

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**MANUTENÇÃO DE *Narcine brasiliensis* (CHONDRICHTHYES,
ELASMOBRANCHII) NO AQUÁRIO DE SANTOS, SÃO PAULO, BRASIL.**

**Alex Sandro Luiz dos Santos-Ribeiro
Orientador: Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Aquicultura e Pesca
do Instituto de Pesca – APTA - SAA,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Aquicultura e
Pesca.**

**Santos
Dezembro – 2018**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**MANUTENÇÃO DE *Narcine brasiliensis* (CHONDRICHTHYES,
ELASMOBRANCHII) NO AQUÁRIO DE SANTOS, SÃO PAULO, BRASIL.**

**Alex Sandro Luiz dos Santos-Ribeiro
Orientador: Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Aquicultura e Pesca
do Instituto de Pesca – APTA - SAA,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Aquicultura e
Pesca.**

**Santos
Dezembro – 2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

S237m Santos-Ribeiro, Alex Sandro Luiz dos

Manutenção de *Narcine brasiliensis* (Chondrichthyes, elasmobranchii) no Aquário de Santos.
v, 29f. graf. il.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Instituto de Pesca, Secretaria de Agricultura e Abastecimento – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios.

Orientador: Alberto Ferreira Amorim

1. Raia elétrica. 2. Raia treme-treme. 3. Manejo. 4. Crescimento.
5. Cativeiro I. Amorim, Alberto Ferreira. II. Título.

CDD 639.3

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**"MANUTENÇÃO DE *Narcine brasiliensis* (CHONDRICHTHYES,
ELASMOBRANCHII) NO AQUÁRIO DE SANTOS, SÃO PAULO,
BRASIL"**


AUTOR: Alex Sandro Luiz dos Santos-Ribeiro

ORIENTADOR: Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim

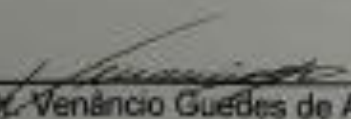
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Pesca, pela Comissão Examinadora.



Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim

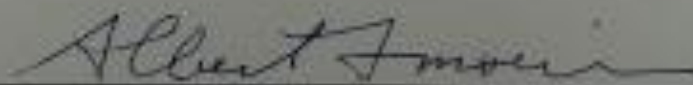


Profa. Dra. Janice Peixer



Prof. Dr. Venâncio Guedes de Azevedo

Data da realização: 10 de dezembro de 2018



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim

Agradecimentos

-Ao prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim, pelos ensinamentos passados ao longo desses anos de amizade;

-A prof. Dra. Maria Letizia Petesse, pelos ensinamentos passados que contribuíram de forma valiosa no trabalho;

-Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Malavasi Bruno, pela amizade e conhecimento; e o fruto dessa amizade, C.E.T.R.;

-Ao Sr. Sérgio Luiz, pela paciência nesses últimos dois anos,

-Aos funcionários e voluntários do Aquário de Santos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, colaborando com o manejo dos exemplares;

- A Secretaria de Meio Ambiente de Santos - SEMAM, Sr. Marcos Libório, por sempre apoiar e incentivar o aprimoramento profissional;

-Ao Sr Eder Santana e Sr Marcio Paulo, DEPAVI - Departamento de Parques e Vida Animal, pela compressão e continuo apoio no aprimoramento profissional;

-Aos meus pais, que sempre me apoiaram e acompanham minhas conquistas;

-A minha esposa, que pacientemente acompanhou e compreendeu a necessidade dessa jornada na minha carreira profissional e sempre esteve ao meu lado;

-A minha pequena Analu, que com sua inocência nos sentimentos me deu forças para continuar;

-Aos meus colegas e amigos que conheci nesses dois anos de aprendizado e conhecimento;

-E a todos que contribuíram direta ou indiretamente de alguma forma nesse processo.

Sumário

Agradecimentos.....	i
Sumário.....	ii
Tabelas e Figuras.....	iii e iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Introdução Geral.....	1
Título : Manutenção de <i>Narcine brasiliensis</i> , (CHONDRICHTHYES,ELASMOBRANCHII), no Aquário de Santos, São Paulo, Brasil.	
01. Introdução.....	4
02. Material e Métodos.....	6
2.1 Aquisição do espécime.....	6
2.2 Qualidade da água.....	7
2.3 Comportamento e Rotina de alimentação.....	7
2.4 Biometria e pesagem.....	7
2.5 Relação Peso-Comprimento.....	8
2.6 Fator de Condição.....	9
03. Resultados	
3.1 Determinação da espécie e Análise da gestação.....	10
3.2 Qualidade da água das raias nenonatas.....	11
3.3. Biometria e pesagem das raias neonatas.....	11
3.4. Comportamento e rotina de alimentação.....	13
3.5 Relação Peso-Comprimento.....	13
3.6 Fator de Condição.....	18
04. Discussão.....	20
05. Considerações Finais.....	23
06. Referências bibliográficas.....	25

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Parâmetros da Qualidade da água.....	11
Tabela 2. Comprimento (CT), peso (PT) e sexo dos nove embriões na data do nascimento	12
Tabela 3. Dados das relações peso/comprimento dos três neonatos de <i>Narcine brasiliensis</i> , durante 24 meses.....	14
Tabela 4. Dados de relação peso/comprimento de machos e fêmeas de vida livre de <i>Narcine brasiliensis</i>	16
Tabela 5. Coeficiente de regressão.....	17
Figura 1. Área de captura com rede-de-arrasto de praia, de fêmea de raia treme-treme, na Ponta da Praia, Santos, SP, Brasil.....	6
Figura 2 A e B. Exemplar de raia-treme-treme, fêmea sendo medida com ictiômetro e pesada com auxílio de balança digital.....	8
Figura 3. Exemplar fêmea de <i>Narcine brasiliensis</i> no Aquário de Santos colocada em observação, devido à região dorsal distendida.....	10
Figura 4. Observação de quatro embriões de <i>Narcine brasiliensis</i> , no útero esquerdo, através de ultrassonografia.....	10
Figura 5. Três neonatos fêmeas (A) e seis natimortos (duas fêmeas e quatro machos) de <i>Narcine brasiliensis</i> (B).....	11
Figuras 06 e 07: Valores de Comprimento Total e Peso Total para os exemplares R1, R2 e R3, durante o primeiro ano.....	13
Figuras 08 e 09 Valores de Comprimento Total e Peso Total para os exemplares R1 e R2, durante o segundo ano.....	13
Figura 10. Relações peso/comprimento dos três neonatos de <i>Narcine brasiliensis</i> , durante 24 meses.....	14
Figura 11. Transformação log-log da relação comprimento-peso dos três neonatos de <i>Narcine brasiliensis</i> durante 24 meses.....	15
Figura 12. Relação comprimento-peso dos três neonatos de <i>Narcine brasiliensis</i> agrupados.....	15
Figura 13. Relação peso/comprimento de macho e fêmea (separadamente) de <i>Narcine brasiliensis</i> , fixados de vida livre.....	16

Figura 14. Transformação log/log da relação peso/comprimento de machos e fêmeas de vida livre de <i>Narcine brasiliensis</i>	17
Figura 15. Relação peso/comprimento dos dados agrupados de neonatos, machos e fêmeas de vida livre para <i>Narcine brasiliensis</i>	18
Figura 16. Fator de Condição de Fulton e Relativo da neonata R1 de <i>Narcine brasiliensis</i> , nos 24 meses.....	19
Figura 17. Fator de Condição de Fulton e Relativo da neonata R2 de <i>Narcine brasiliensis</i> , nos 24 meses.....	19
Figura 18. Fator de Condição de Fulton e Relativo da neonata R3 de <i>Narcine brasiliensis</i> , nos 12 meses.....	19
Figura 19. Neonato de <i>Narcine brasiliensis</i> , sendo alimentado com ovas de manjuba, com auxílio de uma pinça.....	20

Resumo

Aquários e Zoológicos tem um papel fundamental na manutenção e conservação de espécies em perigo de extinção ou pouco conhecidas, auxiliando tanto na reprodução de espécies ameaçadas como no estudo de aspectos da sua biologia, de difícil observação na natureza. A raia elétrica *Narcine brasiliensis* é um elasmobrânquio bentônico com a capacidade de proferir descargas elétricas para capturar suas presas, defesa e comunicação. O Aquário de Santos (AQS) mantém elasmobrânquios em sua coleção didática, como forma de desenvolver a educação ambiental e informar os visitantes sobre a sua importância no meio ambiente. Um exemplar prenhe de *N. brasiliensis*, pescado na Ponta da Praia, Santos (SP) foi doada ao Aquário de Santos, onde ocorreu o nascimento de 09 embriões dos quais três nativos. Com o objetivo de observar o desenvolvimento e o bem estar dos três exemplares em cativeiro o Comprimento Total (CT), o Peso Total (PT) foram semanalmente monitorados durante o período de vinte quatro meses. Os exemplares, denominados de R1, R2 e R3, foram mantidos em recinto de 200 litros, com sistema fechado de filtragem mecânica e biológica e foto período diurno de 12h/dia e 12h/noite, os parâmetros da água (temperatura, pH, NO₂, NH₃ e salinidade) foram periodicamente controlados. As fases de crescimento iniciais e a avaliação do bem estar foram obtidos por meio da relação peso-crescimento e do fator de condição (Fulton e Relativo). Através da análise do fator de condição observou-se que a R1 e R2 tiveram crescimento assimétrico positivo nos 04 primeiros meses e mantiveram o crescimento simétrico até o final do experimento enquanto que R3 apresentou menor desenvolvimento desde os primeiros meses, provavelmente, pela má formação na mandíbula. Resultados demonstram que os exemplares R1 e R2, tiveram crescimento parecido e dobraram de tamanho no primeiro ano de vida. Quando comparados os dados de crescimento com exemplares capturados pela pesca e fixados no formo não houve diferença significativa entre a regressão peso-comprimento, mostrando que o crescimento entre os neonatos e as de vida livre foi semelhante. Podemos concluir que as boas condições do sistema cativo do AQS contribuíram para o bem estar dos exemplares.

Palavras Chave: Raia-elétrica, raia treme-treme, manejo, crescimento, cativeiro.

