

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 22/02/2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**Biologia reprodutiva do peixe borboleta  
*Chaetodon striatus* (Perciformes:  
Chaetodontidae) e manutenção em sistema  
de recirculação**

**Isabelle Leite Bayona Perez**

Jaboticabal, São Paulo  
2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**Biologia reprodutiva do peixe borboleta  
*Chaetodon striatus* (Perciformes:  
Chatodontidae) e manutenção em sistema  
de recirculação**

**Isabelle Leite Bayona Perez**

**Orientador: Dr<sup>a</sup>. Irani Quagio-Grassiotto**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor

Jaboticabal, São Paulo  
2019

D155a Perez, Isabelle Leite Bayona  
Biologia reprodutiva do peixe borboleta *Chaetodon striatus*  
(Perciformes: Chaetodontidae) e manutenção em sistema de  
recirculação. – – Jaboticabal, 2019  
ix, 116p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de  
Aquicultura, 2019.

Orientadora: Irani Quagio-Grassiotto

Banca examinadora: Eduardo Antônio Sanches, George  
Shigueki Yasui, Rodrigo Egydio Barreto, Virgínia Sanches Uieda.  
Bibliografia

1. Peixe Ornamental Marinho. 2. Ambiente costeiro. 3.  
Aquaríofilia. 4. Morfologia de Gônadas. I. Título. II. Jaboticabal-  
Centro de Aquicultura.

CDU 636.3.043

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


Título: *Biologia Reprodutiva do peixe borboleta Chaetodon striatus (Perciformes: Chaetodontidae) e manutenção em sistema de Recirculação.*

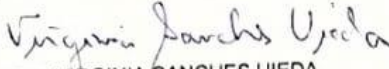
AUTORA: ISABELLE LEITE BAYONA PEREZ  
ORIENTADORA: IRANI QUAGIO GRASSIOTTO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AQUICULTURA,  
pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dra. IRANI QUAGIO GRASSIOTTO  
Departamento de Morfologia / Instituto de Biociências da UNESP, Câmpus de Botucatu, Botucatu-SP

  
Prof. Dr. RODRIGO EGYDIO BARRETO  
Departamento de Fisiologia / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP

  
Prof. Dr. EDUARDO ANTÔNIO SANCHES  
Engenharia de Pesca / Câmpus Experimental de Registro - Unesp

  
Profa. Dra. VIRGINIA SANCHES UIEDA  
Departamento de Zoologia / Unesp/ Câmpus de Botucatu

  
Prof. Dr. GEORGE SHIGUEKI YASUI  
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos / USP - Pirassununga/SP

Jaboticabal, 22 de fevereiro de 2019.

# SUMÁRIO

RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUÇÃO GERAL.....	13
OBJETIVOS .....	25
REFERÊNCIAS .....	26
ARTIGO 1 .....	39
<b>AVALIAÇÃO DA ECOLOGIA REPRODUTIVA DO PEIXE BORBOLETA <i>CHAETODON STRIATUS</i> (PERCIFORMES: CHAETODONTIDAE) EM UBATUBA, SÃO PAULO, BRASIL.....</b>	<b>39</b>
RESUMO .....	39
ABSTRACT .....	40
INTRODUÇÃO .....	41
MATERIAL E MÉTODOS.....	42
RESULTADOS.....	45
DISCUSSÃO .....	46
AGRADECIMENTOS.....	51
REFERÊNCIAS .....	51
LEGENDAS DAS FIGURAS E TABELAS .....	57
FIGURAS E TABELAS.....	59
ARTIGO 2 .....	65
<b>DESENVOLVIMENTO CELULAR DO EPITÉLIO GERMINATIVO DURANTE A GAMETOGÊNESE FEMININA E MASCULINA DE <i>CHAETODON STRIATUS</i>.....</b>	<b>65</b>
RESUMO .....	65
ABSTRACT .....	66
INTRODUÇÃO .....	67
MATERIAL E MÉTODOS.....	68
RESULTADOS.....	70
DISCUSSÃO .....	78
CONCLUSÃO .....	81
AGRADECIMENTOS.....	81
REFERÊNCIAS .....	81
LEGENDAS DAS FIGURAS .....	85
LISTA DE FIGURAS.....	90

