

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Biociências
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal

ARISTÓTELES PHILIPPE NUNES QUEIROZ

**ECOLOGIA ALIMENTAR DE *Dasyatis guttata* (MYLIOBATOIDEI:
DASYATIDAE) CAPTURADA PELA PESCA ARTESANAL NO LITORAL DE
PERNAMBUCO, BRASIL**

Recife
2017

ARISTÓTELES PHILIPPE NUNES QUEIROZ

**ECOLOGIA ALIMENTAR DE *Dasyatis guttata* (MYLIOBATOIDEI:
DASYATIDAE) CAPTURADA PELA PESCA ARTESANAL NO LITORAL DE
PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Biologia Animal, da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para obtenção do
título de mestre em Biologia Animal.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Rosângela Paula
Teixeira Lessa

Recife
2017

Catálogo na fonte
Elaine Barroso
CRB 1728

Queiroz, Aristóteles Philippe Nunes

Ecologia alimentar de *Dasyatis guttata* (Myliobattoidei: Dasyatidae) capturada pela pesca artesanal no litoral de Pernambuco, Brasil / Aristóteles Philippe Nunes Queiroz- 2017.

94 folhas: il., fig., tab.

Orientadora: Rosângela Paula Teixeira Lessa

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Recife, 2017.

Inclui referências e apêndices

1. Arraia (peixe) 2. Ecologia 3. Pesca artesanal I. Lessa, Rosângela Paula Teixeira (orient.) II. Título

597.3

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2018-045

ARISTÓTELES PHILIPPE NUNES QUEIROZ

**ECOLOGIA ALIMENTAR DE *Dasyatis guttata* (DASYATIDAE:
MYLIOBATOIDEI) CAPTURADA PELA PESCA ARTESANAL NO LITORAL
DE PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Biologia Animal, da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para obtenção do
título de mestre em Biologia Animal.

Aprovada em: 24/02/2017

Prof(a). Dr(a). Rosângela Paula Teixeira Lessa – Orientadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo de Souza Rosa – Membro externo
Universidade Federal da Paraíba

Dr(a). Maria Lúcia Góes de Araújo – Membro externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Alexandre Oliveira de Almeida – Membro interno
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva – Suplente externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Rodrigo Augusto Torres – Suplente interno
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho à conservação dos
elasmobrânquios.

AGRADECIMENTOS

Abradeço ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco (PPGBA-UFPE);

Ao Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DIMAR-UFRPE);

À FACEPE pela concessão da bolsa de mestrado, CAPES e CNPq pelo financiamento;

À prof a. Rosângela Lessa, por abrir as portas do DIMAR a mim quando muitas outras foram fechadas, por toda a orientação, dedicação, ensinamentos e paciência durante essa jornada. Seu impenho à pesquisa e à conservação dos elasmobrânquios é motivante, admirável e inspirador. Serei sempre muito grato;

À Maria Lúcia, por toda dedicação e disponibilidade, por transformar a bancada em uma sala de aula, por encher meu e-mail de *papers* e por compartilhar suas ideias e conhecimentos. Os puxões de orelha foram essenciais. Gratidão.

Ao Prof. Francisco Marcante pela ajuda na identificação dos peixes e pelas frustradas tentativas de encontrar os otólitos, um dia eu consigo. Obrigado por ser sempre muito solícito.

À família que formei no PPGBA: Celina, Raissa, Cori, Juliana, Tarci, Lira, Diego, Eder, Jaire, Helô, Rômulo, Rodolfo, Íkaro, Luíz, Manu e Leo. Vocês tornaram esses dois anos muito mais fáceis.

À Andressa, Aninha, Catia, Aislan, Priscila, Leo, Dante, Aline, Heitor, Jones, Jonas Eloi, Jonas Rodrigues, Kaio, Beatriz, Pedro, Estéfane e Gabriel, ir à campo, processar amostras ou conversar asneiras na sala das lupas era sempre mais divertido com vocês por perto.

Aos profissionais que contribuíram de forma inestimável à construção desse trabalho, os pescadores: Seu Roberto, Xande e toda sua família; Seu Mano e Dona Cléia; Seu Pintado. Mais do que amostras, vocês forneceram histórias e exemplos de vida admiráveis;

Ao Prof. Alexandre Oliveira pelo auxílio na identificação dos crustáceos e a Guidomar Soledade pelo auxílio na identificação dos camarões alfeu;

Ao meu amigo, companheiro e namorado Aislan por toda a ajuda durante o mestrado e por estar próximo quando nem eu mesmo me suportava. Obrigado!

Aos meus irmãos Alana e Ary por me lembrarem que família não é fácil, mas é extremamente importante. Amo vocês!

Meu agradecimento especial à minha mãe, Edivânia Pereira, a maior incentivadora da minha carreira, obrigado por me apoiar e acreditar em mim;

Ao meu pai, Aristoles Antônio, que trabalhou arduamente para também garantir educação aos seus três filhos.

“You are what you eat”
DeNiro & Epstein, (1976)

RESUMO

Dasyatis guttata (Bloch & Schneider, 1801) é uma raia da ordem Myliobatiformes que ocorre na região costeira e estuarina, capaz de tolerar alta amplitude de salinidade, com jovens ocupando ambientes mais salinos e adultos ambientes menos salinos. O objetivo do presente estudo foi caracterizar a dieta e estimar o nível trófico de *D. guttata* em Pernambuco, Brasil. Dos 140 indivíduos amostrados, 94 possuíam conteúdo estomacal 54,24% eram fêmeas e 45,76% eram machos, a largura de disco variou de 15,10 cm a 75,00 cm com média de $44,71 \pm 12,28$ cm. *D. guttata* apresenta comportamento alimentar generalista ($B_A = 0,99$) com um total de 31 itens alimentares identificados no conteúdo estomacal. O principal item da dieta foram os moluscos da classe Bivalvia (34,37% do IRI) seguido pelos camarões *Alpheus* sp. (19,05% de IIR), peixes da infraclasse Teleostei (12,96% de IIR), caranguejos não identificados da subordem Brachyura (7,59% do IRI) e *Callinectes* sp. (7,32% de IRI). Não existe diferença significativa entre a dieta de indivíduos neonatos, maduros ou imaturos (R mundial = -0,01; $p = 0,7$), nem entre machos e fêmeas (R mundial = 0,02; $p = 0,06$), entretanto indivíduos marinhos e estuarinos apresentam diferenças significativas (R mundial = 0,21; $p = 0,007$) sendo no mar crustáceos decápodes e peixes mais importantes para a dieta e no estuário são os decápodes e moluscos bivalves. Por apresentar vida marinha e estuarina, *D. guttata* mostrou alta variação tanto para o δN^{15} quanto para o δC^{13} , reflexos dos múltiplos ambientes que *D. guttata* utiliza, estando inserida em múltiplas cadeias tróficas. *Dasyatis americana* e *Dasyatis marianae* têm assinaturas isotópicas de C^{13} e do N^{15} mais próximas entre si do que comparadas com *D. guttata*, pois sua assinatura isotópica é influenciada pelo ambiente de mangue. O nível trófico médio obtido para *D. guttata* através da análise de isótopos estáveis foi 3.67, valor estatisticamente igual ao obtido através na análise de conteúdo estomacal (3,55) caracterizando a espécie como mesopredador marinho e estuarino, e como tal *D. guttata* promove um importante papel ecológico ligando os predadores topo a níveis tróficos inferiores, auxilia o fluxo de energia nos ecossistemas que habita.

Palavras-chave: Alimentação. Ecologia trófica. *Hypanus guttatus*. Isótopos estáveis. Nível trófico.

ABSTRACT

Dasyatis guttata (Bloch & Schneider, 1801) is a stingray of the order Myliobatiformes that occurs in the coastal and estuarine region, capable of tolerating high variation of salinity, with young individuals occupying more saline environments and adults occupying less saline environments. The objective of the present study was to characterize the diet and to estimate the trophic level of *D. guttata* in Pernambuco, Brazil. Of the 140 individuals sampled, 94 had stomach contents 54.24% were females and 45.76% were males, the disc width ranged from 15.10 cm to 75.00 cm with a mean of 44.71 ± 12.28 cm. *D. guttata* presents general food behavior ($B_A = 0.99$) with a total of 31 food items identified in the stomach contents. The main food item was the Bivalvia molluscs (34,37% do IRI) followed by prawns *Alpheus sp.* (19,05% de IIR), fishes of the infraclass Teleostei (12,96% de IIR), unidentified crabs of suborder Brachyura (7,59% do IRI) and *Callinectes sp.* (7,32% de IRI). There was no significant difference between the diet of neonates, mature or immature (world $R = -0.01$, $p = 0.7$), nor between males and females (world $R = 0.02$, $p = 0.06$). However, marine and estuarine individuals present significant differences (world $R = 0.21$, $p = 0.007$). In the sea, decapod crustaceans and fish are most important to the diet and in estuary are the decapods and bivalve molluscs. Due to the presence of marine and estuarine life, *D. guttata* showed high variation for both $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$, reflecting the multiple environments that *D. guttata* uses, being inserted in multiple trophic chains. *Dasyatis americana* and *Dasyatis mairiana* have ^{13}C and ^{15}N isotopic signatures closer to each other than compared to *D. guttata* because their isotopic signature is influenced by the mangrove environment. The mean trophic level obtained for *D. guttata* through the analysis of stable isotopes was 3.67, a statistically equal value to that obtained through the analysis of stomach contents (3.55), characterizing the species as marine and estuarine mesoprobes, and as such *D. guttata* promotes an important ecological role linking top predators to lower trophic levels helps the energy flow in the ecosystems it inhabits.

Key-words: Feeding. Trophic ecology. *Hypanus guttatus*. Stable isotopes. Trophic level.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Vista dorsal de fêmea adulta de <i>Dasyatis guttata</i> capturada em Itapissuma, Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016. Foto: QUEIROZ, A.P.N.	19
Figura 2 – Locais de desembarque de <i>Dasyatis guttata</i> pela pesca artesanal em Pernambuco, Brasil: Ponta de Pedras/Goiana (PP), Itapissuma (IT), Olinda (OL), Sirinhaém (SI) e Rio Formoso (RF) no período de julho/2013 a novembro/2016.....	31
Figura 3 – Média acumulada e desvio padrão do índice de diversidade de Shannon-Wiener dos itens alimentares encontrados nos estômagos de <i>Dasyatis guttata</i> coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.....	38
Figura 4 – Representação gráfica tridimensional da relação entre a Frequência relativa de ocorrência (FO%), porcentagem numérica (N%) e porcentagem em peso (P%) das categorias de presa: fish = peixe; amph = anfípoda; deca = crustáceos decápodes; moll = moluscos; poly = poliquetas; ocrust = outros crustáceos; invert = outros invertebrados, presentes na dieta de <i>Dasyatis guttata</i> coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.....	43
Figura 5 – Escalonamento multidimensional não-métrico entre as fases do ciclo de vida de <i>Dasyatis guttata</i> capturada em Pernambuco no Período de julho/2013 a novembro/2016.....	44
Figura 6 – Regressão linear entre largura do disco (LD) e largura da boca (LC) de <i>Dasyatis guttata</i> capturada em Pernambuco no Período de julho/2013 a novembro/2016.	49

Figura 7 – Escalonamento multidimensional não-métrico entre indivíduos machos e fêmeas de <i>Dasyatis guttata</i> capturados em Pernambuco no período de julho/2013 a novembro/2016.....	50
Figura 8 – Escalonamento multidimensional não-métrico entre indivíduos machos e fêmeas de <i>Dasyatis guttata</i> capturados em Pernambuco no período de julho/2013 a novembro/2016.....	55
Figura 10 – Nível trófico obtido para <i>Dasyatis americana</i> , <i>Dasyatis guttata</i> e <i>Dasyatis marianae</i> a partir da análise de isótopos estáveis. Indivíduos coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.	61
Figura 11 – Valores de isótopos de ^{13}C e ^{15}N para <i>Dasyatis guttata</i> , <i>Dasyatis americana</i> e <i>Dasyatis marianae</i> . Indivíduos coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela I – Frequência de ocorrência (% O), frequência numérica (% N), frequência de peso (% P) e índice de importância relativa em porcentagem (% IIR) dos itens alimentares da dieta de *Dasystis guttata* coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016..... 40

Tabela II – Itens que mais contribuíram para a diferenciação da dieta de *Dasystis guttata* entre os sexos e entre as fases do ciclo de vida. FISH = peixe; AMPH = anfípoda; DECA = crustáceos decápodes; MOLL = moluscos; POLY = poliquetas; OCRUST = outros crustáceos; INVERT = outros invertebrados..... 45

Tabela III – Frequência de ocorrência (% FO), frequência numérica (% N), frequência de peso (% P) e índice de importância relativa em porcentagem (% IIR) dos itens alimentares da dieta de *Dasyatis guttata* em cada fase do ciclo de vida. 45

Tabela IV – Itens que mais contribuíram para a diferenciação da dieta de *Dasyatis guttata* entre indivíduos machos e fêmeas. FISH = peixe; AMPH = anfípoda; DECA = crustáceos decápodes; MOLL = moluscos; POLY = poliquetas; OCRUST = outros crustáceos; INVERT = outros invertebrados. 51

Tabela V – Frequência de ocorrência (% FO), frequência numérica (% N), frequência de peso (% P) e índice de importância relativa em porcentagem (% IIR) dos itens alimentares da dieta de *Dasystis guttata* em machos e fêmeas. 51

Tabela VI – Itens que mais contribuíram para a diferenciação da dieta de *Dasystis guttata* entre indivíduos provenientes do ambiente marinho e estuarino. FISH = peixe; AMPH = anfípoda; DECA = crustáceos decápodes; MOLL = moluscos; POLY = poliquetas; OCRUST = outros crustáceos; INVERT = outros invertebrados. 56

Tabela VII – Frequência de ocorrência (% FO), frequência numérica (% N), frequência de peso (% P) e índice de importância relativa em porcentagem (% IIR) dos itens alimentares da dieta de *Dasyatis guttata* provenientes do ambiente marinho e estuarino.

..... 56

Tabela VIII – Nível trófico de *Dasyatis guttata* comparado a outras Myliobatiformes disponíveis na literatura..... 60

Tabela IX – Valor de δN^{15} (‰), δC^{13} (‰) e nível trófico de *Dasyatis americana*, *Dasyatis guttata* e *Dasyatis marianae*..... 61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACE	Análise de conteúdo estomacal
AIE	Análise de isótopos estáveis
CETENE	Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste
CT	Comprimento total
DIMAR	Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas
ESALQ-USP	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo
GLIER	Graet Lakes Institute for Environmental Research
LB	Largura da boca
LD	Largura do disco
TDF	Fatores de discriminação trófica
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO	19
2.1 ESPÉCIE ESTUDADA.....	19
2.2 ALIMENTAÇÃO EM RAIAS	21
2.3 ISÓTOPOS ESTÁVEIS EM ELASMOBRÂNQUIOS	25
2.4 PROBLEMATIZAÇÃO.....	28
3 OBJETIVOS	30
3.1 OBJETIVO GERAL.....	30
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4 MÉTODO	31
4.1 COLETA DE AMOSTRAS	31
4.2 COLETA DOS ESTÔMAGOS	32
4.3 ANÁLISE QUANTITATIVA DA DIETA	32
4.4 COLETA DE TECIDO MUSCULAR	35
4.5 ANÁLISE DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS.....	36
4.6 ESTIMATIVA DE NÍVEL TRÓFICO	37
5 RESULTADOS	38
6 DISCUSSÃO	63
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE A - CURVA DE ACUMULAÇÃO DOS ITENS ALIMENTARES DE <i>Dasystis marianae</i>.....	90
APÊNDICE B - IIR% DOS ITENS ALIMENTARES DE <i>Dasystis</i> <i>marianae</i>.....	91
APÊNDICE C - IIR% DOS ITENS ALIMENTARES DE <i>Dasystis</i> <i>americana</i>.....	93

1 INTRODUÇÃO

Os elasmobrânquios desempenham importantes papéis nos ecossistemas que ocupam (BIZZARRO *et al.*, 2007) e como predadores, estão distribuídos entre níveis tróficos elevados (no caso dos tubarões) e intermediários (no caso das raia), que geralmente estão associados a habitats bentônicos, demersais e pelágicos (NAVIA *et al.*, 2010). A importância trófica como predadores de topo faz com que este grupo, atue no controle e regulação das populações em níveis tróficos inferiores, como é o caso da maioria dos tubarões (PACE *et al.* 1999; BIZZARRO *et al.* 2007; HEITHAUS *et al.* 2008; NAVIA *et al.*, 2010; NAVIA *et al.*, 2012).

Contudo, elasmobrânquios de níveis tróficos intermediários como as raia também exercem importante papel no ecossistema, atuando na transferência de energia da produção primária bentônica para níveis tróficos superiores (SÁNCHEZ & OLASO, 2004; SÁNCHEZ *et al.*, 2005; MYERS *et al.*, 2007; VAUDO & HEITHAUS, 2011) ou ainda modificando consideravelmente o habitat, reestruturando comunidades de invertebrados e de algas e promovendo ressuspensão de nutrientes no ecossistema bentônico devido ao seu comportamento alimentar (ORTH 1975; KARL & OBREBSKI 1976; CARTAMIL *et al.*, 2003; TAKEUCHI & TAMACHI, 2014), sendo apontadas como um dos organismos mais potentes em promover a ressuspensão de sedimento no ambiente marinho (TAKEUCHI & TAMACHI, 2014).

Tendo em vista os desequilíbrios nos ecossistemas que a redução na abundância desses organismos pode causar (BIZZARRO *et al.* 2007; NAVIA *et al.*, 2012), torna-se necessário a criação de medidas de conservação a nível mundial.

No Brasil, a conservação dos elasmobrânquios marinhos é inadequada por não haver monitoramento da pesca que impacta esses organismos que, muitas vezes, apresentam maturação sexual tardia e baixa fecundidade (LESSA *et al.*, 2002).

Embora dados da dieta de espécies basais sejam essenciais para a construção de modelos de teia alimentar e de ecossistemas, necessários em áreas onde ocorre a pesca dessas espécies (SOMMERVILLE et al 2011), os estudos existentes sobre a biologia alimentar dos elasmobrânquios são mais frequentes para tubarões (AGUIAR & VALENTIN, 2010). Com relação ao gênero *Dasyatis* estes estudos são escassos, quando comparados ao elevado número de espécies (SHIBUYA & ROSA, 2011).

A investigação da biologia alimentar tem sido usada para entender a história natural de uma espécie em particular, o papel dos elasmobrânquios em ecossistemas marinhos e o impacto da utilização de presas economicamente valiosas ou ameaçadas de extinção, por isso, têm sido descritas as dietas de elasmobrânquios desde o conteúdo do estômago de um único tubarão, à análise detalhada da quantidade de cada presa, periodicidade alimentar, frequência (WETHERBEE & CORTÉS 2004) e assimilação de nutrientes através de isótopos estáveis, o que possibilita alcançar uma indicação mais precisa da importância dos alimentos pelos consumidores (HUSSEY et al, 2012).

Através do emprego dessas duas técnicas (análise de isótopos estáveis e observação do conteúdo estomacal dos organismos) é possível complementar a informação, resultando em uma visão mais ampla do fluxo de energia nas teias alimentares (MANETTA & BENEDITO-CECILIO, 2003) e, desse modo, compreender melhor o papel dos elasmobrânquios mesopredadores no ecossistema marinho.

Os batóides são um grupo de elasmobrânquios com alta variedade de formas corporais, com mais espécies válidas do que qualquer outro grupo dentro dos Chondrichthyes (COMPAGNO, 1990; EBERT & COMPAGNO, 2007).

As raias ocorrem em todos os ecossistemas aquáticos e ocupam habitats bentônicos a epipelágicos (COMPAGNO, 1990). As espécies marinhas são encontradas desde áreas litorâneas até profundidades superiores a 3.000 m. Em regiões tropicais o

principal grupo da superordem Batoidea são os Myliobatoidea (Superfamília) (ASCHLIMAN et al., 2012; EBERT & COMPAGNO, 2007).

As raias da ordem Myliobatiformes apresentam grande diversidade morfológica e uma alta riqueza de espécies, com 10 famílias, 25 gêneros e 210 espécies (WEIGMANN, 2016). No geral, o número total de espécies de Miliobatiformes representa mais de 22% de todas as espécies conhecidas de Chondrichthyes e cerca de 43% de todos os batóides (EBERT & COMPAGNO, 2007).

Segundo Rosa & Gadig (2014), são conhecidas seis famílias, 10 gêneros e 26 espécies de Myliobatiformes em águas marinhas brasileiras, dentre elas as da família Dasyatidae, representada por espécies de médio e grande porte. As espécies desta família ocorrem em áreas de ambientes costeiros e estuarinos (BIGELOW & SCHROEDER, 1953; McEACHRAN & CARVALHO, 2002).

O gênero *Dasyatis* possui nove espécies de ocorrência brasileira: *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928); *Dasyatis centroura* (Mitchill, 1815); *Dasyatis colarensis* (Santos, Gomes & Charvet-Almeida, 2004); *Dasyatis geijskesi* (Boeseman, 1948); *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801); *Dasyatis hypostigma* (Santos & Carvalho, 2004); *Dasyatis marianae* (Gomes, Rosa & Gadig, 2000); *Dasyatis say* (Lesueur, 1817) e *Dasyatis* sp. (OBFG) (ROSA & GADIG 2014). Com *Dasyatis americana*, *D. guttata* e *D. marianae* ocorrendo na costa pernambucana (LESSA et al., 2009).

