

DANTE JORDÃO DE VASCONCELOS FREITAS

**HÁBITO ALIMENTAR DE *Urotrygon microphthalmum* (Delsman, 1941), E
DE *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) CAPTURADAS NA PESCA DE
CAMARÕES NO NORDESTE DO BRASIL**

RECIFE,

2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**HÁBITO ALIMENTAR DE *Urotrygon microphthalmum* (Delsman, 1941), E
DE *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) CAPTURADAS NA PESCA DE
CAMARÕES NO NORDESTE DO BRASIL**

Dante Jordão de Vasconcelos Freitas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Prof^a Dr^a. Rosangela Lessa
Orientadora

**Recife,
Fevereiro/2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

F866h Freitas, Dante Jordão de Vasconcelos
Hábito alimentar de *Urotrygon microphthalmum* (Delsman, 1941),
e de *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) capturadas na pesca de
camarões no nordeste do Brasil / Dante Jordão de Vasconcelos
Freitas. – 2015.
88 f. : il.

Orientadora: Rosângela Paula Teixeira Lessa.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura, Recife, BR-PE, 2015.
Inclui referências.

1. Alimentação 2. Raias 3. Elasmobrânquios 4. Fauna
acompanhante I. Lessa, Rosângela Paula Teixeira, orient. II. Título

CDD 639

UNIVERSIDADE FERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**HÁBITO ALIMENTAR DE *Urotrygon microphthalmum* (Delsman, 1941) E
DE *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) CAPTURADAS NA PESCA DE
CAMARÕES NO NORDESTE DO BRASIL**

Dante Jordão de Vasconcelos Freitas

Dissertação julgada adequada para obtenção
do título de mestre em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura. Defendida e aprovada em
18/02/2011 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof^a. Dr^a. Rosangela Lessa - Presidente
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr^a. Maria Lúcia Góes de Araújo - Membro Externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira - Membro Interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Teodoro Vaske Júnior - Suplente
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus Experimental do Litoral
Paulista

Dr^a. Tatiane do Nascimento Medeiros - Suplente
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha família,
pelo eterno e incondicional apoio em
qualquer situação durante essa jornada.

Freedom

*“... I've come too far to go back now.
I'm looking for freedom,
and to find it, cost everything I have.*

...

*Oh, not giving up there's always been hard,
but if I do things the easy way, I won't get far.
Life hasn't been very kind to me lately,
but I suppose it's a push for moving on.*

...

*Well, I'm looking for freedom,
and to find it may take everything I have.”*

(Anthony Hamilton & Elayna Boynton)

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Rossana e à minha avós Ia e Rita pelo afeto, dedicação, investimento, compreensão e apoio além dos limites que dedicaram a mim e a minha irmã durante toda essa trajetória.

À minha irmã Thaís pelos bons momentos de convivência e descontração.

Aos meus tios e tias (Narcílio, Rosangela, Roseane, Hugo, Benigno e Dione) e aos meus tios-avós e tias-avós (Zélia, Bobby, Heloísa, Mariá, Jarbas, entre outros) que sempre me deram votos de confiança e incentivo nesta jornada.

À Tatiana Liu minha companheira, amiga, namorada e parceira, pelos momentos inesquecíveis e pela compreensão dos meus defeitos e à sua família por fazerem sentir parte da casa. Obrigado por estar sempre presente nos melhores momentos da minha vida. Esse trabalho também é seu. Mesmo que eu não costume dizer isso... Eu te amo.

À Rosangela Lessa, minha orientadora, por me aceitar em seu laboratório novamente após a graduação. Sobretudo pela orientação, ensinamentos, conselhos e aprendizado adquiridos ao longo do tempo. Serei eternamente grato.

Aos meus amigos e companheiros do mestrado em recursos pesqueiros e aquicultura pela incrível troca de conhecimentos e diversão durante esses 2 anos.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório pelos incentivos, conselhos, sugestões, happy-hours, dentre outras tantas coisas boas: Railma Queiroz, Jonas Rodrigues, Wialla Karmen, Andressa Melo, Kaio Lopes, Rodrigo Barreto, Aislan Miguel e Francisco Marcante. Em especial para Jonas Eloi, por ser um verdadeiro parceiro para todas as horas durante o curso de mestrado; para Jones Santander, pela oferta e oportunidade de trabalhar com uma dessas espécies fantásticas, pelo aprendizado fascinante e sugestões excelentes; para Phillippe Queiroz, por dividir comigo a paixão e prazer de se dedicar à ecologia trófica, e ser alguém quem eu pude sempre trocar ideias. E por fim à Maria Lúcia, pelos inúmeros *brain-storms* e conselhos nos mais diversos aspectos. Sempre terei admiração por essa pessoa especial que você é.

Aos docentes do curso de recursos pesqueiros e aquicultura valioso aprendizado adquirido ao longo destes 2 anos.

Aos membros da banca avaliadora pelas sugestões e críticas construtivas ao trabalho.

À Coordenação de Apoio Pessoal e Científico pela concessão de bolsa de mestrado.

Agradeço também à todos os companheiros que aqui não foram citados em virtude do espaço limitado, mas que de alguma forma contribuíram em qualquer etapa da dissertação.