<b>ARTIGO 3 .....</b>	<b>97</b>
<b>MANUTENÇÃO DO PEIXE BORBOLETA <i>CHAETODON STRIATUS</i> (PERCIFOMES:CHAETODONTIDAE) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO.....</b>	<b>97</b>
RESUMO .....	97
ABSTRACT .....	98
INTRODUÇÃO .....	98
MATERIAL E MÉTODOS.....	101
RESULTADOS.....	102
DISCUSSÃO .....	103
CONCLUSÃO .....	105
AGRADECIMENTOS.....	106
REFERÊNCIAS .....	107
LEGENDAS DAS FIGURAS .....	112
LISTA DE FIGURAS.....	113
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>115</b>

*“O que a vida quer da gente é  
coragem.”*

Guimarães Rosa

*“Foge por um instante do homem irado, mas foge sempre do hipócrita.”*

Confúcio



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (CAUNESP) pela oportunidade de realizar o meu doutorado;

Agradeço ao Departamento de Morfologia do Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu;

Agradeço à Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL);

Agradeço à prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Irani Quagio-Grassiotto pela orientação, pelos grandes ensinamentos, pela paciência, pelos conselhos imprescindíveis e por ter me adotado no doutorado;

Agradeço à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Talita Sarah Mazzoni pela enorme disposição em ajudar, pelo apoio nas dificuldades e por todos valorosos ensinamentos sobre as técnicas histológicas;

Agradeço à técnica Keila Emílio;

Agradeço a todos os funcionários do Instituto de Pesca – Base de Ubatuba.

Agradeço aos amigos que tanto me apoiaram em Ubatuba – Davi, Venâncio, Valéria, Vitor, Francisco, e um agradecimento especial para minhas amigas-irmãs Veronica Takatsuka e Ana Paula dos Santos. O apoio de vocês foi fundamental nas grandes dificuldades enfrentadas. Nossas longas conversas sobre trabalho também foram muito agregadoras.

Agradeço ao médico veterinário da Clínica Veterinária Ubavet, Dr. Renan e ao estagiário Iago pelo auxílio e pela disponibilidade das instalações para algumas análises;

Agradeço ao mergulhador Adílson pelo auxílio fundamental com as coletas dos exemplares;

Agradeço ao saudoso Prof<sup>o</sup> Dr. Edmir Daniel Carvalho, pelos infindáveis ensinamentos que carregarei por toda minha vida;

Agradeço ao André Nobile pela disposição que sempre me concedeu e pelo auxílio em algumas análises;

Agradeço à Bárbara Martins por todo o apoio e carinho incondicionais.

Agradeço aos amigos de Botucatu – Paulinha, Thalita, Rafael, Ana, Alexandre (Pagode), Daniele, Maria Rita, Dael, Marley e Mara;

Agradeço aos amigos de Matão – Andréa, Dani e Mariana;

Agradeço à minha família por todo o apoio e valores passados;

Agradeço a Deus e aos meus guias espirituais pela fundamental proteção, presença e auxílio em minha vida.

## **APOIO FINANCEIRO**

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível de Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

