

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 26/02/2018.

DISSERTAÇÃO

**ESTRUTURA GENÉTICA POPULACIONAL DO POLVO
ELEDONE MASSYAE (CEPHALOPODA: OCTOPODIDAE) NA
COSTA SUL E SUDESTE DO BRASIL**

Marina Mills Mattioli

Orientador:

Prof. Dr. Fernando Fernandes Mendonça

Co-orientador:

Prof. Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás

BOTUCATU-SP
2016

MARINA MILLS MATTIOLI

**ESTRUTURA GENÉTICA POPULACIONAL DO POLVO *ELEDONE*
MASSYAE (CEPHALOPODA: OCTOPODIDAE) NA COSTA SUL E SUDESTE
DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como requisito para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientador: Prof. Dr. Fernando Fernandes Mendonça

Co-orientador: Prof. Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás

BOTUCATU-SP
2016

Mattioli, Marina Mills

Estrutura Genética Populacional do Polvo Eledone Massyae (Cephalopoda: Octopodidae) na costa sul e sudeste do Brasil / Marina Mills Mattioli. – Botucatu, 2016. 43f.

Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia)) - Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, 2016.

Orientadora: Profª Drª Fernando Fernandes Mendonça

Coorientador: Profª Drª Acácio Ribeiro Gomes Tomás

1.populacional; 2.genética; 3.DNA; 4.COI; 5.eledone massyae; 6.conservação.

CDD

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARINA MILLS MATTIOLI

ESTRUTURA GENÉTICA POPULACIONAL DO POLVO *ELEDONE* *MASSYAE* (CEPHALOPODA: OCTOPODIDAE) NA COSTA SUL E SUDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como requisito para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientador: Prof. Dr. Fernando Fernandes Mendonça

Co-orientador: Prof. Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás

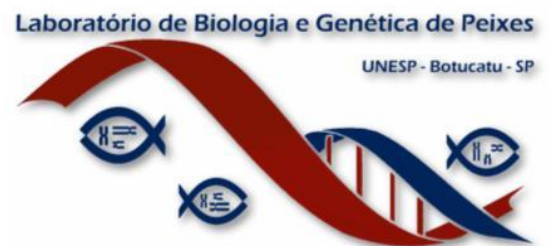
A banca examinadora da dissertação, em sessão pública realizada em ____/____/____, considerou o candidato:

1) Examinador:

2) Examinador:

3) Examinador:

4) Presidente:



*“O cientista não é o homem que fornece as verdadeiras respostas;
é quem faz as verdadeiras perguntas”.*
(Claude Lévi-Strauss)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, meus irmãos Murilo e Marília e meus pais Grace e Carlos, por serem minha maior inspiração.

Em especial, agradeço muito meu marido, Victor Carrozza Barcellini, biólogo marinho, melhor amigo e grande parceiro em todos os momentos, por, além de me incentivar muito, contribuir sempre com seu grande conhecimento e paixão pela Biologia.

Agradeço também ao meu orientador Fernando Fernandes Mendonça, co-orientador Acácio Ribeiro Gomes Tomás e a todos os parceiros de laboratório, principalmente a Juliana (Jubs), por me passar todos os passos necessários para que eu chegasse até aqui.

Deixo também registrado meus agradecimentos à Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, pela oportunidade de desenvolver esse trabalho com profissionais especializados e reconhecidos, à Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, por disponibilizar sua estrutura para que o projeto pudesse acontecer em Santos – SP e ao Instituto de Pesca pela grande contribuição nas coletas e principalmente no acesso as informações de cada embarcação.

Por fim, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ e, também, à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio durante todo o período de desenvolvimento do projeto.

Muito obrigado!