Abstract

Aquariums and Zoos play a key role in the maintenance and conservation of endangered or little known species, aiding in both the reproduction of endangered species and the study of aspects of biology difficult to observe in nature. The electric ray *Narcine brasiliensis* is a benthic elasmobranch with the capacity to be able to deliver electric shocks to capture its prey, defense and communication. The Aquário de Santos (AQS) maintains elasmobranchs in its didactic collection, as a way of working on environmental education and informing visitors about its importance in the environment. A pregnant specimen of *N. brasiliensis*, fished in Ponta da Praia, Santos (SP) was donated to the Aquarium of Santos-AQS, where it was followed the birth of 09 embryos of which three survived. In order to follow the development and well-being of the three captive animals Total Length (CT), Total Weight (PT) were monitored weekly during the twenty four-month period. The specimens, named R1, R2 and R3, were kept in a 200 liter enclosure, with mechanical and biological filtration system and photo diurnal period and the water parameters (temperature, pH, NO₂, NH₃ and salinity) periodically controlled. The initial growth stages and the well-being evaluation were evaluated through the weight-growth relationship and the condition factor (Fulton and Relativo). Through the analysis of the condition factor, it was observed that R1 and R2 had positive asymmetric growth in the first 4 months and maintained symmetrical growth until the end of the experiment, whereas R3 presented a lower development from the first months, probably due to poor jaw. Results show that the specimens R1 and R2 had similar growth and doubled in the first year of life. Regarding the free-living individuals, there was no significant difference between the weight-length regression, showing that growth between neonates and free-living was similar. We can conclude that the good conditions of the captive system of the AQS contributed to the welfare of the specimens.

Keywords: Electric-ray, treme-treme ray, handling, growth, captivity

Introdução Geral

Tubarões e raias são vertebrados marinhos com esqueleto cartilaginoso que pertencem a subclasse Elasmobranchii, onde as raias se diferem pelo seu corpo achatado dorsoventralmente, fendas localizadas na parte ventral, sendo bem adaptadas a vida junto ao substrato (FIGUEIREDO, 1977; GOMES et al, 2010).

A família *Narcinidae* tem representada no mundo 29 espécies, LAST et al (2016) sendo que no Brasil, ocorrem três espécies do gênero *Narcine*: *Narcine brasiliensis* (Von Olfers, 1831) no Sudeste e Sul, *Narcine brancofti* (Griffith & Smith, 1834) no Nordeste, a espécie é popularmente conhecida como raia treme-treme ou raia elétrica (GOMES et al, 2010; ROLIM et al, 2015).

São encontradas em águas costeiras de fundos de lama, desde o Atlântico-Sudeste do Brasil até a Argentina, alcançando até 20 metros de profundidade; apresenta como modo de reprodução a viviparidade lecitotrófica com a geração quatro a quinze embriões e alimentam-se de crustáceos, poliquetas, sipuncúlidas. São capazes de produzir descargas elétricas de 14 a 37 volts, que utilizam para capturar suas presas (FIGUEIREDO, 1977; GOMES, et al, 2010; BORNATOWSKI, 2014, LAST et al 2016; RUDLOE, 1989)

Quanto a seu status conversacional, é considerada com dado deficientes (DD) pela Lista Vermelha da IUCN (Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources (VOOREN et al, 2006) Não apresentam valor comercial, quando pescadas, são consideradas *by-catch* por pescarias de arrasto de camarão e parelha; a espécie aparece com capturada em diversas artes de pesca em todo litoral brasileiro (ROLIM et al, 2015).

O nascimento de elasmobrânquios em condições artificiais de ambiente controlado já foi reportado por RUDLOE, (1989); MICHAELSON & STERNBERG, (1979) e GONZALEZ (2004); sendo exemplares de *Narcine brasiliensis*, *Torpedo ocellata*, *Zapteryx brevirostris*, *Dasyatis americana* . Estudos com reprodução, crescimento e dieta de *Narcine brasiliensis*, foram realizados por VIANA & VOOREN, (2009), FERREIRA & VOOREN, (2012), MARTINS et al (2009), ROLIM et al (2015) e VILLAVICENCIO-GARAYZAR,(1993) e RUDLOE, (1989). Trabalhos similares foram realizados com *Narcice brancoftii* por MORENO, (2010) o demonstra a importante necessidade de mais trabalhos sobre as descritas espécies.

Análises de crescimentos em elasmobrânquios são muito utilizadas para gerar dados sobre o bem estar de determinada população de indivíduos. A análise peso-comprimento pode ser utilizada tanto para animais cativos como os de vida livre Mohan, Clark & Shimidt, (2004).

Visando estes resultados, pretende-se elaborar um protocolo de manutenção de *N. brasiliensis* em cativeiro, acompanhando o crescimento da espécie em sistema cativo, para a sua conservação.

A manutenção de elasmobrânquios em aquários públicos é remanescente do século XIX (KOOB, 2004; BRUNNER, 2005). Tubarões e raias são importantes atrações em aquários públicos, representando uma interessante e inestimável ferramenta educacional, assim como sua utilização em laboratórios para finalidades de pesquisa (GENDRON, 2004). No Brasil, tal atividade é recente, mas em expansão por conta dos grandes empreendimentos que visam à visitação pública (GONZALEZ, 2004)

Este trabalho será enviado para publicação para a revista:

Journal of Fish Biology A3 0022-1112

Referencias bibliográficas

BORNATOWSKI, H. Importância Ecológica dos tubarões e raias de uma rede trófica na costa sul do Brasil. 2014.116 f. (Tese de Doutorado) Universidade Federal do Paraná. Disponível em:<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle.pdf> >Acesso em: 15 março de 2018.

BRUNNER, B. 1964 The Ocean at Home: All Illustrated History of the Aquarium. Princeton Architectural Press, New York 134p.

FERREIRA L. C. E VOOREN C. M. 2012 Diet of the lesser Ray *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831) (Elasmobranchii: Narcinidae) in southern Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 7(1):37-44 Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/>> Acesso em 10 de janeiro 2017.

GENDRON, S.M. 2004 Education and Elasmobranchs in Public Aquariums in: The Elasmobranch Husbandry manual: Captive Care of Sharks, Rays and their relatives. Ohio, Biological Survey, 521-531p.

GOMES, U. L., SIGNORI, C.N., GADIG, O. B. F. e SANTOS, H. R. S. S.; 2010 Guia para Identificação de Tubarões e Raias do Rio de Janeiro. Technical Books Editora, 142-143 p

GONZALEZ, M.M.B. 2004 Nascimento de raia viola *Zapteryx Brevirostris* (Müller Henle) (Chondrichthyes, Rhinobatidae), em cativeiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 785-788. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752004000400010>

IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-1. <www.iucnredlist.org>. Acessado em 17 abril 2018.

KOOB, T. J.; 2004 Elasmobranchs in the Public Aquarium: 1860 to 1930 in: The Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays and their Relatives, Ohio, Biological Survey, 2-3p.

LAST P. R.; WILIAN T. W.; CARVALHO M.; SERET B. STEHMANN M. F.W. AND NAYLOR G. Rays of the World (2016).CSIRO Publishing Locked Bag 10. Clayton South VIC 3169

MICHAEL, S. W. (2001) Aquarium Sharks & Rays: na essential guide to their selection, keeping and Natural history. Co-published by Microcom Ltd P.O.Box 550 Charlotte, VT 05445 www.microcosm-books.com

MICHAELSON, D.M.; STERNBERG, D. and FISHELSON L. 1978 Observations on feeding, growth an eletric discharge on newborn *Torpedo ocellata* (chondrichthyes, batoidei) J. Fish Biol. (1979) 15, 159-163. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1979.tb03579.x>

MORENO, I., ACEVEDO, K., GRIJALBA-BENDECK, M., ACERO, A. & PARAMO, J. 2010. Reproducción de la raya eléctrica *Narcine bancrofti* (Torpediniformes: Narcinidae) en Santa Marta, Caribe Colombiano. Latin American Journal of Aquatic Research 38:27-36. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-560X2010000100003>

ROLIM, F. A.; ROTUNDO M. M.; VASKE-JÚNIOR, T.; 2015. Notes on the reproductive biology of the Brazilian Eletric Ray *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Narcinidae) Journal of Fish Biology. <https://doi.org/10.1111/jfb.12778>

RUDLOE, A. 1989 Captive Maintenance of The Lesser Electric Ray, with Observations of Feeding Behavior, The Progressive Fish-Culturist, 51:1, 47-41. [https://doi.org/10.1577/1548-8640\(1989\)051<0037:CMOTLE>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8640(1989)051<0037:CMOTLE>2.3.CO;2)

VILLAVICENCIO -GALAYZAR 2000 Taxonomia, abundancia estacional, edad y crecimiento y biología reproductiva de *Narcine entemedor* Jordan y Starks (CHONDRICHTHYES;NARCINIDAE), en Bahia Almejas, B.C.S., México.

MANUTENÇÃO DE *Narcine brasiliensis*, (CHONDRICHTHYES:ELASMOBRANCHII), NO AQUÁRIO DE SANTOS, SÃO PAULO, BRASIL

Tubarões e raias são importantes atrações em aquários públicos, representando uma interessante e inestimável ferramenta educacional, assim como sua utilização em laboratórios para finalidades de pesquisa (Gendron, 2004). A manutenção de elasmobrânquios em aquários públicos é remanescente do século XIX (Koob, 2004; Brunner, 2005).

De acordo com *World Association of Zoos and Aquariums-WAZA* (2018), anualmente cerca de 700 milhões de pessoas visitam zoológicos e aquários, o que reforça o trabalho de educação ambiental e conservação. A manutenção de elasmobrânquios em aquários é uma ciência em crescimento, não existem limites para tamanho ou grau de complexidade para a manutenção dos espécimes em cativeiro incluindo espécies como raias manta e tubarões baleia (Matsumoto et al, 2017; Coco e Schreiber, 2017).

No Brasil, essa atividade é recente, mas em expansão por conta dos grandes empreendimentos que visam à visitação pública (Gonzalez, 2004). Para o pesquisador que não puder ter contato com determinado animal aquático no ambiente natural, tem oportunidade de observá-lo e estudá-lo em aquários. O Aquário Marinho de Santos possibilita estas oportunidades desde a sua inauguração em 1945 (Nobre-Rosa, 1973).