Lista de Figuras

Introdução e Revisão de Literatura

- | | | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Localização de Caiçara do Norte no nordeste brasileiro (a), e litoral do município em maior detalhe (b). | 19 |
| Figura 2 | Vista dorsal de exemplar de <i>Urotrygon microphthalmum</i> capturado em Barra de Sirinhaém (Fêmea imatura, CT = 17,2 cm). | 21 |
| Figura 3 | Vista dorsal de exemplar de <i>Rhinobatos percellens</i> capturado em Caiçara do Norte - RN (Macho em maturação, CT = 31,4 cm). | 23 |

Artigo I

- | | | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Área de atuação da frota camaroneira frente aos municípios de: A) Jaboatão dos Guararapes e B) Barra de Sirinhaém. | 39 |
| Figura 2 | Distribuição de frequência absoluta por classes de comprimento dos exemplares de <i>U. microphthalmum</i> usados nas análises alimentares. Os valores no eixo horizontal representam os centros de classes. | 45 |
| Figura 3 | Curva de diversidade trófica de <i>U. microphthalmum</i> capturada no litoral de Pernambuco. A linha contínua representa os valores médios do índice de diversidade de Shannon-Wiener. As linhas pontilhadas superiores e inferiores representam os valores médios do índice, acrescidos e decrescidos do desvio padrão, respectivamente. | 46 |
| Figura 4 | Escalonamento não-métrico multidimensional comparando similaridades de dieta entre machos e fêmeas de <i>U. microphthalmum</i> . | 48 |
| Figura 5 | Análise ecológica tridimensional da dieta de <i>U. microphthalmum</i> capturada no litoral de Pernambuco entre março de 2010 a março de 2012. Os grupos utilizados seguem o agrupamento de itens proposto por Ebert & Bizzarro (2007). | 49 |
| Figura 6 | Relação entre $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ e tamanho total de <i>U. microphthalmum</i> . | 50 |
| Figura 7 | Valores isotópicos de 4 espécies de batóideos ocorrentes em Barra de Sirinhaém. Marcadores preenchidos correspondem a espécie de estudo e marcadores abertos correspondem a outras espécies co-ocorrentes na região. | 51 |
| Figura 8 | Níveis tróficos estimados para <i>U. microphthalmum</i> a partir das análises de conteúdo estomacal (SCA) e de isótopos estáveis (SIA). | 52 |

Artigo II

Figura 1	Área de atuação do arrasto de fundo com tangones duplos em Caiçara do Norte.	72
Figura 2	Frequência de comprimentos totais dos exemplares de <i>R. percellens</i> amostrados em Caiçara do Norte (RN) durante o período de estudo. Valores no eixo X representam o centro das classes de comprimento	74
Figura 3	Curva cumulativa da diversidade de itens alimentares observados no conteúdo estomacal de <i>R. percellens</i> . A linha contínua representa os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener. As linhas pontilhadas superiores e inferiores representam os valores médios acrescidos e decrescidos do desvio padrão, respectivamente.	75
Figura 4	Análise ecológica gráfica das categorias de itens alimentares na dieta de <i>R. percellens</i> .	78
Figura 5	Análise ecológica gráfica dos itens alimentares agrupados (ver Ebert & Bizzarro, 2007) de <i>R. percellens</i> capturada na região de Caiçara do Norte (RN) em virtude dos estágios maturacionais. A = Jovens. B = Maduros	79

Lista de Tabelas

Artigo I

- Tabela 1 Porcentagens em frequência de ocorrência (%FO), número (%N) e massa (%M) dos itens alimentares de *U. microphthalmum* por ordem de importância (OI) do primeiro (1) ao décimo (10). 46
- Tabela 2 Porcentagens em frequência de ocorrência (%FO), número (%N) e massa (%M) dos itens alimentares de *U. microphthalmum* capturados no litoral de Pernambuco por ordem de importância (OI) do primeiro (1) ao décimo (10) entre as áreas de coleta dos exemplares. 53

Artigo II

- Tabela 1 Porcentagens em frequência de ocorrência (%FO), número (%N) e massa (%M) dos itens alimentares de *Rhinobatos percellens* por ordem de importância (OI) do primeiro (1) ao décimo (10). 76

Resumo

O hábito alimentar e a ecologia trófica de *Urotrygon microphthalmum* foram investigados através do acompanhamento de desembarque na pesca de arrasto com tangones duplo atuante no litoral de Pernambuco, entre março de 2010 a março de 2012. Adicionalmente, o hábito alimentar da raia viola, *Rhinobatos percellens*, foi investigado entre Julho de 2010 e Março de 2011, através da análise dos conteúdos estomacais dos indivíduos capturados na pescaria artesanal atuante em Caiçara do Norte. O trabalho objetiva prover dados biológicos para fins de conservação das espécies, as quais são capturadas como fauna acompanhante na pescaria artesanais atuantes nas regiões. Para *U. microphthalmum*, um total de 338 estômagos foram analisados, dos quais 79 foram descartados das análises de dieta pois estavam vazios, ou possuíam apenas material digerido. Trinta e um itens alimentares foram identificados na dieta de *U. microphthalmum*, a qual apresenta hábito alimentar invertívoro carcinofágico. As dietas entre machos e fêmeas mostraram-se similares e não foi verificada a mudança ontogenética da dieta. Similarmente, a dieta entre os pontos de coleta se mostraram semelhantes. O nível trófico da espécie assumiu valor de 3,5, classificando-a como predadora de secundária ordem (mesopredadora). A dieta da raia viola revelou que teleósteos é o principal item alimentar da raia viola, seguido por camarões dendrobranchiatas e crustáceos braquiúros do gênero *Callinectes*. O método gráfico para jovens e adultos mostrou uma mudança ontogenética na dieta de *R. percellens*. Os itens principais consumidos pelos jovens são camarões e siris, enquanto os adultos alimentam-se principalmente de teleósteos. O nível trófico estimado para *R. percellens* assumiu valor de 3,6, classificando-a como consumidora secundária na cadeia alimentar marinha. Ao fim do trabalho, pode-se concluir que *U. microphthalmum*, e *R. percellens* são ambas mesopredadoras de seus respectivos ecossistemas, mas adotam estratégias alimentares diferentes e isso se reflete também no uso de hábitat entre as duas espécies.