Considerando o extrativismo exacerbado de peixes marinhos para suprir a demanda da aquariorfilia e a carência de estudos referentes aos aspectos da reprodução do peixe borboleta *Chaetodon striatus*, o presente estudo teve por objetivo realizar um levantamento pioneiro sobre a biologia reprodutiva desta espécie do Atlântico Sul, bem como obter informações sobre sua criação em cativeiro. Os espécimes foram coletados em duas regiões de Ubatuba-SP: em costões rochosos na praia do Itaguá e na ilha da Rapada. A captura foi realizada através de armadilha do tipo covo e puçás, mensalmente, de março de 2015 a junho de 2017. O período reprodutivo, o comprimento mínimo da atividade reprodutiva de machos e fêmeas, a proporção entre os sexos, a relação peso-comprimento e o fator de condição foram estimados. O desenvolvimento oocitário e testicular, bem como a evolução do tecido gonadal feminino e masculino, foram analisados histologicamente. Exemplares da espécie foram mantidos em tanques de diferentes volumes em um sistema de recirculação de água, sendo ofertados organismos vivos para a alimentação. Também foi realizada a observação dos comportamentos. Os maiores valores de IGS na praia do Itaguá ocorreram em setembro de 2015 e em setembro de 2016, enquanto que na Ilha da Rapada ocorreram em maio e novembro de 2016 e junho de 2017, o comprimento mínimo da atividade reprodutiva para machos foi de 11,1 cm e de fêmeas 13,1 cm. Os valores de  $b$  da relação peso-comprimento variaram de 2,96 a 3,33 e estão dentro do intervalo esperado. As médias do fator de condição foram superiores para fêmeas, na praia do Itaguá e na primavera. Em *C. striatus*, o desenvolvimento oocitário e espermático seguem o padrão de Teleostei. Houve atresia folicular e degeneração de grande parte do epitélio germinativo feminino. Já nos machos, os gametas permanecem morfológicamente viáveis. Para manutenção, recomenda-se tanques a partir de 300 L e os pequenos invertebrados e mexilhões frescos foram bem aceitos na alimentação. Os comportamentos observados “macho toca no abdômen da fêmea” e “natação paralela” estão relacionados ao cortejo de chaetodontídeos. Esses estudos são importantes para uma adequada gestão pesqueira, além de serem dados primordiais para um futuro pacote tecnológico desta espécie.

**Palavras chaves:** peixe ornamental marinho, ambiente costeiro, aquariofilia, morfologia de gônadas.

## ABSTRACT

Considering the exacerbated extractivism of marine fish to supply the demand for aquarium fish and the lack of studies regarding the reproduction aspects of the Butterfly fish, *Chaetodon striatus*, the present study aimed to carry out a pioneering survey on reproductive ecology and the basic aspects of reproductive biology of the species in the South Atlantic. The specimens were collected in two regions of Ubatuba-SP: in rocky shores on the “Itaguá” beach and in the “Ilha da Rapada” island. The capture, through a covo type trap or hand net, was carried out monthly, from March 2015 to June 2017. The reproductive period, the minimum length of the reproductive activity of males and females and the proportion between the sexes were estimated. The oocyte and testicular development, as well as the evolution of female and male gonadal tissue, were analyzed histologically. Specimens were kept in tanks of different volumes in a water recirculation system, with live organisms being offered for feeding. Observation of behaviors was also performed. The highest values of IGS in Itaguá beach occurred in September of 2015 and in September of 2016, while in Rapada island occurred in May and November of 2016 and June of 2017, the sexual ratio was 1:1, the minimum length of males reproductive activity was 11.1 cm and 13.1 cm for females. The values of b of the weight-length relationship ranged from 2.96 to 3.33 and are within the expected range. The averages of the condition factor were higher for females and Itaguá beach, with a difference between all the seasons of the years. In *C. striatus*, oocyte and spermatid development follow the pattern of Teleostei. Due to the management of the animals, the basement membrane of the follicles is segmented, causing follicular atresia and degeneration of a large part of the female germinal epithelium. In males, gametes remain viable. In captivity, some behaviors related to courtship were observed.

These studies are important so that certain species can be kept in captivity, in order to adapt specific conditions for their cultivation.

**Keywords:** marine ornamental fish, coastal environment, aquarium, morphology of gonads.

## INTRODUÇÃO GERAL

### 1. A Temática de Interesse

As estratégias reprodutivas dos peixes são bastante diversas (Wotton, 1990; Vazzoler, 1996; Wooton e Smith, 2014) e os estudos sobre seus aspectos reprodutivos têm servido de parâmetro para o entendimento dos mecanismos que envolvem a perpetuação das espécies, fornecendo subsídios para a gestão pesqueira (Murua *et al.*, 2003).

A realização de estudos básicos sobre a ecologia reprodutiva de determinada espécie precedendo investigações mais complexas é imprescindível, uma vez que permite a obtenção de dados básicos iniciais, como informações sobre o tamanho da primeira maturação sexual, a determinação da época reprodutiva e o tipo de desova, permitindo o entendimento e compreensão da capacidade reprodutiva da espécie (Murua e Saborido-Rey, 2003).