Resumo

Embora o manejo de recursos tradicionalmente explorados tenha um histórico de aproximadamente um século de pesquisas, os primeiros estudos do ciclo de vida de cefalópodes foram iniciados pouco antes da década de 60 apresentando ainda muitas lacunas a serem investigadas. Com cerca de 87% dos recursos explorados ou sobreexplorados, a atividade pesqueira marinha enfrenta uma grave crise, podendo tornar-se em poucos anos uma atividade economicamente inviável sobre diversos estoques, além de comprometer a sustentabilidade do ambiente marinho. Os polvos do gênero *Eledone* englobam espécies bentônicas de pequeno a médio tamanho e sua distribuição geográfica concentra-se na costa sudeste da América do Sul começando no Brasil e chegando até a Argentina. Haplótipos de DNA mitocondrial (mtDNA) apresentam distribuição geográfica determinada em diversas espécies, tornando possível correlacionar uma dimensão filogenética com estruturas de populações, levando ao conceito de filogeografia. A partir dos fatos apresentados, este trabalho visou caracterizar a biodiversidade molecular, a estrutura populacional, e a identificação e distribuição dos estoques genéticos da espécie *E. massyae*, utilizando sequências do gene Citocromo Oxidase Subunidade I (COI) do mtDNA. Para isso, foram obtidas 133 amostras do litoral do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. A partir dos 602 pares de bases sequenciados, foram identificados 20 sítios polimórficos, originando 15 haplótipos. A diversidade haplotípica total foi de $H_d = 0,3021$ e diversidade nucleotídica $\pi = 0,00105$, mostrando uma diversidade relativamente alta. A Análise de Variância Molecular (AMOVA), apontou nível moderado de estruturação ($F_{ST} = 0,0784$ $p = 0,000001$) entre a região Sul e Sudeste. Diante disso, hipóteses relacionadas a influência da pluma do Rio da Prata e da Água Central do Atlântico Sul que ressurge na plataforma continental da região de Cabo Frio (RJ), são discutidas como um potencial determinante na estruturação destas populações. O presente estudo fornece assim, um melhor entendimento da dinâmica de dispersão, fluxo gênico e diversidade genética para que planos de conservação e manejo sejam propostos de maneira assertiva e de fato, alcancem níveis satisfatórios na preservação dos estoques naturais do *E. massyae*.

Palavras-chave: Populacional, Genética, DNA, COI, *Eledone massyae*, Conservação.

Abstract

Although the management of resources traditionally exploited has a history of nearly a century of research, first studies of cephalopod life cycle were started just before the 60s still presenting many gaps to be investigated. With about 87% of the resources exploited or overexploited, the marine fishing industry faces a serious crisis, may become in a few years an economically unviable activity on several stocks, in addition to compromising the sustainability of the marine environment. Octopuses from the *Eledone* genus include benthic species of small to medium size and its geographical distribution is concentrated on the southeast coast of South America starting in Brazil and coming to Argentina. Haplotype of mtDNA from populations presents a determined geographic distribution in many species, making it possible to introduce a phylogenetic dimension in discussions related to population structure, leading to the concept of phylogeography. From the facts presented, this study aimed to characterize the molecular biodiversity, population structure and the identification and distribution of the *E. massyae* genetic stocks in the study areas, using sequences of Cytochrome Oxidase Subunit I (COI) from mitochondrial DNA (mtDNA). For this, 133 samples were obtained from the states of Rio de Janeiro, São Paulo and Paraná. There were obtained 602 base pairs, 20 polymorphic sites and 15 haplotypes. Total haplotype diversity was $H_d = 0.3021$, nucleotide equal to $\pi = 0.00105$, showing a high diversity, as well as other species of octopus. The Analysis of Molecular Variance (AMOVA) showed moderate level of structure ($F_{ST} = 0.0784$, $P = 0.00000$) between the South and Southeast. Thus, hypotheses concerning the influence of the plume from the Prata River and the resurgence of the South Atlantic Central Water in areas on the continental shelf in the region of Cabo Frio are discussed in order to better understand the dynamics in the dispersal and gene flow to better propose management and conservation plans that indeed achieve satisfactory levels in the preservation of natural stocks of *E. massyae*.