Palavras-chave: Alimentação, Fauna acompanhante, Raias, Elasmobrânquios

Abstract

The feeding habits and trophic ecology of *Urotrygon microphthalmum* were investigated through observations of bottom double rigged otter trawls landings in Pernambuco state, Brazil, between march of 2010 and march of 2012. Also, the feeding habits of guitarfish *Rhinobatos percellens*, were investigated between July/2010 and March/2011, through stomach content analyses of individuals caught from artisanal fisheries in Caiçara do Norte (Rio Grande do Norte state). This works aims to provide biological data for species conservation purposes, since both are captured as by-catch at artisanal fisheries on each location. *U. microphthalmum* had a total of 338 stomachs analyzed, from which 79 were discarded from dietary analysis due to emptiness or containing just digested material. Thirty one food items were identified in the diet of *U. microphthalmum*. The species ingests mainly crustaceans among other invertebrates. The diets between males and females were similar and the ontogenetic shift of diet was not observed. Similarly, the diet of species caught in different sampling sites were alike each other. The species trophic level assumed a value of 3.5, classifying it as a secondary order consumer (mesopredator). The diet of guitarfish showed that teleosts are the main food of this species, followed by dendrobranchiata shrimps and brachyuran crustaceans of genus *Callinectes*. The graphical method when used for young and adults, showed an ontogenetic shift of diet for *R. percellens*. The main items consumed by juveniles are shrimps and swimming-crabs, while adults feed mainly on teleosts. The trophic level estimated for *R. percellens* assumed value of 3.6 (*i.e.* secondary consumer). By the end of the study, it can be concluded that *U. microphthalmum* and *R. percellens* are both mesopredator species within each ecosystem. However, each species adopt different feeding habits and this fact reflects upon the habitat usage between those species.

Key words: Food, By-catch, Rays, Elasmobranchs

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	IV
AGRADECIMENTOS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1) INTRODUÇÃO	14
2) REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1) Áreas de estudo	16
2.1.1) Jaboatão dos Guararapes e Barra de Sirinhaém	16
2.1.2) Caiçara do Norte	18
2.2) Espécies estudadas	20
2.2.1) <i>Urotrygon microphthalmum</i>	20
2.2.2) <i>Rhinobatos percellens</i>	23
2.4) Alimentação em elasmobrânquios	24
3) REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	27
4) ARTIGOS CIENTÍFICOS	33
4.1) ARTIGO CIENTÍFICO I	33
4.2) ARTIGO CIENTÍFICO II	68
5) CONSIDERAÇÕES FINAIS	87

1) INTRODUÇÃO

A classe Chondrichthyes engloba os peixes cartilagosos totalizando cerca de 1170 espécies. Este grupo apresenta distribuição circunglobal (LAST, 2007), podendo a classe ser dividida em duas subclasses: a Holocephalii (quimeras) e Elasmobranchii (tubarões e raias) (BONFIL e ABDALLAH, 2004).

As características biológicas da maioria dos elasmobrânquios como baixa fecundidade, crescimento lento e maturação gonadal tardia, são compatíveis com a estratégia *k*, assemelhando-os ecologicamente a mamíferos marinhos e répteis (HOENIG e GRUBER, 1990; CAHMI *et al.*, 1998). Assim, os modelos populacionais que visam contribuir para exploração sustentável de diversas espécies de peixes ósseos, se tornam pouco aplicáveis a determinados grupos de elasmobrânquios (MUSICK, 1999).

Embora atualmente se saiba que algumas espécies de elasmobrânquios possam ter taxas de crescimento relativamente mais altas em relação às demais espécies desse grupo, assim como fecundidade e maturação gonadal atingida em pouco tempo (CORTÉS, 2000; FRISK, 2010) há preocupação com o grau de vulnerabilidade dos elasmobrânquios frente à sobrexploração pesqueira. (DULVY *et al.*, 2014)

Regiões costeiras estão mais propensas a flutuações nos níveis de salinidade, temperatura, profundidade, fluxo e turbidez da água, do que ambientes oceânicos. Tais variações podem ocorrer em diversas escalas temporais, desde horas a períodos anuais. Em virtude das condições variáveis, as regiões litorâneas são capazes de suportar abundâncias e diversidades de organismos relativamente altas (GARCÍA *et al.*, 2008).

As capturas de recursos marinhos são geralmente direcionadas às espécies de alto valor comercial. Entretanto, devido à baixa seletividade de alguns apetrechos pesqueiros, espécies com menor (ou nenhum) valor comercial também são capturadas, como observado nas pescarias de arrasto de fundo e de arrasto de praia para camarões (STOBUTZKI *et al.*, 2001). As espécies capturadas juntamente com a espécie alvo são denominadas de fauna

acompanhante (*by-catch*), e por não atenderem a demanda do mercado consumidor, costumam ser descartadas sem a preocupação sobre conhecer a composição da fauna capturada. Desta forma, as consequências que a remoção dessa biomassa capturada acidentalmente pode causar no ecossistema, e inclusive nas populações de interesse comercial, se mantêm desconhecidas (HAIMOVICI e MENDONÇA, 1996; STOBUTZKI *et al.*, 2001; FRIEDLANDER e DEMARTINI, 2002).