O Aquário de Santos-AQS foi o primeiro aquário público a ser instituído no Brasil, e é considerado um dos parques públicos mais visitados do Estado de São Paulo recebendo aproximadamente 800 mil turistas por ano. A instituição mantém uma Unidade de Educação Ambiental que atende cerca de duas mil crianças e estudantes anualmente, oferecendo estágios, cursos, palestras, exposições e oficinas. Tubarões e raias são animais que completam a coleção didática, bem como atendem a curiosidade do grande público permitindo, também, esclarecimentos sobre sua periculosidade. Segundo Nobre-Rosa (1973) o AQS é uma das instituições que contribuem para o melhor conhecimento da fauna e flora marinhas bem como proporciona momentos de agradável e útil convivência.

De acordo com Last et al, (2016), a família *Narcinidae*, é representada por 29 espécies. No Brasil, ocorrem três espécies do gênero *Narcine*, sendo: *N. brasiliensis* no sudeste e sul, *N. brancofti* no nordeste e *Narcine sp* no norte (Gomes et al., 2010; Rolim et

al., 2015). As espécies aparecem nas estatísticas de captura por diversas artes de pesca em todo litoral brasileiro (Gomes et al., 2010; Bornatowski, 2014 e Rolim et al., 2015).

A raia-treme-treme ou elétrica, *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831) é encontrada em águas costeiras com fundos de lama, desde o sudeste do Brasil até a Argentina, alcançando cerca de 20 metros de profundidade. A estratégia reprodutiva é viviparidade com nutrição lecitotrófica, gerando de quatro a quinze embriões. Alimentam-se de crustáceos, poliquetas e sipuncúlidas. São capazes de produzir uma descarga elétrica de 14 a 37 volts, que utiliza para captura de suas presas e como defesa (Figueiredo, 1977; Rudloe, 1989; Gomes, et al., 2010; Last et al., 2016). Na Lista Vermelha da IUCN (*Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) é considerada com dados deficientes (DD).

Estudos com reprodução, crescimento e dieta de *Narcine brasiliensis*, foram realizados por Rudloe (1989), Martins et al. (2009), Viana e Vooren, (2009), Ferreira e Vooren (2012) e Rolim (2015). Trabalhos similares foram realizados com *Narcine entemedor* por Villavicencio-Garayzar (2000) e com *Narcine brancoftii* por Moreno (2010), que demonstram a necessidade de mais trabalhos sobre essas espécies. Sawaya e Mendes (1951) estudaram a Cholinesterase em exemplares de *Narcine brasiliensis* no Aquário de Santos. Com relação a manutenção em cativeiro, registros de nascimento de raias bentônicas foram reportados por alguns autores como Michaelson e Stenberg (1979), que receberam exemplares prenhes de raia-elétrica *Torpedo ocellata*. Entretanto, alguns autores como Uchida et al (1990) e Gonzalez (2004) reportam respectivamente a reprodução e nascimento de *Torpedo marmorata* e o nascimento de exemplares de *Zapterix brevirostris* em sistema cativo. Também foi observado por Henningsen e Leaf (2010) o nascimento de *Dasyatis americana* mantida por 13 anos, no Aquário de Baltimore, Atlanta, Nova York-EUA.

Na manutenção de animais em cativeiro, a análise da relação peso-comprimento é uma ferramenta importante que pode dar informações sobre aspectos da biologia e ecologia de determinadas espécies, além de ser um indicativo quantitativo do bem estar em peixes (NAVARRO et al, 2010).

Com este trabalho foi acompanhado o desenvolvimento de três indivíduos da espécie *Narcine brasiliensis* nascidas em cativeiro pelo período de 24 meses. Também pretendeu-se contribuir para a avaliação das condições de manutenção (bem-estar) da espécies em aquário através da comparação do crescimento e o do peso, com os

indivíduos de capturados pela pesca artesanal de camarão e posteriormente fixados em formol no Acervo Zoológico da Universidade Santa Cecília.

MATERIAL E MÉTODOS

O Aquário de Santos-AQS recebe com regularidade doações de animais aquáticos, oriundas de pescadores e munícipes da região, geralmente estes últimos aquaristas amadores. Os pescadores são amparados pela Instrução Normativa Interministerial nº 09 de 13 de junho de 2012 (BRASIL, 2012) que regulamenta os petrechos e as quantidades permitidas de capturas por pescador sendo que ele pode: i) pescar o animal e leva-lo para consumo; ii) mantê-lo em um aquário ou iii) doa-lo para ornamentação em aquário público. Aquário de Santos já possui uma Autorização de Uso e Manejo para a espécie sob o nº 162.472.

Aquisição do espécime

Em de fevereiro de 2016, o Aquário de Santos-AQS recebeu como doação uma fêmea da raia treme-treme, capturada em Santos (SP) (Figura 1), por uma rede-de-arrasto-de-praia (picaré malha 10). A fêmea adulta foi transportada em uma caixa de isopor, 50 x 50 cm, com aeração por bomba de ar em seguida colocada em um tanque de 200 l, com filtro mecânico de lã de vidro e filtro biológico de bio-balls, com entrada de oxigênio pela superfície do tanque. O substrato do recinto foi composto por areia fina para filtros (Ø4 mm) com aproximadamente 5 cm de altura.



Figura 1. Área de captura com rede-de-arrasto de praia, de fêmea de raia treme-treme, na Ponta da Praia, Santos, SP, Brasil.

A raia foi submetida a exame de Ultrassonografia na Universidade Monte Serrat-UNIMONTE, pois este local já realizou outras exames em parceria com o AQS. Para o transporte, o animal foi acondicionado em caixa de isopor com auxílio de aeração constante e, para o exame, apenas a região dorsal animal foi exposta fora da água. O transdutor foi posicionado na região dorsal onde anatomicamente está localizado o útero, sendo que foi passado apenas no lado esquerdo, confirmando a presença dos embriões.

Qualidade da Água

As variáveis da qualidade da água do recinto com os exemplares neonatos R1, R2 e R3 foram monitoradas semanalmente entre março de 2016 e março de 2018. A avaliação dos valores de pH, amônia, nitrito, salinidade e temperatura seguiu os valores de referência propostos por Mohan e Aiken (2004). Para os testes de pH, amônia e nitrito, foi utilizado o KIT ALCON TESTES, para a salinidade foi usado um Refratômetro Salinity (0-100ppm) modelo P-RHS-10ATC, e a temperatura foi aferida com termômetro a mercúrio flutuante analógico de vidro da DELFIN. Quando observado algum valor fora do padrão para esses animais, foi realizada uma Troca Parcial da Água-TPA de 10 a 20% do volume do aquário.

Comportamento e Rotina de alimentação

O adulto de raia-treme-treme, bem como os neonatos foram colocados em tanque separado e tiveram sua alimentação monitorada. O horário de alimentação foi sempre no período da manhã quando os animais eram mais ativos. Com relação à alimentação dos neonatos, foram testados diferentes tipos de alimentos de acordo com o tamanho da boca do animal. Os itens alimentares oferecidos foram: red worm *Eisenia fétida* (Savigny, 1826) (pequenos invertebrados de água doce), pedaços de camarões e peixes, de acordo com as diretrizes do AQS que visa oferecer ao espécimes em cativeiro alimentos quanto mais próximos da realidade dos animais de vida livre. A oferta do alimento foi realizada com o auxílio de uma pinça de plástico ou metal.

Biometria e Pesagem

O comprimento total (CT) e o peso total (PT) foram registrados para cada indivíduo nascido no AQS e para 35 exemplares de capturados pela pesca e posteriormente, fixados em álcool 70, depositados no Acervo Zoológico da Universidade Santa Cecília (UNISANTA), que fez a coleta dos 35 exemplares. As

medidas, no caso dos exemplares nascidos vivos no AQS, foram efetuadas antes da alimentação com intervalos de 15 dias durante 24 meses. A biometria, foi realizada com o auxílio dos seguintes materiais: paquímetro de aço e balança digital com precisão de 1 g a 500 g (Diamond/Model 500) (Figura 2B); conforme os animais foram crescendo fez-se o uso de um ictiômetro (Figura 2A) e balança digital com precisão de 40 g a 20 kg (UranoUS20/2POP-S)

Durante o procedimento de manipulação dos exemplares, não foi utilizado nenhum sedativo ou anestésico e os animais demonstraram certa tolerância a ficarem curtos períodos fora da água. Para o manejo seguro dos exemplares, foram utilizadas luvas de borracha para minimizar os efeitos causados pelas descargas elétricas e não prejudicar o manejo.

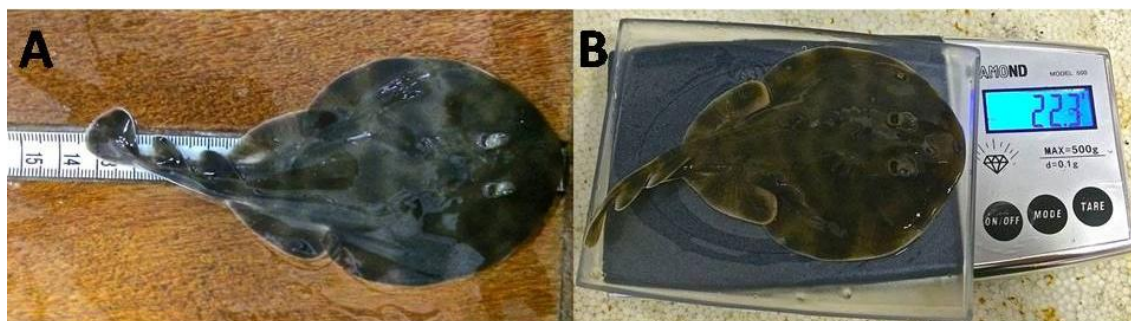


Figura 2 A e B. Exemplar de raia-treme-treme, fêmea sendo medida com ictiômetro e pesada com auxílio de balança digital.

No caso dos exemplares de vida livre, ressalta-se que todos foram capturados pela pesca de arrasto de fundo, que tem como espécie alvo o camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyer*. As capturas ocorreram entre **2009 e 2015** na profundidade de 6,8 a 28 m, nas cidades de Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Guarujá e Bertioga.

Relação Comprimento-Peso

A relação matemática entre o comprimento e o peso foi individualmente estimada para as neonatas (R1, R2 e R3) bem como para 35 indivíduos de vida livre, visando a comparação das relações devido as diferentes condições de vida e manutenção.