Keywords: Population, genetics, DNA, COI, *Eledone massyae*, Conservation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Pesca Marinha – Exploração	1
1.2 Pesca Marinha – Comércio	3
1.3. Classe, gênero e a espécie <i>Eledone massyae</i>	4
1.4. Biologia Molecular e Conservação de Espécies	8
2. OBJETIVO.....	10
2.1. Objetivos específicos.....	10
3. Material e Métodos	11
3.1. Área de Estudo.....	11
3.2. Obtenção das amostras	12
3.3. Protocolos para extração, amplificação e sequenciamento do DNA.....	13
3.4. Análises genético-populacionais	14
4. RESULTADOS	16
5. DISCUSSÃO	20
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
7. REFERÊNCIAS	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplos de <i>E. massyae</i> (Fonte: Própria autora).....	7
Figura 2. Distribuição Geográfica da Espécie <i>E. massyae</i> . Fonte: FAO (2016).	7
Figura 3. Distribuição das áreas onde foram obtidos os exemplares de <i>Eledone massyae</i> (Elaborado pelo autora).	11
Figura 4. Identificação dos exemplares. Fonte: Própria autora.	12
Figura 5. Extração do tecido de <i>E. massyae</i> . Fonte: Própria autora.	12
Figura 6. Armazenamento do tecido em solução de etanol (95%). Fonte: Própria autora.	13
Figura 7. Rede de haplótipos do polvo <i>Eledone massyae</i> calculada pelo método Median-Joining. ...	18
Figura 8. Árvore de haplótipos do polvo <i>Eledone massyae</i> construída utilizando o método Neighbor-Joining, com modelo evolutivo e com 1000 réplicas de bootstrap.	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Exportações brasileiras de polvo congelado (2001-2007).	3
Tabela 2. Exportações brasileiras de polvo congelado por unidade federativa (2001-2007).	4
Tabela 3. Sítios polimórficos localizados nos 15 haplótipos da espécie <i>Eledone massyae</i>	16
Tabela 4. Estatística populacional da espécie <i>Eledone massyae</i> (Legenda: n = número de indivíduos; P = sítios polimórficos; Nh = número de haplótipos; Hd = diversidade haplotípica; π = diversidade nucleotídica).	17
Tabela 5. Distribuição geográfica de haplótipos da espécie <i>Eledone massyae</i>	17
Tabela 6. Diferenciação genética (F_{ST}) entre os pares das regiões estudadas. Nível de significância de $p < 0,05$ (+).	18

1. INTRODUÇÃO

Embora o manejo de recursos tradicionalmente explorados tenha um histórico de aproximadamente um século de pesquisas (DIEGUES, 1983), os primeiros estudos do ciclo de vida de cefalópodes foram iniciados pouco antes da década de 60 apresentando ainda muitas lacunas a serem investigadas (CADDY, 1983). De maneira geral, conhecimentos básicos sobre a composição específica das capturas das diversas artes de pesca e a estrutura das populações por tamanho, sexo e aspectos da reprodução também foram pouco abordados. Apesar dos estudos relacionados à distribuição, reprodução e alimentação nas regiões Sul (PEREZ, 1990; PEREZ et al., 1990; PEREZ e HAIMOVICI, 1991; PEREZ et al., 1997), morfologia do sistema reprodutor e maturação sexual de machos no Rio de Janeiro (BARBOSA, 2004) e estrutura da população e reprodução em São Paulo (CARVALHO, 2007), até o presente momento não foram identificados trabalhos utilizando ferramentas moleculares que possibilitem recomendações de manejo considerando a existência de estoques diferenciados de *E. massyae*, permanecendo dúvidas sobre a ocorrência de mais de uma população nas regiões sul e sudeste do país.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez observado um nível de estruturação moderado entre as amostras coletadas no Paraná, em relação às demais regiões (São Paulo e Rio de Janeiro), torna-se importante considerar a caracterização de populações diferenciadas no litoral brasileiro, para a efetiva elaboração de planos de manejo e conservação específicos para as diferentes regiões.