Um recente estudo realizado por Last *et al.* (2016) com base em novas evidências morfológicas e moleculares sugere que algumas espécies do gênero *Dasyatis* sejam realocadas no gênero *Hypanus*. Sendo assim, a família Dasyatidae possuiria quatro subfamílias: Hypolophinae Stromer, 1910, Neotrygoninae, e Urogymninae Gray, 1851, e a subfamília Dasyatinae Jordan e Gilbert, 1879, esta última com oito gêneros:

Bathytoshia, *Dasyatis*, *Hemitrygon*, *Hypanus*, *Megatrygon*, *Pteroplatytrygon*, *Taeniurops* e *Telatrygon* (LAST et al, 2016), com 42 espécies (WEIGMANN, 2016).

A raia *Dasyatis guttata* se distribui desde o Golfo do México até a região sul do Brasil (BIGELOW E SCHROEDER, 1953). É a espécie mais comum no desembarque da pesca artesanal em Pernambuco (MELO et al., 2015).

A espécie apresenta segregação ontogenética, habitando áreas costeiras e estuarinas com fundos de areia e lama, utilizando a zona intermareal como área de berçário, cópula e alimentação (GIANETI, 2011; YOKOTA & LESSA, 2007; MELO, 2016; SANTOS et al, 2016).

D. guttata apresenta crescimento lento, fêmeas crescem mais lentamente que machos, entretanto atingem maiores tamanhos. Machos e fêmeas desta espécie atingem a maturidade com cerca de cinco anos de idade (GIANETI, 2011).

Trabalhos de alimentação realizados com *D. guttata* no Rio Grande do Norte (GIANETI, 2011), Ceará (SILVA et al., 2001) e Maranhão (CARVALHO NETA & ALMEIDA, 2002) indicam que a espécie apresenta comportamento alimentar generalista oportunista predando uma grande diversidade de organismos bentônicos como moluscos bivalves, sipúnculas, crustáceos decápodes, poliquetas e peixes teleósteos.

Quanto ao status de conservação *Dasyatis guttata* está classificada na categoria DD (Data Deficient), pois não existem informações populacionais para a avaliação de seu risco de extinção (IUCN, 2017). Tendo em vista que estudos sobre a ecologia alimentar desta espécie alvo da pesca artesanal são escassos, e para uma melhor compreensão do papel ecológico de *D. guttata* como mesopredador na zona costeira de Pernambuco, foi proposto este estudo.

2 REVISÃO

2.1 ESPÉCIE ESTUDADA

A raia *Dasyatis guttata* (Fig. 1) habita águas costeiras tropicais e distribui-se desde o Golfo do México até a região sul do Brasil (BIGELOW E SCHROEDER, 1953), e é a espécie mais comum no desembarque da pesca artesanal em Pernambuco (MELO et al., 2015).

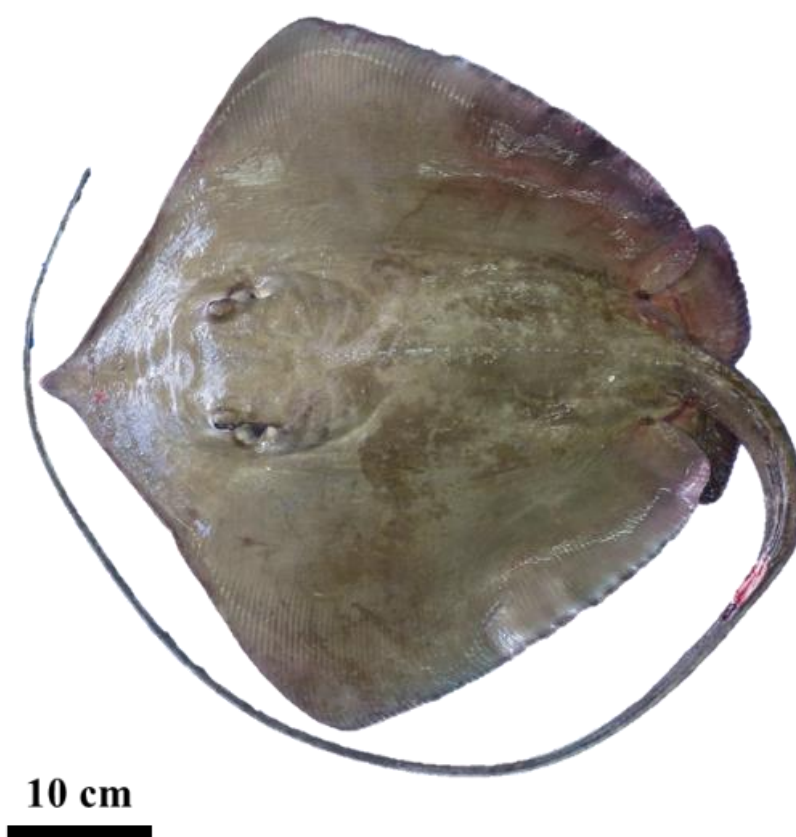


Figura 1 – Vista dorsal de fêmea adulta de *Dasyatis guttata* capturada em Itapissuma, Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016. Foto: QUEIROZ, A.P.N.

Morfologicamente, *D. guttata* não apresenta nadadeira dorsal e suas nadadeiras peitorais apresentam-se expandidas e unidas ao corpo, o que lhes dá um aspecto discóide. Os olhos não possuem pálpebras e, juntamente com os espiráculos, estão localizados na região dorsal do animal (CARVALHO-NETA & ALMEIDA, 2002).

Os cinco pares de fendas branquiais e a boca estão localizados na parte ventral e os dentes distribuem-se formando placas (CARVALHO-NETA & ALMEIDA, 2002). Exibem dimorfismo sexual na dentição, onde machos adultos apresentam dentes pontiagudos caniniformes enquanto as fêmeas apresentam apenas dentes molariformes (GIANETI, 2011).

Os indivíduos jovens da espécie apresentam tubérculos em formação na região mediana central dorsal. Já os adultos apresentam também tubérculos secundários paralelos à linha mediana, não evidentes nos jovens. As linhas medianas dos animais adultos apresentam continuidade com formação de tubérculos maiores na região da base da cauda (BIGELOW & SCHOROEDER, 1953; FIGUEIREDO & MENEZES, 1977; SILVA et al., 2001), a qual se apresenta fina e longa (CARVALHO-NETA & ALMEIDA, 2002).

A região ventral dos indivíduos apresenta-se lisa em todos os estágios de desenvolvimento, onde é observada a presença de lóbulos franjados na porção terminal da membrana nasal e de papilas orais características da espécie, presentes tanto nos indivíduos jovens como nos indivíduos adultos (BIGELOW & SCHOROEDER, 1953; FIGUEIREDO & MENEZES, 1977; SILVA et al., 2001).

A espécie habita áreas costeiras e estuarinas com preferência por fundos de areia e lama sendo capaz de tolerar alta amplitude de salinidade (BIGELOW & SCHROEDER, 1953). Os jovens da espécie ocupam ambientes de maior salinidade e os adultos ocupam ambientes menos salinos, tendo a zona intermareal como área de berçário e cópula (GIANETI, 2011; YOKOTA & LESSA, 2007; MELO, 2016; SANTOS et al, 2016).

No estado de Pernambuco, as estimativas de tamanho de primeira maturação para machos desta espécie são de tamanho de Largura de Disco (LD) de 42,03 cm e fêmeas

com 50,57 cm de LD, com tamanho de nascimento dos filhotes entre 13,90 a 15,00 cm de LD (MELO, 2016).

Com base em análise de anéis etários em vértebras de indivíduos capturados no Rio Grande do Norte, verificou-se que *D. guttata* apresenta crescimento lento, com deposição anual de marcas de crescimento. Os parâmetros de crescimento mostram que fêmeas crescem mais lentamente que machos, entretanto atingem maiores tamanhos. Machos e fêmeas desta espécie atingem a maturidade com cerca de cinco anos de idade (GIANETI, 2011).

2.2 ALIMENTAÇÃO EM RAIAS

Os elasmobrânquios de modo geral, desempenham importantes papéis nos ecossistemas que ocupam (BIZZARRO *et al.*, 2007) e como predadores, estão distribuídos entre níveis tróficos elevados e intermediários, associados a habitats bentônicos e demersais (NAVIA *et al.*, 2010).

A alta diversidade de morfotipos da elasmobrânquios existente sugere uma ampla variedade de hábitos alimentares, entretanto, no que concerne ao comportamento alimentar, os elasmobrânquios são mais comumente conhecidos como grandes predadores marinhos, negligenciando a existência e a importância das espécies de níveis tróficos inferiores (AGUIAR & VALENTIN, 2010).

A importância de tubarões como grandes predadores de cadeia, atuando no controle e regulação das populações em níveis tróficos inferiores é bem documentada na literatura (PACE *et al.*, 1999; BIZZARRO *et al.* 2007; HEITHAUS *et al.* 2008; NAVIA *et al.*, 2010; NAVIA *et al.*, 2012).

Contudo, elasmobrânquios de níveis tróficos intermediários como as raias também exercem importante papel no ecossistema, sendo citadas como grupos chave por

transferirem a energia da produção primária bentônica para níveis tróficos superiores (SÁNCHEZ & OLASO, 2004; SÁNCHEZ et al., 2005; MYERS et al., 2007; VAUDO & HEITHAUS, 2011) ou ainda modificando consideravelmente o habitat, reestruturando comunidades de invertebrados e de algas e promovendo ressuspensão de nutrientes no ecossistema bentônico (ORTH 1975; KARL & OBREBSKI 1976; TAKEUCHI & TAMAKI, 2014).

Entende-se, portanto, que o equilíbrio e a saúde dos ecossistemas podem depender diretamente da integridade das populações locais de elasmobrânquios (AGUIAR & VALENTIN, 2010).

Tendo em vista os desequilíbrios nos ecossistemas que a redução na abundância desses organismos pode causar (BIZZARRO et al. 2007; NAVIA et al, 2012), é de grande importância a geração de dados acerca da dinâmica trófica dessas espécies.

Observando a notável necessidade de promover consistência, facilitar comparações e verificar a aplicação adequada de abordagens metodológicas em estudos de alimentação, Cortés (1997) realizou uma revisão crítica dos métodos e abordagens estatísticas utilizadas em estudos de alimentação de peixes e fez recomendações sobre a aplicação de tal metodologia para os elasmobrânquios.

Partindo desse princípio, Jacobsen e Bennett (2013) estimaram o nível trófico (TL) para 67 espécies de raias da subordem Myliobatoidei. Segundo os autores, os crustáceos decápodes e teleósteos foram os itens que mais contribuíram para a dieta padronizada das Myliobatoidei. As estimativas do nível trófico para essas raias variaram de 3,10 para *Potamotrygon falkneri* a 4,24 para *Gymnura australis*. A maioria das espécies examinadas no estudo foram classificadas como consumidores secundários (TL < 4,00) o que era esperado já que, de um modo geral, as raias possuem nível trófico inferior aos tubarões (CORTÉS, 1999).

Segundo Jacobsen e Bennett (2013), as diferentes estratégias de alimentação são o principal fator que influencia as estimativas de TL dos Myliobatoidei. Onde, diferente do que é reportado para Rajoidei (EBERT & BIZZARRO, 2007), não há uma correlação significativa entre o tamanho máximo atingido pelas espécies e seus respectivos níveis tróficos.

Entretanto, é comumente reportado que diferentes classes de tamanho dentro de uma espécie podem ser consideradas como espécies funcionalmente diferentes em termos de dinâmica trófica (ROSS 1986; GARRISON & LINK, 2000; EBERT & BIZZARRO, 2007). Desse modo, calcular e comparar a composição da dieta para diferentes classes de tamanho ou fases do ciclo de vida torna-se mais apropriado, resultando em estimativas mais precisas de TL e determinações mais exatas dos papéis tróficos dentro das redes alimentares (EBERT & BIZZARRO, 2007; ELIS, 2003).

Assim, diversos estudos descreveram mudanças ontogenéticas na dieta de raias (LÓPEZ-GARCÍA et al 2012; BRICKLE et al., 2003; JACOBSEN & BENNETT, 2011; KYNE et al., 2008; VAUDO & HEITHAUS, 2011; SZCZEPANSKI, 2013; MARSHALL et al., 2008; SISNEROS & TRICAS, 2002; YICK et al., 2011 e RUOCCO & LUCIFORA, 2016) e associaram essa mudança na alimentação a diversos fatores, tais como mudança de habitat, aumento no tamanho das presas com o aumento no tamanho do corpo do predador, migração e aprimoramento na capacidade de capturar as presas (WETHERBEE & CORTÉS, 2004; AGUIAR & VALENTIM 2010; GRUBBS, 2010).

Desse modo, analisar a dieta de raias ganhou um aspecto muito mais amplo do que apenas verificar a frequência, a quantidade e o volume de determinados táxons presentes na dieta do predador.

Trabalhos de alimentação realizados com *D. guttata* no Rio Grande do Norte (GIANETI, 2011), Ceará (SILVA et al., 2001) e Maranhão (CARVALHO NETA &

ALMEIDA, 2002) mostraram que a espécie apresenta comportamento alimentar generalista oportunista predando uma grande diversidade de organismos bentônicos como: moluscos bivalves, sipunculas, crustáceos decápodes, poliquetas e peixes teleósteos.

Dasyatis guttata não apresentou diferença na dieta entre os indivíduos jovens e adultos bem como entre machos e fêmeas em um estudo realizado no Rio Grande do Norte (GIANETI, 2011). Resultados similares foram sugeridos para a espécie no Maranhão (CARVALHO NETA & ALMEIDA, 2002) e no Ceará (SILVA et al., 2001).

Silva et al. (2001) e Carvalho Neta & Almeida (2002) ainda sugerem que *Dasyatis guttata* seja uma raia de hábito alimentar noturno, baseando-se na relação entre o índice de repleção estomacal e o horário de captura dos indivíduos.

Dos únicos três estudos de alimentação de *Dasyatis guttata* na costa brasileira existentes (SILVA et al., 2001; CARVALHO NETA & ALMEIDA, 2002 e GIANETI, 2011), somente um analisou e comparou estatisticamente a dieta dos indivíduos ao longo do crescimento e entre os sexos (GIANETI, 2011) e nenhum estimou o nível trófico da espécie.

Em um panorama geral os estudos existentes sobre a biologia alimentar de elasmobrânquios são limitados (CORTÉS 1999, WETHERBEE & CORTÉS 2004) e mais frequentes para tubarão (AGUIAR & VALENTIN, 2010). Em relação às espécies do gênero *Dasyatis* estes estudos são escassos, quando comparados ao elevado número de espécies (SHIBUYA & ROSA, 2011).

As razões para a falta destes estudos são várias e vão desde a falta de recursos para estudar espécies não-alvo da pesca ou de pouco valor econômico ao habitat de difícil acesso que muitas espécies habitam (EBERT & BIZZARRO, 2007).

Desse modo, a existência de uma grande lacuna no conhecimento sobre biologia e ecologia alimentar das espécies de elasmobrânquios na costa brasileira é evidente, muitas das quais já se encontram em fortes declínios populacionais (AGUIAR & VALENTIN, 2010).

2.3 ISÓTOPOS ESTÁVEIS EM ELASMOBRÂNQUIOS

A análise de isótopos estáveis ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$), embora proporcionando menor resolução taxonômica, tem vários benefícios sobre a análise do conteúdo estomacal, como refletir o material assimilado dentro da dieta em oposição ao material ingerido e representar a alimentação a longo prazo de um indivíduo (PETERSON & FRY 1987; VAUDO & HEITHAUS, 2011; HUSSEY et al., 2012). É um método importante para examinar a dieta, a posição trófica e o movimento/migração de animais aquáticos e terrestres (HUSSEY et al. 2010).

Além disso, o conteúdo estomacal pode gerar estimativas sub-ótimas do nível trófico, pois os itens alimentares são organizados em grupos funcionais muito amplos que não refletem o verdadeiro nível trófico dos organismos utilizados como presas (HUSSEY et al., 2011). Para resolver esses problemas, os isótopos estáveis de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) tornaram-se um método rotineiro para estimar o nível trófico com base na premissa de que eles integram a assinatura da dieta espacial e temporal de um organismo (ZANDEN & RASMUSSEN 1999).

Partindo desse princípio, a análise de isótopos estáveis vem sendo utilizada como ferramenta para verificar o nível trófico de elasmobrânquios marinhos, oferecendo uma análise da assimilação da matéria ingerida pelo predador e, desse modo, gerando um resultado de longo prazo da dieta do indivíduo (HUSSEY et al., 2012).

Há uma vasta literatura sobre métodos de análise de isótopos estáveis em outros taxa. Os elasmobrânquios, por apresentarem características fisiológicas únicas em relação a outros vertebrados como a ausência de tecido adiposo e a retenção de resíduos metabólicos para osmoregulação, necessitam de uma metodologia específica de coleta e preparo do material biológico (KIM & KOCH, 2012).

Sabendo que os elasmobrânquios armazenam lipídios no fígado para regular sua fluutuabilidade (BALLANTYNE 1997) e que as variações na sua concentração no músculo podem afetar os valores de $\delta^{13}\text{C}$ (PINNEGAR & POLUNIN 1999; POST et al., 2007), Kim & Koch (2012) sugerem a utilização de éter de petróleo como solvente no processo de extração de lipídeos do tecido muscular, uma substância apolar que além de minimizar a perda de aminoácidos extrai de forma eficiente lipídios do tecido (DOBUSH et al., 1985; NEWSOME et al., 2010).

Kim & Koch (2012) verificaram ainda que a concentração de uréia nos tecidos de elasmobrânquios pode influenciar os valores $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, comprometendo potencialmente suas interpretações ecológicas. Isso porque ao contrário dos peixes ósseos, os elasmobrânquios mantêm o equilíbrio osmótico por retenção de uréia, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. A utilização de água deionizada para a remoção de uréia no tecido se mostrou mais eficiente segundo os autores.

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ de um organismo isolado fornecem pouca informação sobre a sua posição trófica e é essencial que as razões sejam comparadas com um *baseline* apropriado. A utilização de consumidores primários é recomendada desde que eles reflitam com precisão a assinatura isotópica da base das redes alimentares que representam (POST, 2002).

Sabe-se que o fracionamento trófico do $\delta^{13}\text{C}$ é 0,39‰ (POST, 2002) é-geralmente acordado como 0‰ de fracionamento por nível trófico (ROUNICK & WINTERBOURN

1986, PETERSON & FRY 1987; VANDER et al., 1999; POST, 2002). Já o fracionamento do $\delta^{15}\text{N}$ é de 3,4‰ por nível trófico (POST, 2002), cabendo ainda discussões sobre diferentes valores de enriquecimento em diferentes espécies de elasmobrânquios (HUSSEY et al., 2010; LOGAN & LUTCAVAGE, 2010; KIM et al., 2012; MALPICA-CRUZ et al., 2012; CAUT et al., 2013; GALVÁN et al., 2016).

Desse modo, o valor do $\delta^{15}\text{N}$ de cada animal torna-se uma estimativa da posição trófica em relação ao valor do $\delta^{15}\text{N}$ e da posição trófica conhecidos de um consumidor primário (CABANA & RASMUSSEN, 1996; BORRELL et al., 2010; POST, 2002). Com essa abordagem, a assinatura isotópica do ^{15}N fornece uma visão geral e integrada do nível trófico no qual a espécie estudada se alimenta, muito embora não forneça informação da dieta específica (BORRELL et al., 2010).

Compreender o fracionamento do $\delta^{13}\text{C}$ ao longo da teia trófica também proporciona um importante subsídio para interpretar as assinaturas isotópicas dos organismos a ponto de fornecer informações, por exemplo, acerca da fonte de energia da espécie estudada (BOUTTON, 1991; BORRELL et al., 2010), já que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ são conservados ao longo da cadeia alimentar.

Esse índice, portanto, provou ser útil para identificar onde os organismos em particulares se alimentam, sabendo, por exemplo, que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ são tipicamente menos negativos (mais enriquecidos em ^{13}C) em teias tróficas costeiras ou bentônicas do que em teias mais oceânicas. Sendo, dessa forma, mais enriquecidos nos ecossistemas fluviais e estuarinos quando comparadas aos ecossistemas marinhos (HOBSON et al., 1997; BORRELL et al., 2010).

De modo geral, a detecção e a medição da dinâmica da rede alimentar é altamente complexa, tendo em conta ambientes heterogêneos, múltiplos grupos funcionais e interações que ocorrem entre espécies de vários níveis (HUSSEY et al., 2014). Mesmo

utilizando análises de isótopos estáveis, se a dieta de um indivíduo muda ao longo do tempo, a assinatura isotópica do tecido irá integrar diferentes períodos de alimentação a depender da taxa de *turnover* do tecido específico (PINNEGAR & POLUNIN, 1999).

É possível que a movimentação de predadores entre redes alimentares isotopicamente distintas, mudanças ontogenéticas na dieta e variabilidade temporal da presa e do *baseline* influenciem os resultados de análises de isótopos estáveis (OLIN et al., 2013).

A análise do conteúdo do estômago continua a ser uma das medidas mais importantes da ecologia alimentar de um animal e, quando associadas à análise de isótopos estáveis, resultam em *insights* ecológicos significativos (OLIN et al., 2013).

Desse modo, o uso apropriado de isótopos estáveis para complementar os dados de conteúdo estomacal pode revelar interações tróficas que de outra forma seriam indetectáveis. A análise das interações tróficas é um importante passo inicial na formulação de políticas de manejo da pesca e dos ecossistemas (RICHERT et al., 2015).