A relação comprimento - peso foi calculada através da formula $PT = a \cdot CT^b$ (Le Cren, 1951), onde: PT = peso total em g; CT = comprimento total em cm; a = intercepta com o eixo de y; b = coeficiente de regressão. Na relação comprimento- peso, a constante a é

relacionada com o grau de engorda dos indivíduos e o coeficiente b com o tipo de crescimento (Araújo e Vicentini, 2001). Neste propósito, b pode assumir valores diferentes variando entre 2-4 (Le Cren, 1951). Quando b é menor que 3, o crescimento é alométrico negativo, indicando que o comprimento aumenta proporcionalmente mais em comparação com as outras dimensões. Neste caso, os indivíduos aparecerão delgados e longos. Por valores de b maiores que 3 o crescimento é alométrico positivo, indicando que o comprimento aumenta de maneira menos proporcional em comparação as outras dimensões levando a indivíduos mais curtos e mais robustos. Por valores de b iguais a 3 o crescimento é isométrico indicando que o desenvolvimento corporal do indivíduo ocorre de maneira proporcional nas três dimensões do espaço.

A relação comprimento-peso foi calculada pelo método dos mínimos quadrados após transformação logarítmica dos dados através da equação: $\log_{10} PT = \log_{10} a + b \cdot \log_{10} LT$ (Ricker, 1975). Esta transformação possibilitou também realizar a comparação entre as regressões dos três neonatos. Por este propósito, foi realizado um teste F de paralelismo entre as retas de regressão, o qual permitiu verificar a hipótese nula da homogeneidade das pendências das regressões (Valle e Rebelo, 2002). No caso dos indivíduos de vida livre a relação comprimento-peso foi calculada separadamente para cada sexo assim de verificar, também pelo teste de paralelismo, a presença de dimorfismo sexual na espécie. O diagnóstico da regressão foi preliminarmente realizado verificando os assuntos de normalidade e homogeneidade das variâncias com os testes de Shapiro-Wilks e F respectivamente. As elaborações foram efetuadas com o auxílio do programa Microsoft Excel 2007 e Software livre Past versão 3.19.

Fator de Condição

O Fator de Condição permite avaliar o estado nutricional ou o “bem estar” de cada indivíduo da população examinada. Neste trabalho foram comparados dois tipos de fatores: 1) o Fator de Condição de Fulton (1911): $K = (PT/CT^3) \cdot 100$, onde: PT = peso total; CT = comprimento total. Neste caso, o K calculado representa o desvio do indivíduo de um peixe ideal tendo crescimento isométrico (Weatherley, 1972) e permite a comparação entre indivíduos, sexos e populações diferentes (Ricker, 1975); 2) o Fator Alométrico (Le Cren, 1951; Wootton et al., (1978): $K = PT/CT^b$, onde PT = peso total; CT = comprimento total e b = coeficiente de alometria (regressão).

RESULTADOS

Determinação da espécie e Análise da gestação

O espécime de raia doado ao AQS em janeiro de 2016 foi identificado como *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831), (Figura 3), segundo Gomes et al (2010) e Last et al (2016). No momento da captura, o indivíduo tinha 38 cm de comprimento e de 736 g de peso.

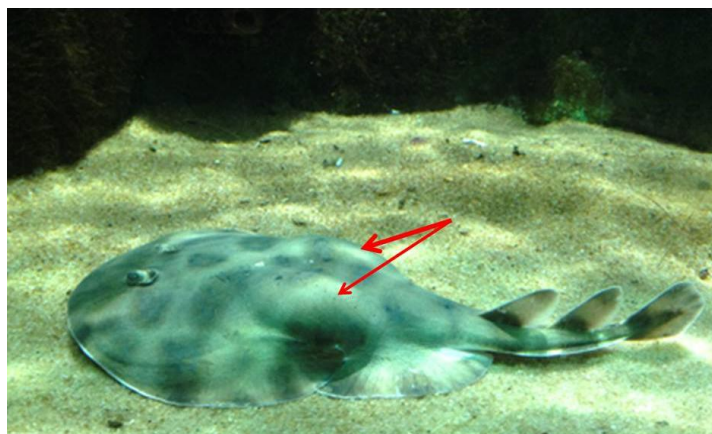


Figura 3. Exemplar fêmea de *Narcine brasiliensis* no Aquário de Santos colocada em observação, devido à região dorsal distendida.

O resultado da Ultrassonografia, realizada em 23 de fevereiro de 2016, mostrou no útero esquerdo quatro embriões (Figura 4). Os embriões apresentavam desenvolvimento completo, estavam respirando no momento do exame, o que sugere que a fêmea estava na fase final do período gestacional.



Figura 4. Observação de quatro embriões de *Narcine brasiliensis*, no útero esquerdo, através de ultrassonografia.

No dia três de março de 2016, (57 dias após sua captura), a fêmea deu à luz nove neonatos, três fêmeas vivas (Figura 5A), e seis natimortos (duas fêmeas e quatro machos) observados na Figura 5B. As neonatas vivas foram intituladas R1, R2 e R3.

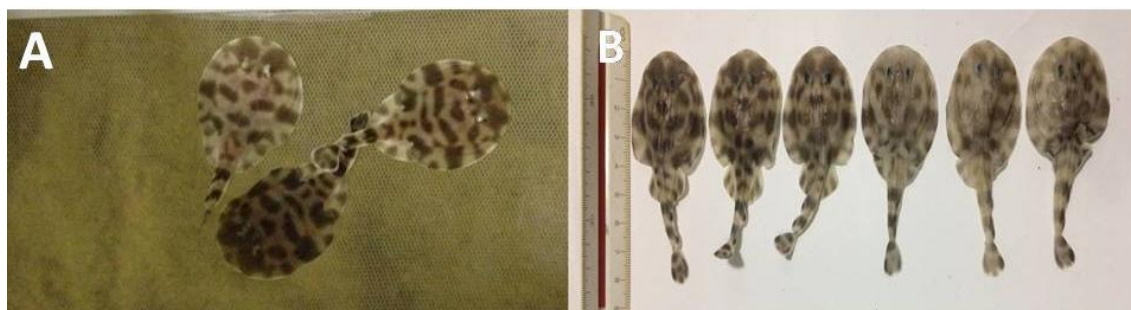


Figura 5. Três neonatos fêmeas (A) e seis natimortos (duas fêmeas e quatro machos) de *Narcine brasiliensis* (B).

Qualidade da Água

As médias das variáveis da qualidade da água no período de fevereiro de 2016 a março de 2018 foram: pH 8,4 ($\pm 0,08$ DP); salinidade 28 ppm ($\pm 0,37$ DP) e temperatura de 26°C ($\pm 0,50$ DP), para amônia e o nitrito, os valores se apresentaram abaixo da sensibilidade do método de determinação. Não foram registradas alterações significativas nos parâmetros analisados e periodicamente foi realizada a troca parcial da água (TPA) de pelo menos 20% (Tabela 01).

Tabela01 . Parâmetros da Qualidade da água

Variáveis	Média \pm DP	Max.	Min.
Salinidade	28,16 \pm 0,37	29	28
Temperatura	25,6 \pm 0,5	26	25
Ph	8,36 \pm 0,08	8,4	8,2
NH ³	0	0	0
NO ²	0	0	0

Qualidade da água dos recintos das neonatas

Os parâmetros da qualidade da água para as três neonatas foram monitorados diariamente, assim como para a fêmea prenhe. Em caso de qualquer alteração nos parâmetros, foi realizada uma troca parcial da água (TPA).

Biometria e Pesagem das raias neonatas

Os dados de peso, comprimento e sexo dos nove neonatos estão apresentados na Tabela 02. As fêmeas apresentaram um comprimento médio de 8,1 cm com desvio

padrão de 0,08. O comprimento médio dos machos foi de 8,0 cm com desvio padrão de 0,28. A média do peso das fêmeas foi de 6,6 g com desvio padrão de 0,92 e dos machos 7,25 g com desvio padrão de 0,55. Os três exemplares vivos R1, R2 e R3, nasceram com comprimentos totais (CT) semelhantes. Os padrões de manchas dorsais tornaram os exemplares facilmente identificáveis, sem a necessidade de marcação externa.

Tabela 02. Comprimento (CT), peso (PT) e sexo dos nove embriões na data do nascimento.

Raias	CT	PT	Sexo
R1*	8,1	6,6	F
R2*	8,1	8,1	F
R3*	8	7,2	F
R4	8	7,8	M
R5	7,6	7	M
R6	8	7,6	M
R7	8,3	6,6	M
R8	8	6,5	F
R9	8,2	5,6	F
*vivas			

O maior crescimento dos neonatos ocorreu nos 12 primeiros meses, onde os exemplares R1 e R2 dobraram de tamanho (16 e 16,7 cm respectivamente). Nos 12 meses seguintes esse ritmo de crescimento diminuiu (04 cm e 07 cm respectivamente). Após 16 meses foi observado que as R1 e R2 apresentaram a mesma medida 18 cm (CT), e quase o mesmo peso 91 g e 92 g (PT). No entanto, a R3, no décimo segundo mês apresentou um desenvolvimento mais abaixo medindo 12 cm (CT) e pesando 26,5 g (PT). E, portanto, no décimo nono mês o exemplar veio a óbito (R3).

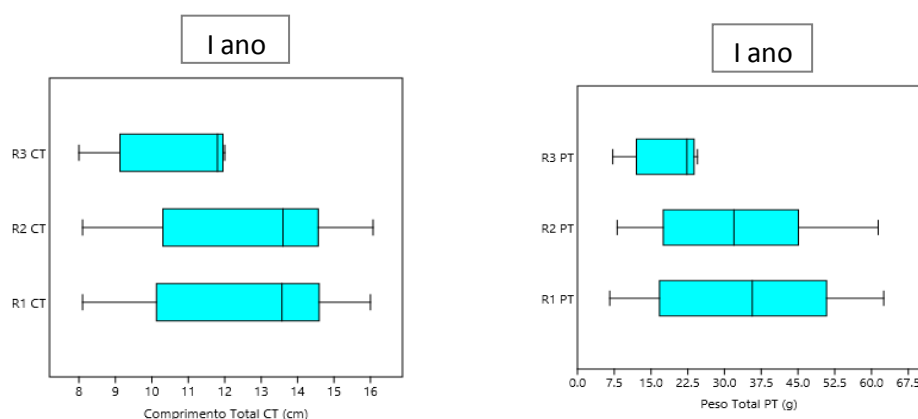


Figura 06 e 07: Valores de Comprimento Total e Peso Total para os exemplares R1, R2 e R3, durante o primeiro ano.