Entretanto, para que planos de conservação e manejo sejam propostos de maneira assertiva e que de fato alcancem níveis satisfatórios na preservação do *E. massyae*, faz-se necessárias análises que incluam amostras de regiões mais ao sul da costa brasileira, como Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e também de outras regiões onde a espécie ocorre como Uruguai e Argentina. Dessa forma, seria possível entender melhor a dinâmica na dispersão e no fluxo gênico, além de possibilitar a identificação da região basal da espécie. Além disso, estudos mais detalhados sobre a dinâmica das correntes oceanográficas e suas influências sobre a espécie e a região que ela ocorre, também poderiam esclarecer ainda mais a estruturação dessa população.

Por fim, diante de todos os pontos apresentados, entende-se que os resultados obtidos apresentam as primeiras análises genéticas da espécie, revelando dinâmicas populacionais que abrem caminho para o manejo diferenciado entre as populações do *E. massyae* nas regiões estudadas.

7. REFERÊNCIAS

- ACHA, E.M., MIANZAN, H., GUERRERO, R.A., FAVERO, M. E BAVA, J. Marine fronts at the continental shelves of austral South America physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems* 44, 83-105, 2004.
- ALLCOCK A. L.; BRIERLEY A. S.; THORPE J. P.; RODHOUSE P. G. Restricted gene flow and evolutionary divergence between geographically separated populations of the Antarctic octopus *Pareledone turqueti*. *Marine Biology*, v.129, p.97-102, 1997.
- ALTSCHUL SF, GISH W, MILLER W, MYERS EW, LIPMAN DJ. Basic local alignment search tool. *Journal of molecular biology* 215: 403-410, 1990.
- ALVES-GOMES, J.A.; ORTÍ, G.; HAYGOOD, M.; MEYER, M.; HEILIGENBERG, W. Phylogenetic analysis of the South American electric fishes (Order Gymnotiformes) and the evolution of their electrogenic system: A synthesis based on morphology, electrophysiology, and mitochondrial sequence data. *Molecular Biology Evolution* 12(2): p. 298-318, 1995.
- ALVES-GOMES, J.A. The phylogenetic position of the South American electric fish genera *Sternopygus* and *Archolaemus* (Ostariophysi; Gymnotiformes) according to 12S and 16S mitochondrial DNA sequences. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre. p. 447-460, 1998.
- AMARATUNGA, R. Populations biology. In: BOYLE, P.R. *Cephalopod Life Cycles, Comparative Reviews*. London: Academic Press, p. 239-252, 1987.
- ANDREW, N.L.; PEPPERELL, J.G. The by-catch of shrimp trawl fisheries. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 30: 527-565, 1992.
- ARCHIDIACONO, A.M.; TOMÁS, A.R.G. The Brazilian panorama in the world octopus trade - a study case. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, 42(1): 85 – 93, 2009.
- AVISE J. C.; ARNOLD J.; BALL R.M.; BERMINGHAM E.; LAMB T.; NEIGEL J.E.; REEB C. A.; SAUDERS N. C. Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematic. *Annual Review Ecology Systematics*, v.18, p.489-522, 1987.
- AVISE J. C. *Phylogeography: The History and Formation of Species*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 2000.
- BANDELT H-J, FORSTER P, RÖHL A. Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. *Molecular biology and evolution* 16: 37-48, 1999.

