65%, e armazenados em um freezer, a uma temperatura de -10ºC, onde permaneceram até o dia da análise.

Para a determinação de mercúrio total (HgT) nas amostras biológicas foi utilizada a técnica de Espectrometria de Absorção Atômica com Decomposição Térmica e Amalgamação, segundo metodologia descrita por Torres (2013), com o Analisador Direto de Mercúrio DMA-80, da fabricante Milestone (Sorisole, Italy). O DMA-80 permite a determinação total

de Hg sem a necessidade de prévia digestão da amostra, com um tempo de análise de aproximadamente 5 minutos e limite de detecção (LD) de 1,5 x 10^{-6} µg/kg de HgT. Os resultados obtidos foram expressos em miligramas de mercúrio por kilogramas da amostra (mg/kg) e peso úmido (PU). A validação do método analítico foi realizada principalmente através da comparação de resultados provenientes de materiais de referência certificados (MRCs), nesse caso o NRCC--DORM-2 Dogfish muscle e o NRCC-DORM-4 Fish Protein (BUSTAMANTE et al., 2003; BRANCO et al., 2004; CARVALHO, 2007; NRCC, 2013; MORGANO et al., 2014; MORGANO et al., 2015), produzidos e certificados pela National Research Council of Canada (NRCC), com os resultados obtidos neste estudo.

Figura 1. Indivíduo de baleia-de-Bryde, já sem a coloração típica da espécie, encalhado na Praia do Forte, em Cabo Frio - RJ, em 29 de dezembro de 2016. Note a cabeça grande (à direita) e a nadadeira dorsal pequena (à esquerda), localizada na parte posterior do corpo, próximo à nadadeira caudal. Fonte: Marcelo Tardelli Rodrigues.

Resultados

A análise do estômago revelou a presença de 18 peixes pequenos, dos quais 13 estavam inteiros e em moderado estado de decomposição, o que permitiu a identificação dos espécimes até o menor nível taxonômico, possibilitando identificá-los como a espécie sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).

Em relação ao mercúrio total (HgT), foram detectadas no músculo do indivíduo analisado concentrações de HgT de 1,86, 2,35 e 2,63 mg/kg, com média de 2,28, desvio padrão de 0,39 e coeficiente de variação de 17,1%. A média ± desvio padrão (2.28 ± 0.39) encontrados foram comparados com os valores de materiais de referência certificados (MRCs): o NRCC-DORM-2 Dogfish muscle (4.64 ± 0.26) / (µg g^{-1} / mg kg^{-1}) e o NRCC-DORM-4 Fish Protein (0.410 ± 0.055) / (mg/kg) - (410 ± 55) / (µg kg^{-1}) (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação entre os valores de mercúrio total (HgT) em materiais de referência certificados (MRCs) e os valores obtidos em amostras biológicas (tecido muscular) analisadas nesse estudo.

Metal analisado	Materiais de Referência Certificados (MRCs) para metais traço em tecidos biológicos	Valores certificados	Valores obtidos nesse estudo
Mercúrio (Hg)	NRCC-DORM-2 Dogfish Muscle National Research Council of Canada (NRCC) Ottawa, Canada	4.64 ± 0.26[abc] ($\mu g\ g^{-1}$ / $mg\ kg^{-1}$)	2.28 ± 0.39 (mg/kg)
Mercúrio (Hg)	NRCC-DORM-4 Fish Protein National Research Council of Canada (NRCC) Ottawa, Canada	0.410 ± 0.055[d] (mg/kg)	
		410 ± 55[ef] ($\mu g\ kg^{-1}$)	

[a]Bustamante et al. (2003); [b]Branco et al. (2004); [c]Carvalho (2007); [d]NRCC (2013); [e]Morgano et al. (2014); [f]Morgano et al. (2015)

Discussão

O mercúrio é um metal tóxico, com ação neurotóxica (ANDERSEN et al., 1987) e teratogênica (IRWIN et al., 1997). O mercúrio também causa danos ao sistema endócrino, afetando o sucesso reprodutivo através do decréscimo da taxa reprodutiva e de alterações no desenvolvimento dos filhotes (IRWIN et al., 1997).

Poucos estudos investigaram a carga corporal de Hg em cetáceos (LEGAT; BRITO, 2010). Através do cálculo da carga corporal de Hg, Itano et al. (1984) verificaram que cerca de 90% do Hg se encontra no músculo, fígado e tecido adiposo subcutâneo (*blubber*). Andre et al. (1990) conduziram um estudo em que concordaram com a mesma afirmação e chegaram a relatar que mais de 95% da carga de Hg no corpo dos cetáceos estaria nesses três tecidos.

Existem poucos dados disponíveis na literatura em relação às concentrações de metais em misticetos, já que as pesquisas foram concentradas em espécies de odontocetos (BOWLES, 1999), provavelmente pelo fato de a maioria das coletas de amostras serem oportunistas, realizadas em animais encalhados ou provenientes de capturas acidentais.

Os cetáceos possuem ampla participação na dinâmica do Hg no ambiente aquático devido à capacidade de bioacumulação e biomagnificação, podendo apresentar pequenas ou grandes concentrações de Hg em seus tecidos e órgãos e, dessa maneira, aumentar a concentração desse metal em níveis mais elevados do que os encontrados na água ao longo da cadeia trófica (KERSHAW; HALL, 2019).

Conclusão

A concentração média de HgT encontrada neste estudo (média = 2.28) estava abaixo da concentração média do MRC NRCC-DORM-2 Dogfish muscle (média = 4.64) e acima da concentração média do MRC DORM-4 Fish Protein (média = 0.410). Porém, vale destacar que as concentrações de HgT encontradas no tecido muscular do espécime de baleia-de-Bryde analisado são altas.