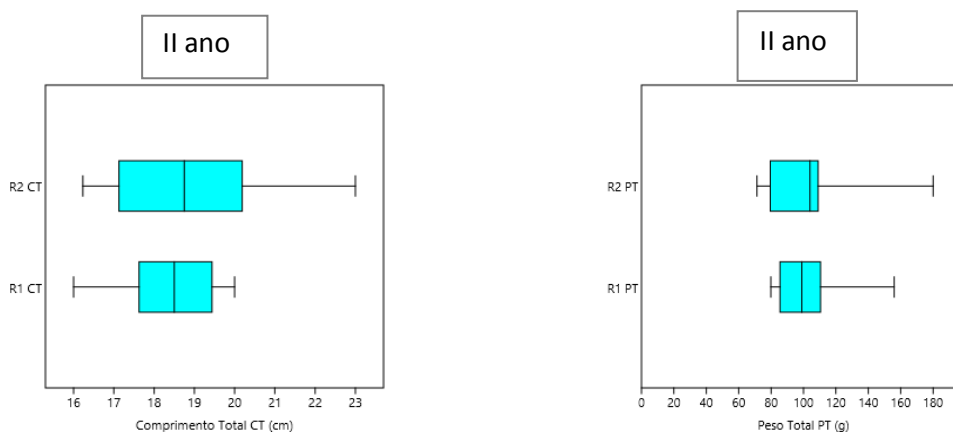


Figura 08 e 09 Valores de Comprimento Total e Peso Total para os exemplares R1 e R2, durante o segundo ano.

Comportamento e Rotina de alimentação

Logo após nascimento, os três exemplares R1, R2 e R3 intercalavam, períodos de natação na meia água com enterrados no substrato, as nadadeiras dorsais se mantiveram arqueadas e apenas os olhos e espiráculos expostos. Os exemplares foram manipulados para biometria nos primeiros dias de nascimento, podendo notar pequenas descargas elétricas.

A alimentação foi oferecida no dia seguinte do nascimento. Nos primeiros trinta dias, foram oferecidos *red-worms*, do segundo ao terceiro mês, os exemplares foram alimentados com ovas de manjuba *Anchoviella lepidentostole*, que foram oferecidos com auxílio de uma pipeta de plástico. A partir do terceiro mês foram oferecidos com o auxílio de uma pinça pedaços (0,2mm) de camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* e peixe merluza *Merluccius spp.* A partir do quarto mês até completar 24 meses, a alimentação foi preparada com pedaços > de 0,5mm de peixe e camarão e seguiu sendo oferecida com uma pinça.



Figura 19. Neonato de *Narcine brasiliensis*, sendo alimentado com ovas de manjuba, com auxílio de uma pinça.

Relação Comprimento-Peso

A relação comprimento - peso para os três neonatos (R1, R2 e R3), é apresentada na Fig.10. O modelo de regressão para cada indivíduo foi R1:PT=0,0131 x Comprimento Total CT^{3,0737} (r²=0,983)

$$R2:PT=0,0156 \times \text{Comprimento Total CT}^{2,8811} \quad (r^2=0,988)$$

$$R3:PT=0,0187 \times \text{Comprimento Total CT}^{2,98993} \quad (r^2=0,981)$$

No caso da R3 o período de observação foi de 19 meses devido ao óbito do indivíduo. A causa da morte foi relacionada ao aparecimento de uma deformação bucal que impediu a sua correta alimentação.

Os exemplares R1 e R2 apresentaram um crescimento parecido ao longo dos vinte e quatro meses, no entanto a R2 veio a óbito no vigésimo quinto mês e a R1 no vigésimo sétimo mês.

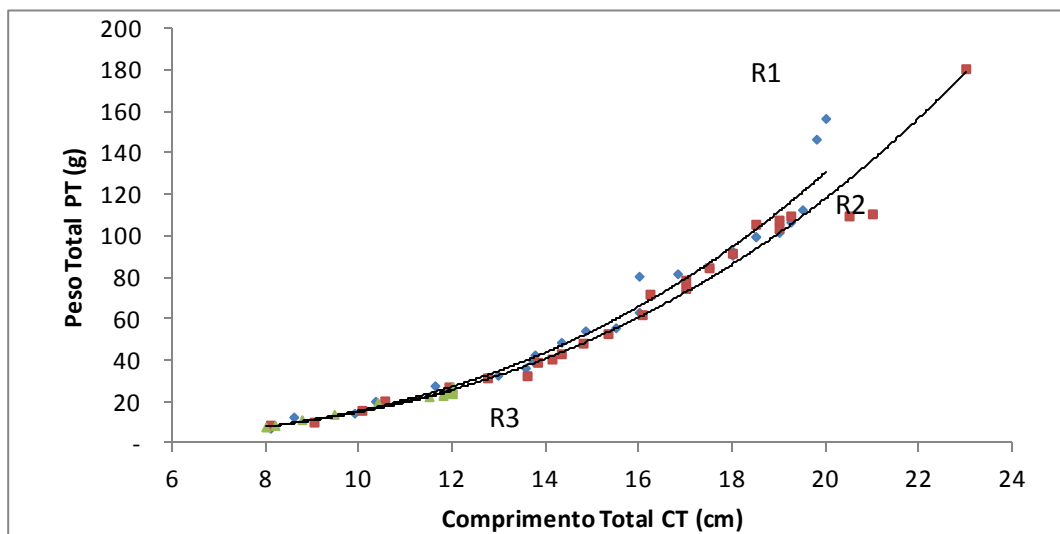


Figura 10. Relações peso/comprimento dos três neonatos de *Narcine brasiliensis*, durante 24 meses.

Os valores dos coeficientes de regressão (b) para os três indivíduos (Tabela 3) mostram que o crescimento foi alométrico, sendo positivo por R1 e negativo para R2 e R3. O coeficiente de determinação (R²) maior de 98% mostrou a bondade do ajuste do modelo aplicado.

Tabela 3. Dados das relações peso/comprimento dos três neonatos de *Narcine brasiliensis*, durante 24 meses.

	Sexo	Meses	a	b	R ²
R1 ◆	Fêmea	24	0,013	3,074	0,983
R2 ■	Fêmea	24	0,016	2,881	0,988
R3 ▲	Fêmea	19	0,019	2,899	0,981

Na figura 11 é mostrado o modelo linearizado (log-log) das regressões comprimento-peso dos três exemplares. A comparação não mostrou diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre o crescimento dos três neonatos durante o período estudado.

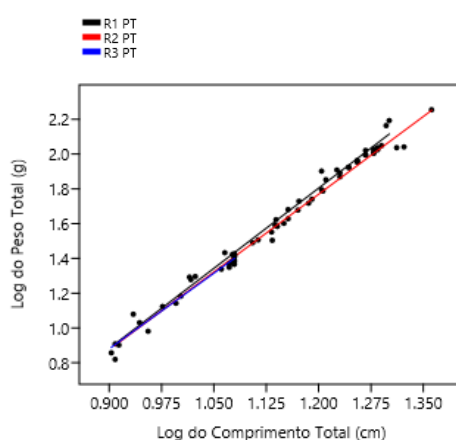


Figura 11. Transformação log-log da relação comprimento-peso dos três neonatos de *Narcine brasiliensis* durante 24 meses.

Os dados dos três neonatos foram também analisados agrupados para obter uma relação de comprimento-peso conjunta (Figura 12).

A relação obtida foi:

$$PT_{\text{tot}} = 0,0134 * CT_{\text{tot}}^{3,0461} \quad (R^2 = 0,987).$$

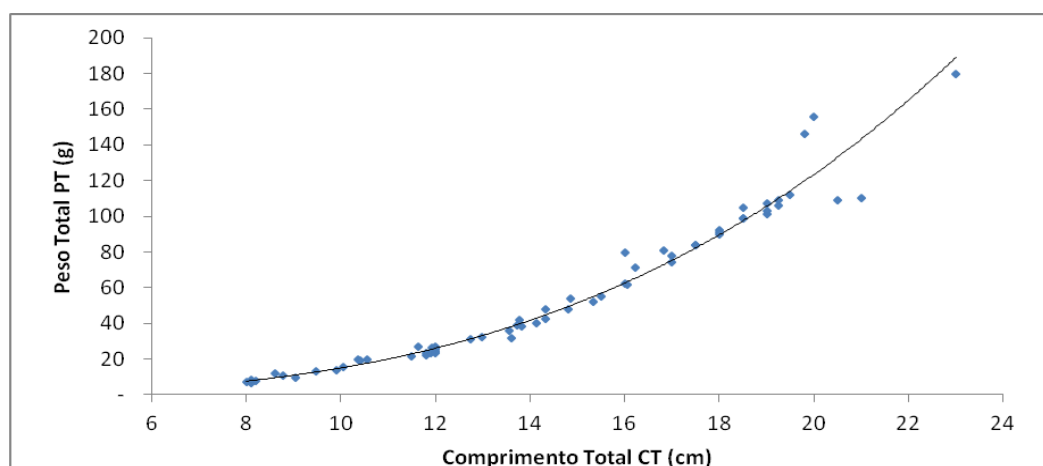


Figura 12. Relação comprimento-peso dos três neonatos de *Narcine brasiliensis* agrupados.

O coeficiente de regressão confirmou o tipo de crescimento alométrico relativamente nas fases iniciais de vida das espécies.

Considerando que a média do comprimento a 12 e 24 meses dos indivíduos observados foi de 15,37 ; 15,62 e 11,10 (primeiro ano) e 18,41 e 18,83 (segundo ano) respectivamente, a nova relação permitiu estimar um correspondente peso esperado de 55,20; 51,45 e 20,48 para o primeiro ano e para o segundo ano 95,63 e 102,43 respectivamente.