- BARBOSA, S.S. Morfologia do sistema reprodutor e maturação sexual de machos de *Eledone massyae* Voss, 1964 (Cephalopoda: Octopodidae) do Estado do Rio de Janeiro. 2004. 53p. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- BECHENBACH, A.T.; THOMAS, W.K.; SOHARABI, H. Intraspecific sequenci variation and mitochondrial genome of raibow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Genome*. 33:13-15, 1990.
- BEHEREGARAY, L.B.; SUNNUCKS, P.; BRISCOE, D.A. A rapid fish radiation associated with the last sealevel changes in southern Brazil: the silverside *Odontesthes perugiae* complex. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 269, 65–73, 2003.
- BERMINGHAM E.; MARTIN A. P. Comparative mtDNA phylogeography of neotropical freshwater fishes: testing shared history to infer the evolutionary landscape of lower Central America. *Molecular Ecology*, v.7, p.499-517, 1998.
- BRIERLEY A. S.; THORPE J. P. Biochemical Genetic Evidence Supporting the Taxonomic Separation of *Loligo gahi* from the genus *Loligo*. *Antarctic Science*, v. 6, p. 143-14, 1994.
- BOYLE, P.R. The UFAW handbook on the care and management of Cephalopods in the laboratory. Aberdeen: Universities Federation for Animal Welfare, 1991.
- BROWN, B.L.; CHAPMAN, R.W. Gene flow and mitochondrial DNA variation in the killifish *Fundulus heteroclitus*. *Evolution*. 45:1147-1161, 1991.
- CABRANES, C.; FERNANDEZ-RUEDA, P.; MARTÍNEZ J.L. Genetic structure of *Octopus vulgaris* around the Iberian Peninsula and Canary Islands as indicated by microsatellite DNA variation. *ICES Journal of Marine Science*, v. 65, p. 12-16, 2008.
- CADDY, J.F. The cephalopods: factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks. *FAO Fish.Tec.Pap.* 231: 452 p., 1983.
- CARVALHO, E.S. Estrutura da população e reprodução do polvo *Eledone massyae* Voss, 1964 (Mollusca, Cephalopoda, Octopodidae) na pesca do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento. São Paulo, 2007.
- CAVERIVIERE, A.; DOMAIN, F.; DIALLO, A. Observations on the influence of temperature on the length of embryonic development in *Octopus vulgaris* (Senegal). *Aquatic Living Research*, v.12, p. 151-154, 1999.
- COSTA, P.A.S.; HAIMOVICI, M. A pesca de polvos e lulas no litoral do Rio de Janeiro. *Ciência e Cultura*, v.42, n.12, p.1124-1130, 1990.

- DAVIES, R.W.D.; CRIPPS, S.J.; NICKSON, A.; PORTER, G. Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, Cardiff, 33(4): 661-672, 2009.
- DE GROOT, S.J. Edible species. In: Ruiter, A (ed) *Fish and Fishery Products: Composition, Nutritive Properties and Stability*. IK: CAB International, 1995.
- DE LUCA, D.; CATANESE, G.; PROCACCINI, G.; FIORITO, G. An integration of historical records and genetic data to the assessment of global distribution and population structure in *Octopus vulgaris*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2014.
- DIAS NETO, J.; DORNELLES, L.D.C. Diagnostico da pesca marítima do Brasil. Coleção Meio Ambiente. Serie Estudos Pesca (Brasil). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renovaveis, Brasilia-DF. 163 p.. no. 20, 1996.
- DIEGUES, A. C.S. Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar. São Paulo, Ed. Ática, 1983.
- EXCOFFIER, L.; SMOUSE, P.; QUATTRO, J. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, v.131, p.479-491, 1992.
- EXCOFFIER, L.; H.E. L. LISCHER. Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources*, v.10, p.564-567, 2010.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. GLOBEFISH Highlights. FIPM/FAO 2015. ed.1, p.62. 2015.
- _____. Review of the state of world marine fishery resources. Fisheries and Aquaculture Resources Use and Conservation Division. Roma, 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/015/i2389e/i2389e.pdf>>. Acessado em: set.14.
- _____. Species Distribution Map. Roma, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html>. Acessado em: fev. 2016
- FERRIS, S. D.; BERG W. J. The utility of mitochondrial DNA in fish genetics and management. In: *Population Genetics and Fisheries Management*. University of Washington Press, Seattle, WA, pp. 277-301, 1987.
- FERRIS, S.D.; SAGE, S.D.; HUANG, C.M.; NIELSEN, J.T.; RITTE, U; WILSON, A.C. Flow of mitochondrial DNA across species boundary. *Proc Natl Acad Sci USA*. 80:2290-2294, 1983.
- FOLMER, O. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol*, v.3, p.294-299, 1994.

