



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO BACHARELADO EM OCEANOGRAFIA**

Héllida Negrão Dias

**Ecologia alimentar de *Hypanus guttatus* (Elasmobranchii: Dasyatidae) no
litoral maranhense**

SÃO LUÍS – MA. SETEMBRO/ 2021

Héllida Negrão Dias

Ecologia alimentar de *Hypanus guttatus* (Elasmobranchii: Dasyatidae) no litoral maranhense

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do Grau de Bacharelado em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes

SÃO LUÍS, MA. / 2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Negrão Dias, Héllida.

Ecologia alimentar de *Hypanus guttatus* Elasmobranchii: Dasyatidae
no litoral maranhense / Héllida Negrão Dias. -2021.
39 p.

Orientador(a): Jorge Luiz Silva Nunes.

Curso de Oceanografia, Universidade Federal do
Maranhão, SÃO LUÍS, 2021.

1. Alimentação. 2. Costa Amazônica Brasileira. 3.
Elasmobrânquios. 4. Raia. I. Silva Nunes, Jorge Luiz.
II. Título.

Héllida Negrão Dias

Ecologia alimentar de *Hypanus guttatus* (Elasmobranchii: Dasyatidae) no litoral maranhense

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do Grau de Bacharelado em Oceanografia.

Aprovada em _____ de _____ de 2021.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes
Orientador

MSc. Ana Rita Onodera Palmeira Nunes
Examinador Interno – UFMA

Prof. Dr. Getulio Rincon Filho
Examinador Interno - UFMA

SÃO LUÍS, MA. AGOSTO / 2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por ter me dado forças e coragem quando mais precisei.

Aos meus pais (Arlene e Hernandes) por todo apoio, compreensão pela ausência nas comemorações de aniversários e Dia dos Pais e mães, pela paciência e amor gratuito dado ao longo do percurso.

Aos meus irmãos, Helenne e Hardillis, e às minhas sobrinhas (Helen e Júlia), pelas conversas dos mais variados temas e incentivo a continuar sempre em frente.

À toda minha família que sempre esteve torcendo por mim, me apoiando.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes, agradeço pelas cobranças e incentivos e pela compreensão nos momentos difíceis.

À CNPq por dois anos de bolsa de Iniciação Científica, o que resultou este trabalho.

A todos do LABAQUA, por toda força, positividade e contribuição dada para cada trabalho desenvolvido no laboratório. Foi muito gratificante poder dividir várias horas nessa “segunda casa” que é o Laboratório de Organismos Aquáticos, saibam que cada um tem um pouco inscrito nesse trabalho e em mim.

A todos do Grupo de Estudos de Elasmobrânquios do Maranhão (GEEM), o trabalho de vocês é incrível e motivador.

Ao Grupo Conecta Oceano, que tanto me ensinou, o mundo precisa de mais pessoas como vocês.

À Netuno (A.A.A de Oceanografia), foi um prazer fazer parte desse time.

Aos meus amigos-irmãos, Ana e Kris, Rafaela, Marcos, Núbia e Carla, que a Biologia – IFPA me deu, por essa amizade incondicional, por sempre estarem ao meu lado mesmo de longe, desejando meu crescimento e que eu alcançasse meus objetivos.

Ao meu grupo de amigos da Oceanografia, Aline, Catarina, Gabi, Joyce e Franklin, sem o apoio de vocês as coisas seriam mais difíceis por aqui. Minha gratidão eterna “as meninas”, que no final das contas, erámos 3 em 1.

À toda turma 2016.2 de Oceanografia - UFMA.

A todos os professores do curso de Oceanografia, vocês foram grandes exemplos do que ser e do que não ser na vida profissional.

Ao meu gato (Bacon) que me ajudou a não surtar nas voltas diárias para casa, e por seu

companheirismo e amor. E a todas as pessoas que me ajudaram e me influenciaram direta ou indiretamente para que eu conquistasse mais essa vitória na vida, meu muito obrigada.

RESUMO

Aspectos dos hábitos alimentares de raias da espécie *Hypanus guttatus* capturadas no litoral maranhense, pertencente a Costa Amazônica brasileira, foram abordados neste trabalho. Com o objetivo de caracterizar a biologia alimentar da *Hypanus guttatus* no litoral do Maranhão, bem como a relação peso-comprimento, fator de condição de Fulton e índice de sobreposição alimentar. Os espécimes eram provenientes da pesca comercial do município da Raposa. Foi estudado um total de 71 indivíduos, dentre os quais 46 (64,8%) eram machos, 25 (35,2%) eram fêmeas, 38 (53,5%) estavam no estágio juvenil e 33 (54,6%) estavam na fase adulta. Os indivíduos de *H. guttatus* estudados apresentaram crescimento alométrico (machos) e isométrico (fêmeas), com os valores de “b” variando entre 2,3 e 2,7 ($b = 2,3029$ e $b = 2,7916$). A maior parte dos estômagos dos indivíduos observados (67,6%) estavam totalmente vazios. O número de estômagos no estágio 2 (1/4 cheio) foi de 31%. Apenas 1,4% apresentaram 1/2 estômago cheio, e nenhum indivíduo apresentou o estômago totalmente cheio. Foram encontrados na dieta da *H. guttatus*: Classe Gastropoda: famílias Neritidae (FO=1,4%), Rissoidea (FO=1,4%) Fasciolariidae (FO=1,4%) e Olividae (FO=2,8%), Classe Malacostraca: famílias Ocypodidae (FO=12,7%), Portunidae (FO=1,4%) e Penaeidae (FO=32,4%), Classe Bivalvia: família Tellinidae (FO=5,6%), Classe Polychaeta (FO=5,6%), Classe Osteichthyes (FO=1,4%) e Classe Scaphopoda (FO=1,4%). Foi possível observar também a diferenciação nos itens alimentares entre machos e fêmeas e entre os indivíduos juvenis e adultos, além de partículas de micro plásticos em oito estômagos analisados. Considerando a presença dessa grande variedade de itens alimentares pertencentes a diferentes grupos taxonômicos sugere que a raia *H. guttatus* seja um predador oportunista, aproveitando o que há de disponível no meio.

Palavras-chaves: Alimentação, Raia, Elasmobrânquios, Costa Amazônica Brasileira, Maranhão.

ABSTRACT

Aspects of the feeding habits of rays of the species *Hypanus guttatus* captured in the coast of Maranhão, belonging to the Brazilian Amazon Coast, were addressed in this work. In order to characterize the feeding biology of *Hypanus guttatus* in the coast of Maranhão, as well as the weight-length relationship, Fulton condition factor and food overlap index. The specimens came from commercial fishing in the municipality of Raposa. A total of 71 individuals were studied, among which 46 (64.8%) were male, 25 (35.2%) were female, 38 (53.5%) were in the juvenile stage and 33 (54.6%) they were in the adult stage. The individuals of *H. guttatus* studied presented allometric (male) and isometric (female) growth, with “b” values varying between 2.3 and 2.7 ($b=2, 3029$ and $b=2.7916$). Most of the stomachs of the individuals observed (67.6%) were completely empty. The number of stomachs in stage 2 (1/4 full) was 31%. Only 1.4% had 1/2 full stomach, and no individual had a fully full stomach. The following were found in the diet of *H. guttatus*: Class Gastropoda: families Neritidae (FO=1.4%), Rissoidea (FO=1.4%) Fasciolariidae (FO=1.4%) and Olividae (FO=2.8%), Class Malacostraca: families Ocypodidae (FO=12.7%), Portunidae (FO=1.4%) and Penaeidae (FO=32.4%), Class Bivalvia: family Tellinidae (FO=5.6%), Polychaeta Class (FO=5.6%), Osteichthyes Class (FO=1.4%) and Scahopoda Class (FO=1.4%). It was also possible to observe the differentiation in food items between males and females and between juvenile and adult individuals, in addition to microplastic particles in eight analyzed stomachs. Considering the presence of this wide variety of food items belonging to different taxonomic groups, it suggests that the ray *H. guttatus* is an opportunistic predator, taking advantage of what is available in the environment.

Keywords: Diet, Stingray, Elasmobranch, Brazilian Amazon Coast, Maranhão.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. OBJETIVO GERAL.....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. METODOLOGIA.....	12
3.1. Área de estudo.....	12
3.2. Coleta de material biológico.....	14
3.3. Relação peso-comprimento.....	14
3.4. Fator de condição de fulton.....	15
3.5. Análise de conteúdo estomacal.....	16
3.6. Índice de sobreposição alimentar.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa do Litoral Maranhense.....	13
Figura 2 – Percentagem entre machos e fêmeas, jovens e adultos de <i>Hypanus guttatus</i> capturadas no litoral maranhense.....	18
Gráfico 1 – Curva de regressão obtida a partir da relação peso (Y) e comprimento (X) para indivíduos machos de <i>H. guttatus</i> coletados no Litoral Maranhense.....	19
Gráfico 2 – Curva de regressão obtida a partir da relação peso (Y) e comprimento (X) para indivíduos fêmeas de <i>H. guttatus</i> coletados no Litoral Maranhense.....	20
Gráfico 3 – Dados gerais sobre Estágio de repleção dos estômagos de <i>H. guttatus</i> capturadas no litoral maranhense.....	22
Gráfico 4 - Dados gerais de grau de digestão dos estômagos de <i>H. guttatus</i> capturadas no litoral maranhense.....	24

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Valores do Fator de Condição de Fulton (Kf) e Fator de Condição Relativo (Krel) para raia bicuda *H. guttatus*, considerando machos e fêmeas, jovens e adultos.....21
- Tabela 2** - Composição da dieta de *H. guttatus* em termos de frequência de ocorrência (FO%), volume percentual (V%), frequência numérica (N%) e índice percentual de importância relativa (IRI%), capturadas no litoral maranhense entre 2018 e 2020.....24
- Tabela 3** - Composição da dieta entre machos e fêmeas, e juvenis e adultos de *H. guttatus* capturadas no litoral maranhense (FO%= percentual de frequência de ocorrência; N%= percentual de frequência numérica; V%= percentual de volume.....26

1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre alimentação podem refletir alterações ambientais de um determinado local onde diferentes compartimentos criados por ações antrópicas modificam o padrão de distribuição de alguns grupos de organismos resultando na diferença dos espectros tróficos de populações da mesma espécie que forrageiam em trechos diferentes (Andrade *et al.*, 2018).