Relativamente aos exemplares fixados de vida livre a relação peso-comprimento foi aplicada separadamente a 18 machos e 17 fêmeas (Figura 13 e Tabela 4). As equações de regressão são:

$$PT_{\text{machos}} = 0,01 \times CT^{3,0257} \quad (r^2=0,9571)$$

$$PT_{\text{fêmeas}} = 0,0035 \times CT^{3,3604} \quad (r^2=0,9588)$$

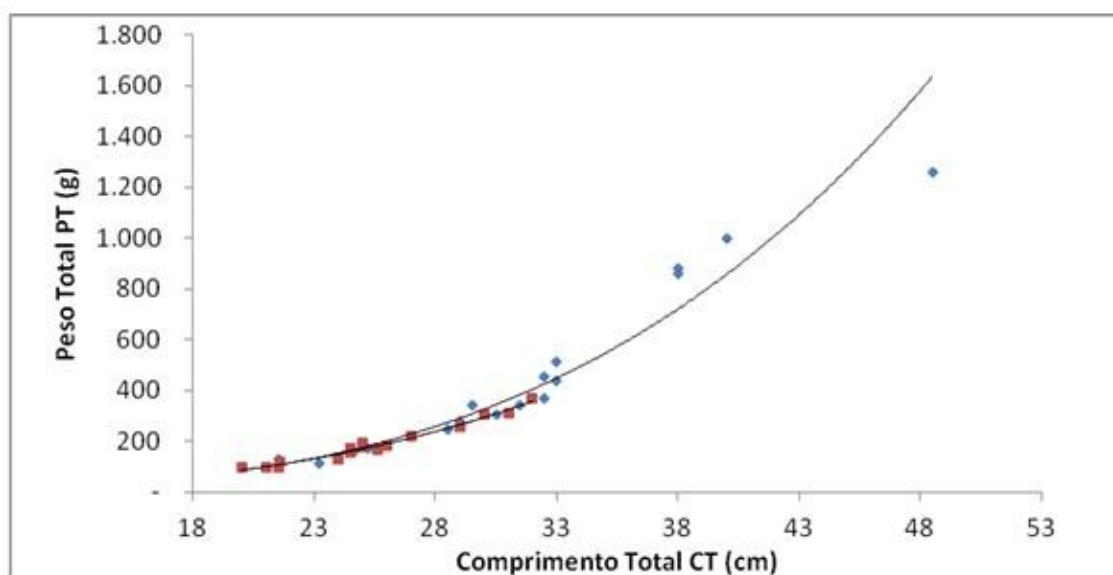


Figura 13. Relação peso/comprimento de macho e fêmea (separadamente) de *Narcine brasiliensis*, de fixados de vida livre.

Tabela 4. Dados de relação peso/comprimento de machos e fêmeas de vida livre de *Narcine brasiliensis*.

	Sexo	n	a	b	R ²
F	◆ Fêmea	17	0,003	3,36	0,959
M	■ Macho	18	0,01	3,03	0,957

Os valores do coeficiente de regressão (tabela 4) mostram crescimento alométrico positivos por ambos os sexos sendo o valor para as fêmeas (3,36) maior dos machos (3,03).

Na Figura 14 é mostrada a comparação entre as regressões linearizadas (log-log) de machos e fêmeas dos indivíduos de vida livre. A comparação das relações através do teste F (paralelismo), não mostrou diferença significativa ($p > 0,05$) indicando a ausência de dimorfismo sexual entre os gêneros. Assim sendo, para comparação entre neonatos e de vida livre utilizou-se somente os dados de fêmeas de vida livre.

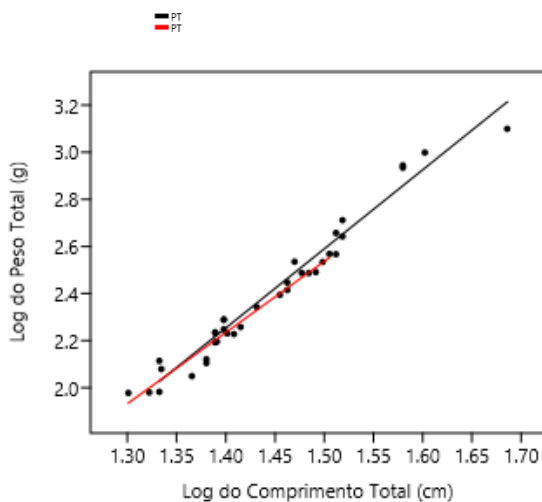


Figura 14. Transformação log/log da relação peso/comprimento de machos e fêmeas de vida livre de *Narcine brasiliensis*.

Os dados dos indivíduos em cativeiro foram comparados e agregados aos dados dos indivíduos de vida livre. Os coeficientes (b) da relação comprimento-peso estão na tabela 4:

Tabela 5: Coeficiente de regressão

Exemplares	“b”
Fêmea vida livre amostra total	3,3604
Fêmea vida livre antes I reprodução	2,8568
Macho vida livre	3,0257
Neonatas R1 R2 R3	3,05
Dados agregados M F Vida livre/Cativeiro	2,7832

A comparação mostra que o coeficiente de alometria das jovens em cativeiro é próximo aos dos machos e das fêmeas antes da primeira reprodução (figura 15), indicando um possível efeito da primeira reprodução sobre o tipo de crescimento. De alguma forma a comparação das retas de regressão não foi significativa, para os testes de Shapiro-Wilks e F respectivamente.

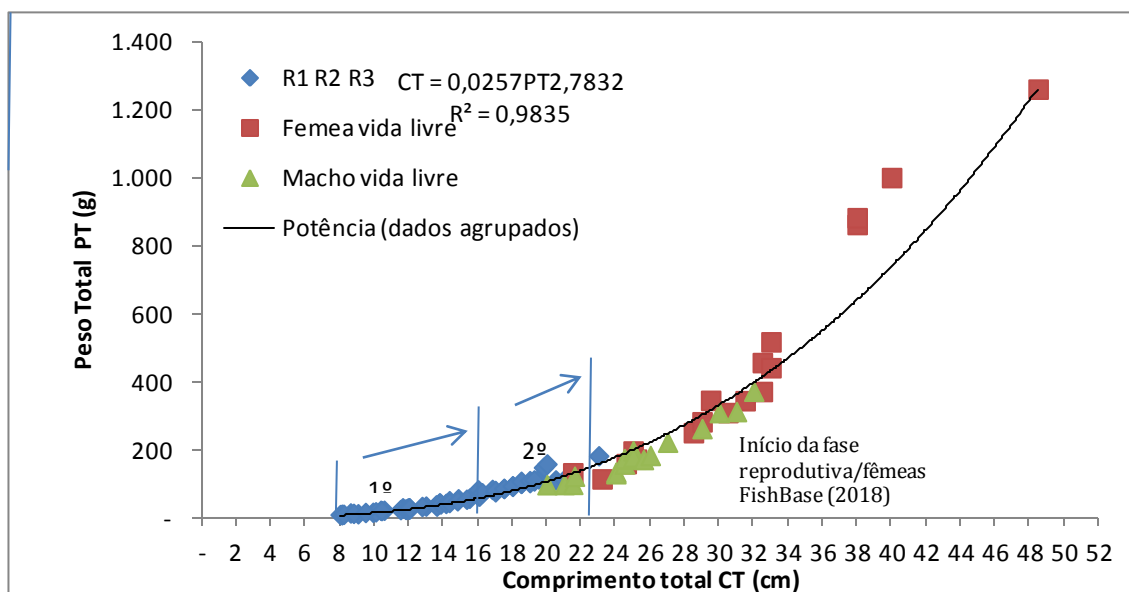


Figura 15. Relação peso/comprimento dos dados agrupados de neonatos , machos e fêmeas de vida livre para *Narcine brasiliensis*.

De acordo com Fishbase (2018) o comprimento a primeira atividade reprodutiva das espécies é 27 cm para machos e 28.8 para fêmeas Martins (2007) cm mostrando que as raias em cativeiro não atingiram o comprimento de primeira reprodução.

Fator de Condição

Nas Figuras 16, 17 e 18, são mostrados os valores dos fatores de condição de Fulton (K), do Fator de Condição Relativo é possível observar que nos três primeiros meses os exemplares R1 e R2 tiveram um crescimento isométrico positivo e nos meses seguintes o crescimento foi assimétrico até completar 24 meses. Sendo assim, nos primeiros quatro meses (março a junho de 2016) o exemplar cresceu mais em comprimento que em volume, o que demonstra uma característica de um animal de

crescimento rápido, dobrando o seu tamanho ainda no primeiro ano. Com relação ao exemplar R3, ele não apresentou um desenvolvimento semelhante aos demais, uma das hipóteses foi uma má formação na mandíbula identificada posteriormente o seu óbito.

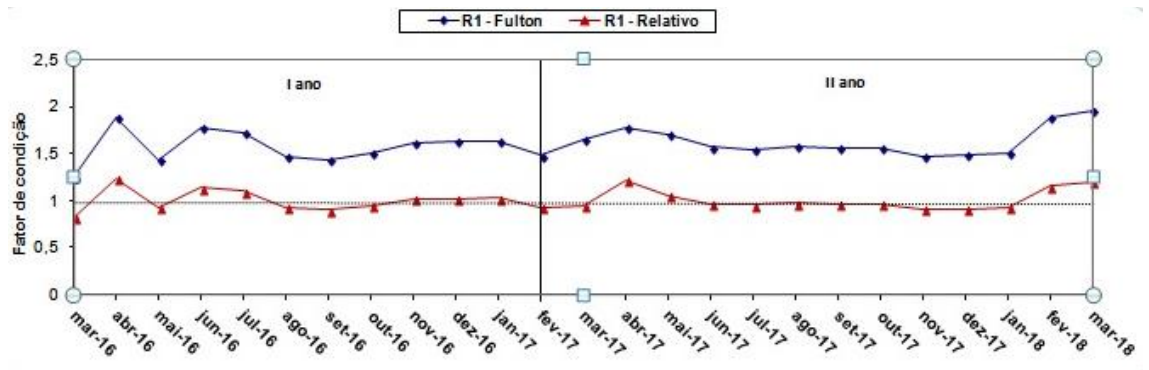


Figura 16. Fator de Condição de Fulton e Relativo da neonata R1 de *Narcine brasiliensis*, nos 24 meses.