Segundo Knip *et al.* (2010), áreas costeiras por apresentarem flutuações resultam em um ambiente desafiador para espécies estenohalinas e/ou estenotérmicas. Desta forma, predadores eurihalinos e/ou euritérmicas podem utilizar a área como um local de refúgio e/ou desova. Estas áreas propícias para o recrutamento biológico, geralmente são utilizadas como berçários por oferecerem refúgio e recursos alimentares abundantes. Dentro dos berçários os indivíduos jovens podem passar os primeiros dias, meses, e até anos de sua vida, desfrutando do menor risco de predação e maior abundância de alimento, para posteriormente juntar-se à parte adulta da população (SPRINGER, 1967; BRANSTETTER, 1990; YOKOTA, 2005).

Entretanto, Knip *et al.* (2010) propõem um modelo alternativo de uso do hábitat para tubarões em ambientes costeiros diferente do modelo clássico proposto por Springer (1967). O termo Habitats Essenciais aos Peixes (EFH, do inglês) ganha cada vez mais destaque para determinadas espécies de elasmobrânquios de tamanhos menores, de modo que os adultos e jovens de uma população ocorrem no mesmo ambiente costeiro ao longo de todo seu ciclo de vida (HEUPEL *et al.*, 2007). Essas áreas são consideradas cruciais para a conservação da fauna marinha ali presente, e por isso se sugere que sejam zonas de exclusão pesqueira (NOAA, 2015).

Como resultado da alta produtividade biológica, áreas costeiras possuem valor econômico considerável, sendo também exploradas através de atividades recreativas e comerciais. Dentre os impactos antrópicos que afetam tais áreas pode-se destacar a pesca artesanal e a degradação ambiental (CAHMI *et al.*, 1998; BIZZARRO *et al.*, 2007). O

conjunto desses fatores podem resultar no declínio de populações, e num possível colapso do ecossistema caso medidas mitigatórias não sejam elaboradas, implementadas e devidamente fiscalizadas. (KNIP *et al.*, 2010).

Visando o ordenamento pesqueiro para o estado de Pernambuco e Rio Grande do Norte, foi publicado uma Portaria pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA, 2003) que proíbe "o arrasto de qualquer natureza, com a utilização de embarcações motorizadas ou à vela, a menos de 01 (uma) milha da costa". Entretanto essas pescarias nem sempre são consideradas por diversas modalidades de arrasto na região. Ainda também é conhecido pela comunidade científica o grande impacto que esse tipo de pescaria provoca no assoalho marinho (SOTBUTZKI *et al.*, 2001).

Uma vez que tanto *U. microphthalmum*, como *R. percellens*, são capturadas como fauna acompanhante em pescarias de arrastos de camarão, o presente trabalho procura avaliar a influência desta modalidade de pesca (tanto arrastão de praia, como arrasto com tangones) nas populações das espécies. Para tanto, os hábitos alimentares de *Urotrygon microphthalmum* capturada no litoral de Pernambuco, e de *Rhinobatos percellens*, capturada em Caiçara do Norte (RN) foram analisados de forma a prover parâmetros alimentares a serem utilizados futuramente em modelos de gerenciamento pesqueiro

2) REVISÃO DE LITERATURA

2.1) Áreas de estudo

2.1.1) Jaboatão dos Guararapes e Barra de Sirinhaém

As áreas de estudo se situam na cidade de Candeias dentro dos município de Jaboatão dos Guararapes, e no município de Barra de Sirinhaém, ambos no estado de Pernambuco. As duas regiões estão localizadas em uma área onde a plataforma continental varia entre 30 e 34 km, sendo relativamente plana e terminada por um declive abrupto entre 60 e 80 m

(KEMPF,1970; ARAÚJO *et al.*, 2004). A área de estudo, é predominantemente arenosa com presença substratos de lama e areia que se caracterizam pela presença de camarões de valor comercial. Nessa área há também a presença de fundos com algas calcárias, dentre elas a *Halimeda* sp. (KEMPF, 1970; MANSO *et al.* 2003).

Os barcos que compõem a frota arrasteira no litoral de Pernambuco possuem aproximadamente 9,5m de comprimento proa-popa, e atuam diariamente em áreas de fundo lamoso ao longo de 8 a 10 horas por dia. Em média são realizados 3 lances.dia.barco⁻¹, com um tempo de duração médio do lance de 3 horas. A distribuição das amostras segue a dinâmica da frota, que por questões alegadamente meteorológicas, atua em Candeias de setembro a dezembro, juntando-se aos sediados em Barra de Sirinhaém durante outros períodos do ano.

A frota pesqueira camaroneira atua em Candeias dentro da área delimitada pelas latitudes S 08°.12'.117" e S 08°.12'.667" e longitudes W 34°53'743" e W 34°54'783" (LESSA, com. pess.). Em Barra de Sirinhaém, a área de atuação da frota é situada entre as latitudes S 08°038' e S 08°042' e longitudes W 35°003' e W 35°004' (LEÃO e SANTANDER-NETO, com. pess.)

A arte de pesca empregada pela frota é o arrasto de portas de fundo com tangones de nylon simples trançado. As embarcações navegam com velocidade de até 3 nós e realizam arrastos em até 16 metros de profundidade. Geralmente, as pescarias se iniciam por volta das 5:30h e são concluídas em torno das 15:30h. As embarcações empregadas na pescaria são equipadas com 4 portas de madeira, com 1,70m de comprimento cada. As duas redes de arrasto de fundo, e os braços mecânicos (tangones) ficam dispostos em cada lado da embarcação.