No litoral Amazônico os manguezais são considerados áreas sob pressão antrópica devido ao constante aumento da exploração de seus recursos, ao desmatamento e à urbanização (Becerra *et al.*, 2020). Mudança ou esgotamento de recursos alimentares basais comprometem o fluxo energético da cadeia trófica (Andrades *et al.*, 2020).

No mesmo sentido da mudança da dinâmica trófica dos ecossistemas aquáticos nota-se que a presença do plástico no meio ambiente tem sido um agravante não apenas pela imobilidade ou mortandade por sufocamento de várias espécies aquáticas, mas principalmente pela ingestão (Pegado *et al.*, 2021). Atualmente os estudos sobre ingestão de plástico estão em notoriedade em todo o planeta e mostram resultados que projetam um futuro inóspito por colocar em risco a sustentabilidade dos ecossistemas (Pegado *et al.*, 2021).

Com o enfoque nas mudanças ambientais, e principalmente nos ecossistemas aquáticos, o presente estudo traz a raia *Hypanus guttatus* (Bloch & Schneider, 1801) como espécie alvo para possível indicação dessas mudanças no litoral maranhense. Popularmente conhecida como raia bicuda, é um importante predador de organismos bentônicos e bento pelágicos, quais alimentam-se de um amplo espectro trófico de itens alimentares. Considerada uma espécie mesopredadora normalmente possui comportamento generalista quando adulta (Gianeti *et al.*, 2019). A descrição do papel ecológico desses animais no ecossistema é de grande importância para fornecer informações sobre a história natural da espécie (Wetherbee & Cortés, 2004; Aguiar, 2010), principalmente pelo enfoque direcionado sobre o uso do habitat e distribuição por meio da exploração dos recursos que se alimentam (Gilliam & Sullivan, 1993).

É uma espécie neotropical distribuída do Golfo do México até a costa sul do Brasil, que habita o ambiente marinho-estuarino até profundidades de 30 m (Silva *et al.*,

2001). É uma espécie capturada frequentemente pela pesca artesanal, compondo muitas vezes a fauna acompanhante de várias modalidades de pesca, e carecem de informações sobre aspectos básicos da sua biologia em vários locais da sua ocorrência (Tagliafico *et al.*, 2013; Teixeira *et al.*, 2017).

Apesar de estudos sobre tubarões e raias no Maranhão terem iniciado nos anos 70, os esforços foram direcionados para a compreensão do seu potencial para fins de exploração comercial. No início dos anos 80 já era possível notar mudanças nos paradigmas mundiais da pesca e as ideias de conservação estavam dominando o cenário das pesquisas com recursos pesqueiros (Lessa, 1986; Nunes *et al.*, 2005; Almeida *et al.*, 2006), logo este período foi marcado por vários estudos sobre dinâmica populacional até meados dos anos 2000.

Após uma pausa de 15 anos os estudos sobre tubarões e raias foram retomados no Maranhão, passando focar novas metodologias aplicadas a conservação (e.g. pesca, etnoconhecimento) e qualidade de vida (e.g. efeito contaminantes, poluição marinha, fisiologia) das espécies que compõem a elasmofauna local (Wosnick *et al.*, 2019). Um dos estudos mais recentes, mostra que os padrões atuais de consumo e comportamento humano estão colocando em risco muitas espécies que habitam o Golfão Maranhense, pois já há a presença de micro plásticos compostos por vários tipos de polímeros no estômago de raias e há, ainda, a bioacumulação de metais pesados descrito em elasmobrânquios capturados nessa região (Pegado *et al.*, 2020; Wosnik *et al.*, 2021).

Portanto, estudos sobre ecologia alimentar são necessários para o entendimento da teia trófica e do fluxo energético nos ecossistemas e das relações ecológicas entre os organismos (e.g. Almeida *et al.*, 1997; Saucedo, 2000; Ayala-Pérez *et al.*, 2003; Díaz-Ruiz *et al.*, 2004). Aspectos importantes como o hábito e a posição que uma dada espécie ocupa no ciclo trófico são fundamentais para o entendimento do papel funcional de cada espécie no seu ambiente (Sedberry, 1983; Almeida *et al.*, 1997).

E considerando que a *Hypanus guttatus* se encontra num declínio populacional e como “quase ameaçada” (NT) segundo os critérios de avaliação do status de conservação da União Internacional para a conservação da Natureza (IUCN, 2020) e como “menos preocupante” (LC) segundo os critérios de avaliação de status pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018). Pesquisas sobre sua ecologia alimentar são fundamentais para planos de manejo futuro.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo é verificar se existe relação de mudança no padrão de alimentação *Hypanus guttatus* em função do cenário de mudança ambiental ao longo de duas décadas no Golfão Maranhense.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Caracterizar a biologia alimentar da raia bicuda *Hypanus guttatus* no litoral do Maranhão, bem como a relação peso-comprimento, condição de fator de Fulton e índice de sobreposição alimentar.

2.2. Objetivos Específicos

Descrever aspectos quali-quantitativos da dieta (espectro trófico da espécie e o índice da importância alimentar);

Analisar a estratégia alimentar aplicada por diferentes componentes populacionais como machos e fêmeas, ou adultos e jovens;

Testar a hipótese de segregação alimentar entre machos e fêmeas, ou entre adultos e juvenis por meio do índice de sobreposição alimentar;

Inferir sobre a interferência de mudanças ambientais sobre a dieta da espécie a partir da comparação do comportamento alimentar, disponibilidade de itens alimentares e taxa de conversão energética e saúde por meio da análise de condição de Fulton.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de Estudo

O litoral maranhense (figura 01) localiza-se na Costa Norte brasileira, também denominada Costa Amazônica Brasileira (CAB) a qual compreende os Estados do

Amapá, Pará e Maranhão, sofre a influência de inúmeros estuários, rios volumosos e densas florestas de mangue, esta área é caracterizada por um relevo baixo (0 a 80 m), ampla planície costeira (com até 70 km de largura) e extensa plataforma continental adjacente (~200 km de largura) (Souza Filho, 2005).

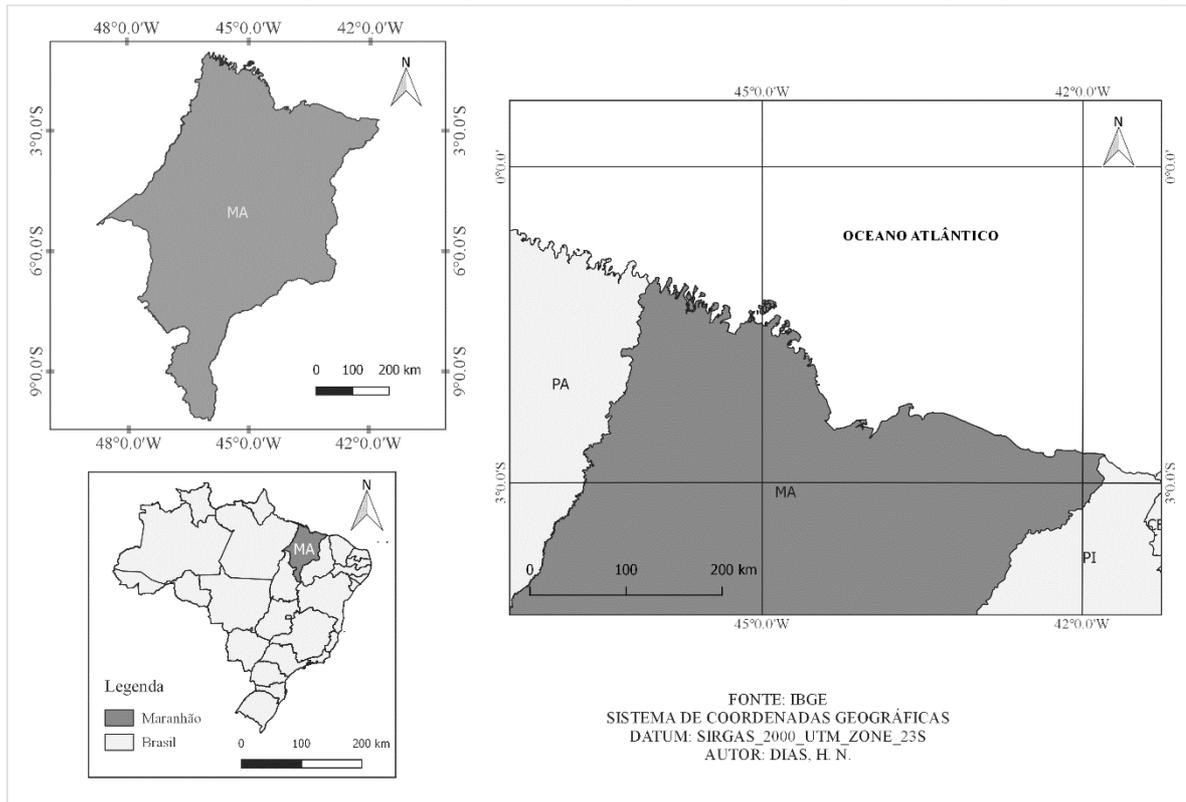


Figura 01: mapa do litoral maranhense, local de captura das raias bicudas *H. guttatus*.

O litoral maranhense apresenta certas características *sui generis*, como um regime de macromarés semidiúrnas com amplitudes de até 7,5 m nas grandes sizígias, com média de 6,6 m, correntes fortes chegando a 2,5 m⁻¹ (DHN, 2004; El-Robrini *et al.*, 2006; Nunes & Nunes, 2020).

O clima é influenciado por dois principais sistemas de circulação, geradores de tempos instáveis, sendo eles: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as “linhas” de Instabilidade Tropical (IT) o que influencia a sazonalidade de chuvas (Luz *et al.*, 2005). Os índices de precipitação pluviométrica são elevados e os valores variam de 1000 mm a 2000 mm distribuídos principalmente de janeiro a junho, meses da estação chuvosa, onde março, abril e maio encontram-se as frequências mais altas. Já nos meses de julho a dezembro os níveis de precipitação diminuem, sendo as menores médias

pluviométricas mensais ocorrendo em setembro, outubro e novembro, caracterizado como período de estiagem (Teixeira & Souza Filho, 2009; Araújo, 2017; Côrrea *et al.*, 2019).