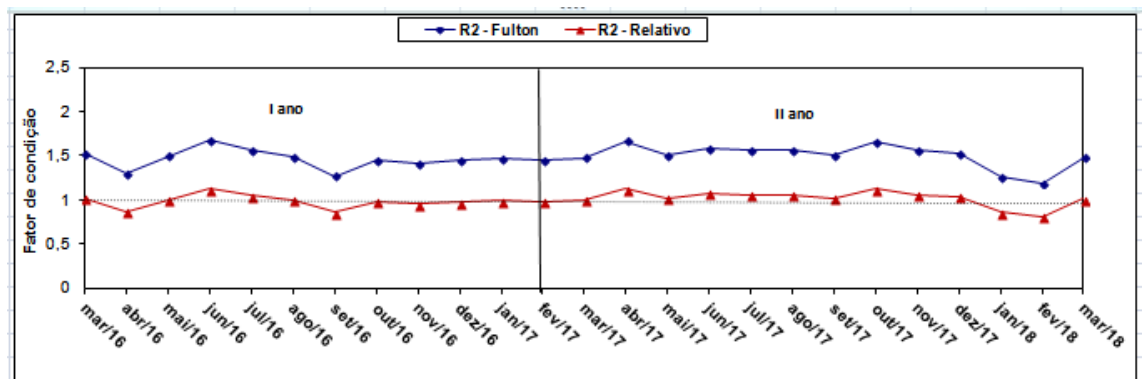


Figura 17. Fator de Condição de Fulton e Relativo da neonata R2 de *Narcine brasiliensis*, nos 24 meses.

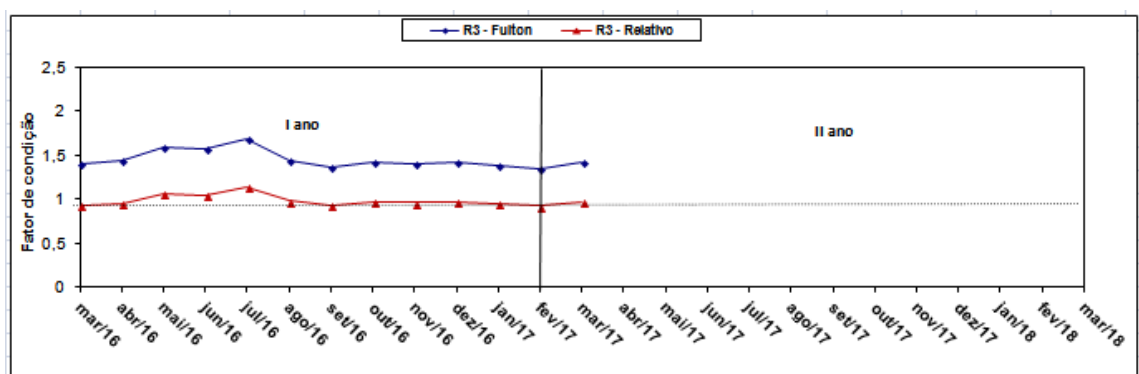


Figura 18. Fator de Condição de Fulton e Relativo da neonata R3 de *Narcine brasiliensis*, nos 12 meses.

DISCUSSÃO

Acompanhar o crescimento de elasmobrânquios logo ao nascer ou por longos períodos pode ajudar a compreender melhor o comportamento evolutivo desses organismos. Entre os trabalhos pioneiros com reprodução de raias em aquário é o de Uchida et al (1990), que relataram o comportamento de cópula e nascimento de *Aetobatus narinari*. Estes dados podem fornecer informações muito importantes sobre a biologia desses animais, além de auxiliar na manutenção das espécies no ambiente cativeiro Mohan et al (2004), uma vez que informações sobre a biologia comportamental destes animais são pouco conhecidos. Estudos recentes apontam que comportamentos de cópula, hábitos alimentares e estratégias reprodutivas são pouco conhecidas, mostrando a necessidade de maiores estudos para ocupar a lacuna de conhecimento (Rudloe, 1989; Martins et al., 2009; Viana e Vooren, 2009; Ferreira e Vooren, 2012 e Rolim et al 2015).

No Brasil, o cultivo de elasmobrânquios em cativeiro é bastante raro. Badalssin et al (2008), observaram cópula de *Rhinoptera bonasus* e 14 meses depois, o nascimento de um indivíduo, que manteve por 23 dias com uma alimentação balanceada.

Entretanto, a *Narcine brasiliensis*, não é uma espécie muito encontrada em aquário, até pelo seu manejo delicado e baixa oferta de indivíduos. No entanto, Moreno et al (2010) estudou a reprodução da raia-elétrica *Narcine bancrofti*, no Caribe Colombiano. Os autores Rudloe (1989), Bornatowski et al (2006) e Rolim et al (2015) estudaram os hábitos alimentares e reprodutivos para *N. brasiliensis*. Sawaya e Mendes (1951), estudaram a Cholinesterase em exemplares de *Narcine brasiliensis* no Aquário de Santos.

O exemplar deu a luz nove neonatos, sendo que para a espécie os relatos são de 2 a 17 embriões (Michael, 2001) o mesmo autor relata ocorrência de fêmeas na área rasa da praia no final do verão. A fêmea do trabalho foi capturada também no período quente de verão na baía de Santos.

Rolim et al (2015) descrevem a presença de fêmeas grávidas nos desembarques da pesca industrial no verão e outono no estado de São Paulo. Smith (1997) e Gomes et al 2010, reportam a presença de 4 a 15 embriões por gestação em *N. brasiliensis*, enquanto Gonzalez, observou a presença de seis embriões para *Z. brevirostris*.

Para a *Narcine brasiliensis*, não foram encontrados relatos de realização de exame de ultrassonografia para fêmeas prenhes. Nakaya et al (2012), realizaram exames de

ultrassonografia em fêmea prenhe de *Manta alfredi* no aquário de Okinawa, Japão, tendo com sucesso conseguindo observar a presença de dos embriões. Neste trabalho, o exame de ultrassonografia também demonstrou a presença embriões, no caso quatro embriões, no útero esquerdo.

Os exemplares R1 e R2 atingiram CT Máximo de 20 e 23 cm respectivamente, sabendo que a espécie atinge a sua maturidade sexual a partir dos 28 cm para fêmeas e 23 cm para machos segundo Michael, (2001) pode-se sugerir que provavelmente essa espécie, estará em período reprodutivo próximo dos quatro anos de vida. Informações dessa natureza podem auxiliar no trabalho de manejo adequado dessa espécie vulnerável a diversos tipos de pesca. Por fim, considera-se que as raias treme-treme provavelmente viveram sob-boas condições uma vez que apresentaram um leve crescimento de tipo alométrico positivo, indicando que o comprimento cresce menos proporcionalmente as outras dimensões. Valores semelhantes foram observados por Martins et al (2009) e Rolim et al (2015) para exemplares fêmeas neonatas observadas nos desembarques. Os exemplares mostraram pequenas descargas elétricas desde os primeiros dias de nascimento assim como observado por Michaleson et al (1979), em recém nascidos de *Torpedo Ocellata*. Cox and Breder (1943), relatam descargas elétricas ainda dentro do útero de exemplares prenhes de *N. brasiliensis*.

Os exemplares nasceram com tamanhos semelhantes entre si, com média de 8 cm, porém a literatura consultada demonstra neonatos de 11 a 12 cm, Michael (2001), Last et al (2016). Mesmo sendo o tamanho apresentado baixo com relação ao consultado na literatura, a sobrevivência dos exemplares demonstrou que mesmo nascendo abaixo do peso, sobreviveram e desenvolveram-se normalmente.

A relação peso-comprimento das três fêmeas neonatos agrupadas mostrou um crescimento de tipo alométrico positivo próximo ao apresentado para os machos de vida livre. No caso das fêmeas de vida livre o coeficiente de regressão foi 3,36 indicando um possível efeito da reprodução no crescimento dos exemplares. No entanto, a comparação entre coeficiente de regressão não foi significativa. Todavia, devido ao baixo número de exemplares examinados em cativeiro, recomenda-se que se realizem mais observações incluindo os dois sexos. Oliveira e Freitas et al (2011) obtiveram valores para exemplares de *N. brasiliensis* analisados em Santa Catarina, onde o coeficiente de regressão foi 3,00 e $r^2=0,989$.

Da análise conjunta dos dados dos exemplares em cativeiro com os de vida livre, deduzimos que as raias em cativeiro não atingiram a idade de primeira

reprodução. Esta informação pode-ser considerada bastante importante, pois mostra a relação peso-comprimento para classes de comprimento que não são alvo da pesca e portando difícil de observar em exemplares de vida livre. Considerando que os exemplares tiveram o seu desenvolvimento parecido aos exemplares de vida livre, podemos considerar satisfatórias as condições de manutenção no sistema cativo do AQS. Segundo Michaleson (1978) que observou o crescimento de neonatos de *Torpedo orcelata* nascidos em cativo, a espécie dobra o seu tamanho em quatro meses. Também os exemplares estudados, dobraram seu comprimento no primeiro ano, sugerindo uma estratégia evolutiva para uma espécie que precisa crescer rápido nos primeiros 12 meses para fugir de predadores.

Os resultados para os dois fatores de condição analisados, demonstraram que a R1 e a R2, tiveram comportamento similar com valores máximos em correspondência dos mesmos períodos do ano diversamente de R3 que mostrou menores flutuações. No caso de R1 e R2, os maiores valores foram observados em junho 2016, abril 2017 e março 2018. No entanto a média para o primeiro ano demonstrou que a R3 teve o menor desempenho e de fato morreu no início do segundo ano. Os exemplares R1 e R2 dobraram o seu tamanho com o intervalo de doze meses, o mesmo não foi observado para o segundo ano, quando R1 e R2, cresceram 04 cm e 07 cm respectivamente.

Com poucos registros para os itens alimentares oferecidos a neonatos de *N. brasiliensis*, para isso foram utilizados os dados de trabalhos com conteúdo estomacal dessa espécie de Bornatowski et al (2006). Rudloe (1989) relata ter oferecido *clamworms* (*Nereis nereis*) e *lugworms* (*Arenicola cristata*) para exemplares adultos. Com base nessas informações, foram oferecidos os *redworms* por semelhança com um dos itens encontrados (poliquetas). O sucesso no desenvolvimento dos embriões foi fundamental na fase inicial, com a primeira oferta de alimento e o sucesso na sua manutenção.

Segundo Dean e Motta (2004), que descrevem detalhadamente a propulsão da mandíbula de *N. brasiliensis* como um método único e extremo, semelhante de tetrapodas terrestres, demonstrando a importância desse aparato bucal na espécie para o sucesso da captura do alimento. Este fato leva a acreditar que a má formação afetou o seu crescimento, ocasionando a dificuldade em capturar o alimento disponibilizado, uma vez que ela apresentava os menores valores para CT e PT.