2.4 PROBLEMATIZAÇÃO

A raia *D. guttata* é citada como sendo a espécie de batóide mais capturada pela pesca artesanal no Pará, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Sergipe, Bahia e Pernambuco (MENNI & LESSA, 1998; MENESES et al., 2005; CARMONA et al., 2008; LESSA et al., 2008; BASÍLIO, 2008; GIANETI, 2011; MARION, 2015; MELO, 2016).

Em Pernambuco, *D. guttata* além de ser comumente capturada como fauna acompanhante é, muitas vezes, espécie alvo de algumas artes de pesca, principalmente no estuário, seu hábitat preferencial (ETEPE, 1995; MELO, 2016).

A exploração pesqueira sem manejo da espécie ao longo do seu ciclo de vida associada à suas características biológicas como baixa fecundidade, crescimento lento e

maturação tardia (CAMHI, 1998; MELO, 2016) além da degradação ambiental podem, a longo prazo, levar a espécie a um declínio populacional, similar ao que já ocorre com diversas espécies de elasmobrânquios no mundo (SIMPFENDORFER et al., 2011).

Embora dados da dieta de espécies basais sejam essenciais para a construção de modelos de teia alimentar e de ecossistemas, os quais são necessários em áreas onde ocorre a pesca dessas espécies (SOMMERVILLE et al 2011), esses estudos são escassos com espécies do gênero *Dasyatis* (SHIBUYA & ROSA, 2011).

Recentes estudos sobre fortes efeitos de cascatas tróficas influenciadas pelo declínio de predadores de topo revelaram a importância das populações de mesopredadores na transmissão desses efeitos para baixo da rede alimentar. Assim, embora a compreensão de seus impactos potenciais seja difícil, é essencial para compreender os efeitos do controle *top down* nos ecossistemas marinhos (AJEMIAN, 2011; VAUDO & HEITHAUS, 2011).

Desse modo, a compreensão da dinâmica trófica de *D. guttata* é um grande avanço para a conservação desta espécie que está classificada na categoria DD (Data Deficient) pela UICN (2017), pois não existem informações populacionais adequadas para fazer uma avaliação de seu risco de extinção. Tendo em vista que estudos sobre a ecologia alimentar desta espécie na sua área de distribuição são escassos, é recomendado a geração de informações sobre sua ecologia trófica, resultando em uma melhor compreensão do papel ecológico de *D. guttata* como mesopredador na zona costeira de Pernambuco.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a ecologia alimentar de *Dasyatis guttata* no litoral de Pernambuco, Brasil.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Caracterizar a dieta e estratégias de predação de *Dasyatis guttata* no litoral de Pernambuco, Brasil;
- b) Verificar diferenças sexuais e ontogenéticas na dieta de *D. guttata*;
- c) Analisar o posicionamento trófico de *D. guttata* com base no conteúdo estomacal;
- d) Verificar o nível trófico de *D. guttata* através da análise de isótopos estáveis de ^{15}N ;
- e) Comparar a assinatura isotópica do $\delta^{13}\text{C}$ de *D. guttata* com *Dasyatis marianae* e *Dasyatis americana*.

4 MÉTODO

4.1 COLETA DE AMOSTRAS

Os exemplares de *D. guttata* foram obtidos através de embarques onde houve acompanhamento das atividades pesqueiras, e através de amostragens dos desembarques da pesca artesanal em Pernambuco, Brasil, nas localidades de Ponta de Pedras/Goiana, Itapissuma, Olinda, Sirinhaém e Rio Formoso (Fig. 2), onde a espécie é comumente capturada.

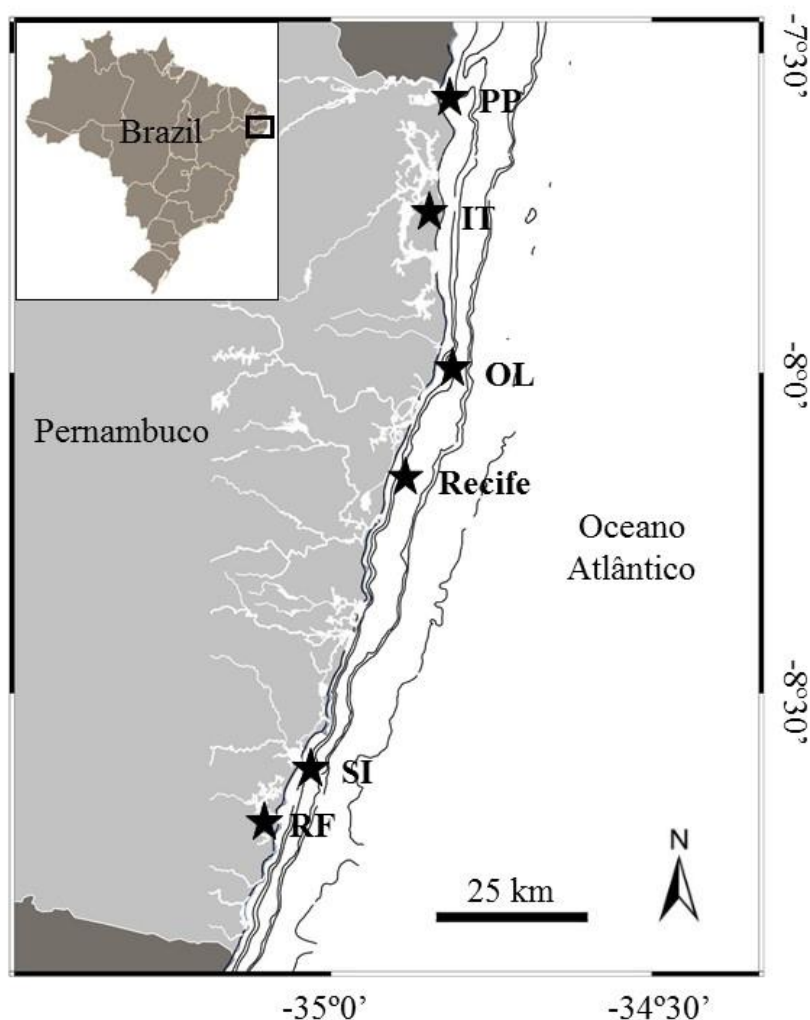


Figura 2 – Locais de desembarque de *Dasyatis guttata* pela pesca artesanal em Pernambuco, Brasil: Ponta de Pedras/Goiana (PP), Itapissuma (IT), Olinda (OL), Sirinhaém (SI) e Rio Formoso (RF) no período de julho/2013 a novembro/2016.

4.2 COLETA DOS ESTÔMAGOS

Após coletados os espécimes foram levados ao Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas (DIMAR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) onde foram identificados, sexados, fotografados, pesados e medidos quanto a sua largura de disco (LD), comprimento total (CT) e largura da boca (LB) em centímetros.

Através de uma incisão na região ventral dos animais o estômago dos indivíduos foi amarrado em suas extremidades, evitando a perda de conteúdo estomacal, sendo posteriormente retirado e fixado em solução de formalina a 4% após devidamente etiquetados.

Os estômagos foram abertos e lavados em água corrente e o material retido em peneira de malha 0,1 cm foi preservado em álcool 70°GL, analisado ao microscópio estereoscópio e os itens alimentares identificados ao menor nível taxonômico possível. Após a identificação os itens foram separados, contados e pesados individualmente em balança com precisão 0,0001 gramas (CORTÉS, 1997), retirando-se o excesso de álcool em papel toalha para não superestimar o peso dos itens.

Algas e sedimentos foram considerados como ingestão acidental e, dessa forma, excluídos das análises, assim como material digerido e não identificado. Os estômagos que apresentaram apenas material não identificado foram considerados como estômagos vazios e também excluídos das análises (AGUIAR, 2010).

4.3 ANÁLISE QUANTITATIVA DA DIETA

Uma curva de acumulação de presa (CORTÉS, 1997) foi construída com auxílio do programa EstimateS © versão 7.5.1 no intuito de verificar se o número de estômagos analisados foi suficiente para representar a dieta da espécie, com base na diminuição da variação dos desvios padrões.

Foi calculada a frequência de ocorrência (%O), a frequência numérica (%N), a frequência do peso (%P) e o índice de importância relativa (IRI) (PINKAS et al. 1971):

$$IRI = (\%N + \%P) * \%O$$

Onde %N é a frequência numérica de uma presa específica em relação ao número total de presas, %P é a frequência do peso de uma presa específica em relação ao peso de todas as presas e O% é a frequência de ocorrência de uma presa específica em todos os estômagos analisados. O índice de importância relativa também foi calculado em percentagem (IRI%) (CORTÉS, 1997):

$$\%IRI = (IRI / \sum IRI) * 100$$

Um gráfico tridimensional foi produzido utilizando %O, %N e %P para análise da estratégia alimentar do predador (CORTÉS, 1997). O nível trófico da espécie baseado no conteúdo estomacal também foi calculado (CORTÉS, 1999):

$$TL_k = 1 + (\sum_{j=1}^n P_j * TL_j)$$

Onde: TL_k é o nível trófico da espécie “k”, P_j é a proporção da categoria de presa “j” na dieta do predador “k”, n é o número total de categoria de presas e TL_j é o nível trófico da categoria de presa “j”. Foram utilizados os valores de nível trófico das categorias de presas sugeridas por Ebert & Bizzarro (2007) para análise de nível trófico em raias.

A amostra foi dividida em subgrupos com base nas fases do ciclo de vida (neonato, imaturo e maduro de acordo com Melo (2016)), sexo (macho e fêmea) e ambiente (estuário e mar) e as análises foram repetidas para cada subgrupo de amostra.

A amplitude de nicho da dieta foi estimada usando o índice de Levin Bi (KREBS, 1999):

$$Bi = 1 / \sum P_j^2$$

Onde P_j é a fração do IRI de cada item na dieta 'j'. Os valores foram padronizados B_A (KREBS, 1999):

$$B_A = (B_i - 1)/(N - 1)$$

Onde N é o número de classes. B_A varia entre 0 e 1. Valores de B_A baixos indicam dietas predominantes em poucos itens alimentares (predadores especialistas) enquanto valores altos indicam dietas generalistas.

Para testar a diferença das dietas entre sexos, ambientes e fases do ciclo de vida, considerou-se os valores de LD para *D. guttata*: neonato ($LD \leq 15$ cm); imaturo (σ^7 LD entre 15,01 e 42,02; ϕ LD entre 15,01 e 50,66 cm); e maduro (σ^7 LD $\geq 42,03$; ϕ LD $\geq 50,67$ cm) (MELO, 2016). Uma matriz de similaridade com os valores estimados da contribuição dos itens alimentares transformados, com base no peso das presas, foi gerada usando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis.

A similaridade alimentar foi analisada através de uma análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS). Os dados foram então investigados pela análise de similaridade de uma via (ANOSIM), tendo indivíduos como amostras e as fases do ciclo de vida, sexo e ambiente como fatores. Este teste foi utilizado para verificar semelhanças dentro dos grupos definidos (fatores = maturidade, sexo e ambiente) contra semelhanças entre grupos. Além de calcular "R global" que varia entre -1 e +1 (CLARKE & GORLEY, 2006). A significância (p) foi avaliada através de um teste de permutação aleatória de 999 vezes. A significância estatística foi definida como p valor < 0.05 .

Os valores que indicam $R = 0$ representa a hipótese de que não há diferenças entre os grupos (fatores) ou entre o subconjunto amostra (estômagos) dentro de cada grupo, o que significa que a similaridade dentro e entre os grupos são iguais. Os valores de $R = 1$ indicam que as amostras dentro dos grupos são semelhantes e que os grupos são diferentes.

A porcentagem de semelhança (SIMPER) foi utilizada para estimar a contribuição de cada categoria de presa para a dieta de cada fator (maturidade, sexo e ambiente). As análises foram realizadas utilizando o software PRIMER v.6 (CLARKE & GORLEY, 2006).

Os resultados das análises de dieta baseadas no conteúdo estomacal de *Dasyatis guttata* foram discutidos com análises de conteúdo estomacal de *D. marianae* e *D. americana* coletadas na área de estudo durante o período de amostragens (APÊNDICES A, B e C).

No intuito de verificar a relação existente entre a largura do disco (LD) e a largura da boca (LB) para machos e fêmeas de *D. guttata* foi realizada previamente uma análise de covariância (ANCOVA) e em seguida uma análise de regressão linear.

4.4 COLETA DE TECIDO MUSCULAR

Foram obtidas amostras de tecido muscular de *Dasyatis guttata* de cinco indivíduos retiradas da porção inferior da nadadeira peitoral devido à capacidade que o tecido muscular tem em refletir e conservar a assinatura isotópica da dieta do consumidor (PINNEGAR & POLUNIN, 1999).

Para efeito de comparação, foram coletadas amostras de tecido muscular de *Dasyatis americana* (n = 5) e *Dasyatis marianae* (n = 4) pois estas espécies ocorrem no mesmo habitat de *D. guttata* em diferentes fases do ciclo de vida.

Conforme estipulado por Post (2002), amostras de tecido muscular de uma espécie herbívora foram obtidas para serem usadas como *baseline*. A espécie escolhida para *baseline* neste estudo foi o peixe teleósteo *Sparisoma frondosum* que é uma espécie herbívora que ocorre no mesmo ambiente *D. guttata*, *D. americana* e *D. marianae* em determinada fase do ciclo de vida. Desse modo, *S. frondosum* reflete a assinatura isotópica

da base da cadeia alimentar (POST, 2002). Todo o material biológico coletado foi armazenado em congelador.

4.5 ANÁLISE DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

O material coletado foi cortado em cubos de 1 cm², colocados em tubos de ensaio e, seguindo a metodologia sugerida por Kim & Koch (2012), foi realizada a extração de lipídeos do tecido através da adição de 10 ml de éter de petróleo. Os tubos de ensaio foram então agitados em lavadora ultra-sônica (Ultracleaner 700 - Unique) durante 15 minutos. A solução de éter de petróleo foi descartada e o procedimento repetido.

Após remoção de lipídios da amostra foi adicionado 10 ml de água deionizada para extração de ureia acumulada no tecido; o tubo de ensaio foi agitado por 15 minutos e, em seguida a solução de água deionizada foi descartada sendo o processo repetido duas vezes.

Após a extração de lipídeos e ureia, as amostras de tecido muscular de *D. guttata* foram encaminhadas ao Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE) onde foram liofilizadas.

Por fim, o material foi macerado e submetido a análise de isótopos estáveis em espectrômetro de massa de dois laboratórios: o Centro de Energia Nuclear da Agricultura da ESALQ-USP, através de uma parceria com o Dr. Luiz Martinelli; e o ao Laboratório de GLIER, na Universidade de Windsor, Canadá numa parceria com o Dr. Nigel Hussey.

Os valores de δ foram calculados a partir dos padrões de referência de carbono e nitrogênio (Belemnito de *Pee Dee* e ar, respectivamente), de acordo com a equação (PETERSON & FRY, 1987):

$$\delta_{amostra} = \left(\left(\frac{R_{amostra}}{R_{padrão}} \right) - 1 \right) * 1000$$

Onde R representa a razão entre o isótopo mais pesado e o mais leve ($^{13}\text{C}:^{12}\text{C}$; $^{15}\text{N}:^{14}\text{N}$).

4.6 ESTIMATIVA DE NÍVEL TRÓFICO

O nível trófico das espécies foi calculado a partir da fórmula descrita por Post (2002):

$$TL_{\delta^{15}\text{N}} = TL_{\text{presa}} + \frac{(\delta^{15}\text{N}_{\text{predador}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{presa}})}{1,5\text{‰}}$$

Onde $TL_{\delta^{15}\text{N}}$ é a posição trófica do predador, TL_{presa} é a posição trófica da presa, $\delta^{15}\text{N}_{\text{predador}}$ é a assinatura do nitrogênio do consumidor, $\delta^{15}\text{N}_{\text{presa}}$ é valor do nitrogênio da presa e 1,5‰ é a constante de enriquecimento de $\delta^{15}\text{N}$ esperada entre níveis tróficos.

A constante de enriquecimento de $\delta^{15}\text{N}$ utilizada foi baseada em um estudo realizado por Galván *et al.* (2016) que estimou os fatores de discriminação trófica (TDF) e as taxas de *turnover* em sangue e músculo do batóide *Sympterygia bonapartii* através de alimentação controlada no período de um ano.

Os resultados encontrados por Galván *et al.*, (2016) levaram a um valor de TDF estimado para *S. bonapartii* de 1,5‰. Tendo em vista que a constante de enriquecimento pode variar de acordo com a espécie estudada (POST, 2002; HUSSEY *et al.*, 2014), foi utilizado o valor estimado para *S. bonapartii* por se tratar de um batóide de hábito bentônico similar a *D. guttata*.

Os valores de nível trófico de obtidos a partir da análise de conteúdo estomacal (ACE) foram comparados com os valores obtidos com a análise de isótopos estáveis (AIE).

Para fins comparativos, os resultados de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ e nível trófico de *D. guttata* foram comparados com análises de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ e nível trófico de *D. americana* e *D. marianae* coletadas na área de estudo durante o período de amostragens.

5 RESULTADOS

De um total de 140 espécimes amostrados, 96 possuíam conteúdo estomacal identificável, destes 54,24% eram fêmeas (amplitude de 15,10 a 75,00 cm de LD) e 45,76% eram machos (amplitude de 18,9 a 58,5 cm de LD). A LD variou de 15,10 cm a 75,00 cm com média de $44,71 \pm 12,28$ d.p. cm. A curva de acumulação de presas tende à assíntota no estômago 89 (Fig. 2), o que significa que o número amostral é suficiente para representar a dieta da espécie.

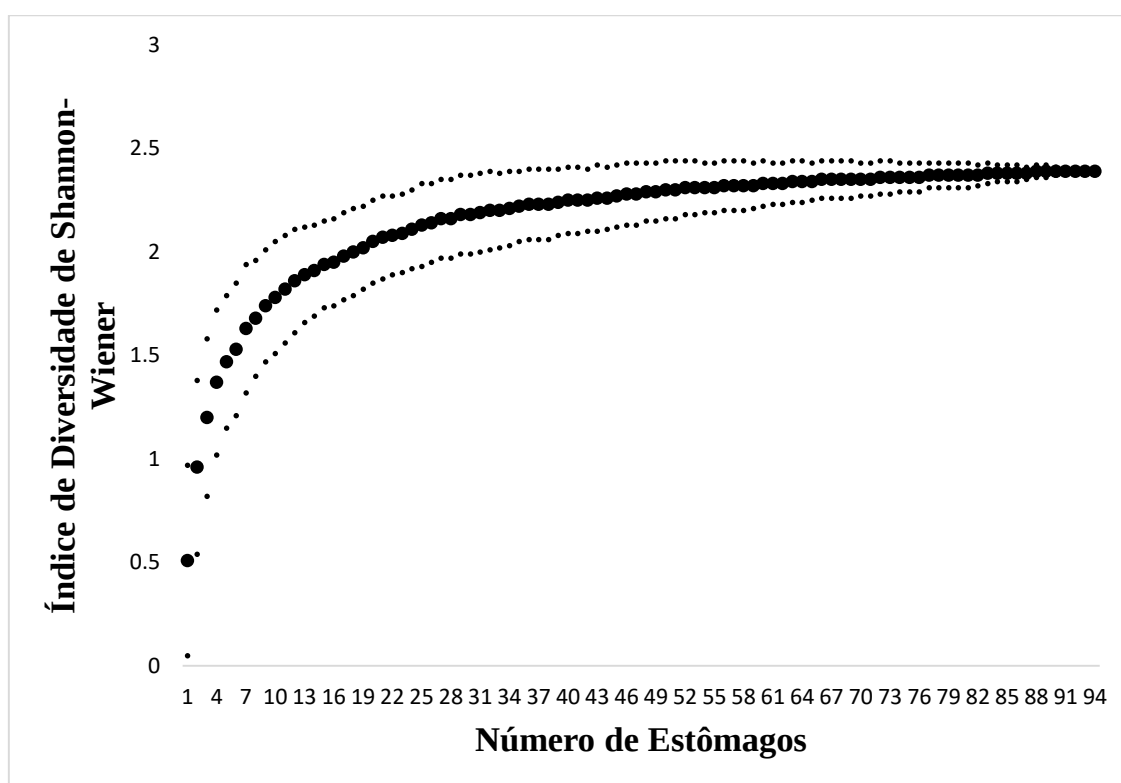


Figura 3 – Média acumulada e desvio padrão do índice de diversidade de Shannon-Wiener dos itens alimentares encontrados nos estômagos de *Dasystis guttata* coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.

Dasystis guttata se alimenta de uma grande diversidade de organismos marinhos e estuarinos. Um total de 33 (Tab. I) itens alimentares distribuídos em cinco grandes

grupos foi identificado no conteúdo estomacal dos indivíduos analisados: Filo Mollusca, Filo Sipuncula, Subfilo Crustacea, Filo Annelida e Infraclasse Teleostei.

Os principais itens da dieta de *D. guttata* foram os moluscos da Classe Bivalvia (34,37% do IRI), seguido por *Alpheus sp.* (19,05% de IRI), peixes da infraclasse Teleostei (12,96% de IIR), carangueijos não identificados da subordem Brachyura (7,59% do IRI), siris do gênero *Callinectes sp.* (7,32% de IRI) e *Upogebia sp.* (5,46% do IRI).

Tabela I – Ocorrência (O), frequência de ocorrência (% O), número (N), frequência numérica (% N), peso (P), frequência de peso (% P), índice de importância relativa (IRI), índice de importância relativa em porcentagem (% IIR) e ordem de importância (OI) dos itens alimentares da dieta de *Dasystis guttata* coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.