3.2. Coleta de material biológico

De agosto de 2018 a fevereiro de 2020 foram analisados 71 exemplares de *H. guttatus* provenientes de desembarques no município da Raposa, sendo 25 fêmeas e 46 machos. Os espécimes foram acondicionados em caixa térmica e transportados ao Laboratório de Organismos Aquáticos na Universidade Federal do Maranhão para aquisição de dados morfométricos e biológicos.

A análise de maturação para *H. guttatus* foi estimada pelo tamanho individual médio da primeira maturidade sexual através da largura do disco (LD). Assim o tamanho de primeira maturação sexual para a capacidade fisiológica de reprodução de *H. guttatus* é atingida nas classes de 60-70 cm de LD para fêmeas e 50- 60 cm LD para machos (Silva *et al.*, 2007). Os indivíduos neonatos, aqueles que apresentaram cicatriz do cordão umbilical, não foram considerados para este trabalho, pois os mesmos apresentaram apenas vitelo no estômago.

3.3. Relação peso-comprimento

A análise da relação peso-comprimento fornece informações relevantes para estudos de biologia, como indicador do fator de condição do organismo que reflete as qualidades nutricionais recentes e/ou gastos das reservas em atividades cíclicas, sendo possível relacioná-lo aos fatores ambientais e aos aspectos comportamentais das espécies (Vanzoller, 1996).

O comprimento padrão e o peso total foram obtidos com o auxílio fita métrica e balança de precisão. Os dados forneceram informações sobre o coeficiente de alometria das espécies para a determinação da curva de crescimento e observação nas mudanças que ocorrem no tamanho dos organismos. Por meio da análise de regressão linear a espécie estudada teve sua equação definida, determinando seus padrões de crescimento

por meio da sentença abaixo: (Pauly, 1984; Giarrizzo *et al.*, 2015):

$W = aTL^b$, sendo transformada em $\log W = \log a + b \log L$

W - é a variável dependente que representa o peso;

TL - é a variável independente que representa o comprimento;

a - é a constante de normalização (coeficiente angular);

b - dimensões dos parâmetros alométricos.

3.4. Fator de condição de Fulton

Este fator evidencia mudanças na condição dos peixes ao longo de um determinado período, usado para indicar o período reprodutivo, períodos de alterações alimentares e de acúmulo de gordura (Gomiero & Braga; 2003); permitindo comparar populações que estão submetidas a diferentes condições de clima, temperatura, salinidade, densidade, disponibilidade de alimentos entre outras condições (Rêgo *et al.*, 2008). A estimativa da condição de uma população é feita geralmente através do fator de condição de Fulton (Kf) pela fórmula:

$Kf = W/L^3$, onde:

Kf - fator de condição de Fulton;

W - peso corporal;

L - comprimento total.

O fator de condição de Fulton assume que a relação peso/comprimento é isométrico. Por outro lado, o fator de condição relativo considera que as várias espécies de peixes podem ter diferentes relações de peso/comprimento (Rocha *et al.*, 2005).

O fator de condição fornece, assim, informações relevantes que podem ser usadas na compreensão do funcionamento de um ecossistema, para entender o ciclo de vida das espécies de peixes, e como ferramenta para melhoria do manejo de populações, contribuindo para o adequado dimensionamento dos recursos pesqueiros disponíveis e, através disso, promover a manutenção do equilíbrio no ecossistema (Lizima &

Ambrósio, 2002; Tavares-Dias *et al.*, 2010).

3.5. Análises de conteúdo estomacal

O processo de evisceração foi feito através de um corte longitudinalmente com auxílio de bisturi na parte ventral, começando pela cintura peitoral até a cintura pélvica do animal, após a incisão, o fígado foi retirado, e então, a parte inicial do estômago (próxima à faringe) e a terminal do intestino (próximo à cloaca) foram lacrados com braçadeiras a fim de não extravasar o conteúdo contido no estômago, e assim, retirados cuidadosamente, em seguida, foram pesados em balança de precisão, verificado o volume em proveta graduada e medidos com paquímetro (altura e largura do estômago). O estômago foi, então, aberto com uma tesoura e o conteúdo posto em placa de Petri, o tecido estomacal foi lavado com Pisseta para a retirada de qualquer resquício de alimento, e novamente foi pesado, agora sem o conteúdo. Os dados foram anotados em planilha Excel (2019) e, foram gerados tanto no Excel quanto no programa Past4.03.

O conteúdo estomacal foi analisado segundo Hyslop (1980), onde foi calculada a frequência de ocorrência relativa (Fi%), a frequência numérica (N%) e a volume percentual (V%) de cada item alimentar como método quantitativo de avaliação da dieta. Com o objetivo de se identificar as presas mais importantes na dieta da espécie foi calculado o índice de importância relativa (IRI) (Pinkas *et al.*, 1971), pela fórmula:

IRI = FO% x (N% + V%), onde:

IRI - Índice de importância Relativa

Fi% - frequência de ocorrência relativa

N% - frequência numérica

V% - volume percentual

As identificações taxonômicas dos itens alimentares foram descritas segundo Nunes & Mendonça (2013) e Rios *et al.*, (1994).

3.6. Índice de sobreposição alimentar

Os padrões de sobreposição alimentar foram analisados de acordo com o Índice de Pianka (1973). O índice de sobreposição de Pianka varia de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total), e pode ser um indicativo de competição ou partilha de recursos. O mesmo é expresso pela fórmula:

$$O_{jk} = \sum_i^n p_{ij} \cdot p_{ik} / \sqrt{\sum_i^n p_{ij}^2 \sum_i^n p_{ik}^2}$$

onde:

O_{jk} - medida de sobreposição alimentar de Pianka entre as espécies j e k;

p_{ij} - proporção do recurso alimentar i no total de recursos utilizados pela espécie j;

p_{ik} - proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie k;

n - número total de itens.

Os cálculos da sobreposição alimentar foram efetuados com o auxílio do Excel 2019, e o índice de similaridade foi feita no programa Past 4.03, utilizando-se valores de proporção de número de itens dos recursos alimentares consumidos pelas raias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 71 indivíduos de *H. guttatus* foi analisado, destes, 64,8% (n=46) machos e 35,2% (n=25) fêmeas. Os machos adultos correspondem à 29,6%, e 35,2% são indivíduos juvenis. As fêmeas adultas são 16,9%, já as juvenis correspondem a 18,3%, como mostra a Figura 02.

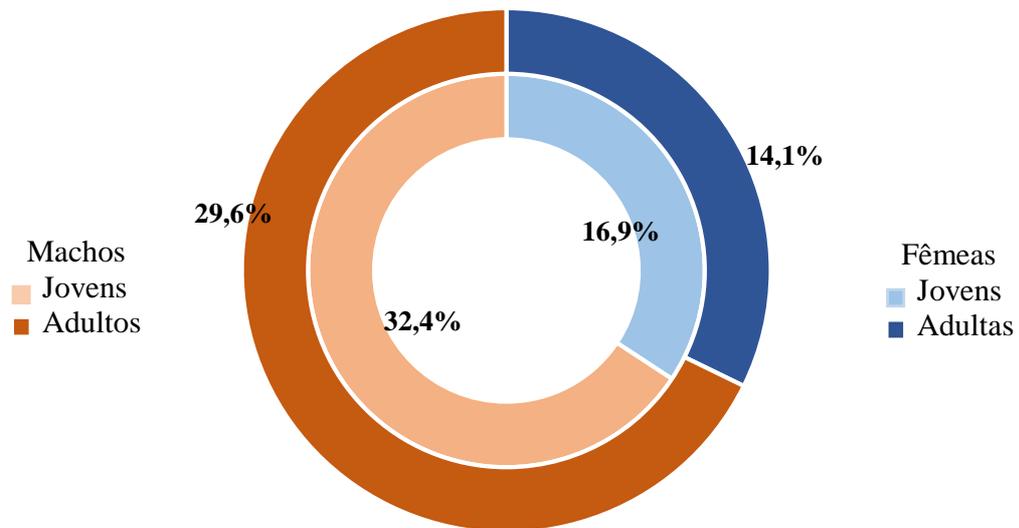


Figura 02: Percentagem entre machos e fêmeas, jovens e adultos de *Hypanus guttatus* capturadas no litoral maranhense.

A largura do disco (LD) variou entre 22,5 cm a 41,5 cm para fêmeas juvenis e de 51cm a 89,8 cm para fêmeas adultas. Para os machos a largura do disco variou de 19,3 cm a 37,0 cm para os juvenis e de 41,1 cm a 78,1 cm para adultos. O peso variou de 430 g a 835 g para fêmeas juvenis e de 975 g a 16000 g para fêmeas adultas. Os machos variaram de 175 g a 790 g para os juvenis e de 1550 g a 15000 g para os adultos.

O presente estudo apresenta concordância com os resultados de Gianeti *et al* (2019), em que os machos são conhecidos por amadurecerem com 41-46 cm LD, corroborando também os dados de Menni & Lessa (1998) e Yokota & Lessa (2007). Os valores para as fêmeas também estão de acordo com a da literatura mencionada acima, as quais apresentam a maturação sexual de *H. guttatus* a partir de 50 cm de LD. Diferenças no tamanho para a primeira maturidade de arraias podem ser resultante da variação latitudinal, mudanças em condições ambientais, diferentes tamanhos de amostra e discrepância biológica entre subpopulações isolados geograficamente (Charvet-Almeida *et al.*, 2005; Barrios-Garrido *et al.*, 2017).

O dimorfismo sexual no tamanho dos indivíduos adultos foi observado, tendo as fêmeas atingindo medidas e pesos maiores que os machos, estando em concordância com Rodrigues (2005), Yokota & Lessa (2007), Gianeti (2011), Palmeira (2012) e Silva *et al* (2018). Segundo Palmeira (2012) para a região da costa amazônica brasileira o

tamanho da largura do disco desses animais pode variar entre 13,2 cm a 113 cm.

Relação peso-comprimento

A equação da relação peso-comprimento pode indicar diferenças taxonômicas e eventos na história de vida dos indivíduos, tais como a metamorfose, o início da maturidade e as características estruturais (Benedito-Cecílio & Agostinho, 1997; Silva, 2008).

A relação peso-comprimento para os indivíduos de *H. guttatus* foi feito pelo método da análise de regressão, o qual se obteve os seguintes valores: $a = 0,385$ (coeficiente linear); $b = 2,3029$ (coeficiente angular); $r^2 = 0,738$; $\alpha = 0,05$ (nível de significância) para os machos. E $a = 0,0644$ (coeficiente linear); $b = 2,7916$ (coeficiente angular); $r^2 = 0,8931$; $\alpha = 0,05$ (nível de significância), demonstrados nos gráficos 01 e 02, a seguir.