Cada rede tem 10m de comprimento, aproximadamente 6m na boca e malhas de 20mm no corpo da rede, e 15mm no saco. Após o recolhimento das redes a proa do barco, o conteúdo é triado para a coleta e separação dos camarões. A fauna acompanhante é separada

entre os pescadores do barco, sendo algumas espécies utilizadas na elaboração de sopas, moquecas e de outros alimentos. O restante dos exemplares não aproveitados são devolvidos ao mar (independente de estarem vivos ou mortos), ou trazidos à terra para serem distribuídos entre familiares dos pescadores.

O alto volume de biomassa da fauna acompanhante na pescaria de camarão atraiu a atenção mundial (BROADHURST, 2000). Estima-se que a rejeição da fauna acompanhante em todos os oceanos seja, no mínimo, cinco vezes a produção de camarão (CLUCAS, 1998). Esta alta representatividade da fauna acompanhante se deve a baixa seletividade dos petrechos pesqueiros utilizados pelas frotas atuantes que junto com as espécies-alvo capturam grandes quantidades de outras espécies em diferentes fases do ciclo de vida e que, quando adultas são alvo de outras modalidades de pescarias (BROADHURST, 2000).

Ao aumento da mortalidade de indivíduos jovens e sub-adultos nessa modalidade de pescaria, atribui-se a redução no recrutamento, biomassa e sustentabilidade dos estoques que são base de outras pescarias, além da desestruturação trófica e populacional que esta atividade inflige a toda biota marinha (BROADHURST, 2000).

2.1.2) Caiçara do Norte

Caiçara do Norte (Figura 1) está localizada a 150 km a noroeste de Natal (RN). Trata-se de um município pesqueiro tradicional e está entre os 5 maiores produtores de pescado marítimo no Estado do Rio Grande do Norte. A alta produtividade biológica da região é refletida no bom rendimento pesqueiro local, que abriga a maior frota artesanal do nordeste do Brasil (YOKOTA, 2005).



Figura 1: Localização de Caiçara do Norte no nordeste brasileiro (a), e litoral do município em maior detalhe (b).

O litoral do município de Caiçara do Norte se caracteriza por uma zona de praia aberta com águas rasas e túrbidas. Em média a largura da plataforma continental interna é de 47 km até a isóbata de 50m. A temperatura da água é relativamente alta, com média de 27°C na superfície, apresentando pouca variação (26°C no inverno e 28°C no outono). (YOKOTA e LESSA, 2006; LOCARNINI *et al.*, 2010)

A alta produtividade da região é refletida no volume e na diversidade de peixes (representado majoritariamente por indivíduos jovens), crustáceos e moluscos capturados pelo arrasto de praia (YOKOTA, 2005; LESSA *et al.* 2008).

As pescarias no município são voltadas à captura de camarão e diversas espécies de peixes ósseos com alto valor comercial (LESSA *et al.*, 2008). As artes de pescas empregadas incluem o arrastão de praia, arrasto de portas com tangones, linhas de mão, redes de emalhe (superfície e fundo, ambas comumente designadas pelos pescadores de “caçoeira”) e espinhel do tipo longline (YOKOTA, 2010; LESSA *et al.* 2008).

O arrastão de praia, objetiva a captura do camarão, utilizando uma canoa para abrir a rede que atinge profundidades de até de 3-4 metros sendo tracionada da praia por até 8

pescadores. As redes têm cerca de 150m de comprimento, 5m de altura e malha de 2,5 cm entre nós opostos. A comunidade local possui 5 redes desse tipo e em épocas da safra de camarão, são utilizadas simultaneamente. Outro tipo de é o arrasto de portas de fundo com tangones duplos que tem também como alvo outras espécies de peixes ósseos.

O arrasto de portas ocorre paralelo à costa em profundidades de até 10m, sendo a rede puxada por um bote motorizado (8-10 m de comprimento). Cada lance de arrasto dura em média 1h, podendo ser realizados até cinco lances por um grupo de pescadores em um único dia dependendo da produção. Em determinadas épocas do ano até doze grupos de pescadores e três botes de arrasto de portas podem atuar simultaneamente (LESSA, RELATÓRIO TÉCNICO).

O arrastão de praia atua ao longo da costa do litoral de Caiçara do Norte, em pontos mais afastados do centro urbano. O arrasto de fundo com tangones duplos atua em uma área paralela à costa entre os pontos S 05°05'167" e W 36°06'425"; S 05°05'895" e W 36°06'202"; S 05°05'558" e W 36°04'697"; e S 05°05'703" e W 36°04'534" (LESSA, RELATÓRIO TÉCNICO).

Embora ambas as modalidades de pesca possuam como espécie alvo o camarão, capturam também uma quantidade substancial de fauna acompanhante (*by-catch*). Fauna esta, composta por alta diversidade e volume de organismos, que na maioria das vezes, é descartada (STOBUTZKI *et al.*, 2001). Yokota e Lessa (2006) identificaram que a zona costeira de Caiçara do Norte é utilizada como área de berçário por pelo menos 12 das 24 espécies de elasmobrânquios ocorrentes na região. Dessas, 4 espécies de tubarões da família Carcharhinidae e 8 espécies de raias distribuídas em 6 famílias, dentre elas *Rhinobatos percellens*, objeto do presente estudo.