ITENS	O	%O	N	%N	P	%P	IRI	%IRI	OI
Filo Annelida									
Classe Polychaeta									
Polychaeta n.i.	10.00	10.42	15.00	1.99	4.15	1.11	32.29	0.87	9
Filo Arthropoda									
Classe Crustacea									
Crustacea n.i.	2.00	2.08	2.00	0.27	0.00	0.00	0.55	0.01	23
Ordem Decapoda									
Decapoda n.i.	12.00	12.50	34.00	4.51	0.39	0.10	57.66	1.55	8
Subordem Dendrobranchiata									
Dendrobranchiata n.i.	3.00	3.13	18.00	2.39	0.46	0.12	7.85	0.21	17
Família Penaeidae									
Penaeidae n.i.	5.00	5.21	18.00	2.39	1.45	0.39	14.45	0.39	14
<i>Rimapenaeus constrictus</i>	2.00	2.08	5.00	0.66	0.42	0.11	1.62	0.04	22
<i>Penaeus schmitti</i>	1.00	1.04	2.00	0.27	0.06	0.02	0.29	0.01	24
Família Solenoceridae									
<i>Pleoticus muelleri</i>	3.00	3.13	6.00	0.80	3.15	0.84	5.12	0.14	19
Família Sicyoniidae									
<i>Sicyonia typica</i>	2.00	2.08	2.00	0.27	0.31	0.08	0.73	0.02	23
Família Ogyridae									
<i>Ogyrides sp.</i>	1.00	1.04	12.00	1.59	0.06	0.02	1.67	0.04	21
Família Alpheidae									

<i>Alpheus sp.</i>	22.00	22.92	143.00	18.97	44.92	12.00	709.72	19.05	2
<i>Alpheus chacei</i>	3.00	3.13	12.00	1.59	4.76	1.27	8.95	0.24	16
<i>Alpheus estuariensis</i>	2.00	2.08	6.00	0.80	2.14	0.57	2.85	0.08	20
Família Pasiphaeidae									
<i>Leptochela serratorbita</i>	2.00	2.08	7.00	0.93	0.03	0.01	1.95	0.05	21
Subordem Brachyura									
Brachyura n.i.	19.00	19.79	42.00	5.57	32.57	8.70	282.52	7.59	4
Família Portunidae									
Portunidae n.i.	7.00	7.29	8.00	1.06	5.50	1.47	18.46	0.50	13
<i>Callinectes sp.</i>	19.00	19.79	31.00	4.11	36.19	9.67	272.82	7.32	5
<i>Charybdis hellerii</i>	4.00	4.17	13.00	1.72	16.78	4.48	25.87	0.69	12
Família Calapidae									
Calapídeo n.i.	1.00	1.04	1.00	0.13	0.30	0.08	0.22	0.01	24
<i>Hepatus sp.</i>									
Família Pinnotheridae									
Pinnotheridae n.i.	1.00	1.04	1.00	0.13	0.22	0.06	0.20	0.01	24
Família Xanthidae									
<i>Acantholobulus caribbaeus</i>	3.00	3.13	4.00	0.53	0.21	0.06	1.83	0.05	21
Família Panopeidae									
<i>Panopeus sp.</i>	2.00	2.08	3.00	0.40	0.98	0.26	1.37	0.04	22
Família Epialtidae									
<i>Epialtus sp.</i>	1.00	1.04	1.00	0.13	0.03	0.01	0.15	0.00	25
Família Upogebiidae									
<i>Upogebia sp.</i>	17.00	17.71	54.00	7.16	16.19	4.33	203.43	5.46	6
<i>Upogebia omissa</i>	6.00	6.25	60.00	7.96	65.01	17.37	158.32	4.25	7
Família Axianassidae									
<i>Axianassa australis</i>	1.00	1.04	1.00	0.13	1.33	0.36	0.51	0.01	24
Ordem Isopoda									

Isopoda n.i.	9.00	9.38	21.00	2.79	0.41	0.11	27.13	0.73	11
Odem Amphipoda									
Amphipoda n.i.	4.00	4.17	21.00	2.79	0.22	0.06	11.85	0.32	15
Ordem Stomatopoda									
Família Squillidae									
Squillidae n.i.	2.00	2.08	2.00	0.27	0.38	0.10	0.77	0.02	23
Filo Mollusca									
Classe Bivalvia									
Bivalvia n.i.	33.00	34.38	157.00	20.82	61.45	16.42	1280.29	34.37	1
Filo Sipuncula									
Sipuncula n.i.	7.00	7.29	15.00	1.99	6.71	1.79	27.58	0.74	10
Filo Chordata									
Classe Actinopterygii									
Teleósteo n.i.	26.00	27.08	33.00	4.38	50.31	13.45	482.69	12.96	3
Família Gobiidae									
Gobiidae n.i.	1.00	1.04	4.00	0.53	17.094	4.57	5.31	0.14	18
TOTAL	96.00		754.00		374.17		3724.61		

O alto valor de amplitude da dieta com base no índice de Levin ($B_A = 0,99$) indica comportamento alimentar generalista para *D. guttata*. A representação gráfica tridimensional da dieta da espécie mostra que os crustáceos decápodes são especialmente importantes para a alimentação deste dasyatídeo (Fig. 4).

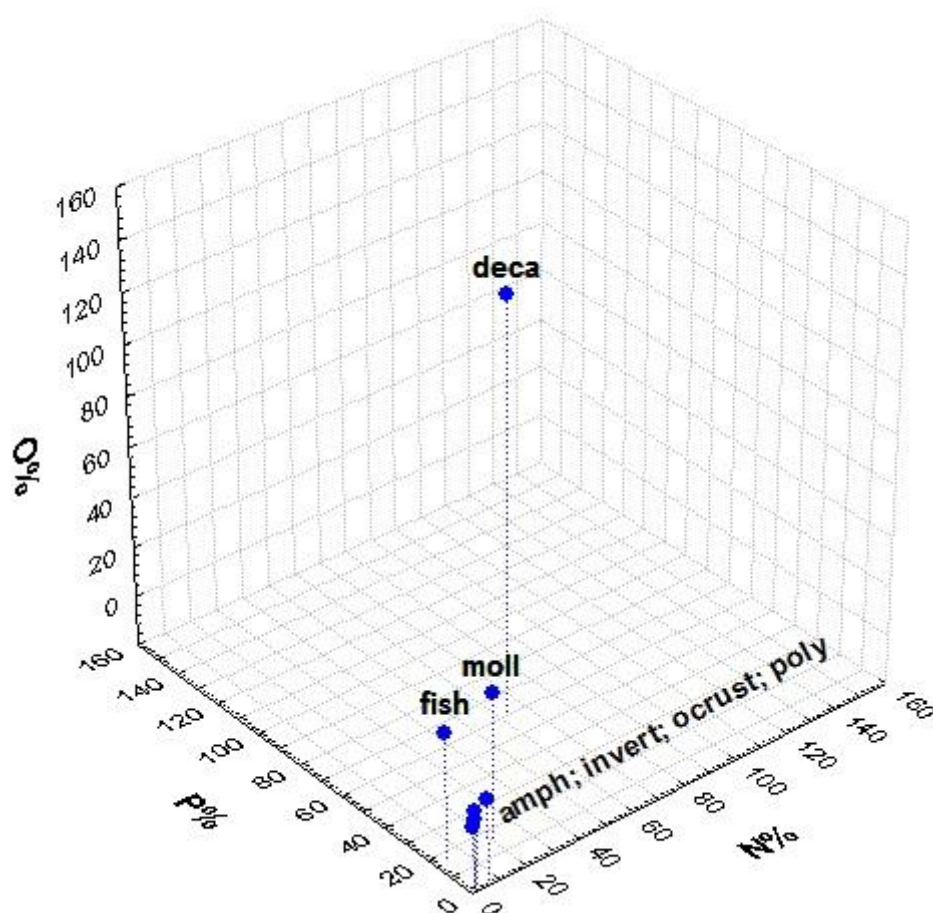


Figura 4 – Representação gráfica tridimensional da relação entre a Frequência relativa de ocorrência (FO%), porcentagem numérica (N%) e porcentagem em peso (P%) das categorias de presa: fish = peixe; amph = anfípoda; deca = crustáceos decápodes; moll = moluscos; poly = poliquetas; ocrust = outros crustáceos; invert = outros invertebrados, presentes na dieta de *Dasyatis guttata* coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.

A análise de similaridade (ANOSIM) indicou não haver diferenças significativas na alimentação de *D. guttata* em relação as fases do ciclo de vida ($R_{\text{mundial}} = -0,01$; $p = 0,7$). Foi observada sobreposição dos pontos com a análise de escalonamento multidimensional não-métrica (nMDS) (Fig. 5).

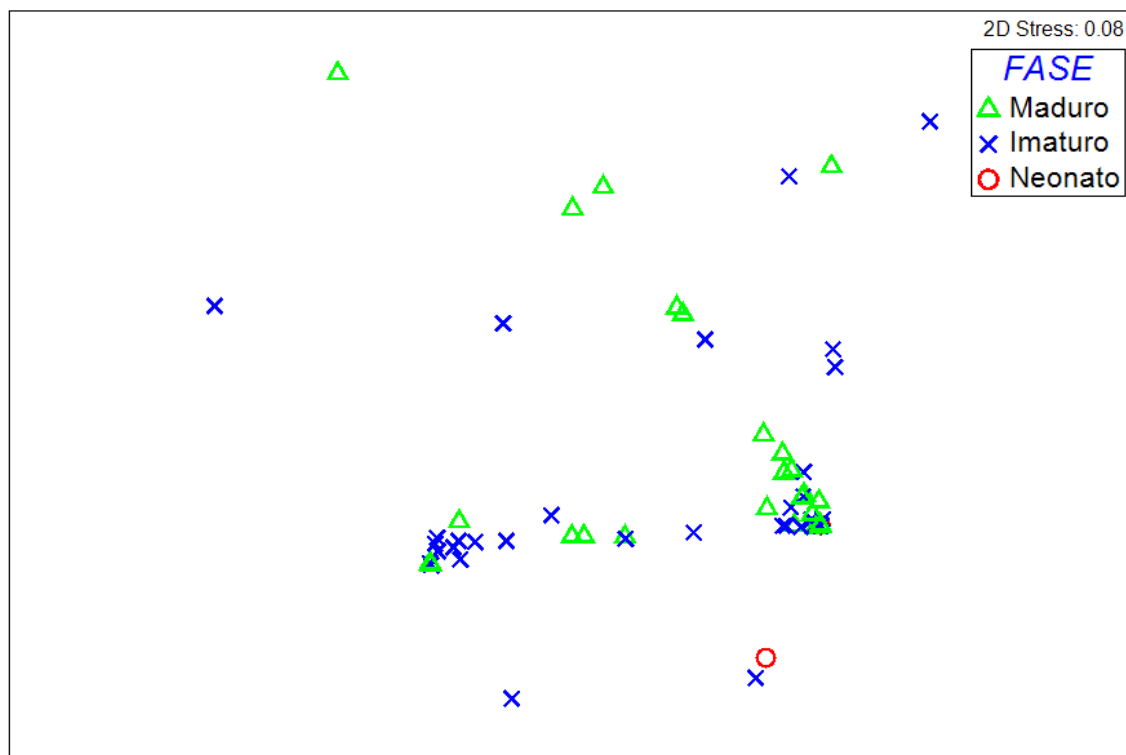


Figura 5 – Escalonamento multidimensional não-métrico entre as fases do ciclo de vida de *Dasystis guttata* capturada em Pernambuco no Período de julho/2013 a novembro/2016.

Embora seja evidente a importância dos crustáceos decápodes para a dieta da espécie durante todas as fases do ciclo de vida (Tab. III), a análise de porcentagem de semelhança (SIMPER) (Tab II) mostrou haver uma mudança ontogenética na dieta de *D. guttata*, embora esta diferença não seja estatisticamente significativa, os crustáceos decápodes e moluscos apresentam alta representatividade na dieta dos indivíduos imaturos, com pouca contribuição dos peixes. Enquanto que nos indivíduos maduros há um acréscimo na contribuição dos peixes para a dieta quando comparado aos indivíduos imaturos.

Tabela II – Categorias de presas que mais contribuíram para a diferenciação da dieta de *Dasystis guttata* entre as fases do ciclo de vida. Espécimes coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016. FISH = peixe; AMPH = anfípoda; DECA = crustáceos decápodes; MOLL = moluscos; POLY = poliquetas; OCRUST = outros crustáceos; INVERT = outros invertebrados.

FASES DO CICLO DE VIDA			
	NEONATO (%)	IMATURO (%)	MADURO (%)
DECA	100	71,76	85,89
MOLL	-	26,1	8,53
FISH	-	0,33	5,56
AMPH	-	0,27	-
POLY	-	1,24	-
INVERT	-	0,3	-

Tabela III – Ocorrência (O), frequência de ocorrência (% O), número (N), frequência numérica (% N), peso (P), frequência de peso (% P), índice de importância relativa (IRI), índice de importância relativa em porcentagem (% IIR) e ordem de importância (OI) dos itens alimentares da dieta de *Dasystis guttata* em cada fase do ciclo de vida. Espécimes coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.

ITENS	%O	NEONATO					IMATURO					MADURO				
		%N	%P	%IRI	OI	%O	%N	%P	%IRI	OI	%O	%N	%P	%IRI	OI	
Filo Annelida																
Classe Polychaeta																
Polychaeta n.i.							14.63	3.07	2.75	1.61	7	7.50	0.98	0.43	0.29	13
Filo Arthropoda																

Classe Crustacea															
Crustacea n.i.						4.88	0.56	0.00	0.05	22					
Ordem Decapoda															
Decapoda n.i.	60.00	23.68	4.33	28.36	1	21.95	6.98	0.33	3.03	6					
Subordem Dendrobranchiata															
Dendrobranchiata n.i.						7.32	5.03	0.43	0.75	10					
Família Penaeidae															
Penaeidae n.i.	20.00	2.63	16.39	6.42	5	7.32	2.79	0.38	0.44	14	2.50	2.29	0.41	0.19	16
<i>Rimapenaeus constrictus</i>											5.00	1.63	0.19	0.25	14
<i>Penaeus schmitti</i>						2.44	0.56	0.05	0.03	23					
Família Solenoceridae															
<i>Pleoticus muelleri</i>						7.32	1.68	2.92	0.64	12					
Família Sicyoniidae															
<i>Sicyonia typica</i>											5.00	0.65	0.14	0.11	18
Família Ogyridae															
<i>Ogyrides sp.</i>						2.44	3.35	0.06	0.16	18					
Família Alpheidae															
<i>Alpheus sp.</i>						21.95	11.45	12.86	10.07	2	22.50	28.76	12.24	25.61	1
<i>Alpheus chacei</i>						2.44	0.84	0.44	0.06	21	2.50	1.31	0.48	0.12	17
<i>Alpheus estuariensis</i>						4.88	1.68	1.98	0.34	15					
Família Pasiphaeidae															
<i>Leptochela serratorbita</i>	20.00	2.63	0.00	0.89	8	2.44	1.68	0.03	0.08	19					
Subordem Brachyura															
Brachyura n.i.						17.07	2.23	2.08	1.39	8	17.50	3.27	3.29	3.19	7
Família Portunidae															
Portunidae n.i.						4.88	0.84	1.28	0.20	16	12.50	1.63	1.85	1.21	9
<i>Callinectes sp.</i>						24.39	3.91	12.83	7.70	3	20.00	4.90	9.74	8.13	5
<i>Charybdis hellerii</i>						4.88	1.12	0.84	0.18	17	5.00	2.94	7.14	1.40	8

Família Calapidae															
Calapídeo n.i.						2.44	0.28	0.28	0.03	23					
<i>Hepatus sp.</i>															
Família Pinnotheridae															
Pinnotheridae n.i.						2.44	0.28	0.20	0.02	24					
Família Xanthidae															
<i>Acantholobulus caribbaeus</i>	20.00	5.26	8.19	4.54	6	4.88	0.56	0.14	0.06	21					
Família Panopeidae															
<i>Panopeus sp.</i>											5.00	0.98	0.44	0.20	15
Família Epialtidae															
<i>Epialtus sp.</i>	20.00	2.63	3.62	2.11	7										
Família Upogebiidae															
<i>Upogebia sp.</i>	40.00	5.26	35.02	27.19	2	19.51	10.06	6.86	6.23	4	17.50	5.23	3.84	4.41	6
<i>Upogebia omissa</i>						4.88	1.96	7.70	0.89	9	10.00	17.32	25.52	11.89	4
Família Axianassidae															
<i>Axianassa australis</i>						2.44	0.28	1.23	0.07	20					
Ordem Isopoda															
Isopoda n.i.	20.00	15.79	5.76	7.27	4	12.20	1.96	0.05	0.46	13	7.50	2.61	0.14	0.57	12
Ordem Amphipoda															
Amphipoda n.i.	20.00	42.11	26.69	23.22	3	7.32	1.40	0.02	0.20	16					
Ordem Stomatopoda															
Família Squillidae															
Squillidae n.i.											2.50	0.33	0.13	0.03	19
Filo Mollusca															
Classe Bivalvia															
Bivalvia n.i.						48.78	31.01	35.51	61.21	1	30.00	14.71	10.13	20.69	2
Filo Sipuncula															
Sipuncula n.i.						9.76	1.96	2.04	0.74	11	7.50	2.61	2.03	0.97	10

Filo Chordata										
Classe Actinopterygii										
Teleósteo n.i.	19.51	2.51	6.70	3.39	5	35.00	6.54	14.16	20.11	3
Família Gobiidae										
Gobiidae n.i.						2.50	1.31	7.69	0.62	11
TOTAL										

Os indivíduos neonatos e jovens do ano (agrupados na categoria NEONATO), tiveram pequenos crustáceos decápodes como principal item de sua dieta (28,36% do IRI), seguido por pequenos camarões-corruptos *Upogebia sp.* (19,51% do IRI) e anfípodes (23,22% do IRI). Os indivíduos imaturos se alimentaram principalmente de moluscos bivalves (61,21% do IRI), seguido por *Alpheus sp.* (10,07% do IRI) e *Callinectes sp.* (7,7% do IRI). Os espécimes maduros de *D. guttata* utilizaram *Alpheus sp.* como principal recurso alimentar (25,61% do IRI), seguido por moluscos bivalves (20,69% do IRI) e peixes Teleósteos (20,11% do IRI).

Os indivíduos maduros e imaturos de *D. guttata* se alimentaram do Filo Sipuncula (categoria OCRUST). Três destes indivíduos foram capturados no ambiente estuarino, com os sipunculídeos em avançado estágio de digestão.

A análise de covariância mostrou que não há diferenças significativas entre largura da boca (LB) e largura do disco (LD) com relação ao sexo (ANCOVA: $R^2 = 0,92$; $p < 0,01$ $\alpha = 0,05$), e uma forte correlação positiva foi observada entre LB e LD para *D. guttata* com a análise de regressão ($y = 12,47x - 4,719$; $R^2 = 0.916$; Fig. 6), o que indica que a largura da boca aumenta continuamente ao longo do crescimento do indivíduo.

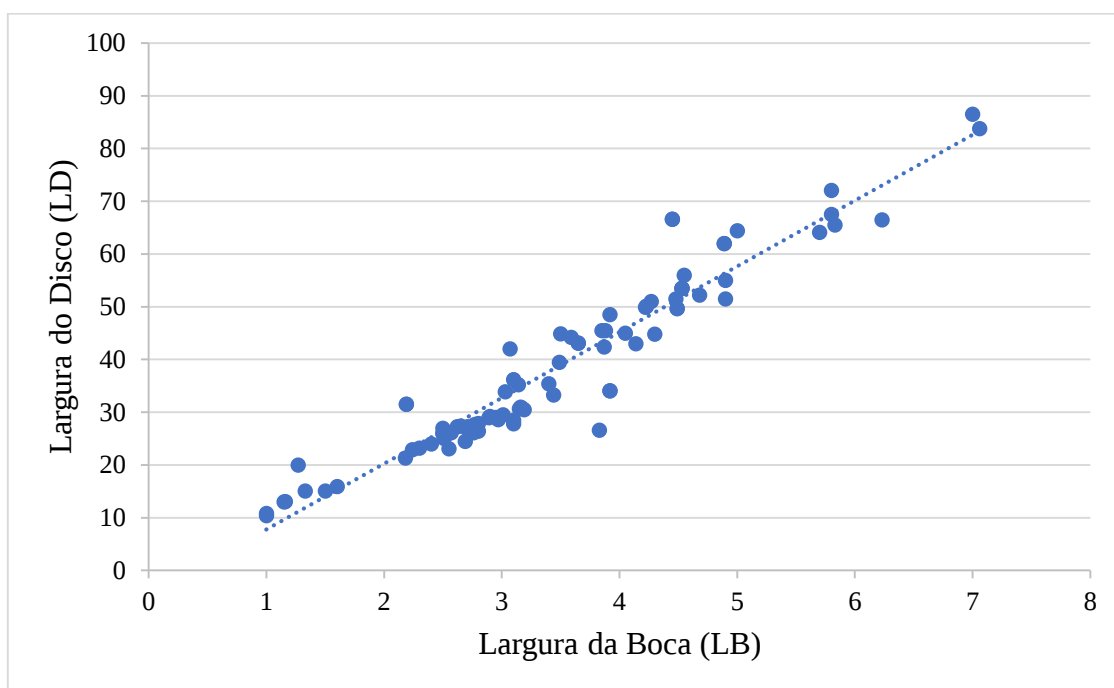


Figura 6 – Regressão linear entre largura do disco (LD) e largura da boca (LC) de *Dasyatis guttata* capturada em Pernambuco no Período de julho/2013 a novembro/2016.