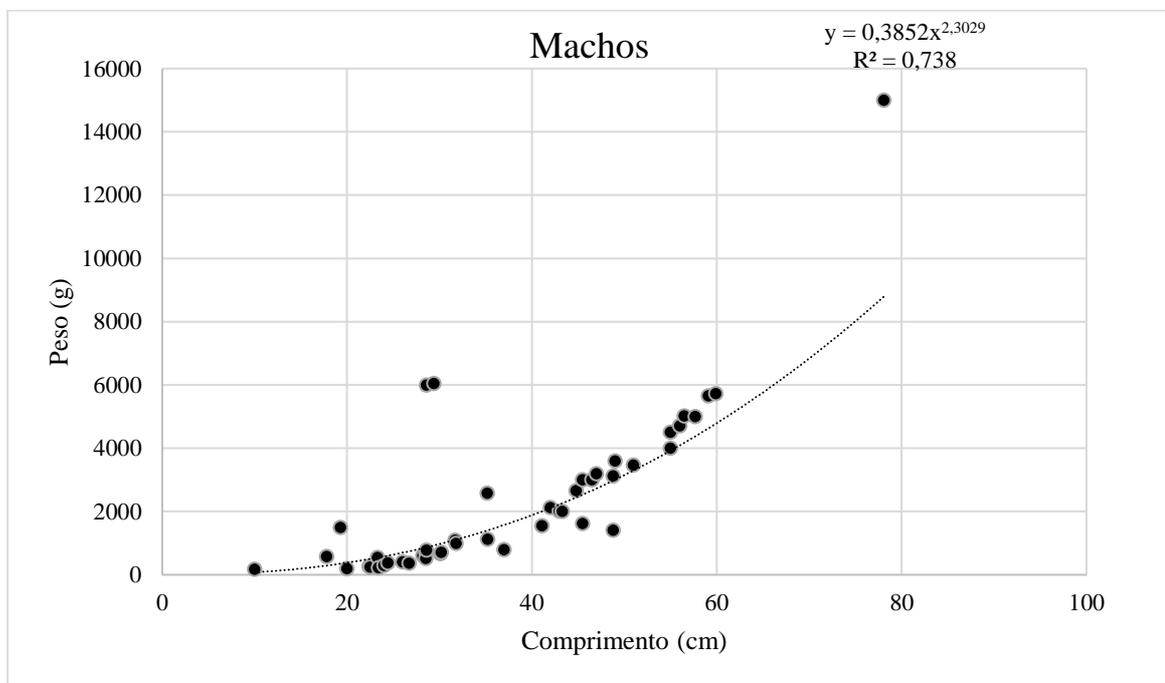


Gráfico 01: Curva de regressão obtida a partir da relação peso (Y) e comprimento (X) para indivíduos machos de *H. guttatus* coletados no Litoral Maranhense.

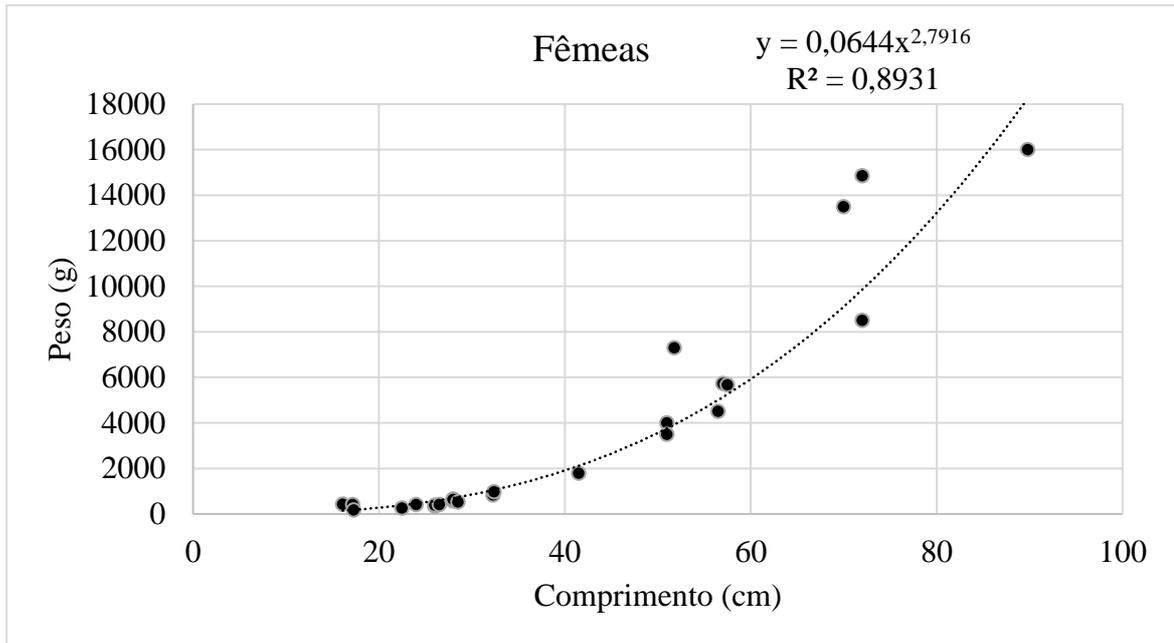


Gráfico 02: Curva de regressão obtida a partir da relação peso (Y) e comprimento (X) para indivíduos fêmeas de *H. guttatus* coletados no Litoral Maranhense.

De acordo com os valores da função $y = 0,385x^{2,3029}$ para os machos, e de $y = 0,0644x^{2,7916}$ para as fêmeas, apresentados pelos gráficos acima, pode-se afirmar que os indivíduos fêmeas de *H. guttatus* analisados no presente estudo apresentaram um crescimento isométrico, enquanto os machos apresentaram alometria ($b < 3$).

Os dados para as fêmeas, estão de acordo com Tesch (1968), que afirma que, quando os valores do coeficiente b situam-se entre 2,5 e 4,0 e quando b é igual a 3, diz-se que o crescimento é do tipo isométrico, o que teoricamente é o ideal para a espécie, considerando que eles mantêm suas proporções corporais ao longo do seu processo de crescimento. Já os machos que apresentam alometria, tendem para ganhos em comprimento ($b < 3$). De acordo com Rêgo *et al.*, (2008), qualquer desvio na relação cúbica de peso-comprimento caracteriza alometria em crescimento para ganhos em peso ($b > 3$), ou para ganhos em comprimento ($b < 3$).

Fator de condição de Fulton

O grau de bem-estar de animais pode ser calculado através da relação entre o peso e o comprimento corporal, esse parâmetro determina como o animal aproveita os recursos disponíveis no meio ambiente (Gomiero & Braga, 2003).

Foi observado também o fator de condição relativo, considerando o peso observado e o peso esperado, obtido a partir do comprimento observado através do emprego da equação da relação peso-comprimento, segundo Le Cren (1951), conforme a tabela 01, a seguir.

Tabela 01: Valores do Fator de Condição de Fulton (Kf) e Fator de Condição Relativo (Krel) para raia bicuda *H. guttatus*, considerando machos e fêmeas, jovens e adultos.

	<i>Hypanus guttatus</i>			
	Fêmeas	Machos	Jovens	Adultos
Fator de condição de Fulton	$\pm 0,0$	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,0$
Fator de condição Relativo	$\pm 0,5$	$\pm 1,3$	$\pm 1,5$	$\pm 0,1$

Os resultados do fator de condição de Fulton e condição relativo indicam que a raia bicuda apresenta diferença no desenvolvimento entre machos e fêmeas. O desenvolvimento nos machos foi maior que nas fêmeas, podendo supor, que devido a quantidade de machos analisados ser maior do que de fêmeas esse valor tende a ser mais acentuado para eles. Há ainda uma diferenciação entre a maturação dos indivíduos, onde indivíduos jovens apresentam um melhor desenvolvimento, porém, esses valores devem estar relacionados ao n amostral, já que a quantidade também é maior para os indivíduos juvenis analisados.

É importante considerar as diferenças entre a maturidade e o sexo dos indivíduos nas análises das condições de Fulton e condição relativa, essas diferenças levam ao entendimento que a função apresenta dependência do comprimento individual por parte da intensidade do investimento energético em processos vitais, visto que a quantidade de energia que os organismos alocam para o crescimento restringe seu direcionamento para processos ligados à sobrevivência e reprodução (Shuter, 1990). Além disso, Camara *et al* (2011), afirma que há diferenças entre os sexos, que podem impor diferenças nos valores dos índices, já que, considerando que machos e fêmeas têm acesso a quantidades equivalentes de energia para investir em gametas, as fêmeas investem mais energia em sua produção.

Análises de conteúdo estomacal

A análise do conteúdo estomacal é frequentemente empregada por estabelecer informações sobre as preferências alimentares das espécies (Cortés, 1999; Brown *et al.*, 2012; Wetherbee *et al.*, 2012), permitindo a identificação das presas mais importantes, estratégias alimentares, bem como efeitos de variáveis bióticas e abióticas na dieta de predadores (Navia *et al.*, 2011; López-García *et al.*, 2012).

O estudo de conteúdo estomacal é uma maneira comum de investigação do papel dos alimentos na comunidade biológica (Hyslop, 1980). O gráfico 03, abaixo, apresenta o estágio de repleção das raias bicudas capturadas no litoral maranhense.

A maioria dos estômagos analisados estavam vazios, totalizando 67,6%, 31% apresentavam o estágio 2 e, 1,4% o estágio 3, não apresentando nenhum estômago totalmente cheio.