2.2) Espécies estudadas

2.2.1) *Urotrygon microphthalmum*

A família Urotrygonidae compreende 2 gêneros (*Urobatis* e *Urotrygon*) que ocorrem na plataforma continental interna do Atlântico ocidental e do Pacífico oriental (NELSON, 2006). Dessa família, *Urotrygon microphthalmum* tem como tipo um exemplar capturado na foz do rio Amazonas (DELSMAN, 1941), sendo registrada desde a Venezuela até o Brasil sendo a única espécie da família nos estados do Amapá, Pará, Maranhão, Ceará, Paraíba e Pernambuco (BIGELOW e SCHROEDER, 1953; ALMEIDA *et al.*, 2000; WANDERLEY & ROSA, 2004; SANTANDER-NETO *et al.*, 2009). Os indivíduos dessa espécie podem ocorrer em diversos ambientes, como: foz de rios, baías, plataforma continental interna, ilhas e parcéis (PIORSKI e NUNES, 2001).

A espécie apresenta superfície dorsal relativamente lisa, coloração variando do cinza ao marrom com nadadeira caudal nitidamente mais escura e superfície ventral esbranquiçada (Figura 2) (MCEACHRAN e CARVALHO, 2000). A estratégia reprodutiva adotada por *U. microphthalmum* é a viviparidade matrotófica, onde um leite rico em lipídeos e proteínas é secretado através de vilosidades chamadas trofonema (WOURMS, 1981; MUSICK AND ELLIS *et al.*, 2005).



Figura 2: Vista dorsal de exemplar de *Urotrygon microphthalmum* capturado em Barra de Sirinhaém (Fêmea imatura, CT = 17,2 cm).

Aspectos básicos da biologia de *U. microphthalmum* na costa do Maranhão foram avaliados por Almeida *et al.* (2000), Piorski e Nunes (2001) e Costa e Almeida (2003). Segundo os últimos autores, foi verificada a predominância de misidáceos na dieta de *U. microphthalmum* a qual foi classificada como predadora oportunista. Almeida *et al.* (2000) relataram baseado em sua amostra que a partir de 23,9 cm de comprimento total (CT), todas as fêmeas eram maduras e os machos apresentaram 100% de maturidade a partir de 21,9 cm de CT. Entretanto, em um estudo sobre a mesma espécie no litoral de Pernambuco, Santander-Neto (2015) concluiu a partir da ogiva de maturidade, que o tamanho de maturação gonadal para machos e fêmeas é de 18,7 e 19,8 cm de CT, respectivamente.

Piorski e Nunes (2001) encontraram diferenças significativas na forma do corpo de machos e fêmeas, de modo que os machos diferem das fêmeas por apresentarem o focinho mais proeminente, ao passo que as fêmeas apresentam o disco mais circular. Navia *et al.* (2011) estudando espécie congênera, observaram diferenças na dentição entre sexos de adultos de *U. rogersi* na Colômbia, de modo que os machos apresentavam dentes mais pontiagudos que as fêmeas. Contudo, os autores não encontraram diferenças significativas nas dietas entre sexos para a *Urotrygon rogersi*, sugerindo que esta poderia ser uma característica da família Urotrygonidae.

Devido ao pequeno porte, *U. microphthalmum* não possui valor comercial, sendo comumente capturada como fauna acompanhante na pescaria de arrasto de camarão. Associado a problemática do *by-catch*, ainda há a carência de conhecimento sobre a biologia da espécie (ROSA, 2004). Apesar de não constar na lista de espécies ameaçadas da fauna brasileira (SUBIRÁ *et al.*, 2012; MMA, 2014) e por ser classificada como Dados Deficientes,

pela Lista Vermelha da IUCN a espécie enquadra-se na categoria *Least Concern* (ROSA, 2004).

2.2.2) *Rhinobatos percellens*

A família Rhinobatidae possui 48 espécies distribuídas em quatro gêneros (COMPAGNO, 2005). No Brasil, o gênero *Zapteryx* é representado por *Z. brevirostris* (Müller & Henle, 1841) e o gênero *Rhinobatos*, representado por 3 espécies: *R. percellens* (Walbaum, 1792), *R. horkelii* Müller & Henle, 1841 e *R. lentiginosus* Garman, 1880 (VOOREN *et al.*, 2005; CASPER *et al.*, 2009; BORNATOWSKI *et al.*, 2010). Dentre as raias, a família Rhinobatidae é único táxon com registro fóssil do período Jurássico, ao passo que os registros mais antigos das outras famílias datam do Cretáceo, o que justifica a importância da conservação deste grupo (VOOREN *et al.*, 2005).

A raia viola (*Rhinobatos percellens*) (Figura 3) distribui-se ao longo do Atlântico Ocidental, desde o Caribe até o sul do Brasil. Trata-se de uma espécie vivípara aplacentária lecitotrófica (WOURMS, 1981; LESSA, 1982) que ocorre simpatricamente com outras duas espécies congêneres: *R. horkelii*, ao sul e sudeste do Brasil e *R. lentiginosus*, no norte e nordeste do país. A distinção entre as espécies baseia-se nos caracteres morfológicos, bem como nos parâmetros biológicos da estratégia de vida (FIGUEIREDO, 1977; LIMA, 2007).



Figura 3: Vista dorsal de exemplar de *Rhinobatos percellens* capturado em Caiçara do Norte - RN (Macho em maturação, CT = 31,4 cm).