Com relação ao sexo, indivíduos machos e fêmeas de *D. guttata* não apresentaram diferenças significativas na dieta segundo ANOSIM (R mundial = 0,02; $p = 0,06$). Esse resultado foi confirmado com a análise de escalonamento multidimensional não-métrica (nMDS) (Fig. 7) que apresentou sobreposição entre os pontos.

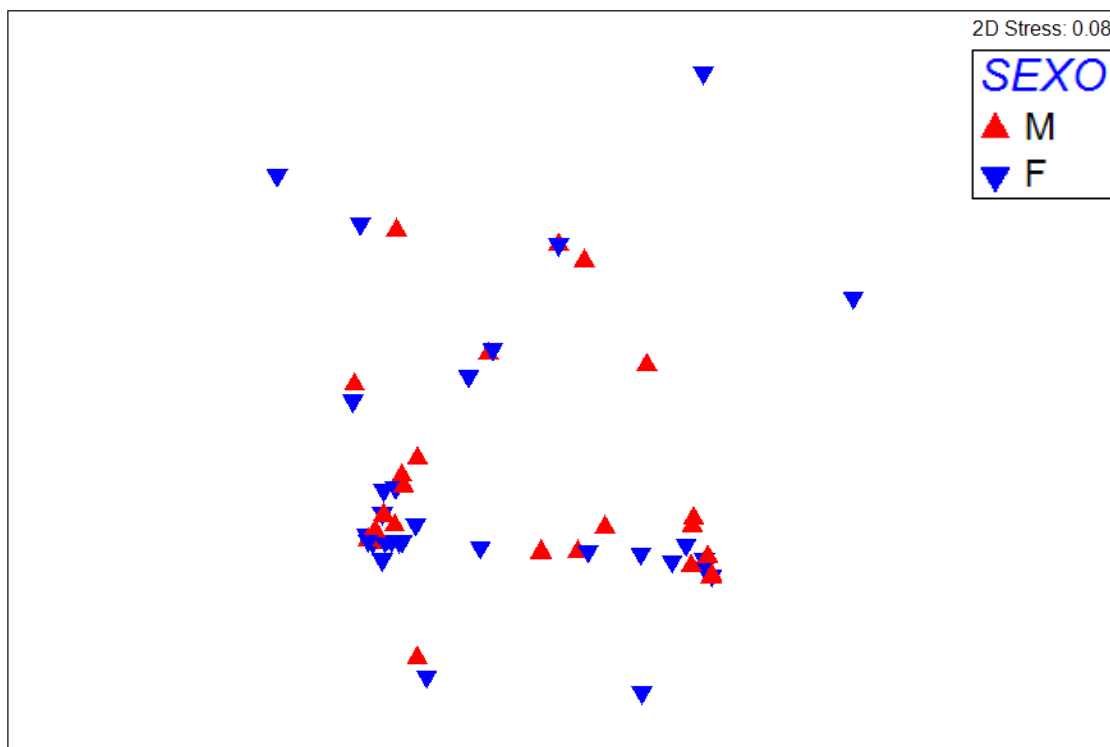


Figura 7 – Escalonamento multidimensional não-métrico entre indivíduos machos e fêmeas de *Dasystis guttata* capturados em Pernambuco no período de julho/2013 a novembro/2016.

A análise de porcentagem de semelhança (SIMPER) (Tab. IV) e o Índice de Importância Relativa (IRI) (Tab. V) mostraram uma dieta semelhante entre machos e fêmeas de *D. guttata*.

Os moluscos da classe Bivalvia, *Alpheus sp.*, peixes da infraclasse Teleostei, *Upogebia sp.* e *Callinectes sp.* foram os principais itens da dieta tanto dos machos quanto das fêmeas de *Dasyatis guttata* (Tab. V). Entretanto, os crustáceos decápodes de um modo geral, foram mais importantes para a dieta das fêmeas (95,30%) do que para a dieta dos machos (68,48%) onde os moluscos bivalves também contribuíram de forma representativa (29,27%) segundo a SIMPER (Tab. IV).

Tabela IV – Itens que mais contribuíram para a diferenciação da dieta de indivíduos machos e fêmeas de *Dasystis guttata*. Espécimes coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016. FISH = peixe; AMPH = anfípoda; DECA = crustáceos decápodes; MOLL = moluscos; POLY = poliquetas; OCRUST = outros crustáceos; INVERT = outros invertebrados.

	SEXO	
	FEMEA (%)	MACHO (%)
DECA	95,30	68,48
MOLL	3,27	29,27
FISH	1,12	1,68
AMPH	0,05	-
POLY	0,25	-
OCRUST	0,01	0,49
INVERT	-	0,08

Tabela V – Ocorrência (O), frequência de ocorrência (% O), número (N), frequência numérica (% N), peso (P), frequência de peso (% P), índice de importância relativa (IRI), índice de importância relativa em porcentagem (% IIR) e ordem de importância (OI) dos itens alimentares da dieta de *Dasystis guttata* machos e fêmeas. Espécimes coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.

ITENS	FÊMEA					MACHO				
	%O	%N	%P	%IRI	OI	%O	%N	%P	%IRI	OI
Filo Annelida										
Classe Polychaeta										
Polychaeta n.i.	10.87	2.65	0.56	1.13	11	7.50	1.12	2.09	0.46	12

Filo Arthropoda										
Classe Crustacea										
Crustacea n.i.						5.00	0.56	0.00	0.05	19
Ordem Decapoda										
Decapoda n.i.	10.87	3.53	0.02	1.26	10	17.50	6.16	0.26	2.13	6
Subordem Dendrobranchiata										
Dendrobranchiata n.i.	4.35	5.00	0.19	0.74	12	2.50	0.28	0.07	0.02	21
Família Penaeidae										
Penaeidae n.i.	2.17	0.29	0.01	0.02	21	10.00	4.76	1.08	1.11	8
<i>Rimapenaeus constrictus</i>	2.17	1.18	0.20	0.10	18	2.50	0.28	0.02	0.01	22
<i>Penaeus schmitti</i>						2.50	0.56	0.04	0.03	20
Família Solenoceridae										
<i>Pleoticus muelleri</i>	2.17	0.29	0.01	0.02	21	5.00	1.40	2.36	0.36	13
Família Sicyoniidae										
<i>Sicyonia typica</i>						5.00	0.56	0.23	0.08	17
Família Ogyridae										
<i>Ogyrides sp.</i>						2.50	3.36	0.05	0.16	15
Família Alpheidae										
<i>Alpheus sp.</i>	17.39	12.06	9.12	11.99	3	25.00	24.65	17.74	20.08	2
<i>Alpheus chacei</i>	4.35	2.06	0.80	0.41	15					
<i>Alpheus estuariensis</i>	4.35	1.76	1.12	0.41	15					
Família Pasiphaeidae										
<i>Leptochela serratorbita</i>	4.35	2.06	0.02	0.29	16					
Subordem Brachyura										
Brachyura n.i.	17.39	3.24	3.88	4.03	7	15.00	1.96	1.60	1.01	9
Família Portunidae										
Portunidae n.i.	8.70	1.18	0.46	0.46	14	7.50	1.12	3.47	0.65	10
<i>Callinectes sp.</i>	23.91	4.71	10.13	11.55	4	17.50	3.64	12.08	5.21	5
<i>Charybdis hellerii</i>	6.52	3.53	8.73	2.60	8	2.50	0.28	0.04	0.02	21

Classe Actinopterygii										
Teleósteo n.i.	19.57	2.94	6.73	6.16	6	30.00	5.04	19.39	13.88	3
Família Gobiidae										
Gobiidae n.i.	2.17	1.18	8.92	0.71	13					
TOTAL										

Segundo a análise de similaridade (ANOSIM) há diferenças significativas na alimentação de *D. guttata* em relação ao ambiente onde os indivíduos foram capturados (R mundial = 0,21; $p = 0,007$). O mesmo resultado foi obtido para análise de porcentagem de semelhança (SIMPER) (Tab. VI) e o Índice de Importância Relativa (IRI) (Tab. VII) que indicaram haver diferenças nos principais itens consumidos por *D. guttata* proveniente do ambiente estuarino e marinho. Entretanto essa diferença não foi detectada na análise de escalonamento multidimensional não-métrica (nMDS) (Fig. 8).

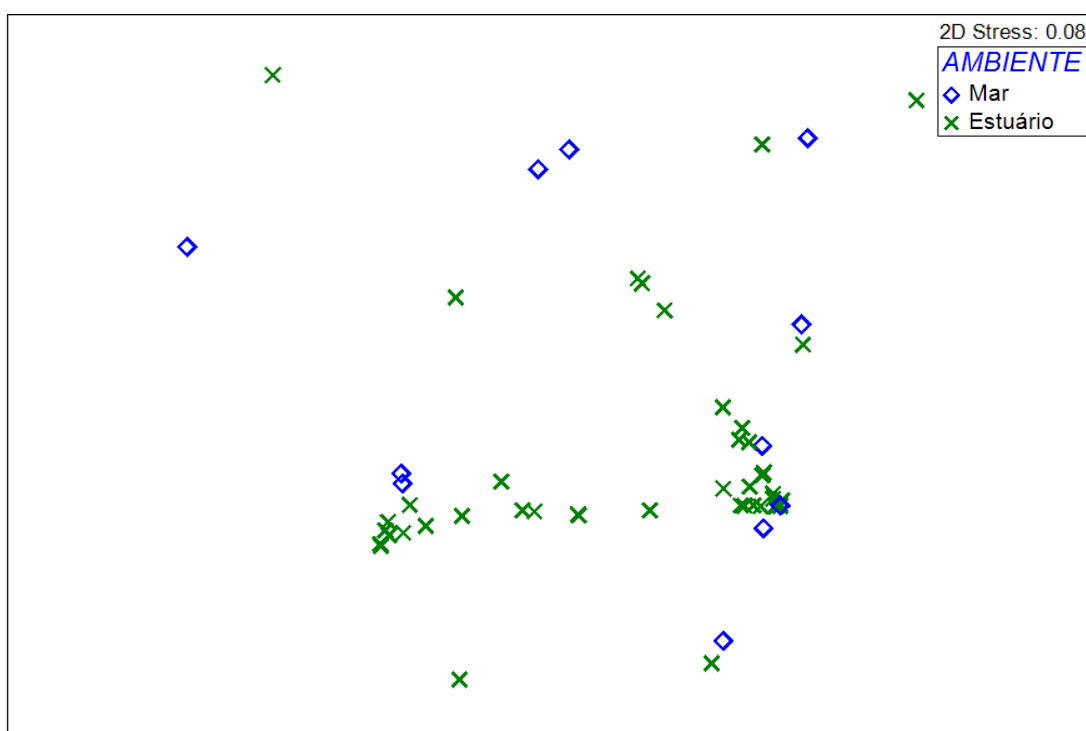


Figura 8 – Escalonamento multidimensional não-métrico entre indivíduos machos e fêmeas de *Dasystis guttata* capturados em Pernambuco no período de julho/2013 a novembro/2016.

Em ambos ambientes os crustáceos decápodes se destacaram como principal item consumido entretanto, o segundo item que mais contribuiu para a dieta dos indivíduos provenientes do ambiente marinho foram os peixes (17,85%) e para os indivíduos estuarinos foram moluscos bivalves (15,45%) (Tab VI).

Tabela VI – Itens que mais contribuíram para a diferenciação da dieta de *Dasystis guttata* entre indivíduos provenientes do ambiente marinho e estuarino. Espécimes coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016. FISH = peixe; AMPH = anfípoda; DECA = crustáceos decápodes; MOLL = moluscos; POLY = poliquetas; OCRUST = outros crustáceos; INVERT = outros invertebrados.

	AMBIENTE	
	MAR (%)	ESTUÁRIO (%)
DECA	68,45	83,27
MOLL	3,6	15,45
FISH	17,85	0,99
AMPH	1,14	0,06
POLY	3,06	0,17
OCRUST	-	0,06
INVERT	5,9	-

Tabela VII – Ocorrência (O), frequência de ocorrência (% O), número (N), frequência numérica (% N), peso (P), frequência de peso (% P), índice de importância relativa (IRI), índice de importância relativa em porcentagem (% IIR) e ordem de importância (OI) dos itens alimentares da dieta de *Dasystis guttata* capturadas em ambientes marinhos e estuarinos do litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.

ITENS	%O	ESTUÁRIO				%O	MAR			
		%N	%P	%IRI	OI		%N	%P	%IRI	OI
Filo Annelida										
Classe Polychaeta										
Polychaeta n.i.	6.94	1.03	1.12	0.33	12	35.71	6.92	1.66	8.81	3

Filo Arthropoda										
Classe Crustacea										
Crustacea n.i.	2.78	0.34	0.00	0.02	21					
Ordem Decapoda										
Decapoda n.i.	9.72	3.93	0.12	0.87	9	35.71	8.46	0.09	8.78	4
Subordem										
Dendrobranchiata										
Dendrobranchiata n.i.	1.39	0.17	0.03	0.01	22	14.29	13.08	0.52	5.59	9
Família Penaeidae										
Penaeidae n.i.	6.94	3.08	0.54	0.56	11					
<i>Rimopenaeus constrictus</i>	2.78	0.85	0.16	0.06	18					
<i>Penaeus schmitti</i>	1.39	0.34	0.02	0.01	22					
Família Solenoceridae										
<i>Pleoticus muelleri</i>	4.17	1.03	1.18	0.20	13					
Família Sicyoniidae										
<i>Sicyonia typica</i>	2.78	0.34	0.12	0.03	20					
Família Ogyridae										
<i>Ogyrides sp.</i>	1.39	2.05	0.02	0.06	18					
Família Alpheidae										
<i>Alpheus sp.</i>						7.14	0.77	0.00	0.16	15
<i>Alpheus chacei</i>	2.78	1.20	0.58	0.11	15					
<i>Alpheus estuariensis</i>	2.78	1.03	0.80	0.11	15					
Família Pasiphaeidae										
<i>Leptochela serratorbita</i>	25.00	23.25	16.12	21.73	2	14.29	5.38	0.04	2.23	11
Subordem Brachyura										
Brachyura n.i.	20.83	3.42	4.17	3.49	7					
Família Portunidae										
Portunidae n.i.	9.72	1.37	2.06	0.74	10					
<i>Callinectes sp.</i>	23.61	4.79	12.49	9.00	3	7.14	0.77	3.02	0.78	13

Sipuncula n.i.	4.17	0.51	0.34	0.08	16	28.57	9.23	8.24	14.36	2
Filo Chordata										
Classe Actinopterygii										
Teleósteo n.i.	25.00	4.27	9.80	7.77	4	35.71	3.85	21.13	25.66	1
Família Gobiidae										
Gobiidae n.i.						7.14	3.08	24.24	5.61	8
TOTAL										

O nível trófico (TL) estimado para *D. guttata* com base no conteúdo estomacal foi de 3,55 e classifica a espécie como um mesopredador marinho e estuarino. Não foram verificadas diferenças significativas no nível trófico calculado para as fases do ciclo de vida (Teste T. $t=0,86$, $p>0,05$), sexo (Teste T. $t=0,97$, $p>0,05$) ou ambiente (Teste T. $t=0,84$, $p>0,05$).

Quando comparada a outros Myliobatiformes de hábito bentônico (Tab. VIII), *D. guttata* apresenta nível trófico muito similar ao reportado para *Urotrygon rogersi*, *Urotrygon microphthalmum*, *Neotrygon kuhlii*, *Neotrygon annotata*, *Neotrygon picta* e *D. americana* estimados a partir da análise de conteúdo estomacal e isótopos estáveis.

Tabela VIII – Nível trófico de *Dasyatis guttata* comparado a outras Myliobatiformes disponíveis na literatura.

Espécie	TL	Autor
<i>Dasyatis guttata</i>	3,55	Presente estudo
<i>Dasyatis americana</i>	3,81	Queiroz et al., dados não publicados
<i>Dasyatis americana</i>	3,52	Tilley et al., 2013
<i>Dasyatis marianae</i>	3,66	Queiroz et al., dados não publicados
<i>Dasyatis marianae</i>	3,6	Costa et al., 2015
<i>Dasyatis longa</i>	3,9	lópez-García et al., 2012
<i>Dasyatis longa</i>	3,8	Navia et al., 2016
<i>Urotrygon aspidura</i>	3,7	Navia et al., 2016
<i>Urotrygon rogersi</i>	3,5	Navia et al., 2016
<i>Urotrygon microphthalmum</i>	3,5	Neto, 2015; Freitas, 2015
<i>Neotrygon kuhlii</i>	3,58	Jacobsen & Bennett, 2012
<i>Neotrygon annotata</i>	3,57	Jacobsen & Bennett, 2012
<i>Neotrygon picta</i>	3,55	Jacobsen & Bennett, 2012
<i>Rhinoptera bonasus</i>	3,4	Bornatowski et al., 2014
<i>Aetobatus narinari</i>	3,9	Navia et al., 2016
<i>Gymnura marmorata</i>	3,7	Navia et al., 2016
<i>Myliobatis goodei</i>	3,2	Molina et al., 2015

O nível trófico calculado para *D. guttata* a partir da análise de isótopos estáveis obteve o valor de $3,67 \pm 0,22dp$, similar ao valor obtido a partir da análise de conteúdo estomacal (TL = 3,55) (Fig. 9).

Os valores de nível trófico encontrados para *D. americana* (TL = $2,39 \pm 0,58dp$) e *D. marianae* (TL = $2,61 \pm 0,02dp$) com base na análise de isótopos estáveis são menores do que o estimado para *D. guttata* neste estudo ($3,67 \pm 0,22dp$) (Fig. 10) e inferiore ao obtido através da análise de conteúdo estomacal (QUEIROZ et al., 2016; QUEIROZ et al., dados não publicados).

Os valores de isótopo de ^{13}C e ^{15}N mostraram alta variação, o que pode estar associado a composição das amostras que contêm indivíduos em diferentes fases do ciclo de vida, capturados em diferentes ambientes ao longo da costa pernambucana (Tab IX).

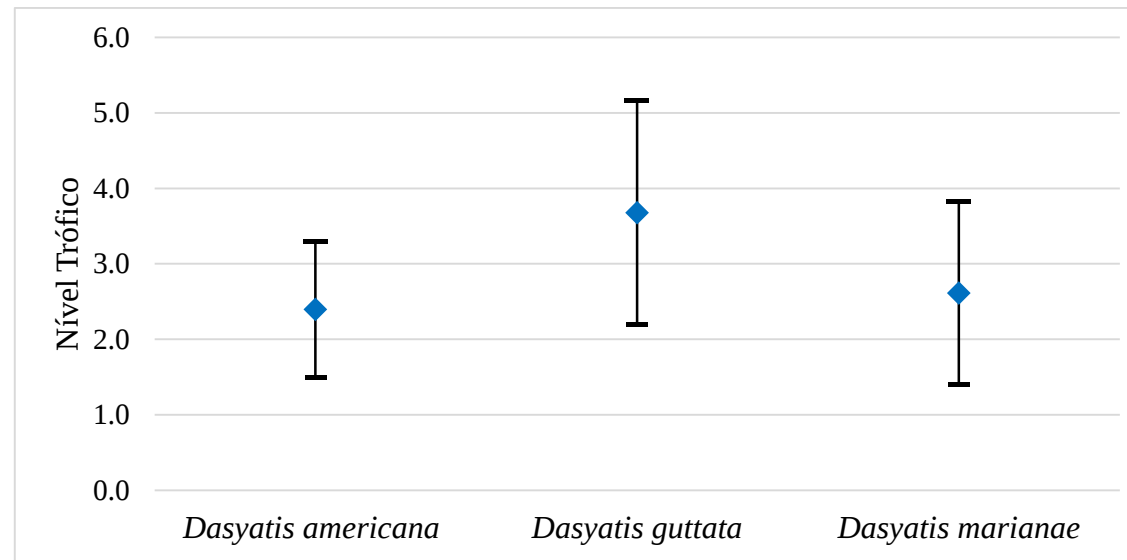


Figura 9 – Nível trófico obtido para *Dasyatis americana*, *Dasyatis guttata* e *Dasyatis marianae* a partir da análise de isótopos estáveis. Indivíduos coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.

Tabela IX – Valor de $\delta^{15}\text{N}$ (‰), $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e nível trófico de *Dasyatis americana*, *Dasyatis guttata* e *Dasyatis marianae*. Indivíduos coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.

Espécie	Largura de Disco (cm)			$\delta^{13}\text{C}$ (‰)			$\delta^{15}\text{N}$ (‰)			Nível Trófico		
	Média	Intervalo		Média	Intervalo		Média	Intervalo		Média	Intervalo	
<i>Dasyatis americana</i>	58,36	86	35,4	-14,31	-13,41	-15,26	10,57	12,1	9,23	2,39	3,44	1,56
<i>Dasyatis guttata</i>	45,32	51,5	32,6	-16,39	-14,59	-18,61	11,46	13,7	8,38	3,68	4,56	0,99
<i>Dasyatis marianae</i>	26,4	27,8	23,2	-14,76	-13,39	-16,72	11,33	14	9,73	2,61	4,70	1,89

Como espécies que coocorrem em parte do seu ciclo de vida, as assinaturas isotópicas de ^{13}C e ^{15}N são semelhantes (Fig. 11) indicando que essas espécies ocupam espaço de nicho isotópico próximos, embora os valores isotópicos médios sejam diferentes entre as espécies.