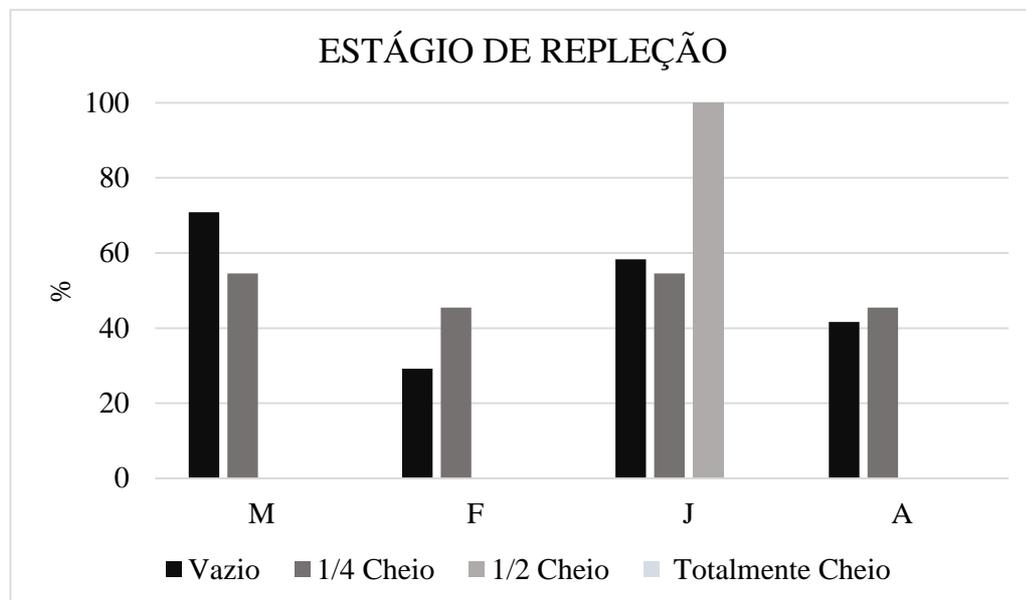


Gráfico 03: Dados gerais sobre Estágio de repleção dos estômagos de *H. guttatus* capturadas no litoral maranhense.

O percentual para estômagos vazios foi de 67,6% (n=48) entre todos os indivíduos. 70,8% (n=34) de machos e 29,2% (n=14) de fêmeas apresentaram o estômago totalmente vazio. 54,5% (n=12) dos machos e 45,5% (n=10) das fêmeas apresentaram o estágio 2. Entre os juvenis, 58,3% (n=28) e 41,7% (n=20) dos adultos estavam com o estômago totalmente vazios, 54,5% (n=12) de juvenis e 45,5% (n=10) dos adultos apresentaram estágio 2, e 100% dos juvenis apresentaram o estágio 3. Nenhum indivíduo apresentou o estômago totalmente cheio.

Há um alto índice de estômagos vazios, assim como para a enseada do Mucuripe

em Fortaleza, Ceará (Silva *et al.*2001). Os autores descrevem uma grande ocorrência de indivíduos com estágio 1 de repleção estomacal, onde 31,9% das raias apresentavam estômagos “vazios”, evidenciando que muitos desses peixes não haviam se alimentado próximo ao momento das capturas.

Já para o litoral maranhense Carvalho-Neta & Almeida (2001), descrevem apenas 5% das raias com estômagos vazios, sugerindo que a alta frequência alimentar está relacionada ao horário de captura desses animais.

Em relação ao grau de digestão dos estômagos analisados e que apresentaram alimentos no estágio “digerido” foram 71,4 % (n=35) dos machos, enquanto as fêmeas foram 28,6% (n=14), nos juvenis foi de 59,2% (n=29) e nos adultos 40,8% (n=20). Para o estágio “semidigerido” entre machos e fêmeas, os machos foram os que apresentaram maior índice, com 64,7% (n=11) e fêmeas com 35,3% (n=6), os juvenis ficaram com 53% (n=9) e os adultos com 47,1% (n=8). Apenas as fêmeas (100%, n=5) apresentaram itens “não digeridos”, sendo 60% (n=3) juvenis e 40% (n=2) adultas, como mostra o gráfico 04.

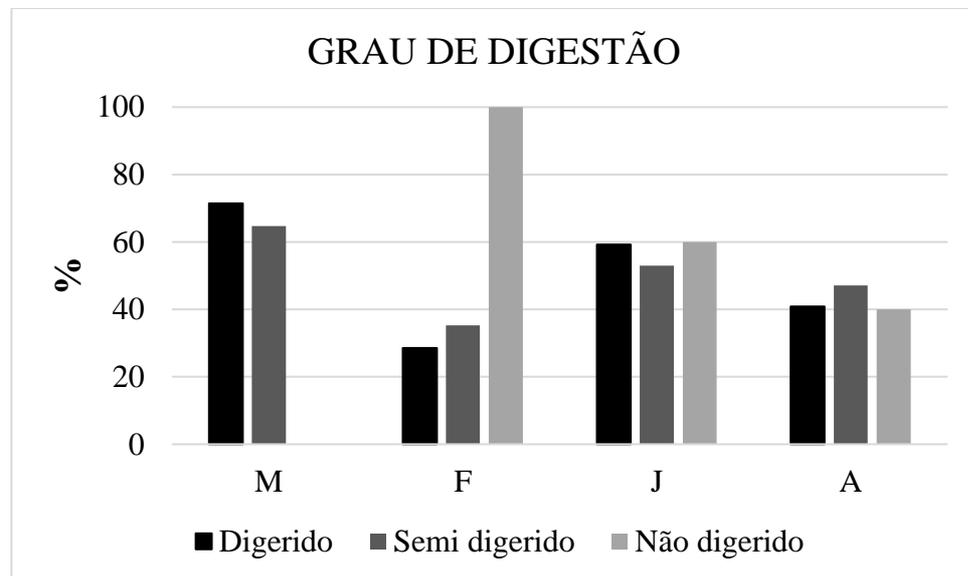


Gráfico 04: Dados gerais de grau de digestão dos estômagos de *H. guttatus* capturadas no litoral maranhense.

Para Fonteles-Filho (1989) *apud* Mota (2008) o grau de digestão dos itens encontrados reflete em parte o grau de identificação possível dos organismos. A verificação dos itens não corresponde essencialmente com o grau de digestão, uma vez

que itens de grupos taxonômicos pouco estudados ou de difícil identificação, mesmo que em digestão inicial não são taxonomicamente classificados. Há ainda a questão de itens facilmente reconhecíveis mesmo em grau de digestão parcial, ou avançado, através de estruturas características.

Carvalho-Neta & Almeida (2001) descrevem o índice de estágio semidigerido como o mais representativo para a mesma região estudada.

A figura 03 mostra alguns dos itens encontrados nos estômagos de *H. guttatus* analisados passíveis de identificação.

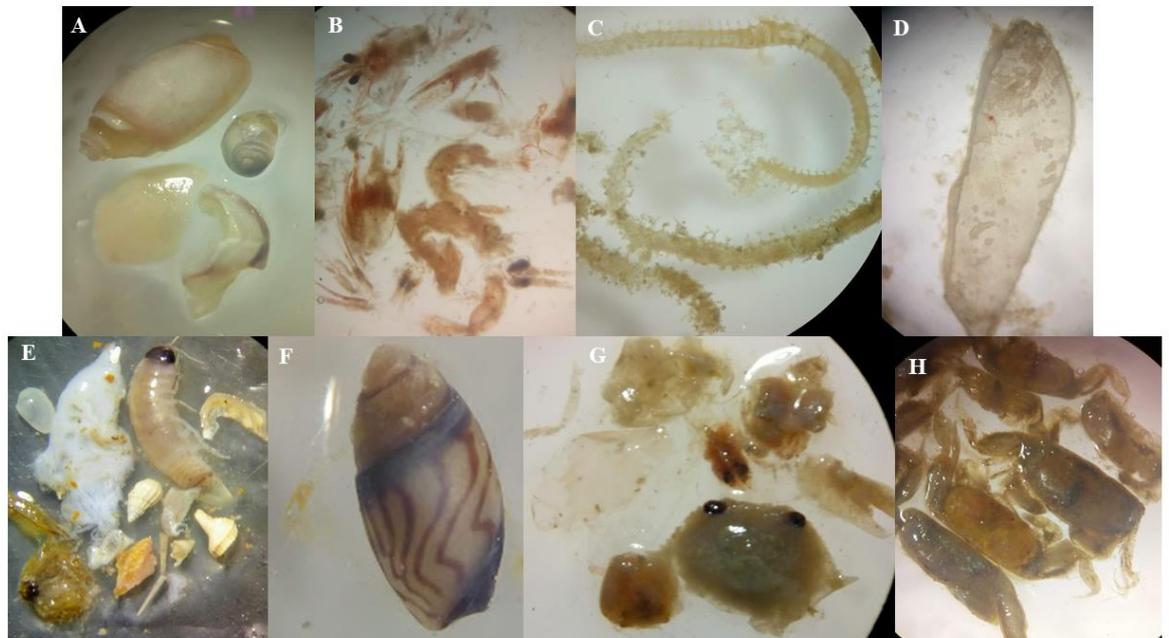


Figura 03: Itens alimentares encontrados nos estômagos analisados de *H. guttatus* capturadas no litoral maranhense. **A:** Classe Gastropoda: Famílias: Neritidae e Olividae; **B:** Classe Malacostraca: Família: Penaeidae; **C:** Classe Polychaeta; **D:** Classe Bivalvia: Família: Tellinidae; **E:** Classe Scaphopoda; Classe Gastropoda: Famílias: Fasciariidae, Rissoidae e Tellinidae; **F:** Classe Gastropoda: Família: Olividae; **G:** Classe Malacostraca: Família Portunidae e **H:** Classe Malacostraca: Família: Portunidae.

O Índice de Importância Relativa (IRI) na tabela 02, descreve a composição da dieta da raia bicuda em termos de frequência de ocorrência (FO%), frequência numérica (N%) e volume percentual (V%).

Tabela 02: Composição da dieta de *H. guttatus* em termos de frequência de ocorrência (FO%), volume percentual (V%), frequência numérica (N%) e índice percentual de importância relativa (IRI%), capturadas no litoral maranhense entre 2018 e 2020.

Classe

Malacostraca				
Família	FO%	N%	V%	IRI%
Ocypodidae	12,7	24,0	56	6
Portunidae	1,4	1,0	20	3
Penaeidae	32,4	57,7	133	20
Classe Gastropoda				
Família				
Neritidae	1,4	1,0	20	5
Rissoidae	1,4	1,0	20	0
Fasciolariidae	1,4	1,0	20	0
Olividae	2,8	1,9	20	5
Classe Bivalvia				
Família				
Tellinidae	5,6	4,8	25	2
Classe Polychaeta				
Polychaeta	5,6	5,8	30	1
Classe Osteichthyes				
Osteichthyes	1,4	1,0	4	0
Classe Scaphopoda				
Scaphopoda	1,4	1,0	3	1

Houve uma significativa variedade de organismos encontrados nos estômagos analisados, sendo a família Penaeidae a mais dominante com 32,4% de ocorrência e com 57,7% de frequência numérica, apresentando 20% do Índice de Importância Relativa. Ocypodidae foi a segunda família com maior expressividade, com 12,7% de ocorrência, 24% de frequência numérica e 6% de IRI. A classe Osteichthyes, e as famílias Rissoidae e Fasciolariidae que apesar de apresentarem FO% de 1,4% não apresentaram significância para o IRI%. As classes Polychaeta e Scaphopoda

apresentaram IRI de 1%, já a família Tellinidae apresentou 2%, seguido por Portunidae com 3%, Neritidae e Olividae com 5% e Ocypodidae com 6% de IRI.