R. percellens é encontrada associada a substratos arenosos e lamosos na plataforma continental em profundidades de até 110 metros sendo tradicionalmente capturada como fauna acompanhante no nordeste brasileiro em pescarias direcionadas a camarões. Embora seja classificada como *Near Threatened* (NT) pela Red List da IUCN a nível mundial (CASPER *et al.*, 2009), a espécie não consta nas categorias ameaçadas da lista de fauna silvestre, publicada pelo MMA (2014), sendo considerada como Deficiente de Dados na avaliação mais recente do ICMBio (SUBIRÁ *et al.* 2012).

As fêmeas de *R. percellens* apresentaram tamanho de maturação gonadal de 43,3 cm de comprimento total (NUNES, 2012), e 100% de atividade vitelogênica a partir de 50 cm de comprimento total. O tamanho de primeira maturação dos machos é atingido com 43,2 cm de comprimento total, observando-se 100% de maturidade dos indivíduos a partir de 44 cm de comprimento total (BARBOSA, 2006).

2.4) Alimentação em elasmobrânquios

Os elasmobrânquios desempenham um papel importante no ecossistema marinho, ocupando os níveis tróficos mais altos das cadeias alimentares (BIZZARRO *et al.*, 2007). Predadores de topo de cadeia alimentar são considerados espécies-chave na manutenção e estrutura de diversos ecossistemas, através de efeito regulatório das populações situadas em nichos inferiores (efeito *top-down*) (FRIEDLANDER e DEMARTINI, 2002).

Diversos autores (STEVENS *et al.*, 2000; FRIEDLANDER e DEMARTINI, 2002; NAVIA *et al.*, 2012; DULVY *et al.*, 2014) relatam que os efeitos diretos da pesca sobre predadores de topo incluem mudanças na abundância, parâmetros da história de vida, e em casos extremos, podem levar a extinção destas espécies. Mudanças ocorridas nas abundâncias relativas das espécies predadoras de topo da cadeia alimentar, geralmente resultaram em

incrementos nas densidades de espécies de menor porte e nível trófico, originando o evento denominado cascata trófica (BIZZARRO *et al.* 2007; NAVIA *et al.*, 2012).

Como consequência indireta dessas mudanças na abundância de predadores, desequilíbrios ecológicos e econômicos de magnitudes não previstos podem ocorrer (FRIEDLANDER e DEMARTINI, 2002).

A alimentação é um fator determinante da biologia, abundância e distribuição das espécies e suas respectivas populações, tanto para predadores quanto para presas (VASKE-JR, 2000; FONTELES-FILHO, 2011).

Dessa forma, estudos de ecologia trófica vêm sendo aplicados como ferramenta para conservação, tanto na avaliação de estoques pesqueiros, como na análise do ecossistema como um todo (ZAVALA-CAMIN, 1996; BORNATOWSKI, 2010).

Baseados nessa premissa, Jacobsen e Bennett (2013) padronizaram a dieta e estimaram o nível trófico de 67 espécies da subordem Myliobatoidei (Ebert & Compagno, 2007). De acordo com os primeiros autores, grande parte das espécies desse grupo desempenham papéis de predadores secundários da cadeia alimentar visto que a maioria dos valores do índice trófico variaram entre 3,50 e 3,99. Eles ainda indicam que não há uma correlação significativa entre o tamanho máximo atingido pelas espécies e seus respectivos níveis tróficos.

De modo geral, as raias possuem níveis tróficos inferiores em relação aos tubarões (exceto aqueles com hábito alimentar planctófago, ver Cortés, 1999), sendo consideradas como meso-predadores da teia trófica marinha.

A biologia alimentar dos elasmobrânquios vem sendo investigada por diversas razões, dentre elas a compreensão da história natural, do papel ecológico das espécies nos ecossistemas marinhos, e também do impacto da predação sobre presas ameaçadas ou com algum interesse comercial (AGUIAR e VALENTIN, 2010). A partir da década de 70, o uso de métodos quantitativos tornou-se uma prática mais comum para minimizar o caráter subjetivo na apresentação dos resultados (HYSLOP, 1980).

Cortés (1997) fez a primeira revisão crítica sobre as metodologias sobre alimentação de elasmobrânquios baseados em análises de conteúdos estomacais, e recomendações visando a comparação de estudos sobre a biologia alimentar.

Mudanças ontogenéticas nos hábitos alimentares constituem um fenômeno quase universal nos peixes, de forma que a ocorrência dessas nos elasmobrânquios não é incomum, como observado por Lessa e Almeida (1997) sobre alimentação de *Carcharhinus porosus* na plataforma continental do Maranhão.

Diversas espécies de elasmobrânquios ao aumentarem de tamanho, costumam sofrer alterações na forma de uso do hábitat, padrões de movimento, velocidade de natação, requerimento de energia necessária, técnicas de forrageamento, além do tamanho da boca, dentes e estômago, dentre outros fatores (WETHERBEE e CORTÉS, 2004).

Por outro lado, a mudança ontogenética da dieta não é regra absoluta para os peixes, visto que Lessa e Almeida (1998) não encontraram mudança significativa na dieta de *Sphyrna tiburo* ao longo de seu desenvolvimento ontogenético.

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, os peixes podem ser alocados nas seguintes guildas tróficas (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2010):

- Piscívoros: Alimentam-se de outras espécies de peixes;
- Herbívoros: Alimentam-se de matéria vegetal;
- Onívoros: Ingerem de qualquer alimento disponível;
- Insetívoros: Alimentam-se de insetos;
- Filtradores: Alimentam-se de zooplâncton retidos nos arcos branquiais;
- Invertívoros: Alimentam-se de invertebrados (vermes, moluscos e crustáceos), e
- Generalistas: Alimentam-se de peixes e macroinvertebrados

3) REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

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**, 2010, 14 (2): 464-489.