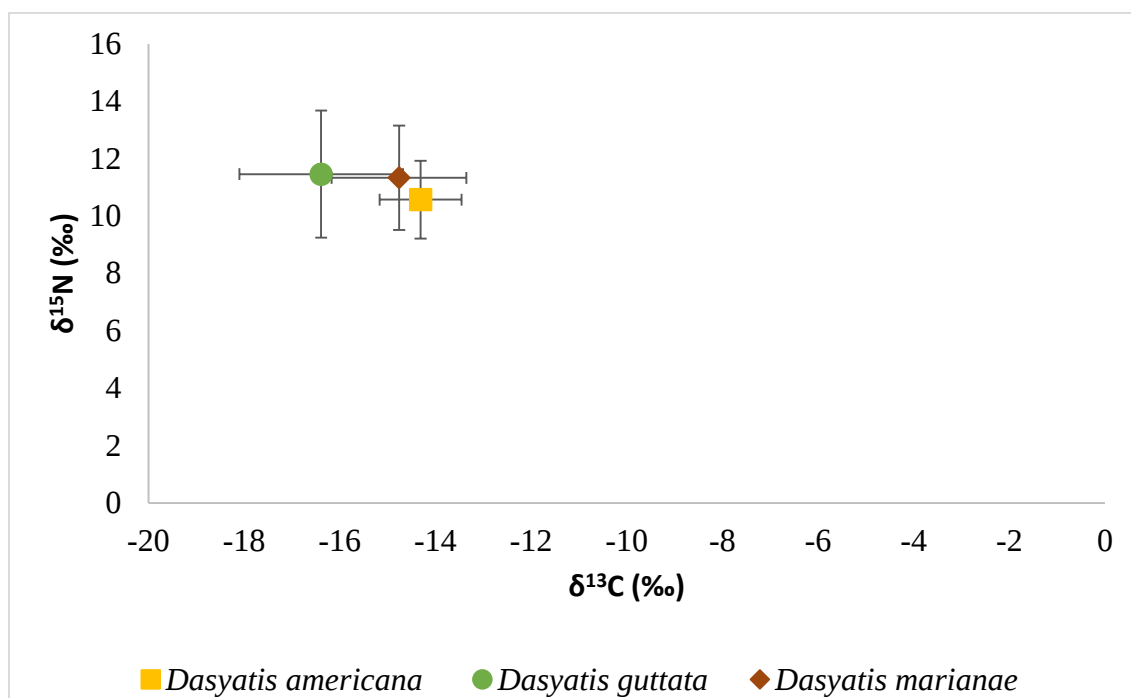


Figura 10 – Valores de isótopos de ^{13}C e ^{15}N para *Dasyatis guttata*, *Dasyatis americana* e *Dasyatis marianae*. Indivíduos coletadas no litoral de Pernambuco, Brasil no período de julho/2013 a novembro/2016.

6 DISCUSSÃO

A curva de acumulação de presas apresenta uma estabilização e diminuição do desvio padrão no estômago 89 (Fig. 1), o que indica que os estômagos analisados são suficientes para descrever a diversidade de presas que *Dasyatis guttata* utiliza como recurso alimentar. Essa estabilização tardia da curva se deve ao fato de se tratar de uma espécie generalista (GIANETI, 2011; SILVA et al., 2001; CARVALHO NETA & ALMEIDA, 2002) e da amostra conter indivíduos capturados em diferentes habitats, assim, um aumento no número amostral poderia expressar de forma mais clara uma assíntota.

Espécies que possuem hábito alimentar especializado tendem a apresentar uma assíntota com número menor de estômagos na curva de acumulação de presas, como é o caso da raia *D. marianae*, uma Myliobatiformes de hábito alimentar especializado e que, em estudo realizado em Pernambuco (QUEIROZ et al., não publicado; Apêndice A) e no Rio Grande do Norte (COSTA et al., 2015), obteve uma estabilização da curva de acumulação em 31 e 39 estômagos respectivamente, um número bem menor quando comparado ao obtido para *D. guttata* neste estudo, evidenciando assim a alta diversidade de presas que esta espécie utiliza como recurso alimentar.

Um total de 33 itens alimentares foi identificado compondo a dieta de *D. guttata* e embora os crustáceos decápodes tenham se destacado na composição da dieta (Fig. 4), trata-se de um grupo amplo e diverso e levando em consideração a amplitude de nicho encontrada ($B_A = 0,99$) acredita-se tratar de uma espécie generalista oportunista, que se alimenta de presas mais disponíveis no ambiente que ocupa.

Assim como no presente trabalho, Carvalho Neta & Almeida (2002) relataram o alto grau de digestão de peixes e poliquetas encontrados nos estômagos de *D. guttata*, impossibilitando o avanço na identificação dos itens o que pode indicar que estes

organismos sejam mais facilmente digeridos pelos sucos gástricos da raia, dificultando sua identificação.

D. guttata passa parte de sua vida em ambiente marinho costeiro, associada a bancos de lama e em fundos de areia onde a espécie ocorre com *D. marianae*, que se alimenta basicamente de camarões e poliquetas, os quais juntos representam 73,58% do IIR da espécie (Queiroz et al., dados não publicados; Apêndice B).

Mesmo coocorrendo em parte do seu ciclo de vida no mesmo habitat que *D. marianae*, *D. guttata* proveniente do ambiente marinho apresenta composição de dieta diferenciada, onde teleósteos (31,27% do IIR), sipunculas (14,36% do IIR) e upogebiídeos (9,99% do IIR) (Tab. VII) contribuem de forma expressiva para sua dieta, assim, diferente de *D. marianae* que se mostra uma espécie seletiva (Queiroz et al., dados não publicados; Apêndice B), *D. guttata* explora melhor a diversidade de organismos presentes nos ecossistemas marinhos que habita.

Silva (2004) destaca a abundância de moluscos e crustáceos decápodes na área do Canal de Santa Cruz (Ilha de Itamaracá-PE) de onde muitos dos indivíduos do presente estudo foram obtidos. Essa alta disponibilidade de moluscos e crustáceos decápodes na fauna bentônica do estuário podem justificar a importância destes na dieta de *D. guttata* (Tab. I; Fig. 4) que faz uso da alta disponibilidade dos itens no ambiente. Estudos mais aprofundados de disponibilidade de presas nos locais onde a espécie foi capturada podem elucidar questões acerca da estratégia de predação adotada por *D. guttata*.

O hábito generalista oportunista de *D. guttata* foi constatado em trabalhos realizados em Rio Grande do Norte (GIANETI, 2011), Ceará (SILVA et al., 2001) e Maranhão (CARVALHO NETA & ALMEIDA, 2002) onde moluscos bivalves, sipunculos, crustáceos decápodes, poliquetas e peixes teleósteos também foram classificados como itens importantes para a dieta da espécie.

Durante os embarques no Canal de Santa Cruz para obtenção de amostras foram observadas estruturas no substrato lamoso estuarino chamadas pelos pescadores locais de “cama de arraia”, que são marcas deixadas pelas raias na lama ao cavar o substrato a procura de alimento. Essas marcas são expostas na maré baixa e evidenciam esse tipo de comportamento de predação (TAKEUCHI & TAMAKI, 2014; LÖWEMARK, 2015), já reportado para *D. guttata*, que utiliza o focinho para cavar o sedimento à procura de alimento (CARQUEIJA *et al.*, 1995).

Alguns batóides, após perceberem a presença de uma presa em potencial, a capturam e processam através de movimentos da cavidade oral, permitindo a orientação interna de fluxos de água (MULVANY & MOTTA, 2014; DEAN *et al.* 2005). Desse modo, organismos que compõem a fauna bentônica e apresentam hábito escavador (moluscos bivalves, alfeídeos, camarões alfeu, sipunculas e anelídeos) tornam-se presas fáceis para *D. guttata*.

Os elasmobrânquios usam uma variedade de informações de seu ambiente para navegar e localizar outros organismos (BEDORE, 2013). Estímulos mecânicos podem ser detectados pelos sistemas sensoriais periféricos e os sons são detectados pelo aparelho auditivo, sistema mecanosensorial e pele (receptores cutâneos) dos elasmobrânquios, Além do sistema eletroreceptor. Sendo úteis como mecanismos de localização de alimento (JORDAN *et al.*, 2013; BEDORE, 2013).

Os camarões da família Alpheidae que habitam águas marinhas e estuarinas da costa brasileira (SOLEDADE & ALMEIDA, 2013), são comumente encontrados em tocas no sedimento (ATKINSON *et al.*, 2003) e para neutralizar suas presas estes camarões produzem ondas de choque ao fechar seu quelípode extremamente desenvolvido. Esta característica de predação e o seu hábito de construir tocas no

sedimento os tornam presas fáceis para *D. guttata* que, provavelmente, percebe a presença do camarão ao ouvir o “estalo” de seus quelípodos (CARQUEIJA et al 1995).

É importante ressaltar a importância dos estímulos olfativos para a predação em Myliobatiformes (BLONDER & ALEVISON 1988), a presença de papilas orais características da espécie (SILVA et al., 2001) também podem conferir maiores habilidades em detectar presas potenciais, tornando *D. guttata*, um voraz predador dos ecossistemas bentônicos.

O comportamento alimentar de utilizar recursos que estejam mais disponíveis no ambiente descrito *D. guttata* se assemelha ao que é descrito para *D. americana* no Caribe (GILLIAN & SULLIVAN, 1993; TILLEY et al., 2013) e no Brasil (AGUIAR 2010); *Raja eglanteria* e *Leucoraja erinacea* nos Estados Unidos (SZCZEPANSKI, 2013) e *Rhinobatos percellens* no Brasil (BORNATOWSKI et al., 2010).

Mudanças ontogenéticas na dieta de raias são comumente reportadas na literatura (LÓPEZ-GARCÍA et al 2012; BRICKLE et al., 2003; JACOBSEN & BENNETT, 2011; KYNE et al., 2008; VAUDO & HEITHAUS, 2011; SZCZEPANSKI, 2013; MARSHALL et al., 2008; SISNEROS & TRICAS, 2002; YICK et al., 2011 e RUOCCO & LUCIFORA, 2016), por uma série de fatores fisiológicos, comportamentais e ambientais (WETHERBEE & CORTÉS, 2004; AGUIAR & VALENTIM 2010; GRUBBS, 2010).

Embora esse comportamento não seja claro para *D. gutatta* em Pernambuco, que apresentou dieta estatisticamente similar durante seu ciclo de vida (Tab. III), a análise de porcentagem de semelhança (SIMPER) (Tab II) mostrou haver uma leve mudança ontogenética na dieta dos indivíduos analisados onde basicamente crustáceos decápodes e moluscos representam a dieta dos indivíduos imaturos, e nos indivíduos maduros há um acréscimo na contribuição dos peixes para a dieta. Esse incremento de peixes na dieta dos

adultos pode estar associado a um aprimoramento na capacidade de capturar as presas adquirido por *D. guttata* ao longo do desenvolvimento.

Similar ao verificado no presente estudo, Dale et al. (2011) encontraram forte relação entre a largura do disco (LD) e a largura da boca (LB) de *Dasyatis lata* e associou a isto, mudanças ontogenéticas na dieta da espécie. Essa relação entre LD e LB encontrada pode justificar o incremento de peixes na dieta de *D. guttata* madura, já que por serem presas maiores não são capturados por indivíduos menores que também apresentam bocas menores. Apesar de não ter sido verificado neste trabalho, outros mecanismos, como mudanças na comunidade microbiana intestinal e aumento do canal alimentar, também devem ser considerados (NAKANE et al., 2010).

A análise de similaridade (ANOSIM) mostrou não haver diferenças entre indivíduos neonatos, jovens e adultos ou entre machos e fêmeas de *D. guttata* em Pernambuco, corroborando os resultados encontrados para a espécie no Rio Grande do Norte (GIANETI, 2011), Maranhão (CARVALHO NETA & ALMEIDA, 2002) e Ceará (SILVA et al., 2001).

Os bivalves foram um dos principais itens da dieta tanto dos indivíduos imaturos (57.96% do IRI) quanto dos maduros (16.48% do IRI). Entretanto, em Fortaleza-CE foi considerada pouco representativa entre os indivíduos jovens e rara nos indivíduos adultos (SILVA et al., 2001). Esta diferença pode estar associada a diferentes padrões de composição da fauna bentônica em cada local.

Os indivíduos de *D. guttata* nascem com uma reserva de vitelo em um saco vitelínico interno, o que lhes garante uma reserva alimentar enquanto os neonatos ainda não possuem habilidade de predação. Isso justifica que apenas 5 dos indivíduos neonatos e jovens do ano coletados apresentaram conteúdo estomacal identificável.

Clark (1922) observou que raias mais jovens, em que o saco vitelínico tinha acabado de ser absorvido, o alimento constituinte, quase sem exceção, era de pequenos crustáceos como anfípodes e isópodes.

Os poucos indivíduos neonatos e jovens do ano que apresentaram conteúdo se alimentaram de pequenos crustáceos decápodes n.i., anfípodos, isópodos e *Leptochela serratorbita*. Esta espécie é um camarão da infraordem Caridea de hábito bentônico que ocorre em fundos de areia, lama e cascalho em diferentes profundidades da plataforma de Pernambuco (COELHO & RAMOS, 1972; RAMOS-PORTO & COELHO, 1994; COELHO et al 2006).

Este item também foi importante para a dieta de *D. marianae* e *Urotrygon microphthalmum* em Pernambuco (QUEIROZ et al 2014; NETO, 2015; FREITAS, 2015) - duas Myliobatiformes de ocorrência marinha. Essa característica pode ser um indicativo de que *D. guttata* nasce em águas marinhas da plataforma continental (SANTOS et al, 2016; MELO, 2016) e compartilha nicho alimentar com essas duas espécies nos primeiros estágios de vida.

Baseado em análises de anéis etários associadas às capturas de *D. guttata*, acredita-se que haja uma distribuição ontogenética da espécie em Pernambuco, com jovens ocorrendo em regiões mais salinas e adultos em áreas estuarinas de menos salinidade (SANTOS et al, 2016). Os dados de alimentação para *D. guttata* mostram a presença do Filo Sipuncula (Tab. I), um invertebrado de ocorrência predominantemente marinha (VERNBERG & VERNBERG, 1972; DITADI & MIGOTTO, 1982; MORRISSEY & SUMICH, 2004).

Os sipúnculos foram encontrados nos estômagos tanto de indivíduos capturados no ambiente marinho quanto em indivíduos capturados no ambiente estuarino. Entretanto, sipúnculos encontrados nos estômagos de *D. guttata* capturadas no estuário apresentavam

avançado estágio de digestão em detrimento dos demais itens ingeridos, sugerindo uma ingestão anterior desse item. Sabendo que *D. guttata* realiza entradas e saídas do ambiente estuarino em virtude do seu comportamento reprodutivo (MELO, 2016), estes sipúnculos podem indicar uma recente entrada da raia no estuário. Estudos de padrões de movimentação da espécie entre os ecossistemas podem ajudar a compreender o uso do habitat por *D. guttata*.

Os moluscos e os crustáceos são espécies abundantes no estuário do Canal de Santa Cruz (Itapissuma–PE) (SILVA, 2004). Diferenças encontradas na dieta de *D. guttata* marinha e estuarina (Tab. VI) podem ser um reflexo da disponibilidade de alimento em cada ambiente. Sendo *D. guttata* uma espécie que se alimenta dos itens mais disponíveis em cada ecossistema, no estuário os crustáceos decápodes e moluscos, e no mar crustáceos decápodes e peixes. Estudos de disponibilidade de presas em ambos os ambientes amostrados são necessários para testar esta hipótese.

Cartamil et al. (2003) através de telemetria acústica observaram os movimentos de *D. lata* em Kaneohe Bay, Oahu, Havaí, que apresentou atividade limitada durante o dia, enquanto que no período noturno os indivíduos apresentavam movimentos mais extensos. Esse padrão de atividade noturna exibida por *D. lata* foi relacionado à exploração de recursos alimentares de natureza noturna (poliquetas, alfeídeos, gobídeos e siris) e a comportamento de evitar predadores.

Silva et al. (2001) e Carvalho Neta & Almeida (2002), baseando-se na relação entre o índice de repleção estomacal e o horário de captura dos indivíduos, sugerem que *D. guttata* seja uma raia de hábito alimentar noturno.

No presente trabalho, os indivíduos provenientes do ambiente marinho foram capturados durante o dia, e no ambiente estuarino os indivíduos foram capturados durante à noite. Desse modo, o número alto de estômagos vazios em indivíduos provenientes do

mar (56,25%) quando comparado aos indivíduos provenientes do estuário (24,21%) pode estar associado aos horários de captura corroborando que *D. guttata* seja uma raia que apresenta maior atividade alimentar no período noturno.

Em concordância ao que foi reportado para *D. lata* (CARTAMIL et al, 2003), a utilização de presas de natureza noturna como poliquetas, alfeídeos, gobídeos e siris pode estar mediando esse comportamento, visto que não há registro da presença de predadores para *D. guttata* nos ambientes estuarinos onde os indivíduos foram capturados.

O nível trófico (ACE) estimado para *D. guttata* (TL = 3,55) classifica a espécie como um mesopredador e a inclui dentro do valor esperado para raias da família Dasyatidae sugerido pela literatura, o qual varia entre 3,16 e 4,08 (JACOBSEN & BENNETT, 2012; TILLEY et al., 2013).

Mudanças na dieta ao longo do crescimento podem acarretar em mudanças ontogenéticas do nível trófico de espécies predadoras (GARRISON & LINK 2000; EBERT & BIZZARRO, 2007) entretanto, não houve diferença significativa no nível trófico calculado para as fases do ciclo de vida (Teste T. $t=0,86$, $p>0,05$), sexo (Teste T. $t=0,97$, $p>0,05$) ou ambiente (Teste T. $t=0,84$, $p>0,05$), mostrando uma dieta padronizada durante todo o crescimento e entre machos e fêmeas de *D. guttata*. Mesmo a mudança observada entre indivíduos capturados no mar e no estuário não é suficiente para alterar o nível trófico da espécie.

O nível trófico estimado com base no conteúdo estomacal para *D. guttata* foi inferior ao obtido para *D. americana* em Pernambuco (TL = 3,81) (QUEIROZ et al., 2016). Essa diferença é reflexo da composição diferenciada da dieta, como a notável contribuição dos peixes em *D. americana* (60,87% do IIR; QUEIROZ et al., 2016; Apêndice C) e a utilização de presas em níveis tróficos mais elevados como *Octopus vulgaris* (QUEIROZ et al., 2016; Apêndice C), que não fazem parte da dieta de *D. guttata*.

O nível trófico obtido para *D. guttata* com base no conteúdo estomacal se assemelha ao nível trófico obtido para outras Myliobatiformes, sobretudo de *Urotrygon rogersi* na Colômbia (Navia et al., 2016), *Urotrygon microphthalmum* em Pernambuco (Neto, 2015; Freitas, 2015), *D. americana* no Caribe (Tilley et al., 2013), *Neotrygon kuhlii*, *Neotrygon annotata* e *Neotrygon picta* na Austrália (Jacobsen & Bennett, 2012) (Tab. VIII).

Essa similaridade no nível trófico se deve à utilização de presas em comum. Todas as Myliobatiformes citadas apresentam macroinvertebrados bentônicos como crustáceos, moluscos e poliquetas, além de peixes bentônicos e epibentônicos, como importantes componentes de sua dieta. Desse modo, torna-se evidente o papel desses Myliobatiformes mesopredadores reestruturando as comunidades de organismos bentônicos e levando a energia da produção primária bentônica para níveis tróficos superiores em cada ecossistema que essas espécies ocupam (ORTH 1975; KARL & OBREBSKI 1976; SÁNCHEZ & OLASO, 2004; SÁNCHEZ et al., 2005; MYERS et al., 2007).

A detecção e a medição da dinâmica da rede alimentar é altamente complexa, tendo em conta ambientes heterogêneos, múltiplos grupos funcionais e interações que ocorrem entre espécies de vários níveis (HUSSEY et al., 2014). Mesmo utilizando análises de isótopos estáveis, se a dieta de um indivíduo muda ao longo do tempo, a assinatura isotópica do tecido irá integrar diferentes períodos de alimentação a depender da taxa de *turnover* do tecido específico (PINNEGAR & POLUNIN, 1999).

D. guttata é uma raia que passa parte de sua vida no ambiente estuarino e parte no ambiente costeiro (MELO, 2016), desse modo a alta variação observada tanto para o δN^{15} quanto para o δC^{13} reflete os múltiplos ambientes que *D. guttata* utiliza (POST, 2002; OLIN et al., 2013), tendo em vista que foram utilizados indivíduos de diferentes classes de tamanho, representando diferentes fases do ciclo de vida da espécie. (Tab. IX; Fig. 11).

Desse modo, um aumento no número amostral com representatividade em diferentes classes de tamanho é altamente recomendado, para que fatores como movimentos de *D. guttata* entre redes alimentares isotopicamente distintas sejam detectados e, desse modo, os resultados obtidos melhor interpretados (OLIN et al., 2013).

Além disso Giarrizzo et al. (2011) verificaram a contribuição de fontes autótrofas para uma rede alimentar no estuário do mangue de Curuçá, norte do Brasil, através de análise de isótopos estáveis e mostrou um amplo espectro da composição isotópica de carbono dos consumidores, indicando que diferentes fontes autotróficas são importantes nas redes alimentares intermareais de mangue.

Giarrizzo et al. (2011) estruturaram o ecossistema manguezal em três redes alimentares: (i) rede alimentar de mangue, onde as plantas vasculares contribuem direta ou indiretamente através de matéria orgânica particulada para o ^{13}C dos consumidores (por exemplo, *Ucides cordatus* e as cadeias alimentares zooplancívoras); (ii) rede alimentar de algas, onde as algas bentônicas são consumidas diretamente pelos consumidores (por exemplo, *Uca maracoani*, tainhas, poliquetas, outros peixes); (iii) rede alimentar mista onde os consumidores utilizam o carbono de diferentes fontes primárias (principalmente peixes bentívoros).