- GASALLA, M.A.; MARQUES, C.A. Contribuição ao estudo do ciclo reprodutivo da lula *Loligo plei* (Cephalopoda: Loliginidae) no Sudeste do Brasil. Anais da XII Semana Nacional de Oceanografia, Itajaí. p. 673-675, 2000.
- GRAVES, J.E. Molecular insights into the population structure of cosmopolitan marine fishes. *Journal of Heredity*, 89, 427–437, 1998.
- HAIG, S.M. Molecular contribution conservation. *Ecology*, 79:413-425, 1998.
- HALL, M.A.; ALVERSON, D.L.; METUZALS, K.I. By-catch: problems and solutions. *Marine Pollution Bulletin*, Oxford, 41: 204-219, 2000.
- HANLON, R.T.; MESSENGER, J.B. *Cephalopodes Behaviour*. Greta britan, Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO, J. M. Cefalópodes Costeiros Capturados na Pesca de Arrasto do Litoral Sul do Brasil. *Arquivo Biológico Tecnológico*, v.23, n.3, p.473-495, 1986.
- HEADS, M. Towards a panbiogeography of the seas. *Biological Journal of the Linnean Society* 84, 675-723, 2005.
- IGARASHI, M.A. Situação atual e o potencial para o desenvolvimento do cultivo de polvo no Brasil. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.*, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 417-427, out./dez. 2010.
- KEARSE M, MOIR R, WILSON A, STONES-HAVAS S, CHEUNG M, STURROCK S, BUXTON S, COOPER A, MARKOWITZ S, DURAN C. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics* 28: 1647-1649, 2012.
- KELLEHER K. Discards in the World's Marine Fisheries An Update. *FAO Fish. Tech. Paper* 470. FAO, Rome. 131 pp., 2005.
- KNOELLER, J.M.; TOMÁS, A.R.G.; CALTABELLOTTA, F.P; VASKE JUNIOR, T. Morfometria e pigmentação dos bicos do polvo *Eledone massyae* (cephalopoda: octopodidae). *Revista Ceciliana* Dez 6(2): 21-23, 2014.
- KUUSIPALO, L. Genetic differentiation of endemic nile perch *Lates niloticus* (Centropomidae, Pisces) populations in Lake Tanganyika suggested by RAPD markers. *Hydrobiologia*. 407: 141-148. 1999.
- LI, M; WEI, F; GOOSSENSE, B; FRENG, Z; TAMATE, H.B.; BRUFORD, M.W.; FUNK, S.M. Mitochondrial phylogeography and subspecific variation in the red panda (*Ailurus fulgens*): Implication for conservation. *Mol. Phylogenet. Evol.* 36:78-89, 2005.

- LÜ, Z.; LI, Q.; LI, H.; WU, C.W. Deep Phylogeographic Break Among *Octopus variabilis* populations in China: Evidence from Mitochondrial and nuclear DNA analyses. *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 51, p. 224-231, 2013.
- LUCAS, A.J., GUERRERO, R.A., MIANZAN, H.W., ACHA, E.M. E LASTA, C.A. Coastal oceanographic regimes of the northern Argentine continental shelf (34-43 S). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 65, 405-420, 2005.
- MALTAGLIATI, F.; BELCARI, P.; CASU, D.; CASU, M.; SARTOR, P.; VARGIU, G.; CASTELLI, A. Allozyme genetic variability and gene flow in *Octopus vulgaris* (Cephalopoda, Octopodidae) from the Mediterranean Sea. *Bulletin of Marine Science*, v. 71, n.1, p. 473-486, 2002.
- MIRANDA, L. B. de; CASTRO, B. M.de; KJERFVE, B. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- MIRANDA, T.P; MARQUES, A.C. Abordagens atuais em biogeografia marinha. *Revista da Biologia* (2011). Vol. Esp.Biogeografia:41-48, 2011.
- MOREIRA, A.A.; TOMÁS, A.R.G.; HILSDORF, A.W.S. Evidence for genetic differentiation of *Octopus vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda) fishery populations from the southern coast of Brazil as revealed by microsatellites. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.407, n.1, p.34-40, 2011.
- MORITZ, C.; DOWLING, T.E.; BROWN, W.M. Evolution of animals mitochondrial DNA: relevance for population biology and systematics. *Ann Rev Eol Syst.* 18:269-292, 1987.
- MYERS, A.A. Biogeographic barriers and the development of marine biodiversity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44, 241-248, 1997.
- ONG, T.L.; STABILE, J; WIRGIN, I; WALDMAN, J.R. Genetic divergence between *Cipenser oxyrinchus* and *A. o. desotoi* as assessed by mitochondrial sequencing analysis. *Copeia*. 464-469, 1996.
- ORTÍ, G.; PETRY, P.; PORTO, J.I.R.; JÉGO, M.; MEYER, A. Patterns of nucleotide change in mitochondrial ribosomal RNA genes and the phylogeny of piranhas. *J Mol Evol.*, v.42, p.169-182, 1996.
- PATERNELLO T.; MARCATO S.; ZANE L.; VAROTTO V.; BARGELLONI L. Phylogeography of the *Chionodraco* genus (Perciformes, Channichthyidae) in the Southern Ocean. *Molecular Phylogenetics Evolution*, v.28, p.420-429, 2003.
- PERDICES A.; CUNHA C.; COELHO M. M. Phylogenetic structure of *Zacco platypus* (Teleostei, Cyprinidae) populations on the upper and middle Chang Jiang (Yangtze) drainage inferred from cytochrome b sequence. *Molecular Phylogenetics Evolution*, n.31, p.192-203, 2004.