Com o intuito de avaliar a condição dos peixes nos ciclos sazonais em estudos populacionais, os índices viscerossomático (IVS), hepatossomático (IHS) e gonadassomático (IGS) são amplamente empregados. Durante o ciclo de vida de um peixe, a energia total disponível pode ser alocada para manutenção, crescimento somático, armazenamento e reprodução (Jørgensen *et al.*, 2006) e é verificado uma flexibilidade em relação à aquisição e alocação de energia, de modo a maximizar a desova (McBride *et al.*, 2012).

O estudo do IVS e IHS são importantes para a verificação do estado da energia armazenada no peixe. Nos peixes os lipídeos são armazenados em vários locais, como mesentério, fígado e músculos, exercendo diversas funções biológicas como, na composição de membranas celulares e dos oócitos, como

isolantes térmicos, reservas energéticas, bem como na produção de hormônios (Sheridan, 1994).

O IGS é o índice mais objetivo acerca do desenvolvimento gonadal (Wootton e Smith, 2014). Conforme decorre o desenvolvimento e a maturação gonadal, há um aumento do volume e, conseqüentemente, do peso dos ovários e dos testículos. Sendo assim, ainda que o IGS não possibilite a averiguação das fases gonadais, ele permite verificar mudanças substanciais nas gônadas ao longo dos ciclos sazonais. Essas investigações são importantes para uma análise temporal e espacial e, conseqüentemente, para o manejo da pesca (McBride *et al.*, 2012).

Uma vez obtidas informações elementares sobre a história de vida da espécie, experimentos acerca da viabilidade em cativeiro, como a reprodução por indução hormonal, seguida pela manutenção dos ovos obtidos, sobrevivência e desenvolvimento larval, são passíveis de serem desenvolvidas posteriormente. Neste aspecto, estas informações tornam-se especialmente importantes no que se refere ao entendimento da biologia de vida de espécies marinhas, principalmente aquelas de interesse econômico, tão cobiçadas pelos aquarofilistas.

Considerando o extrativismo exacerbado de espécies marinhas ornamentais nos últimos anos, é imprescindível a reprodução destas espécies em cativeiro. Atualmente, em torno de 90% das espécies de peixes marinhos utilizadas na aquarofilia ornamental são capturadas do ambiente natural, sendo que apenas 10% são produzidas em cativeiro (Rubec *et al.*, 2001; Calado, 2006; Moorhead e Zeng, 2010; Olivotto *et al.*, 2011), visto que não há domínio sobre a produção desses peixes recifais e costeiros em cativeiro, sobretudo no Brasil.

Embora os estudos referentes à família Chaetodontidae tenham sido publicados desde a década de 1970, informações sobre os aspectos reprodutivos em muitas de suas espécies são escassas. Além disso, os estudos existentes estão concentrados nos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico Norte, nos Estados Unidos, Austrália, China, Japão, França, Hawái e Índia (Motta, 2012).

Dentre os estudos abordando a ecologia reprodutiva do gênero *Chaetodon* pode-se citar o período reprodutivo em *Chaetodon multicinctus* (Tricas, 1986; Tricas e Hiramoto, 1989), *C. milaris* (Ralston, 1981) e em *C. austiacus*, *C. fasciatus* e *C. paucifasciatus* (Gharaibeh e Hulings 1990); a fecundidade e o tipo

de desova em *C. multicoloratus* (Tricas, 1986); a proporção sexual em *C. milaris* (Ralston, 1981), *C. rainforde* e *C. plebius* (Fowler, 1991); o tamanho da primeira maturação de fêmeas e machos em *C. austriacus*, *C. fasciatus* e *C. paucifasciatus* (Gharaibeh e Hulings, 1990). O comportamento de desova (Colin e Clavijo, 1988), e período reprodutivo (Colin, 1989) descritos para *C. striatus* são os únicos trabalhos que se referem aos aspectos da reprodução desta espécie.

Poucos estudos abordaram o desenvolvimento dos gametas e a foliculogênese dos chaetodontídeos (Tricas e Hiramoto, 1989; Fowler, 1991). Ainda assim, esses estudos não abordam com profundidade aspectos básicos da biologia reprodutiva de *C. striatus*, como o desenvolvimento oocitário e testicular, e a evolução do tecido gonadal feminino e/ou masculino durante o período de coleta e aclimação em cativeiro, associados ao comportamento do animal.

Assim, diante da escassez de informações, o estudo que se segue pretende compreender alguns aspectos da biologia reprodutiva de *C. striatus* do Atlântico Sul, bem como obter informações acerca da manutenção desta espécie em sistema de recirculação.