Por ter uma estratégia alimentar generalista oportunista, é provável que o amplo espectro de alimentação de *D. guttata* contenha organismos de diferentes teias tróficas, tornando a assinatura isotópica desta espécie uma composição de diferentes fontes de ^{13}C , além de ser influenciada tanto pelo aporte de ^{13}C estuarino quanto marinho. A aplicação de modelos de mistura adequados pode determinar quais as fontes de ^{13}C que contribuem para a assinatura isotópica de *D. guttata*.

D. americana possui uma vida costeira e pelágica, alguns indivíduos do presente estudo foram capturados próximo a quebra da plataforma e outros na região costeira,

próximo às praias. A variação do δC^{13} observada para a espécie reflete o gradiente de enriquecimento do carbono entre os ambientes costeiros e pelágicos (POST 2002; BORRELL et al., 2010; OLIN et al., 2013), sendo a assinatura isotópica do C^{13} na costa mais enriquecido do que no ambiente pelágico. Como foram obtidos indivíduos de diferentes classes de tamanho essa variação representa a vida pelágica e costeira da espécie.

De um modo geral, a assinatura isotópica do C^{13} e do N^{15} para as três *Dasyatis* sugere que *D. americana* e *D. marianae* são mais próximas entre si do que comparadas com *D. guttata*. Essa assinatura isotópica mais distante de *D. guttata* pode estar associada à vida estuarina da espécie, tendo sua assinatura isotópica influenciada pelo ambiente terrestre. A predação de *D. marianae* por *D. americana* (BRANCO NUNES et al., 2016) suporta a hipótese de estas duas espécies utilizam nichos tróficos mais próximos.

O nível trófico médio obtido para *D. guttata* através da análise de isótopos estáveis (AIE) foi 3.67, valor estatisticamente igual ao obtido através na análise de conteúdo estomacal (ACE) (Teste T. $t = 0,62$, $p > 0,05$). Assim, a utilização de *Sparisoma frondosum* como organismo *baseline* da cadeia trófica e o valor da constante de enriquecimento de $\delta^{15}N$ de 1,5 (GALVÁN et al., 2016) aparentam ser adequados à estimativa de nível trófico da espécie.

Hussey et al. (2013) observaram que o nível trófico de elasmobrânquios predadores muda a depender do nível trófico do organismo consumidor primário utilizado como *baseline*, e que a escolha por um organismo de nível trófico 2 ou 3 deve ser observada pois a escolha de um *baseline* inadequado pode acarretar estimativas de nível trófico subestimada dos predadores. Além de que valores do fator de discriminação dietético para espécies dentro da subclasse Elasmobranchii variam muito (OLIN et al., 2013).

De um modo geral as espécies de *Dasystis* analisadas em Pernambuco ocupam um espaço de nicho trófico relativamente próximo, similar ao que foi observado para espécies de batóides em Shark Bay, Austrália (VAUDO & HEITHAUS, 2011).

As assinaturas isotópicas diferentes de *D. guttata* quando comparada a *D. marianae* e *D. americana* são compatíveis a diferentes padrões de composição da dieta e uso do hábitat por essas espécies, visto que análise de isótopos estáveis é uma ferramenta útil e não letal para detectar pequenas variações de dieta influenciadas por mudanças na proporção das presas (GALVÁN-MAGAÑA et al., 2012; OLIN et al., 2013).

As interações que ocorrem entre as espécies nas redes alimentares são altamente complexas (HUSSEY et al., 2014). Estudos que visam compreender as relações tróficas desses predadores na cadeia alimentar são cruciais para compreender sua ecologia além de serem indicados como uma ótima ferramenta para conservação, ao estabelecer uma análise do ecossistema como um todo (BORNATOWSKI et al., 2010).

Assim como outras Myliobatiformes mesopredadoras (O'GORMAN & TOMPKINS, 2009), *D. guttata* promove papel ecológico importante no ambiente, atuando como predador de topo do ecossistema bentônico (EBERT E BIZARRO, 2007) e levando essa energia para cima da cadeia trófica ao servir de alimentos para predadores superiores, ligando esses predadores a níveis tróficos mais baixos, estabilizando e promovendo fluxo de energia nos ecossistemas que habita (VAUDO & HEITHAUS, 2011).

Por se tratar de uma espécie que explora o ambiente estuarino e marinho, *D. guttata* pode atuar como uma espécie-chave, promovendo fluxo de energia do ambiente bentônico estuarino ao topo da cadeia marinha ao ser predado por espécies de tubarão, acentuando a importância de medidas de manejo para essa espécie alvo da pesca (LESSA ET AL, 2009; MELO, 2015) e deficiente de dados (IUCN, 2017).

7 CONCLUSÕES

Dasyatis guttata apresenta comportamento alimentar generalista oportunista, se alimentando de vertebrados e invertebrados bentônicos, principalmente crustáceos decápodes, moluscos bivalves e peixes teleósteos;

Não há diferenças significativas na dieta entre os sexos ou entre as fases do ciclo de vida de *D. guttata*, embora sejam observadas mudanças na alimentação da espécie ao longo do crescimento;

Há diferenças na dieta de *D. guttata* quanto ao ambiente, onde no mar crustáceos decápodes e peixes contribuem mais para a dieta da espécie que, no estuário, se alimenta preferencialmente de crustáceos decápodes e moluscos bivalves;

D. guttata é um mesopredador, com nível trófico estimado em 3,55 com análise do conteúdo estomacal e 3,67 com análise de isótopos estáveis de ^{15}N ;

A assinatura isotópica do ^{13}C sugere que *D. guttata* usa o ambiente estuarino e costeiro, atuando em diferentes redes alimentares e utiliza nincho trófico próximo a *Dasyatis marianae* e *Dasyatis americana*.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.A. **Biologia e Ecologia Alimentar de *Dasyatis americana* Hildebrand & Schroeder, 1928 (Chondrichthyes: Dasyatidae) no Arquipélago de Fernando de Noronha**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro. Instituto de Biologia/UFRJ. 159 p. 2010. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp140646.pdf>> Acesso em 10 de janeiro de 2017.

AGUIAR, A.A. & VALENTIN, J.L. Biologia e ecologia alimentar de elasmobrânquios (Chondrichthyes: Elasmobranchii): uma revisão dos métodos e do estado da arte no Brasil. **Oecologia Australis**, 14(2): 464-489. 2010.

AJEMIAN, M.J. **Foraging ecology of large benthic mesopredators: effects of myliobatid rays on shellfish resources**. University of South Alabama, 2011.

ASCHLIMAN, N. C., CLAESON, K. M., & MCEACHRAN, J. D. “Phylogeny of batoida. Biology of sharks and their relatives”. Edited by JC Carrier, JA Musick, and MR Heithaus. Indiana University Press, Bloomington, Ind, 57-94. 2012.

ATKINSON, R.J.A.; GRAMITTO, M.E.; FROGLIA, C. Aspects of the biology of the burrowing shrimp *Alpheus glaber* (Olivi) (Decapoda: Caridea: Alpheidae) from the Central Adriatic. **OPHELIA** 57 (1): 27-42. 2003.

BALLANTYNE, J.S.J.: The inside story. The metabolism of elasmobranch fishes. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 118, n. 4, p. 703-742, 1997.

BASÍLIO, T. H.; FARIA, V.V. & FURTADO-NETO, M.A.A. Fauna de elasmobrânquios do estuário do rio Curu, Ceará, Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, 41(2): 65-72. 2008

BEDORE, C.N. **Visual and electrosensory ecology of batoid elasmobranchs**. 2013. Tese de Doutorado. Florida Atlantic University Boca Raton, FL. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Christine_Bedore/publication/263091126_Visual_and_electrosensory_ecology_of_batoid_elasmobranchs/links/0deec539e5933e7605000000.pdf> Acesso em 10 de janeiro de 2017.

BIGELOW, H. B. & SCHROEDER, W. C.; Fishes of the Western North Atlantic. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. **Memoirs Sears Foundation Marine Research**, v. 1, pp. 1-558. 1953.

BIZZARRO, J. J., ROBINSON, H. J., RINEWALT, C. S., & EBERT, D. A. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. **Environmental Biology of Fishes**, 80(2-3), 197-220. 2007.

BLOCH, M. E.; SCHNEIDER, J. G. *Systema Ichthyologiae iconibus*. 1801.

BLONDER, B.1. & W .S. ALEVISON. Prey discrimination and electroreception in *Stigra dasvatis sabina*. **Copeia** 1: 33 -36. 1988.

BORNATOWSKI, H., WOSNICK, N., DO CARMO, W. P. D., CORRÊA, M. F. M.; ABILHOA, V. Feeding comparisons of four batoids (Elasmobranchii) in coastal waters of southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 94(07), 1491-1499. 2014.

BORNATOWSKI, H.; ROBERT, M.C.; COSTA, L. Feeding of guitarfish *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1972) (Elasmobranchii, Rhinobatidae), the target of artisanal fishery in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. 1, p. 45-52, 2010.

BORRELL, A., CARDONA, L., KUMARRAN, R. P., AGUILAR, A. Trophic ecology of elasmobranchs caught off Gujarat, India, as inferred from stable isotopes. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, fsq170. 2010.

BOUTTON, T.W. Stable carbon isotope ratios of natural materials: II. Atmospheric, terrestrial, marine, and freshwater environments. **Carbon isotope techniques**, v. 1, p. 173, 1991.

BRICKLE, P., LAPTIKHOVSKY, V., POMPERT, J., BISHOP, A. Ontogenetic changes in the feeding habits and dietary overlap between three abundant rajid species on the Falkland Islands' shelf. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, 83(05), 1119-1125. 2003.

CABANA, G.; RASMUSSEN, J.B. Comparison of aquatic food chains using nitrogen isotopes. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 93, n. 20, p. 10844-10847, 1996.

CAMHI, M.; FOWLER, S.; MUSICK, J.; BRAUTGAM, A.; FORDHAM, F. S. **Sharks and their relatives: ecology and conservation**. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission 20. 39p., 1998.

CARMONA, N.; SAMPAIO, I.; SANTOS, S.; SOUZA, R.F.C.; SCHNEIDER, H., 2008. Identificação de Arraias Marinha Comerciais da Costa Norte Brasileira com Base em Sequências de DNA Mitocondrial. **Bol. Téc. Cient. CEPNOR**, Belém, v.8, n.1, p. 51-58, 2008.

CARQUEIJA, C.R.G.; FILHO, J.J.S.; GOUVÊA, E.P.; QUEIROZ, E.L. Decápodos (Crustácea) utilizados na alimentação de *Dasya tis guttata* (Bloch & Schneider) (Elasmobranchii, Dasyatidae) na área de influência da Estação Ecológica Ilha do Medo, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 12 (4): 833 – 838. 1995.

CARTAMIL, D. P., VAUDO, J. J., LOWE, C. G., WETHERBEE, B. M.,; HOLLAND, K. N. Diel movement patterns of the Hawaiian stingray, *Dasyatis lata*: implications for ecological interactions between sympatric elasmobranch species. **Marine Biology**, 142(5), 841-847. 2003.

CARVALHO NETA, R.N.F.; ALMEIDA, Z.S. Aspectos alimentares de *Dasyatis guttata* (Elasmobranchii, Dasyatidae) na costa maranhense. **Bol. Lab. Hidrobiol.**, 14/15: 77-98 2001/2002.

CAUT, S.; JOWERS, M. J., MICHEL, L., LEPOINT, G.,; FISK, A. Diet and tissue-specific incorporation of isotopes in the shark *Scyliorhinus stellaris*, a North Sea mesopredator. **Marine Ecology. Progress Series**, v. 492, p. 185-198, 2013.

CLARK, R.S. Rays and skates (Rajidae) No. 1 – Egg-capsules and young. **Mar. Biol Ass. U.K.**, 12(4): 578-643. 1922.

CLARKE K.R.; GORLEY R.N. PRIMER v6: User manual. Plymouth: PRIMER-E. 2006.

COELHO, P.A.; ALMEIDA, A.O.; SOUZA-FILHO, J.F.; BEZERRA, L.E.A.; GIRALDES, W. Diversity and distribution of the marine and estuarine shrimps (Dendrobranchiata, Stenopodidea and Caridea) from North and Northeast Brazil. **Zootaxa** 1221: 41–62. ISSN 1175-5334. 2006.

COELHO, P.A.; RAMOS, M.A. A constituição e a distribuição da fauna de decápodos do litoral leste da América do Sul entre as latitudes de 5° N e 39° S. **Trab. Oceanogr.** Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1972.

COMPAGNO, L. J. V., "Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space", **Environmental Biology of Fishes**, v. 54, pp. 726-738. 1990.

CORTÉS, E. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 54: 726-738. 1997.

CORTÉS, E. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. **ICES Journal of Marine Science**, 56: 707-717. 1999.

COSTA, T.L.A.; THAYER, J.A.; MENDES, L.F. Population characteristics, habitat and diet of a recently discovered stingray *Dasyatis marianae*: implications for conservation. **Journal of Fish Biology**, doi:10.1111/jfb.12572. 2015.

DALE, J. J., WALLSGROVE, N. J., POPP, B. N., & HOLLAND, K. N. Nursery habitat use and foraging ecology of the brown stingray *Dasyatis lata* determined from stomach contents, bulk and amino acid stable isotopes. **Marine Ecology Progress Series**, 433, 221-236. 2011.

DEAN, M. N., WILGA, C. D., SUMMERS, A. P. Eating without hands or tongue: specialization, elaboration and the evolution of prey processing mechanisms in cartilaginous fishes. **Biology letters**, 1(3), 357-361. 2005.

DITADI, A.S.F.; MIGOTTO, A.E. O Filo Sipuncula: guia para coleta, identificação e manutenção em laboratório. Brasília, 44p. CNPq. CED, 1982.

DOBUSH, G.R.; ANKNEY, C.D.; KREMENTZ, D.G. The effect of apparatus, extraction time, and solvent type on lipid extractions of snow geese. **Canadian journal of zoology**, v. 63, n. 8, p. 1917-1920, 1985.

EBERT, D.A. & BIZZARRO, J.J. Standardized diet compositions and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). **Environmental Biology of Fishes**, 80: 221-237. 2007.

EBERT, D.A.; COMPAGNO, L.J.V. Biodiversity and systematics of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). **Environmental Biology of Fishes**, Volume 80, Issue 2-3, pp 111-124. 2007.

ELLIS, J.K. **Diet of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in Chesapeake Bay and adjacent waters**. 2003. 126 f. Tese (Degree of Master of Science) The College of William and Mary in Virginia. Disponível em <<http://www.vims.edu/library/Theses/Ellis03.pdf>>. Acesso em 2 de janeiro de 2017.

ETEPE. Ecologia dos Tubarões no litoral do Estado de Pernambuco. Relatório Técnico Científico (1995). UFRPE, Departamento de Pesca, 213p.

FIGUEREDO, J. L., MENEZES, M. P. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. Introdução: Cações, Raias e Quimeras. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 104p, ilustr. 1977.

FREITAS, D.J.V. **Hábito alimentar de *Urotrygon microphthalmum* (Delsman, 1941), e de *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) capturadas na pesca de camarões no Nordeste do Brasil**. 88 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

GALVÁN, D. E.; JAÑEZ, J.; IRIGOYEN, A. J. Estimating tissue-specific discrimination factors and turnover rates of stable isotopes of nitrogen and carbon in the smallnose fanskate *Sympterygia bonapartii* (Rajidae). **Journal of fish biology**, v. 89, n. 2, p. 1258-1270, 2016.

GALVÁN-MAGAÑA, F., MÁRQUEZ-FARÍAS, J. F.; NIÑO-TORRES, C. A. Feeding ecology and trophic level of the banded guitarfish, *Zapteryx exasperata*, inferred from stable isotopes and stomach contents analysis. **Environmental biology of fishes**, 95(1), 65-77. 2012.

GARRISON, L.P.; LINK, J.S. Fishing effects on spatial distribution and trophic guild structure of the fish community in the Georges Bank region. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, v. 57, n. 3, p. 723-730, 2000.

GIANETI M.D. **Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Elasmobranchii, Dasyatidae) na região de caçara do norte – RN.** 2011. 87 f. Tese (Doutorado em Oceanografia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21131/tde-19042012-145635/en.php>>. Acesso em 4 de janeiro de 2017.

GIARRIZZO, T.; SCHWAMBORN, R.; SAINT-PAUL, U.. Utilization of carbon sources in a northern Brazilian mangrove ecosystem. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 95, n. 4, p. 447-457, 2011.

GILLIAM, D., SULLIVAN, K. M. Diet and feeding habits of the southern stingray *Dasyatis americana* in the Central Bahamas. **Bulletin of Marine Science**, v.52, n.3, pp.1007-1013. 1993.

GRUBBS, R.D. Ontogenetic shifts in movements and habitat use. **Sharks and their relatives II: Biodiversity, adaptive physiology, and conservation.** CRC Press, Boca Raton, p. p319-350, 2010.

HEITHAUS, M. R., FRID, A., WIRSING, A. J., & WORM, B. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. **Trends in Ecology & Evolution**, 23(4), 202-210. 2008.

HOBSON, K. A., SEASE, J. L., MERRICK, R. L., & PIATT, J. F. Investigating trophic relationships of pinnipeds in Alaska and Washington using stable isotope ratios of nitrogen and carbon. **Marine Mammal Science**, 13(1), 114-132. 1997.

HUSSEY, N. E., DUDLEY, S. F., MCCARTHY, I. D., CLIFF, G., FISK, A. T. Stable isotope profiles of large marine predators: viable indicators of trophic position, diet, and movement in sharks?. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 68(12), 2029-2045. 2011.

HUSSEY, N. E., MACNEIL, M. A., MCMEANS, B. C., OLIN, J. A., DUDLEY, S. F., CLIFF, G., ... & FISK, A. T. Rescaling the trophic structure of marine food webs. **Ecology Letters**, 17(2), 239-250. 2014.

HUSSEY, N. E., MACNEIL, M. A., OLIN, J. A., MCMEANS, B. C., KINNEY, M. J., CHAPMAN, D. D., FISK, A. T. Stable isotopes and elasmobranchs: tissue types,

methods, applications and assumptions. **Journal of Fish Biology**, 80(5), 1449-1484. 2012.

HUSSEY, N.E.; MACNEIL, M. A.; FISK, A.T. The requirement for accurate diet-tissue discrimination factors for interpreting stable isotopes in sharks. **Hydrobiologia**, v. 654, n. 1, p. 1-5, 2010.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. 2017. Disponível em <<http://www.iucnredlist.org/details/22105/0>>. Acesso em: 01 jan. 2017.

JACOBSEN, I. P.; BENNETT, M. B. A comparative analysis of feeding and trophic level ecology in stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and electric rays (Rajiformes: Torpedinoidei). **PloS one**, v. 8, n. 8, p. e71348, 2013.

JACOBSEN, I. P.; BENNETT, M. B. Life history of the blackspotted whipray *Himantura astra*. **Journal of Fish Biology**, v. 78, n. 4, p. 1249-1268, 2011.

JACOBSEN, I.P.; BENNETT, M.B. Feeding ecology and dietary comparisons among three sympatric *Neotrygon* (Myliobatoidei: Dasyatidae) species. **Journal of Fish Biology** 80, 1580–1594. 2012.

JORDAN, L. K., MANDELMAN, J. W., MCCOMB, D. M., FORDHAM, S. V., CARLSON, J. K.,; WERNER, T. B. Linking sensory biology and fisheries bycatch reduction in elasmobranch fishes: a review with new directions for research. **Conservation Physiology**, 1(1), cot002. 2013.

KARL, S.; OBREBSKI, S. The feeding biology of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Tomales Bay, California. In: Simenstad CA, Lipovski SJ (eds) Fish food habit studies. Washington Sea Grant, Seattle, pp 181–186. 1976.

KIM, S.L.; KOCH, P.L. Methods to collect, preserve, and prepare elasmobranch tissues for stable isotope analysis. **Environmental Biology of Fishes**, v. 95, n. 1, p. 53-63, 2012.

KREBS C.J. (1999) Ecological methodology. Menlo Park, CA: Addison Wesley.

KYNE, P. M.; COURTNEY, A. J.; BENNETT, M. B. Aspects of reproduction and diet of the Australian endemic skate *Dipturus polyommata* (Ogilby)(Elasmobranchii:

Rajidae), by-catch of a commercial prawn trawl fishery. **Journal of Fish Biology**, v. 72, n. 1, p. 61-77, 2008.

LAST, PETER R.; NAYLOR, G. J.; MANJAJI-MATSUMOTO, B. MABEL. A revised classification of the family Dasyatidae (Chondrichthyes: Myliobatiformes) based on new morphological and molecular insights. **Zootaxa**, v. 4139, n. 3, p. 345, 2016.

LESSA, R. T. P.; BARRETO, R. R.P.; QUAGGIO, A. L. C.; VALENCA, L. R.; SILVA, F. M. S.; YOKOTA, L.; GIANETI, M. D. Levantamento das espécies de Elasmobrânquios capturados por aparelhos-de-pesca que atuam no berçário de Caiçara do Norte (RN). **Arq. Ciên. Mar**, v.41, p.58-64, 2008.

LESSA, R., F.M. SANTANA, G. RINCÓN, O.B.F. GADIG & A.C.A. El-Deir. Biodiversidade de elasmobrânquios do Brasil. In: Workshop para avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha do Brasil. Relatório técnico (CD-ROM). Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília. 2002.

LESSA, R.P.; NÓBREGA, M.F.; SANTANA, F.M. Peixes Marinhos da Região Nordeste do Brasil. 1º ed. Martins e Cordeiro Ltda. Fortaleza, 208p. 2009.