- PEREZ J.A.A. Distribuição, Reprodução e Alimentação de *Eledone massyae* e *Eledone gaucha* (Cephalopoda: Octopodidae), no Sul do Brasil. 1990. 145p. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade do Rio Grande. Rio Grande-RS, 1990.
- PEREZ, J.A.A., HAIMOVICI, M.; COUSIN, J.C.B. Sperm storage mechanisms and fertilization in females of two south american Eledonids (Cephalopoda: Octopoda). *Malacologia*, v.32, n.1, p.147-154, 1990.
- PEREZ, J.A.A.; HAIMOVICI, M. Sexual maturation and reproductive cycle of *Eledone massyae*, Voss, 1964 (Cephalopoda:Octopodidae) in southern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, v.49, n.1-2, p.270-279, 1991.
- PEREZ, J.A.A., HAIMOVICI, M.; SANTOS, R.A. Observations on the reproductive biology of the octopod *Eledone gaucha* Haimovici, 1988, in southern Brazil. *American Malacological Bulletin*, v.14, n.1, p.81-84, 1997.
- PESTANO, J; BROWN, R.P. Geographical structuring of mtDNA in *Chalcides sexlineatus* within the island of Gran Canaria. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 266, 815–823, 1999.
- PIOLA, A.R.; MATANO, R.P.; PALMA, E.; MOLLER', J.R.; OO, E.; CAMPOS, E.J.D. The influence of the Plata river discharge on the western South Atlantic Shelf. *Geoph. Res. Letters*. 32: 1-4, 2005.
- ROGERS, A.R.; HARPENDING, H. Population growth makes waves in the distribution of pairwise genetic differences. *Molecular Biology and Evolution* 9: 552-569, 1992.
- ROPER, C.F.E.; SWEENEY, M.J.; NAUEN, C.E. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis*, 125(3):277pp, 1984.
- SAILA, S. B. Importance and Assessment of Discards in Commercial Fisheries. Mit 11 tables, 62 pp. Rome: October 1983.
- SAITOH, K; MIYA, M; INOUE, J.G.; ISHIGURO, N.B.; NISHIDA, M. Mitochondial genomes of ostariophysan fishes: Perspectives on phylogeny and biogeography. *J Mol Evol*. 56:464-472, 2003.
- SALES, J.B.L.; REGO, P.S.; HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, A.A.; HAIMOVICI, M.; TOMÁS, A.R.G.; BATISTA, B.B.; MARINHO, R.A.; MARKAIDA, U.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I. Phylogeographical Features of *Octopus vulgaris* and *Octopus insularis* in the Southeastern Atlantic Based on the Analysis of Mitochondrial Markers. *Journal of Shellfish Research*, v.32, n.2, p. 325-339, 2013.