Silva *et al.* (2001) afirma que a dieta de *H. guttatus* no Estado do Ceará, nordeste do Brasil inclui uma grande variedade de organismos bentônicos e bentopelágicos, como Echinodermata (Holothuroidea), Mollusca (Bivalvia e Gastropoda), vários crustáceos (Penaeidae, Portunidae, Stomatopoda, Isopoda e Amphipoda), Polychaeta, Sipuncula e Teleostei. Carvalho-Neta & Almeida (2001) estudando a mesma espécie no litoral do estado do Maranhão encontraram as seguintes presas em ordem de frequência de ocorrência: crustáceos braquiúros (54%), poliquetas (11%), teleósteos (5%), larvas de decápode (4%) e priapulídeos (4%). Ambos os estudos caracterizaram a espécie como um predador generalista e oportunista, alimentando-se da maioria dos itens de presa disponíveis. Diferenças na ordem de preferência de itens alimentares entre os estudos provavelmente refletem diferenças na disponibilidade entre as áreas de amostragem (Gianeti *et al.*, 2019).

Vale ressaltar que dos 71 espécimes analisados, oito (11,2%) apresentaram partículas de micro plástico no estômago, corroborando com a pesquisa de Pegado *et al.*, (2021) que descrevem 17 partículas entre micro plástico e fibras em estômagos de raia bicuda na Costa Amazônica Brasileira, evidenciando alterações antrópicas no ecossistema aquático (Andrades *et al.*, 2020).

A sazonalidade dessa região também desempenha um papel importante na disponibilidade de alimentos nessas zonas costeiras que, conseqüentemente, resultam em alterações na estruturação de assembleias de peixes, bem como nas características da história de vida das espécies de peixes, como suas características de crescimento (Sousa *et al.*, 2015; Passos *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2018).

Índice de sobreposição alimentar

A seleção de uma espécie ou de um tamanho particular de presas por um predador, repercute em toda a estrutura da comunidade, mesmo quando, a pressão de predação não é muito alta (Moreno & Zamorano, 1980). Diversos fatores influenciam esta relação: o tamanho da presa e do predador, o grau de mobilidade da presa e sua visibilidade, a abundância da presa no ambiente (Dodson, 1970; Moore & Moore, 1976;

Ivlev, 1961) e fatores intrínsecos do predador, tais como: o grau de fome, ritmos circadianos, campo de visão, mobilidade, experiência e os ritmos biológicos anuais que são influenciados por fatores fisiológicos (Curio, 1976). A tabela 03 apresenta o padrão geral da dieta da raia bicuda capturada no litoral maranhense.

Tabela 03: Composição da dieta entre machos e fêmeas, e juvenis e adultos de *Hypanus guttatus* capturadas no litoral maranhense (FO%= percentual de frequência de ocorrência; N%= percentual de frequência numérica; V%= percentual de volume).

Família	Machos (N=46)			Fêmeas (N=25)		
	FO%	N%	V%	FO%	N%	V%
Neritidae	1,4	1,0	20	-	-	-
Ocypodidae	5,6	35,8	42	4,8	12	13
Portunidae	-	-	-	1,0	2	20
Rissoidea	-	-	-	1,4	2	20
Fasciolariidae	-	-	-	1,0	2	20
Olividae	-	-	-	1,9	4	20
Tellinidae	2,8	1,9	10	1,9	4	10
Penaeidae	18,3	26,9	62	9,6	64	71
Classe						
Polychaeta	2,8	2,9	15	1,9	6	15
Osteichthyes	-	-	-	1,0	2	4
Scaphopoda	-	-	-	1,0	2	3

Família	Jovens (N=38)			Adultos (N=33)		
	FO%	N%	V%	FO%	N%	V%
Neritidae	1,4	1,0	20	-	-	-
Ocypodidae	8,5	16,3	38	4,2	7,7	18
Portunidae	-	-	-	1,4	1,0	20
Rissoidea	-	-	-	1,4	1,0	20
Fasciolariidae	-	-	-	1,4	1,0	20
Olividae	2,8	1,9	20	-	-	-

Tellinidae	2,8	2,9	15	2,8	1,9	10
Penaeidae	18,3	26,9	62	12,7	30,8	71
Classe						
Polychaeta	4,2	3,8	20	1,4	1,9	10
Osteichthyes	1,4	1,0	4	-	-	-
Scaphopoda	-	-	-	1,4	1,0	3

A análise do conteúdo estomacal demonstra que machos e fêmeas têm preferência por Penaeidae, sendo 18,3% e 9,6% respectivamente, para frequência e ocorrência. Seguido por Ocypodidae, com 5,6% para machos e 4,8% para fêmeas. A frequência de Tellinidae e Polychaeta foi de 2,8% em machos e 1,9% em fêmeas. Sendo que, Osteichthyes (1,0%), Scaphopoda (1,0%), Portunidae (1,0%), Rissoidae (1,4%), Fasciolariidae (1,0%) e Olividae (1,9%) foram ocorrentes apenas nas fêmeas, e Neritidae (1,4%) ocorreu apenas nos machos.

Entre jovens e adultos a frequência de ocorrência também foi maior para o Penaeidae, com 18,3% nos indivíduos juvenis e 12,7% nos adultos, seguido de Ocypodidae com 8,5% para os indivíduos juvenis e 4,2% para os adultos. O Polychaeta tem uma frequência de ocorrência maior nos juvenis, apresentando 4,2% e nos adultos 1,4%. Além disso, Portunidae (1,4%), Rissoidae (1,4%), Fasciolariidae (1,4%) e Scaphopoda (1,4%) correram apenas nos adultos, enquanto Neritidae (1,4%), Olividae (2,8%), e Osteichthyes (1,4%) apresentam ocorrência apenas nos indivíduos juvenis.

A tabela 03 demonstra a diferenciação na dieta da raia bicuda no litoral maranhense, havendo sobreposição da dieta dos exemplares com variações nas contribuições numéricas (%N) e na frequência de ocorrência (%FO) e no volume (%V). Os valores obtidos pelo índice de sobreposição alimentar de Pianka, aplicado sobre a proporção de números de itens dos recursos alimentares consumidos entre indivíduos da *H. guttatus*, permitiram quantificar a similaridade na composição da dieta destes. O índice O_{jk} para macho-fêmea alcançou o valor de 1 ($O_{jk}=1$), assim como entre juvenis-adultos que também apresentou o mesmo valor ($O_{jk}=1$) indicando sobreposição trófica entre estes indivíduos.

O presente trabalho apresenta discordância com os dados de Yokota &

Lessa, (2006, 2007) os quais afirmam não haver diferenças nas dietas entre machos e fêmeas, provavelmente porque ambos os sexos ocupam o mesmo habitat durante todo o ano e têm acesso aos mesmos tipos de presas. O que se sugere é que há uma mudança no hábito alimentar ao longo dos anos de pesquisas ou até mesmo uma mudança na disponibilidade e no comportamento das presas.

Silva *et al.*, (2001) afirmam que as diferenças entre dietas de indivíduos juvenis e adultos de *H. guttatus* encontradas na enseada do Mucuripe, pode ser consequência principalmente da capacidade dos animais adultos de capturarem presas de maior tamanho. Assim como Marion (2019) Silva, Viana & Furtado-Neto (2001), que afirmam que a mudança de dieta nesses animais está relacionada ao incremento corpóreo devido ao requerimento nutricional individual, aliado ao aumento na capacidade de captura de presas maiores, e ainda, ao local de captura dos mesmos.

Carvalho-Neta & Almeida (2001) descrevem a semelhança na dieta entre jovens e adultos, braquiúros, poliquetas, peixes teleósteos, larvas de decápodes e priapulidas foram constantes para jovens e adultos, sendo priapulida observado somente em adultos. E ainda descreve que não há diferenciação significativa na dieta entre machos e fêmeas, onde os mesmos itens foram observados em ambos.

A alternância e variação de itens de presas entre as amostras reforçam a ideia de que a espécie leva vantagem em relação a disponibilidade da presa no ambiente, se alimentado do que está disponível no momento (Gianeti *et al.*, 2019).

Sendo assim, essa variedade dos itens alimentares na dieta da raia bicuda demonstra que esta espécie é considerada uma espécie predadora extremamente oportunista, alimentando-se, ocasionalmente, de presas mais disponíveis e abundantes em seu habitat (Carvalho-Neta & Almeida, 2001). Corroborando com o presente trabalho e com as pesquisas de Silva, Viana & Furtado-Neto (2001), Aguiar & Valentin (2010), Queiroz (2017), Gianeti *et al.*, (2019), Marion (2015), que também verificaram uma grande variedade de grupos animais frequentes na alimentação dessa espécie.

Em relação à similaridade da composição dos itens alimentares entre machos e fêmeas e pela maturação entre jovens e adultos, pôde-se evidenciar nos valores obtidos pelo índice de Pianka, uma demonstração de sobreposição alta nos dois grupos ($O_{jk} = 1$). Para a similaridade de Bray-Curtis, a proporcionalidade dos itens comuns é similar 50%, tanto para o grupo de machos e fêmeas, quanto para o grupo de jovens e adultos,

indicando sobreposição, também confirmada pelas análises estatísticas.