Dessa forma, o uso de cetáceos como sentinelas ambientais parece ser um caminho bastante promissor em pesquisas envolvendo metais pesados.

Referências

Andersen A, Julshamn K, Ringdal O, Morkore J (1987) Trace elements intake in the Faroe Islands. Intake of Mercury and other elements by consumption of pilot whales (*Globicephalus meleanus*). **Science of the Total Environment** 65: 63-68.

Andre JM, Ribeyre F, Boudou A (1990) Mercury contamination levels and distribution in tissues and organs of delphinids (*Stenella attenuata*) from the Eastern Tropical Pacific, in relation to biological and ecological factors. **Marine Environmental Research** 30(1): 43-72.

Beeby A (1993) **Applying Ecology**. Chapman & Hall, London, United Kingdom, 441 p.

Beeby A (2001) What do sentinels stand for? **Environmental Pollution** 112: 285-298.

Bowles D (1999) An overview of the concentrations and effects of metals in cetacean species. **Journal of Cetacean Research and Management**, Special Issue, 1: 125-148

Branco V, Canario J, Vale C, Raimundo J, Reis C (2004) Total and organic mercury concentrations in muscle tissue of the blue shark (*Prionace glauca* L.1758) from the Northeast Atlantic. **Marine Pollution Bulletin** 49: 871-874.

Bustamante P, Garrigue C, Breau L, Caurant F, Dabin W, Greaves J, Dodemont R (2003) Trace elements in two odontocete species (*Kogia breviceps* and *Globicephala macrorhynchus*) stranded in New Caledonia (South Pacific). **Environmental Pollution** 124: 263-271.

Carvalho GGA (2007) Determinação de mercúrio total e inorgânico em tecidos biológicos através de injeção em fluxo acoplado à espectrometria de fluorescência atômica (FI-AFS). In: **5ª Mostra Acadêmica UNIMEP: Educação Brasileira - Extinção ou Sustentabilidade na Universidade e 15º Congresso de Iniciação Científica UNIMEP**, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba - SP, Brasil, Resumos 1-6.

Irwin RJ, Van Mouwerik M, Stevens L, Seese MD, Basham W (1997) **Environmental Contaminants Encyclopedia**. Water Resources Division, National Park Service, Fort Collins - CO, United States of America, 108 p.

Itano K, Kawai S, Miyazaki N, Tatsukawa R, Fujiyama T (1984) Mercury and Selenium Levels in Striped Dolphins Caught off the Pacific Coast of Japan. Agricultural and Biological Chemistry 48(5):1109-1116.

Jefferson TA, Leatherwood S, Webber MA (1993) **FAO Species Identification Guide: Marine Mammals of the world**. United Nations Environment Programme (UNEP), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), United Nations (UN), Rome, Italy, 330 p.

Kershaw JL, Hall AJ (2019) Mercury in cetaceans: Exposure, bioaccumulation and toxicity. **Science of the Total Environment** 694: 133683.

Lailson-Brito Jr J (2007) Bioacumulação de mercúrio, selênio e organoclorados (DDT, PCB e HCB) em cetáceos (Mammalia, Cetacea) da costa Sudeste e Sul do Brasil. **Tese de doutorado**, Instituto de Biofísica Carlos Chaga Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro - RJ, Brasil, 260 p.

Lailson-Brito Jr J, Dorneles PR, Silva VMF, Martin AR, Bastos WR, Azevedo-Silva CE, Azevedo AF, Torres JPM, Malm O (2008) Dolphins as indicators of micropollutant trophic flow in Amazon Basin. **Oecologia Brasiliensis** 12(3): 531-541.

Legat LNA, Brito JL (2010) O mercúrio em cetáceos (Mammalia, Cetacea): uma revisão. **Oecologia Australis** 14(4): 1021-1035.

Lodi L, Borobia M (2013) **Baleias, botos e golfinhos do Brasil: guia de identificação**. Technical Books Editora, Rio de Janeiro - RJ, Brasil, 480 p.

Monteiro-Filho ELA, Oliveira LV, Monteiro KDKA, Filla GF, Quito L, Godoy DF (2013) **Guia Ilustrado de Mamíferos Marinhos do Brasil**. Projeto Botocinza, Instituto de Pesquisas Cananéia (IPeC), São Paulo - SP, Brasil, 108 p.

Morgano MA, Milani RF, Perrone AAM (2015) Determination of Total Mercury in Sushi Samples Employing Direct Mercury Analyzer. **Food Analytical Methods** 8(9): 2301-2307.

Morgano MA, Milani RF, Silvestre LK (2014) Mercúrio em sushi: influência da massa e validação de metodologia na análise direta por TDA AAS. In: **37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química: O papel da química no cenário econômico atual - competitividade com responsabilidade**, Sociedade Brasileira de Química (SBQ), Natal - RN, Brasil, Resumos.

NRCC (2013) National Research Council of Canada. **Certified Reference Materials (CRMs) for trace metals in biological tissues: DORM-4:**

Fish protein certified reference material for trace metals. Ottawa, Canada. Disponível em: <https://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/solutions/advisory/crm/certificates/dorm_4.html>. Acesso em: 13 de junho de 2018.

Siciliano S (2015) Ilustres veranistas: Quem são e como vivem as baleias-de-bryde. **Ciência Hoje** 54(324): 28-31.

Torres DP (2013) Mercúrio: validação de método para determinação em peixe e camarão e avaliação da sua distribuição em tecidos de caranguejos e efeito da presença de selênio. **Tese de doutorado**, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas - SP, Brasil, 95 p.

Zhou JL, Salvador SM, Liu YP, Sequeira M (2001) Heavy metals in the tissues of common dolphins (*Delphinus delphis*) stranded on the Portuguese coast. **Science of the Total Environment** 273(1): 61-76.