## **CONCLUSÃO**

Para a manutenção de *Chaetodon striatus* são adequados tanques com mais de 300 L e os alimentos vivos aqui utilizados demonstram alternativas viáveis para a nutrição desses peixes em cativeiro. Ainda, informações elementares sobre a possível obtenção dos reprodutores bem como os

comportamentos descritos neste trabalho, podem contribuir para um futuro pacote tecnológico de criação da espécie.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos ao Instituto de Pesca – Base de Ubatuba por fornecer a estrutura para a realização dessa pesquisa. Aos biólogos Ana Paula dos Santos e Francisco Costa, aos médicos veterinários Veronica Takatsuka e Vitor Spandri e ao zootecnista Otávio Mesquita de Souza.

## REFERÊNCIAS

- 1 Araújo AP, Santos FWM, Pincinato S, SILVA, JG (2012) Gestão participativa no comércio de animais aquáticos ornamentais (ensaio). Rev Edu Contin Med Veter Zootec 10: 6-15.
- 2 Sampaio CLS, Nottingham MC (2008) Guia para identificação de peixes ornamentais brasileiros: espécies marinhas. IBAMA. 205 p.
- 3 Hardy R (2003) Introduction to the special issue on 'Ornamental fish'. Aquac res 34: 903-903.
- 4 Manning P (2015) Fisheries and aquaculture topics. Coastal and marine ecosystems. Topics Fact Sheets. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department.
- 5 Bartley, D. (2000). Responsible ornamental fisheries. *FAO Aquaculture Newsletter (FAO)*.
- 6 Livengood EJ, Chapman FA. (2007) The ornamental fish trade: An introduction with perspectives for responsible aquarium fish ownership. Department of Fisheries and Aquatic Sciences. University of Florida IFAS Extension. <http://edis.ifas.ufl.edu/fa124>.
- 7 Prang G (2007) An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of brazilian freshwater ornamentals to the UK market. Uakari 3: 7-51.
- 8 Wittington RJ, Chong R (2007) Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: The case for revised import risk analysis and management strategies. Prev Vet Med 81: 92-116.
- 9 Moorhead JA, Zeng C (2010) Development of Captive Breeding Techniques for Marine Ornamental Fish. Rev Fish Sci 18: 315-343.

10 Moravec F, Wolter J, Korting W (1999) Some nematodes and acanthocephalans from exotic ornamental freshwater fishes imported into Germany. *Folia Parasitol* 46: 296-310.

11 Rubec PJ, Pratt V, Cruz F (2001) Territorial use rights in fisheries to manage areas for farming coral reef fish and invertebrates for the aquarium trade. *Aqua Sci Conserv* 3: 119-134.

12 Calado, R (2006) Marine ornamental species from European waters: A valuable overlooked resource or a future threat for the conservation of marine ecosystems? *Sci Mar* 70: 389-398.

13 Olivotto I, Holt SA, Carnevali O, Holt JG (2006) Spawning, early development and first feeding in the Lemonpeel angelfish *Centropyge flavissimus*. *Aquaculture* 253: 270-278.

14 Tlustý M (2002) The benefits and risks of aquaculture production for the aquarium trade. *Aquaculture* 205: 203-219.

15 Bellwood DR, Hughes TP, Folke, C, Nyström M (2004) Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429: 827-833.

16 Nagpure NS, Kumar R, Srivastava SK, Kushwaha B, Gopalakrishnan A, et al. (2006) Cytogenetic characterization of two marine ornamental fishes, *Chaetodon collare* and *Stegastes insularis*. *J Mar Biol Association of India* 48: 267-269.

17 Kuitert RH (2002) Butterflyfishes, bannerfishes, and their relatives: a comprehensive guide to Chaetodontidae & Microcanthidae. Twayne Publishers.

18 Driscoll JW, Driscoll JL (1988) Pair behavior and spacing in butterflyfishes (Chaetodontidae). *Environ Biol Fishes* 22: 29-37.