Assim, as análises estatísticas, os dados obtidos através do presente estudo e a literatura consultada demonstram que a raia *Hypanus guttatus* é de extrema importância para o meio ambiente podendo ser considerada uma reguladora da fauna que está associada ao fundo, sendo possível ser apresentada como uma indicadora da diversidade bentônica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A raia bicuda é de suma importância para o meio ambiente, sendo esta uma mesopredadora, e tem a capacidade de controlar nichos tróficos abaixo dela, que os alimentam, e ela serve também de alimento para os predadores de topo de cadeia;

Apresenta um comportamento generalista oportunista, consumindo uma grande diversidade de presas. A similaridade encontrada na alimentação entre macho e fêmeas é de 50% e está relacionada à capacidade de forrageio de cada indivíduo;

O IRI está associado à sazonalidade da região e condições ambientais que podem sugerir alterações antrópicas;

Comparação com estudos pretéritos para a mesma espécie e região, evidenciam a mudança na alimentação dessa raia, demonstrando uma quantidade maior de itens descritos, sugerindo adaptação ao meio ambiente, ou mudança na distribuição desses recursos;

Estudos sobre a comunidade bentônica local são essenciais para uma melhor definição de sazonalidade na dieta da arraia bicuda;

Faz-se necessário mais estudos sobre a ecologia da raia *Hypanus guttatus* para a região, visando atualizar os dados dos parâmetros de status de conservação da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, V. L. L., N. S., HAHN & VAZZOLLER. A. E. A. M. **Feeding patterns in five predatory fishes of the high Paraná River floodplain (PR, Brazil)**. *Ecology of Freshwater Fish*, 6(3), 123-133. 1997.
- ALMEIDA, Z. S.; NUNES, J. L. S.; PAZ, A. C. **Elasmobrânquios no Maranhão: Biologia, pesca e ocorrência**. In: SILVA, A. C.; BRINGEL, J. M. M. (eds.). *Projeto e ações em biologia e química*. São Luís: EDUEMA, p. 35-57. 2006.
- ANDRADE, M. C.; WINEMILLER, K. O.; BARBOSA, P. S.; FORTUNATI, A.; CHELAZZI, D.; CINCINELLI, A.; GIARRIZZO, T. **First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: Ingestion of plastic debris by piranhas and other serrasalmids with diverse feeding habits**. *Environmental Pollution*. doi:10.1016/j.envpol.2018.10.088. 2018.
- ANDRADES, R.; GUABIROBA, H. C.; HORA, M. S. C.; MARTINS, R. F.; RODRIGUES, V. L. A.; VILAR, C. C.; JOYEUX, J.-C. **Early evidences of niche shifts in estuarine fishes following one of the world's largest mining dam disasters**. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111073. doi:10.1016/j.marpolbul.2020.111073. 2020.
- ANDRADES, RYAN ; PEGADO, TAMYRIS ; GODOY, BRUNO S. ; REIS-FILHO, JOSÉ AMORIM ; NUNES, JORGE L.S. ; GRILLO, ANA CAROLINA ; MACHADO, RENAN C. ; SANTOS, ROBSON G. ; DALCIN, ROGER H. ; FREITAS, MATEUS O. ; KUHNEN, VANESSA VILLANOVA ; BARBOSA, NEUCIANE D. ; ADELIR-ALVES, JOHNATAS ; ALBUQUERQUE, TIAGO ; BENTES, BIANCA ; GIARRIZZO, TOMMASO. **Anthropogenic litter on Brazilian beaches: Baseline, trends and recommendations for future approaches**. *MARINE POLLUTION BULLETIN JCR*, v. 151, p. 110842, 2020.
- AGUIAR, A. A.; VALENTIN, J. L. **Biologia e ecologia alimentar de Elasmobrânquios (chondrychthyes: Elasmobranchii): uma revisão dos métodos e do estado da arte no Brasil**. *Ecologia Australis*, v. 14, n. 2, 464- 489p. 2010.
- ARAÚJO, T. D. **Boletim climático do Maranhão**. Em: *Sagraima, Boletim Informativo, Governo do Estado do Maranhão*. 2017.
- AYALA-PÉREZ, L. A.; MIRANDA, J. R.; HERNÁNDEZ, D. F. **La comunidad de peces de la Laguna de Términos: estructura actual comparada**. *Revista de Biología tropical*. 51:783-794. 2003.
- BARRIOS-GARRIDO H., BOLIVAR J., BENAVIDES L., VILORIA J., DUGARTE F. & WILDERMANN N. **Evaluación de la pesquería de palangre artesanal y su efecto en la raya látigo (*Dasyatis guttata*) em Isla Zapara, Golfo de Venezuela**. *Latina American Journal of Aquatic Research*, 45: 302-310. 2017.
- BECERRA, M. J.; PIMENTEL, M. A.; SOUZA, E. B.; TOVAR, G. I. **Geospatiality of climate change perceptions on coastal regions: A systematic bibliometric analysis**. *Geography and Sustainability*, set. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.09.002>

BENEDITO-CECILIO, E.; AGOSTINHO, A.A. **Estrutura das populações de peixes no reservatório de Segredo. In: Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo.** Maringá: EDUEM, 387p. 1997.

BROWN, S. C.; BIZZARRO, J. J.; CAILLIET, G. M.; EBERT, D. A. **Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert, 1896).** Environmental Biology of Fishes 95, 3–20p. 2012.

CAMARA, E. M.; CARAMASCHI, E. P.; PETRY, A. C. **Fator de condição: bases conceituais, aplicações e perspectivas de um uso em pesquisas ecológicas com peixes.** Oecologia Australis. 15(2): 249-274. Doi: 10.4257/oeco.2011.1502.05. 2011.

CHARVET-ALMEIDA P., GÓES DE ARAÚJO ML E DE ALMEIDA MP. **Aspectos reprodutivos de arraias de água doce (Chondrichthyes: Patamotrygonidae) na Amazônia brasileira.** Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 35: 165-171. 2005.

CORRÊA, M. C.; SEREJO, J. H. F.; RANGEL, T. P.; OLIVEIRA, B. C. V.; ALMEIDA, M. G.; DIAS, F. J. S.; REZENDE, C. E. **Caracterização biogeoquímica da matéria orgânica em um estuário de macromaré localizado na interface Amazônia-semiárido no nordeste do Brasil.** Geochimica Brasiliensis 33 (1): 107-120p. DOI: 10.21715/GB2358-2812.2019331107. 2019.

CARVALHO-NETA, R. N. F. & ALMEIDA, Z. S. **Aspectos da Alimentação de *Dasyatis guttata* (Elasmobranchii, Dasyatidae) na costa maranhense.** Boletim Lab. Hidrobiologia., v. 14/15. 77-98p. 2001.

CORTÉS, E. **Composições de dieta padronizada e níveis tróficos de tubarões.** ICESI Journal of Marine Science 56, 707-717. 1999.

CURIO, E. **The ethology of predation.** Berlin, Springer-Verlag, 250p. 1976.

DIAZ-RUIZ, S.; CANO-QUIROGA, E.; AGUIRRE-LÉON, A.; ORTEGA-BERNAL, R. **Diversidad, abundância y conjuntos ictofaunísticos del sistema lagunar-estuarino Chantuto-Panzacola, Chiapas, México.** Revista de Biología Tropical. 52 (1): 187-199. 2004.

DHN – DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. **Tábuas de marés para 1994. Costa do Brasil e alguns portos estrangeiros.** DHN, Rio de Janeiro, 1-6. 2004.

DODSON, S. I. **Complementary feeding niches sustained by selective predation.** Limnology and Oceanography. 15: 131-137. 1970.

EL-ROBRINI, M.; MARUES JR, V.; SILVA, M. M. A.; EL-ROBRINI, M. H. S.; FEITOSA, A. C.; TAROUCO, J. E. F.; SANTOS, J. H. S.; VIANA, J. R. Pará. – In: Muehe, D. (ed.) **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**, Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 2006.

GIANETI, M. D. **Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Elasmobranchii: Dasyatidae) na região de Caiçara do Norte – RN.** Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 131p. 2011.

GIANETI, M. D.; YOKOTA, L.; LESSA, R. P. T.; DIAS, J. F. **Diet of longnose stingray *Hypanus guttatus* (Myliobatiformes: Dasyatidae) in tropical coastal waters of Brazil.** Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 1–9. [https://doi.org/ 10.1017/S0025315419000912](https://doi.org/10.1017/S0025315419000912). 2019.

FONTELES-FILHO, 1989, *apud* MOTA, A. M. V. **Ecologia alimentar de *Albula vulpes* na praia dos Carneiros estuário inferior do Rio Formoso, PE.** Dissertação - Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Biologia Animal, 81p. 2008.

GIARRIZZO, T.; OLIVEIRA, R. R. S.; ANDRADE, M. C.; GONÇALVES, A.P.; BARBOSA, T. A. P.; MARTINS, A. R.; MARQUES, D. K., SANTOS, J. L. B.; FROIS, R.P.S.; ALBUQUERQUE, T. P. O.; MONTAG, L. F. A.; CAMARGO, M.; SOUSA, L. M. **Length-weight and length-length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil).** J. Appl. Ichthyol. **31**, 1–10. 2015.

GILLIAM, D.; SULLIVAN, K. M. **Diet and feeding habits of the Southern Stingray *Dasyatis americana* in the Central Bahamas.** Bull. Mar. Science. **52** (3): 1007-1013. 1993.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. **Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, Rio Grande - MG/SP.** Acta Scientiarum: Biological Sciences, Maringá, v.25, n.1, p.79-86. 2003.

HYSLOP, E. J. **Stomach content analysis: a review of methods and their applications.** Journal of Fish Biology **17**, 411–429. 1980.

ICMBIO. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.** MACHADO, A. B.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P.1. ed. - Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas. 2 v. (1420 p.): il. - (Biodiversidade; 19). 2018.

IUCN 2020. CARLSON, J.; CHARVET, P.; BLANCO-PARRA, M. P.; BRIONES BELL-LLOCH, A.; CARDENOSA, D.; DERRICK, D.; ESPINOZA, E.; MARCANTE, F.; MORALES-SALDAÑA, J.; M, NARANJO-ELIZONDO, B.; SCHNEIDER, E. V. C & SIMPSON, N. J. 2020. ***Hypanus guttatus*. A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2020:** e.T44592A104125629. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T44592A104125629.en> . Transferido em 22 de agosto de 2021.

IVLEV, V. S. **Experimental ecology of the feeding of fishes.** New Haven, Yale University Press, 302p. 1961.

LE CREN, E. D. **The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*).** Journal of Animal Ecology, Oxford, v. **20**, p. 201-219. 1951.

LESSA, R. P. **Levantamento faunístico dos elasmobrânquios (Peixe, Chondrichthyes do litoral do Estado do Maranhão, Brasil)** Bol. Lab. Hidrol. São Luís. V.7, p.27-41. 1986.