- SANETRA, M; CROZIER, R.H. Patterns of population subdivision and gene flow in the ant *Nothomyrmecia macrops* reflected in microsatellite and mitochondrial DNA markers. *Mol Ecol.* 12: 2281-2295, 2003.
- SANGER, F., NICKLEN, S.; COULSON, A. R. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.74, n.12, p.5463-5467, 1977.
- SANJUAN, A.; PÉRES-LOSADA, M.; GUERRA, A. Genetic differentiation in three *Sepia* species (Mollusca: Cephalopoda) from Galician waters (north-west Iberian Peninsula). *Marine Biology*, v.126, p.253-259, 1997.
- SIVASUNDAR, A.; BERMINGHAM, E.; ORTÍ, G. Population structure and geography of migratory freshwater fishes (Prochilodus: Characiformes) in major South american rivers. *Mol Ecol.* 10: 407-417, 2001.
- SLATKIN, M. Gene flow and the geographic structure of natural populations. *Science.* 236:787-792., 1987.
- SLATKIN, M. Isolation by distance in equilibrium and non-equilibrium population. *Evolution.* 47: 264-279, 1993.
- SMITH, P.J.; JAMIESON, A.; BIRLEY, A.J. Eletrophoretic studies and stock concept in marine teleosts. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 47: 231-328, 1990.
- STEPIEN, C.A.; FABER, J.E. Population genetic structure, Philogeography and spawning philopatry in walleye (*Stizostedion vitreum*) from mitochondrial DNA control region sequences. *Mol Ecol.* 7: 1757-1769, 1998.
- STRUGNELL J.; NISHIGUCHI M. K. Phylogeny of coleoid cephalopods (Mollusca: Cephalopoda) inferred from three mitochondrial and six nuclear loci: a comparison of alignment, implied alignment and analysis methods. *Journal of Molluscan Studies*, v.73, n.4, p.399-410, 2007.
- SZYMURA, J.M.; SPOLSKY, C.; UZZELL, T. Concordant change in mitochondrial and nuclear gene in a hybridzone between two frog species (genus *Bombina*). *Experientia.* 41:1469-1470, 1986.
- TAMURA K.; STECHER G.; PETERSON D.; FILIPSKI A.; KUMAR S. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, v.30, p.2725-2729, 2013.
- THACKER, C.E. Molecular phylogeny of the gobioid fishes (Teleostei: Perciformes: Gobioidae). *Mol Phylogenet Evol.* 26: 354-368, 2003.

- TOLEDO-FILHO S.; ALMEIDA-TOLEDO L. F.; FORESTI F.; GALHARDO E.; DONOLA E. Conservação genética de peixes em projetos de repovoamento de reservatórios. São Paulo: editora USP, v. 39, 1992.
- TOMÁS, A.R.G.; CARNEIRO, M.H. e GASALLA, M.A. A pesca do polvo (*Octopus vulgaris*) pela frota industrial de camarão-rosa desembarcada em Santos, SP. In. Resumos da 3a Reunião Especial da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), Brasil, 1 – 4 maio, 1996: 165-166, 1996.
- TOMÁS, A.R.G. Dinâmica populacional e avaliação de estoques do polvo comum *Octopus cf. vulgaris* Cuvier, 1797 (Mollusca, Cephalopoda, Octopodidae) no sudeste e sul do Brasil. 2002. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2002. p.482, 2002.
- VASKE JR.T., COSTA, F. A. P. Lulas e Polvos da Costa Brasileira. Coleção Habitat, vol 5. Fortaleza, UFC/Labomar/NAVE. 181 p. 2011.
- VOSS, G. L. The biogeography of the deep-sea Octopoda. *Malacologia*, 29: 295–307, 1988.
- WARD, R.D; ZEMLAK, T.S.; INNES, B.H.; LAST, P.R.; HEBERT, P.D.N. DNA barcoding Australia’s fish species. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 20, 2005.
- WRIGHT S. The genetical structure of populations. *Annals of eugenics* 15: 323-354, 1949.
- WRIGHT S. The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating. *Evolution*: 395-420, 1965.
- WRIGHT S. Variability Within and Among Natural Populations. *Evolution and the Genetics of Populations*. University of Chicago Press, Chicago, IL. 1978.