19 Allen GR, Steene RC, Allen M (1998) A guide to angelfishes & butterflyfishes. Tropical Reef Research. 256 p.

20 Carvalho-filho, A. Peixes: Costa Brasileira (1999). Melro, São Paulo, Brazil. 316 p.

21 Ogawa T Brown CL (2001) Ornamental reef fish aquaculture and collection in Hawaii. Aqua Sci Conserv 3: 151-169.

22 Wabnitz C, Taylor M, Green E, Razak T (2003) From Ocean to Aquarium: The global trade in marine ornamental species. UNEP-WCMC Cambridge, United Kingdom. 64 p.

23 Rhyne AL, Tlusty M (2012) Trends in the Marine Aquarium Trade: The Influence of Global Economics and Technology. Aquac Aqua Conserv & Legisl 5: 99-102.

24 Pratchett MS, Berumen ML, Kapoor BG (eds.) (2013) Biology of butterflyfishes. CRC Press. 352 p.

25 Madden WD, May RC (1977) Ornamental fish culture project. Final Report, MAC Task Order The Oceanic Institute and the Hawaii Institute of Marine Biology 3: 23-23.

26 Suzuki K, Tanaka Y, Hioki S (1980) Spawning behavior, eggs, and larvae of the butterflyfish, *Chaetodon nippon*, in an aquarium. Jpn J Ichthyol 26: 334-341.

27 Tanaka Y, Hioki S, Suzuki K Spawning behavior, eggs, and larvae of the butterflyfish, *Chaetodon modestus*, in an aquarium (2001). Journal of the Faculty of Marine Science and Technology-Tokai University, Japan. 334-341.

28 Degidio JML, Yanong RP, Watson CA, Ohs CL, Cassiano EJ (2017) Spawning, Embryology, and Larval Development of the Milletseed Butterflyfish *Chaetodon miliaris* in the Laboratory. N Am J Aquac 79: 205-215.

29 Colin PL (1989) Aspects of the spawning of western Atlantic butterfly fishes (Pisces:Chaetodontidae). Environ Biol Fishes 25: 131-141.

30 Lobel PS (1989) Spawning behavior of *Chaetodon multicinctus* (Chaetodontidae); pairs and intruders. In: The butterflyfishes: success on the coral reef. Springer, Dordrecht, Holland.125-130.

31 Yabuta S, Kawashima M (1997) Spawning behavior and harem mating system in the corallivorous butterflyfish, *Chaetodon trifascialis*, at Kuroshima Island, Okinawa. Ichthyol Res 44: 183-188.

32 Liedke AM, Barneche DR, Ferreira CE, Segal B, Nunes LT, Burigo AP, et al. (2016) Abundance, diet, foraging and nutritional condition of the banded butterflyfish (*Chaetodon striatus*) along the western Atlantic. Mar biol 163: 6.

33 Whiteman EA, Côté IM (2004) Monogamy in marine fishes. Biol Rev 79 351-375.

34 Breder CM Jr, DE Rosen (1966) Modes of reproduction in fishes. T.F.H. Publications, Jersey City, Unite States of America. 1-941.

35 Reese ESA (1975) Comparative Field Study of the Social Behavior and Related Ecology of Reef Fishes of the Family Chaetodontidae. Ethology 37: 37-61.

36 Neudecker S, Lobel PS (1982) Mating systems of Chaetodontid and Pomacanthid fishes at St. Croix. Ethology 59: 299-318.

37 Fricke HW (1986) Pair swimming and mutual partner guarding in monogamous butterflyfish (Pisces, Chaetodontidae): a joint advertisement for territory. Ethology 73: 307-333.

38 Colin PL, Clavijo IE (1988) Spawning activity of fishes producing pelagic eggs on a shelf edge coral reef, southwestern Puerto Rico. Bull Mar Sci 43: 249-279.

39 Michael SW (2004) Angelfishes & Butterflyfishes: Plus Ten More Aquarium Fish Families with Expert Captive Care Advice for the Marine Aquarist. Microcosm Limited, Neptune City, United States of America. 344 p.

40 Yabuta S, Berumen ML (2013) Social structure and spawning behavior of Chaetodon butterflyfishes. Biology of Butterflyfishes. CRC Press, Boca Raton, United States of America. 200-225.

41 Yabuta S (2000) Behaviors in agonistic interaction of the butterflyfish (*Chaetodon lunulatus*). Journal of Ethology 18: 11-1.