LIZAMA, M.A.P.; AMBRÓSIO, A.M. **Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná river floodplain, Brazil.** Revista Brasileira de Biologia, v. 62, n. 1, 113-124. 2002.

LUZ, D. S.; PINHEIRO, R. M. P.; BEZERRA, V. L. A. R. **Panorama da Desertificação do Estado do Maranhão.** 2005.

MARION, C. **Função da Baía de Todos os Santos, Bahia, no ciclo de vida da Arraia branca, *Dasyatis guttata* (Elasmobranchii: Dasyatidae).** 165p. Tese (doutorado) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MENNI, R. C. & LESSA, R. P. **The chondrichthyan community off Maranhão (northeastern Brazil): II. Biology of species.** Acta Zoológica Lilloana, 44(1): 69-89. 1998.

MOORE, J. W.: MOORE, I. A. **The basis of food selection in some estuarine fishes. Eels, *Anguilla anguilla* L., whiting, *Merlangius merlangus* (L). sprat, *Sprattus sprattus* (L.) and stickleback, *Gasterosteus aculeatus*.** Journal of Fish Biology. 9: 375-390. 1976.

MORENO, C. A.: ZAMORANO, J. H. **Selectividad del alimento em dos peces bentofagos (*Mugiloides chilenses* y *Calliclinus geniguttatus*).** Boletim do Instituto Oceanografico. 29 (2): 245-249. 1980.

NAVIA, A. F.; TORRES, A.; MEJÍA, F. P. A.; GIRALDO, A. **Sexual, ontogenetic, temporal and espacial effects on the diet of *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchii: Myliobatiformes).** Journal of Fish Biology 78, 1213–1224p. 2011.

NUNES, J. L. S. & MENDONÇA, M. A. **Biodiversidade marinha da Ilha do Maranhão.** EDUFMA. ISBN 978-85-7862-293-0. 208P. 2013.

NUNES, A. R. O. P. & NUNES, J. L. S. **The mystery of *Styracura schmardae* stingrays from the Brazilian Amazon coast.** Examines Mar. Biol. Oceanogr. 3(2). EIMBO.000564.2020. DOI: 10.31031/EIMBO.2020.03.000564. 2020.

NUNES, J. L. S.; ZAFIRA, S. A.; NIVALDO, M. P. **Raias capturadas pela pesca artesanal em águas rasas do Maranhão – Brasil.** Arq. Ciên. Mar. Fortaleza, p. 38: 49 – 54. 2005.

PALMEIRA, A. R. O. **Biologia Reprodutiva da Raia *Dasyatis guttata* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801) (Myliobatiformes: Dasyatidae) no Litoral do Pará.** Dissertação (mestrado em ciências biológicas) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – Paraíba, 93p. 2012.

PASSOS C.V.B.; FABRÉ N.N.; MALHADO A.C.M.; BATISTA V.S. & LADLE R.J.

2016. **Estuarization increases functional diversity of demersal fish assemblages in tropical coastal ecosystems.** *Journal of Fish Biology*, 89: 847-862.

PAULY, D. **Fish population dynamics in tropical Waters: a manual for use with programmable calculators.** ICLARM Stud. Rev. 8, Manila 325p. 1984.

PEGADO, T.; BRABO, L.; SCMID, K.; SARTI, F.; GAVA, T. T.; NUNES, J. L.; CHELAZZI, D.; CINCINELLI, A.; GIARRIZZO, T. **Ingestion of microplastics by *Hypanus guttatus* stingrays in the Western Atlantic Ocean (Brazilian Amazon Coast).** *Marine Pollution Bulletin*. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111799>. 2020.

PIANKA, E. R. **The structure of lizard communities.** *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 53-74. 1973.

PINKAS, L. M.; OLIPHANT, S.; IVERSIN, I. L. K. 1971. **Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters.** *Calif. Fish game*, v. 152, 1-105p.

QUEIROZ, A. P. N. **Ecologia alimentar de *Dasyatis guttata* (Myliobatoidei: Dasyatidae) capturada pela pesca artesanal no litoral de Pernambuco, Brasil.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Recife, 94f. 2017.

RÊGO, A.C.L.; PINESE, O.P.; MAGALHÃES, P.A.; PINESE, J.F. **Relação pesocomprimento para *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) e *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) (Characiformes) no reservatório de Nova Ponte – EPDA de Galheiro, rio Araguari, MG.** *Revista Brasileira de Zoociências*, vol.10, n.1, p.13-21. 2008.

RIOS, E.C., HAIMOVICI, M., ALVARES PERES, J. A., & SANTOS, R. A. DOS. ***Seashells of Brazil*.** FURG. (368), 113. 1994.

ROCHA, M. A. da; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y; DA SILVA, L. D. F.; BOROSKY, J. C.; RUBIN, K. C.P. **Uso do fator de condição alométrico e de fulton na comparação de carpa (*Cyprinus carpio*), considerando os sexos e idade.** *Semia: Ciências Agrárias*, v. 26, n. 3, p. 429-434. Londrina, Paraná. 2005.

SAUCEDO, M. **Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols & Murph, 1922) y *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Lutjanidae: Peciformes) em la costa de Jalisco y Colina, México.** Tesis de Licenciatura. Universidad de Colina. 120p. 2000.

SEDBERRY. G. R. **Foods habitats and trophic relationship of the Community of the outhor continental shelf.** NOAA Tech. Rep. NSSFS-SSFR, 773:1-33. 1983.

SHUTER, E. J. **Population level indicators of stress.** *American Fisheries Society Symposium*, 8:145,166. 1990.

SILVA, G. B.; VIANA, M. S. R.; FURTADO-NETO, M. A. A. **Morfologia e alimentação da raia *Dasyatis guttata* (Chondrichthyes; Dasyatidae) na enseada do**

Mucuripe, Fortaleza, Ceará. Arquivo Ciências do Mar, v.34, p.67-75. 2001.

SILVA, G. B.; BASILIO, T. H.; NASCIMENTO, F. C. P.; FONTELES-FILHO, A. **A.Tamanho na primeira maturidade sexual das raias *Dasyatis guttata* e *Dasyatis americana*, no litoral do estado do Ceará.** Arquivos de Ciências do Mar, n. 2, v. 40, p. 14–18. 2007.

SILVA, V. E. L.; TEIXEIRA, E. C.; FABRÉ, N. N.; BATISTA, V. S. **Biologia reprodutiva da arraia-longa *Hypanus guttatus* (Bloch & Schneider, 1801) da costa nordeste do Brasil.** Cah. Biol. v 59: 467-472. 2018.

SPITZ, J., CHEREL, Y., BERTIN, S., KISZKA, J., DEWEZ, A., RIDOUX, V. **Prey preferences among the community of deep-diving odontocetes from the Bay of Biscay, Northeast Atlantic.** Deep-Sea Research I, v. 58, p. 273-282. 2011.

SOUZA FILHO, P. W. M. **Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos.** Revista Brasileira de Geofísica, 23(4). p. 427-435. 2005.

SOUSA M.F., FABRÉ N.N. & BATISTA V.S. 2015. **Seasonal growth of *Mugil liza* Valenciennes, 1836 in a tropical estuarine system.** Journal of Applied Ichthyology, 31: 627-632

TAGLIAFICO, A., RAGO, N. & SALOMÉ, R. M. **Aspectos biológicos de las rayas *Dasyatis guttata* y *Dasyatis americana* (Myliobatiformes: Dasyatidae) capturadas por la pesquería artesanal de la isla de Margarita, Venezuela.** Revista de Biología Marina y Oceanografía, 48: 365-373. 2013.

TAVARES-DIAS, M.; ARAÚJO, C.S.O.; GOMES, A.L.S.; ANDRADE, S.M.S. **Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil.** Revista Brasileira de Zootecias, vol.12, n.1, p.59-65. 2010.

TEIXEIRA, E. C.; SILVA, V. E. L.; FABRÉ, N. N.; BATISTA, V. S. **Relações comprimento-peso para quatro espécies de arraia da Oceano Atlântico tropical.** Journal of Applied Ichthyology, 33: 594-596. 2017.

TEIXEIRA, S. G. & SOUZA FILHO, P. W. M. **Mapeamento de ambientes costeiros tropicais (Golfão Maranhense, Brasil) utilizando imagens de sensores remotos orbitais.** Revista Brasileira de Geofísica, 27: 69-82. 2009.

TESCH, F. W. **Methods for assessment of fish production in fresh water** (Richer, W. E., ed). London: Blackemell Scientific Publications, p.93. 1968.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** Nupélia, Maringá, 169 p. 1996.

VIANA, A. F.; VALENTIN, J. L.; VIANNA, M. **Feeding ecology of elasmobranch species in southeastern Brazil.** Neotropical Ichthyology, v. 15, n. 2. DOI: 10.1590/1982-0224-20160176. 2017.

WETHERBEE, B. M. & CORTÉS, E. **Food Consumption and Feeding Habits**. Pp. 225–246. In: J. C. Carrier; J. A. Musick & M. R. Heithaus (eds.). *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC Press LLC, Boca Raton. 596 p. 2004.

WETHERBEE, B. M.; CORTÉS, E.; BIZARRO, J. J. **Food consumption and feeding habits**. In Carrier, J. F.; Musick, J. A.; Heithaus, M. (eds) *Biology of Sharks and their Relatives*. Boca Raton, FL: CRC Press. 239–264 p. 2012.

WOSNICK, N.; NUNES, A. R. O. P.; FEITOSA, L. M.; COELHO, K. K. F.; BRITO, R. M. S.; MARTINS, A. P. B.; RINCON, G.; NUNES, J. L. S. **Revisão sobre a diversidade, ameaças e conservação dos elasmobrânquios do Maranhão**. In: José Max Barbosa de Oliveira Júnior; Lenize Batista Calvão. (Org.). *Tópicos Integrados de Zoologia*. 1 ed. Ponta Grossa: Atena Editora, v. 1, p. 44-54. 2019.

YAMADA, F. H.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Relação entre fator de condição relativo (Kn) e abundância de ectoparasitos de brânquias, em duas espécies de ciclídeos da bacia do rio Paraná, Brasil**. *Acta Scientiarum: Biological Science*, Maringá, v. 30, n. 2, p. 213-217. 2008.

YOKOTA, L. & LESSA, R. P. **Biologia reprodutiva de três espécies: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) e *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa & Gadig, 2000, pescada artesanalmente pesca no Nordeste do Brasil**. *Cahiers de Biologie Marine*, 48: 249-257 p. 2007.