Foram utilizados valores da qualidade da água para elasmobrânquios segundo Michael (2001); Mohan e Aiken (2004) onde elasmobrânquios bentônicos tropicais apresentam maior adaptação aos ambientes cativos, com variação paramétrica.

Segundo Gendron (2004), para um sucesso no manejo de elasmobrânquios em cativeiro, a aclimatização e a introdução no recinto, estão diretamente ligadas a expectativa de sobrevivência dos animais, por isso toda troca de água do recinto foi realizada lentamente para causar o menor stress. Provavelmente o sucesso deste experimento esteja relacionado a boa qualidade da água.

Considerações Finais

Nos primeiros anos de desenvolvimento a espécie apresentou crescimento de tipo alométrico positivo indicando que o comprimento cresce menos, proporcionalmente as outras dimensões. O fator de condição mostrou picos em correspondência dos meses de junho 2016, abril 2017 e março 2018. Durante o primeiro ano os indivíduos dobraram o comprimento. Os valores observados são parecidos com os exemplares de vida livre apesar de que as classes de comprimento comparadas sejam diferentes. Os resultados mostram que as condições de manutenção no AQS satisfizeram as condições para a manutenção da espécie.

Referencias bibliográficas

ARAÚJO F. G. e VICENTINI R. N.(2001) Relação peso-comprimento da corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest) (Pisces, Sciaenidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro Revista Brasileira de Zoologia 18 (1):133-138 <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752001000100014>

BALDASSIN, P.; GALLO, H.; AZEVEDO, V. G.(2008) Reproduction of the Cownose ray, *Rhinoptera bonasus* Mitchill, 1815 (Elasmobranchii, Rhinopterae), in captivity and newborn care Braz. J. Biol. vol.68 no.4 São Carlos Nov. 2008 <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000400029>

BORNATOWSKI, H. Importância Ecológica dos tubarões e raias de uma rede trófica na costa sul do Brasil. 2014.116 f. (Tese de Doutorado) Universidade Federal do Paraná. Disponível em:<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle.pdf> >Acesso em: 15 março de 2018. <http://hdl.handle.net/1884/35106>

BRASIL. Portaria MMA nº 445, Publicado no Diário Oficial de 17 dezembro de 2014.

BRUNNER, B. 1964 The Ocean at Home: All Illustrated History of the Aquarium. Princeton Architectural Press, New York 134p.

COCO C. and SCHREIBER C.;2017. Notes of Husbandry of Manta Ray, in: The Elasmobranch Husbandry Manual . Special Publication of the Ohio Biological Survey. p.59

COX, R. T.; COATES, C. W., and BROWN, M. V. (1946). Electrical characteristics of electric tissue. Annals of the New York Academy of Sciences, 47(4), 487–500. doi:10.1111/j.1749-6632.1946.tb49548.x

DEAN, N. M. and MOTTA, J. P. 2004 Feeding Behaviour and kinematics of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii:Batoidea) <https://doi.org/10.1016/j.zool.2004.04.002>

FERREIRA L. C. E VOOREN C. M. 2012 Diet of the lesser Ray *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831) (Elasmobranchii:Narcinidae) in southern Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 7(1):37-44 Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/>> Acesso em 10 de janeiro 2017.

GENDRON, S.M. 2004 Education and Elasmobranchs in Public Aquariums in: The Elasmobranch Husbandry manual: Captive Care of Sharks, Rays and their relatives. Ohio, Biological Survey, 521-531p.

GOMES, U. L., SIGNORI, C.N., GADIG, O. B. F. e SANTOS, H. R. S. S.; 2010 Guia para Identificação de Tubarões e Raias do Rio de Janeiro. Technical Books Editora, 142-143 p

GONZALEZ, M.M.B. 2004 Nascimento de raia viola *Zapteryx Brevirostris* (Müller & Henle) (Chondrichthyes, Rhinobatidae), em cativeiro. *Revista Brasileira de Zoologia*,

21: 785-788. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752004000400010>

HENNINGSSEN, A. D. and LEAF, R. T.(2010): Observations on the Captive Biology of the Southern Stingray, Transactions of the American Fisheries Society, 139:3, 783-791.<https://doi.org/10.1577/T09-124.1>

IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-1. <www.iucnredlist.org>. Acessado em 17 abril 2018.

KOOB, T. J.; 2004 Elasmobranchs in the Public Aquarium: 1860 to 1930 in: The Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays and their Relatives, Ohio, Biological Survey, 2-3p.

LAST P. R.; WILIAN T. W.; CARVALHO M.; SERET B. STEHMANN M. F.W. AND NAYLOR G. Rays of the World (2016).CSIRO Publishing Locked Bag 10. Clayton South VIC 3169

LE CREN D. E. 1951 The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad weight and Condition in the Perch *Perca fluviatilis*. Freshwater Biological Association, Ambleside, Westmorland.DOI: 10.2307/1540

MARTINS R. R. .M.; ASSUNÇÃO R. & SCHWINGEL P. R. Distribuição e abundância de *Narcine brasiliensis* (Olfers,1931) (Elasmobranchii,Narcinidae) no litoral norte do Estado de Santa Catarina. Pan-American Journal of Aquatic Science. (2009), 4(4):423-435.

MATSUMOTO, R.; TODA M.; MATSUMOTO Y.;UEDA K.;NAKAZATO M.;SATO K. and UCHIDA S. (2017).Notes of Husbandry of Whale Sharks, *Rhincodon typus*, in Aquaria in: The Elasmobranch Husbandry Manual . Special Publication of the Ohio Biological Survey. p.1

MICHAEL, S. W. (2001) Aquarium Sharks & Rays: an essential guide to their selection, keeping and Natural history. Co-published by Microcom Ltd P.O.Box 550 Charlote, VT 05445 www.microcosm-books.com

MICHAELSON, D.M.; STERNBERG, D. and FISHELSON L. (1978) Observations on feeding, growth and electric discharge on newborn *Torpedo ocellata* (chondrichthyes, batoidae) J. Fish Biol. (1979) 15, 159-163.<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1979.tb03579.x>

MOHAN, P. J. and AIKEN, A. ,2004 Water Quality and Life Support Systems for Large Elasmobranch Exhibits in: The Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays and their Relatives, Ohio, Biological Survey, 69-88p.

MORENO, I., ACEVEDO, K., GRIJALBA-BENDECK, M., ACERO, A. & PARAMO, J. 2010. Reproducción de la raya eléctrica *Narcine bancrofti* (Torpediniformes: Narcinidae) en Santa Marta, Caribe Colombiano. Latin American Journal of Aquatic Research 38:27-36. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-560X2010000100003>

NAVARRO, R. D.; MALDONADO I. R.S.C.; MATTA S. L. P.; RIBEIRO FILHO O. P.; PEREIRA F. K. S.; RODRIGUES S. S. e CALADO L. L. Associação do nível de energia digestível no comprimento total, peso das gônadas e índice gonadossomático de fêmeas de Piauçu "*Leporinus macrocephalus*" (Spix, 1829) em estágio pós-larval Rev. Bras. Saúde Prod. An., v.11, n.1, p 242-251 jan/mar, 2010.

OLIVEIRA FREITAS, M., MACHADO VASCONCELOS, S., HOSTIM-SILVA, M., & SPACH, H. L. (2011). Length-weight relationships for fishes caught by shrimp trawl in Santa Catarina coast, south Atlantic, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(6), 1427–1428. doi:10.1111/j.1439-0426.2011.01749.x

ROLIM, F. A.; ROTUNDO M. M.; VASKE-JÚNIOR, T.; 2015. Notes on the reproductive biology of the Brazilian Electric Ray *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Narcinidae) *Journal of Fish Biology*. <https://doi.org/10.1111/jfb.12778>

ROSA, C. N. Os animais de nossas praias. 1973 2º Ed. São Paulo EDART- 185p

RUDLOE, A. 1989 Captive Maintenance of The Lesser Electric Ray, with Observations of Feeding Behavior, *The Progressive Fish-Culturist*, 51:1, 47-41. [https://doi.org/10.1577/1548-8640\(1989\)051<0037:CMOTLE>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8640(1989)051<0037:CMOTLE>2.3.CO;2)

SAWAYA E MENDES. 1951 Cholisterase activity of electric organ of *Narcine brasiliensis* (Olfers) v.16 n.16 Boletins da Faculdade de Filosofia , Ciências e Letras, Universidade de São Paulo

TOMITA T.; TODA M.; UEDA K.; UCHIDA S. and NAKAYA K. 2012: Live-bearing manta ray: how the embryo acquires oxygen without placenta and umbilical Cord. *Biol. Lett.* (2012) 8, 721–724. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2012.0288>

UCHIDA, S.; M. TODA & Y. KAMEI. 1990. Reproduction of elasmobranchs in captivity, p. 211-237. In: *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in Biology, Ecology, Systematics and the Status of the Fisheries*. Seattle, NOAA Technical Report NMFS 90 518p.

VALLE P. O. e REBELO E., 2002: Dualidades Entre Análise de Covariância e Análise de Regressão com Variáveis Dummy. *Revista de Estatística*. Vol. II, p 65-86.

VIANA, S. M. G. E VOOREN C. M. Distribution and abundance of the lesser electric ray *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831)(Elasmobranchii:Narcinidae) in southern Brazil in relation to environmental factors. *Jornal Brasileiro de Oceanografia* vol. 57 nº2 São Paulo Abr/Jun 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592009000200003>

VILLAVICENCIO-GALAYZAR 2000 Taxonomia, abundancia estacional, edad y crecimiento y biología reproductiva de *Narcine entemedor* Jordan y Starks (CHONDRICHTHYES;NARCINIDAE), en Bahía Almejas, B.C.S., México.

WAZA-World Association of Zoos and Aquariums, UNITED FOR CONSERVATION®, 2018 Disponível em: www.waza.org

WEATHERLEY, A. H. 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic Press, 1972. 293 p. London. Disponível em: www.bases.bireme.br

WOOTON, M. and BAMUNUARACHCHI, A. Water binding capacity of commercial produced native and modified starches. Disponível em: doi.org/10.1002/star.1978030905