LOGAN, J.M.; LUTCAVAGE, M.E. Reply to Hussey et al.: the requirement for accurate diet-tissue discrimination factors for interpreting stable isotopes in sharks. **Hydrobiologia**, v. 654, n. 1, p. 7-12, 2010.

LÓPEZ-GARCÍA, J., NAVIA, A. F., MEJÍA-FALLA, P. A.,; RUBIO, E. A. Feeding habits and trophic ecology of *Dasyatis longa* (Elasmobranchii: Myliobatiformes): sexual, temporal and ontogenetic effects. **Journal of Fish Biology**, 80(5), 1563-1579. 2012.

LÖWEMARK, L. Evidence for targeted elasmobranch predation on thalassinidean shrimp in the Miocene Taliao Formation, NE Taiwan. **Lethaia**, Vol. 48, pp. 227–234. 2015.

MALPICA-CRUZ, L. MALPICA-CRUZ, L., HERZKA, S. Z., SOSA-NISHIZAKI, O.,; LAZO, J. P. Tissue-specific isotope trophic discrimination factors and turnover rates in a marine elasmobranch: empirical and modeling results. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 69, n. 3, p. 551-564, 2012.

MANETTA, G.I. & BENEDITO-CECILIO, E. Aplicação da técnica de isótopos estáveis na estimativa da taxa de *turnover* em estudos ecológicos: uma síntese. **Acta Scientiarum: Biological Sciences** 25: 121-129. 2003.

MARION, C. **Função da Baía de Todos os Santos, Bahia, no ciclo de vida da Arraiabranca, *Dasyatis guttata* (Elasmobranchii: Dasyatidae)**. 2015. 181p. Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21134/tde-22072015-154346/publico/Tese_Camila_Marion_Corrigida.pdf >. Acesso em 8 de janeiro de 2017.

MARSHALL, A. D.; KYNE, P. M.; BENNETT, M. B. Comparing the diet of two sympatric urolophid elasmobranchs (Trygonoptera testacea Müller & Henle and Urolophus kapalensis Yearsley & Last): evidence of ontogenetic shifts and possible resource partitioning. **Journal of Fish Biology**, v. 72, n. 4, p. 883-898, 2008.

McEACHRAN, J. D.; CARVALHO, M. R.; "Dasyatidae". In: CARPENTER, K. E. (ed). *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, Molluscs, Crustaceans, Hagfishes, Sharks, Batoid fishes and Chimaeras (FAO Species Identification Guide for Fisheries Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5)*. Rome, Italy, FAO. 2002.

MELO, A. C. M.; ARAÚJO, M. L. G.; LESSA, R. P. T. Biologia reprodutiva e pesca de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) em Pernambuco-Brasil. IN: III Simpósio Iberoamericano de Ecologia Reprodutiva, Recrutamento e Pesca, 3, 2015. Porto de Galinhas. Livro Rápido. Olinda, 234p.

MELO, A.C.M. **Biologia reprodutiva e pesca da raia *Dasyatis guttata* (Block & Schneider, 1801) (Elasmobranchii: Dasyatidae) na plataforma continental de Pernambuco, Brasil**. 98 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

MENESES, T.S.; SANTOS, F.N.; PEREIRA, C.W. Fauna de elasmobrânquios do litoral do Estado de Sergipe, Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v.38, p. 79- 83. 2005.

MENNI, R.C.; LESSA, R.P. The Chondrichthyan community off Maranhão (northeastern Brazil). II Biology of species. **Acta.ZoológicaLilloana**, v.44, n 1, p. 69-89, 1998.

MOLINA, J.M.; CAZORLA, A.L. Biology of *Myliobatis goodei* (Springer, 1939), a widely distributed eagle ray, caught in northern Patagonia. **Journal of Sea Research**, v. 95, p. 106-114, 2015.

MORRISSEY, J.F.; SUMICH, J.L. Introduction to the biology of marine life. United States of America, 403p. 2004

MULVANY, S.; MOTTA, P.J. Prey capture kinematics in batoids using different prey types: Investigating the role of the cephalic lobes. **J. Exp. Zool.** 321A:515–530. 2014.

MYERS, R., BAUM, J.K., SHEPHERD, T.D., POWERS, S.P., PETERSON, C.H. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. **Science** 315, 1846–1850. 2007.

NAKANE, Y.; SUDA, Y.; SANO, Mitsuhiro. Food habits of fishes on an exposed sandy beach at Fukiagehama, South-West Kyushu Island, Japan. **Helgoland Marine Research**, v. 65, n. 2, p. 123, 2010.

NAVIA, A. F., CORTÉS, E., JORDÁN, F., CRUZ-ESCALONA, V. H., & MEJÍA-FALLA, P. A. Changes to marine trophic networks caused by fishing. **Ecosystem book**, 1, 417-452. 2012.

NAVIA, A. F., CRUZ-ESCALONA, V. H., GIRALDO, A., & BARAUSSE, A. The structure of a marine tropical food web, and its implications for ecosystem-based fisheries management. **Ecological Modelling**, 328, 23-33. 2016.

NAVIA, A.F.; CORTÉS, E.; MEJÍA-FALLA, P.A. Topological analysis of the ecological importance of elasmobranch fishes: A food web study on the Gulf of Tortugas, Colombia. **Ecological modelling**, v. 221, n. 24, p. 2918-2926, 2010.

NETO, J.S. **Dinâmica populacional da raia *Urotrygon microphthalmum* Delsman, 1941 no Nordeste do Brasil**. 134 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em <<http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/13980>>. Acesso em 3 de janeiro de 2017.

NEWSOME, S.D.; CLEMENTZ, M.T.; KOCH, P.L. Using stable isotope biogeochemistry to study marine mammal ecology. **Marine Mammal Science**, v. 26, n. 3, p. 509-572, 2010.

O'GORMAN, E. J., & EMMERSON, M. C. Perturbations to trophic interactions and the stability of complex food webs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(32), 13393-13398. 2009.

OLIN, J. A., HUSSEY, N. E., GRGICAK-MANNION, A., FRITTS, M. W., WINTNER, S. P., & FISK, A. T. Variable $\delta^{15}\text{N}$ diet-tissue discrimination factors among sharks: implications for trophic position, diet and food web models. **PloS one**, 8(10), e77567. 2013

ORTH, R. Destruction of eelgrass, *Zostera marina*, by the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in the Chesapeake Bay. *Chesapeake Sci* 16:205–208. 1975.

PACE, M. L., COLE, J. J., CARPENTER, S. R., & KITCHELL, J. F. Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. **Trends in ecology & evolution**, 14(12), 483-488. 1999.

PETERSON, B. J.; FRY, B. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:293-320. 1987.

PINKAS, L.; OLIPHANT, M.S. & IVERSON, I.L.K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. **California Fish and Game**, 152: 1-105. 1971

PINNEGAR, J. K., POLUNIN, N. V. C. Differential fractionation of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ among fish tissues: implications for the study of trophic interactions. **Functional Ecology**, 13: 225-231. 1999.

POST, D. M., LAYMAN, C. A., ARRINGTON, D. A., TAKIMOTO, G., QUATTROCHI, J., & MONTANA, C. G. Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. **Oecologia**, 152(1), 179-189. 2007.

POST, D.M. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. **Ecology**, 83: 703–18. 2002.

QUEIROZ, A.P.N.; LESSA, R.P.T.; ARAUJO, M.L.G. Aspectos da Ecologia Alimentar de Duas Espécies de Dasyatis (Dasyatidae: Myliobatoidei) do Litoral de Pernambuco, Brasil. IX Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios – SBEEL. **Livro de Resumos**. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Penedo, Alagoas. 2016.

QUEIROZ, A.P.N.; LESSA, R.P.T.; FREITAS, D.J.V.; ARAÚJO, M.L.G. Dieta de *Dasyatis mairiana* (Gomes, Rosa & Gadig, 2000) (Dasyatidae: Myliobatoidei) no litoral de Pernambuco, Brasil. IV Encuentro Colombiano sobre Condrictios. **Livro de Resumos**. Medellín, 2014.

RAMOS, M.A. A; COELHO, P. Sinópsese dos crustáceos decápodos brasileiros: Família Pasiphaeidae, Gênero *Leptochaeta* Stimpson, 1860. **Trab. Oceanogr.** Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 23:129-133. 1994.

RICHERT, J.E.; GALVÁN-MAGAÑA, F.; KLIMLEY, A. P.. Interpreting nitrogen stable isotopes in the study of migratory fishes in marine ecosystems. **Marine Biology**, v. 162, n. 5, p. 1099-1110, 2015.

ROSA, R. S., & GADIG, O. B. F. (2014). Conhecimento da diversidade dos Chondrichthyes marinhos no Brasil: a contribuição de José Lima de Figueiredo. Arquivos de Zoologia (São Paulo), 45(esp), 89-104.

ROSS, S.T. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. **Copeia**, p. 352-388, 1986.

ROUNICK, J. S.; WINTERBOURN, M. J. Stable carbon isotopes and carbon flow in ecosystems. **BioScience**, v. 36, n. 3, p. 171-177, 1986.

RUOCCO, N.L.; LUCIFORA, L.O. Ecological singularity of temperate mesopredatory myliobatoid rays (Chondrichthyes: Myliobatiformes). **Marine and Freshwater Research**, 2016.

SÁNCHEZ, F.; IGNACIO, O. "Effects of fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem." Ecological Modelling 172.2 (2004): 151-174.

SÁNCHEZ, F.; RODRÍGUEZ-CABELLO, C.; OLASO, I. The role of elasmobranchs in the Cantabrian Sea shelf ecosystem and impact of the fisheries on them. **J. Northwest Atl. Fish. Sci.** 35, 467–480. 2005.

SANTOS, A.M.A.; LESSA, R.P.T.; SANTANA, F.M.; ARAUJO, M.L.G. Análise de anéis etários de *Dasyatis guttata* (Batoidea: Myliobatiformes) capturada pela pesca artesanal em Pernambuco. IX Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de

Elasmobrânquios – SBEEL. **Livro de Resumos**. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Penedo, Alagoas. 2016.

SHIBUYA, A.; ROSA, R.S. Diet composition of *Dasyatis marianae* (Elasmobranchii: Dasyatidae) off Paraíba State, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, 44(2): 89 – 92. 2011.

SILVA, G.B.D.; VIANA, M.S.R. & FURTADO-NETO, M.A.A. Morfologia e alimentação da raia *dasyatis guttata* (Chondrichthyes:Dasyatidae) na Enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ceará. **Arq. Ciên. Mar, Fortaleza**, 34: 67 – 75. 2001.

SILVA, L.A. **Sedimentologia do Canal de Santa Cruz – Ilha de Itamaracá – PE**. 2004. 131 f. Dissertação (Geociências) Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Disponível em < http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/6600/arquivo6875_1.pdf?sequence=1 > Acesso em 5 de janeiro de 2017.

SIMPFENDORFER, C.A.; HEUPEL, M.R.; WHITE, W.T.; DULVY, N.K. The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. **Marine and Freshwater Research**, v. 62, n. 6, p. 518- 27. 2011.

SISNEROS, J.A.; TRICAS, T.C. Neuroethology and life history adaptations of the elasmobranch electric sense. **Journal of Physiology-Paris**, v. 96, n. 5, p. 379-389, 2002.

SOLEDADE, G.O.; ALMEIDA, A.O. Snapping shrimps of the genus *Alpheus* Fabricius, 1798 from Brazil (Caridea: Alpheidae): updated checklist and key for identification. **Nauplius** 21(1): 89-122. 2013.

SOMMERVILLE, E.; PLATELL, M.E.; WHITE, W.T.; JONES, A.A.; POTTER, I.C. Partitioning of food resources by four abundant, co-occurring elasmobranch species: relationships between diet and both body size and season. **Marine and Freshwater Research**, 62: 54–65. 2011.

SZCZEPANSKI JR, J.A.. **Feeding ecology of skates and rays in Delaware and Narragansett Bays: An analysis of resource usage**. Dissertation Abstracts International. Vol. 74, no. 08, suppl. B, 217 p. 2013, 217. 0, 2013. UNIVERSITY OF RHODE ISLAND, 2013. Disponível em < <http://search.proquest.com/docview/1351407044> >. Acesso em 7 de janeiro de 2017.

TAKEUCHI, S.; TAMAKI, A. Assessment of benthic disturbance associated with stingray foraging for ghost shrimp by aerial survey over an intertidal sandflat. **Continental Shelf Research**, v. 84, p. 139-157, 2014.

TILLEY A.; LÓPEZ-ANGARITA J.; TURNER, J.R. Diet Reconstruction and Resource Partitioning of a Caribbean Marine Mesopredator Using Stable Isotope Bayesian Modelling. **PLoS ONE** 8(11): e79560. doi:10.1371. 2013.

VANDER ZANDEN, M. J., SHUTER, B. J., LESTER, N.; RASMUSSEN, J. B. Patterns of food chain length in lakes: a stable isotope study. **The American Naturalist**, 154(4), 406-416. 1999.

VAUDO, J.J.; HEITHAUS, M.R. Dietary niche overlap in a nearshore elasmobranch mesopredator community. **Marine Ecology Progress Series**, v. 425, p. 247-260, 2011.

VERNBERG, W.B.; VERNBERG, F.J. Environmental physiology of marine animals. New York, 346p. 1972.

WEIGMANN, S. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. **Journal of Fish Biology**. 88, 837–1037 doi:10.1111/jfb.12874. 2016.

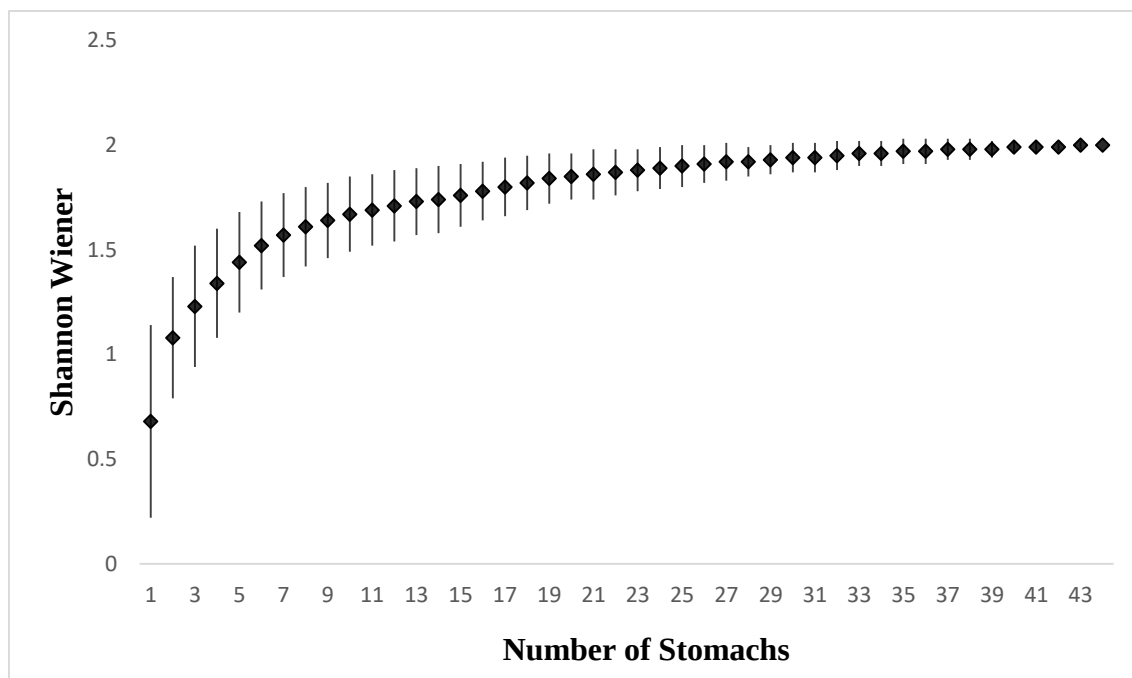
WETHERBEE, B.M. & CORTÉS, E., **Food consumption and feeding habits**. Pp 225-246, In Carrier, J.C., Musick, J.A., Heithaus, M.R. (eds). *Biology of sharks and their relatives*, Boca Raton, USA, CRC Press LLC. 2004.

YICK, J. L.; TRACEY, S. R.; WHITE, R. W. G. Niche overlap and trophic resource partitioning of two sympatric batoids co-inhabiting an estuarine system in southeast Australia. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 27, n. 5, p. 1272-1277, 2011.

YOKOTA, L., & LESSA, R. P. Reproductive biology of three ray species: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) and *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa & Gadig, 2000, caught by artisanal fisheries in Northeastern Brazil **Cahiers de biologie marine**, 48(3), 249-257. 2007.

ZANDEN, M.; RASMUSSEN, J.B. Primary consumer $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ and the trophic position of aquatic consumers. **Ecology**, v. 80, n. 4, p. 1395-1404, 1999.

**APÊNDICE A - CURVA DE ACUMULAÇÃO DOS ITENS
ALIMENTARES DE *Dasystis marianae***



Apêndice A – Curva de acumulação e desvio padrão do índice de diversidade de Shannon-Wiener dos itens alimentares presentes nos estômagos de *Dasystis marianae* coletadas na costa de Pernambuco, Brasil de julho/2013 a Outubro/2016.

APÊNDICE B - IIR% DOS ITENS ALIMENTARES DE *Dasystis marianae*

Apêndice B – Frequência de Ocorrência (O%), Frequência Numérica (N%), Frequência em Peso (P%) e Índice de Importância Relativa em porcentagem (IIR%) dos itens alimentares de *Dasystis mariana* coletadas na costa de Pernambuco, Brasil de julho/2013 a outubro/2016.

Itens	O	%FO	N	%N	W	%W	IRI	%IRI	OI
Phylum Sipuncula									
Sipuncula n.i.	2	4.55	2	0.44	0.72	1.07	6.86	0.14	12
Phylum Annelida									
Class Polychaeta									
Polychaeta n.i.	24	54.55	29	6.32	18.06	26.73	1802.87	36.02	1
Phylum Arthropoda									
Class Crustacea									
Order Decapoda									
Suborder Pleocyemata									
Family Palinuridae									
Palinuridae n.i.	1	2.27	1	0.22	0.045	0.07	0.65	0.01	17
Suborder Dendrobranchiata									
Dendrobranchiata n.i.	23	52.27	105	22.88	2.54	3.76	1392.08	27.81	2
Family Penaeidae									
<i>Rimapenaeus constrictus</i>	1	2.27	2	0.44	0.26	0.39	1.88	0.04	15
<i>Sicyonia parri</i>	1	2.27	2	0.44	0.07	0.10	1.22	0.02	16
Family Caridae									

<i>Leptocheila serratorbita</i>	12	27.27	53	11.55	0.58	0.86	338.27	6.76	4
Family Sergestoidea									
Sergestoidea n.i.	3	6.82	95	20.7	0.54	0.8	146.57	2.93	8
Suborder Brachyura									
Brachyura n.i.	8	18.18	9	1.96	5.79	8.57	191.44	3.82	6
Family Portunidae									
Portunidae n.i.	2	4.55	2	0.44	0.98	1.45	8.58	0.17	11
Suborder Pleocyemata									
Pleocyemata n.i.	2	4.55	3	0.65	0.17	0.26	4.14	0.08	13
Order Amphipoda									
Amphipoda n.i.	1	2.27	6	1.31	0.02	0.02	3.03	0.06	14
Order Isopoda									
Isopoda n.i.	10	22.73	85	18.52	0.57	0.85	440.15	8.79	3
Order Stomatopoda									
Stomatopoda n.i.	7	15.91	18	3.92	1.72	2.54	102.81	2.05	10
Family Squillidae									
<i>Meiosquilla schmitti</i>	6	13.64	34	7.41	6.7	9.92	236.22	4.72	5
Phylum Chordata									
Class Actinopterygii									
Teleosteo n.i.	6	13.64	6	1.31	8.41	12.45	187.64	3.75	7
Family Holocentridae									
<i>Holocentrus adscensionis</i>	2	4.55	5	1.09	20.38	30.17	142.07	2.84	9
TOTAL	44	100	457	100	67.55	100	5006.49	100	

Itens	FO	%FO	N	%N	M	%M	IRI	%IRI	OI
Filó Arthropoda									
Classe Crustacea									
Ordem Decapoda									
Família Sicyoniidae									
Sicyonia sp.	1	8.33	2	7.14	0.1	0.34	62.35	1.23	8
Subordem Brachyura									
Brachyura n.i.	1	8.33	1	3.57	0.009	0.03	30.02	0.59	9
Família Portunidae									
Portunidae n.i.	1	8.33	2	7.14	4.39	14.91	183.79	3.61	5
Ordem Isopoda									
Isopoda n.i.	1	8.33	1	3.57	0.02	0.05	30.21	0.59	
Ordem Stomatopoda									
Stomatopoda n.i.	1	8.33	3	10.71	2.22	7.54	152.13	2.99	6
Família Squillidae									
Squillidae n.i	2	16.67	3	10.71	0.33	1.12	197.25	3.88	4
Filó Mollusca									

Classe Bivalvia									
Bivalvia n.i.	2	16.67	2	7.14	0.32	1.08	137.03	2.69	7
Classe Cephalopoda									
Ordem Octopoda									
Família Octopodidae									
<i>Octopus vulgaris</i>	2	16.67	4	14.29	4.35	14.78	484.36	9.52	3
Filo Sipuncula									
Sipuncula n.i.	2	16.67	3	10.71	9.44	32.07	713.00	14.02	2
Filo Chordata									
Classe Actinopterygii									
Teleósteo n.i.	7	58.33	7	25.00	8.27	28.08	3096.40	60.87	1
TOTAL	12		28		29.44		5086.54	100.00	