ALMEIDA, Z.S.; NUNES, J.S.; COSTA, C.L. Presencia de *Urotrygon microphthalmum* (Elasmobranchii:Urolophidae) en aguas bajas do maranhão (Brazil) y notas sobre su biología. Bol. Invest. Mar. Cost., São Luis, v.29, p.67-72, 2000.

ARAÚJO, T. C. M. ; SEOANE, J. C. S. ; COUTINHO, P. N. . Geomorfologia da Plataforma Continental de Pernambuco. In: Enide Eskinazi-Leça;Sigrid Neumann-Leitão;Monica Ferreira da Costa. (Org.). Oceanografia - Um cenário tropical. 1ªed.Recife: Editora Bagaço, 2004, v. , p. 39-57.

BARBOSA, T. Aspectos da biologia de *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) no berçário de Caiçara do Norte (RN). 2006. **Monografia de conclusão de curso** em Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE. 42 p.

BIGELOW, H.B.; SCHROEDER, W.C. Sawfishes, Guitarfishes, Skate and Rays, Chimaeroids. In-Fishes of the Westen North Atlantic, Part II. (eds) Parr, A. E. and Olsen, Y. H., Sears Founds. Mar. Res., New Haven, 1953. p.1-558.

BIZZARRO, J. J., ROBISON, H. J., RINEWALT, C. S., and EBERT, D. A. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. **Environ. Biol. Fishes**, 2007, 80: 197 – 220.

BONFIL, R. & ABDALLAH, M.. **Field Identification Guide to the Sharks and Rays of the Red Sea and Gulf of Aden**. 2004, 71 pp. FAO, Rome, Italy

BORNATOWSKI, H. Ecologia trófica e reprodução do cação-frango *Rhizoprionodon lalandii* (Elasmobranchii: Carcharhinidae), capturado no sul do Brasil. 2010. **Dissertação de mestrado** em Ciências Biológicas – Zoologia. Universidade Federal do Paraná.

BRANSTETTER, S. Early life-history implications of selected Carcharhinoid and Lamnoid sharks of the Northwest Atlantic. In: PRATT, H. L.; GRUBER, S. H. & TANIUCH, T. (Eds.). Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries. NOAA Tech. Rep. NMFS, 90, 1990, p. 17-28.

BROADHURST, M.K. Modifications to reduce by-catch in prawn trawls: a review and framework for development. 2000. **Reviews in Fish Biology and Fisheries** 10, 27–60,

CAHMI, M.; FOWLER S.; MUSICK J.; BRAUTIGAM A.; & FORDHAM S. **Sharks and their relatives: ecology and conservation**. 1998, World Conservatio Union, Gland, Switzerland.

CASPER, B. M., BURGESS, G. H. & SHEPHERD, T. 2009. *Rhinobatos lentiginosus*. In: IUCN 2011. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 December 2011.

CLUCAS, I. Bycatch - is it a bonus from the sea? 1998. **Infofish Internacional**, 3, 24-28.

CORTÉS, E. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 1997, 54:726–738.

CORTÉS, E. Standardized diet composition and trophic levels of sharks. 2000. **ICES Journal of Marine Sciences.** 1999, 56:707-717.

CORTÉS, E. Life history patterns and correlations in sharks. **Reviews in Fisheries Sciences.** 2000. 8(4): 299-344.

COSTA, C.L.; ALMEIDA, Z.S. Hábito Alimentar de *Urotrygon microphthalmum* Delsman, 1941 (Elasmobranchii: Urolophidae) em Tutoia, Maranhão. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 16: 47-54, 2003.

COMPAGNO, L.J.V. Checklist of living chondrichthyes. 2005 In: Hamlett, W.C. (ed.) Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes: sharks, rays and chimaeras, Vol. 3. Endfield, USA: Science Publishers: 503-548

DELSMAN. *Urotrygon microphthalmum*. 1941. Mém. Mus. His. Nat. Belg., (2) 3 Fasc. 21.

DULVY, N.K., FOWLER, S.L., MUSICK, J.A., CAVANAGH, R.D., KYNE, P.M., HARRISON, L.R., CARLSON, J.K., DAVIDSON, L.N.K., FORDHAM, S.V., FRANCIS, M.P., POLLOCK, C.M., SIMPFENDORFER, C.A., BURGESS, G.H., CARPENTER, K.E., EBERT, D.A., GIBSON, C., HEUPEL, M.R., LIVINGSTONE, S.R., SANCIANGCO, J.C., STEVENS, J.D., VALENTI, S., WHITE, W.T. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife* 3: e00590. doi:10.7554/eLife.00590.

EBERT, D. A. & BIZZARRO, J. J. Standardized diet composition and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). **Environ. Biol. Fish.** 2007, 80:221-237.

FIGUEIREDO, J. L. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil.** I. Introdução. Cações, Raias e Quimeras. 1977, São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros.** Expressão Gráfica e editora, 464p.

FRIEDLANDER, A., & DEMARTINI, E. E. Contrasts in density, size, and biomass of reef fishes between the northwestern and the main Hawaiian Islands: the effects of fishing down apex predators. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 2002, 230: 253–264.

FRISK, M.G. Life history strategies of batoids. In: CARRIER, J.C., MUSICK, J.A., & HEITHAUS, M.R. (eds) *Biology of Sharks and their relatives* Vol. 2.: Physiological Adaptations, Behavior, Ecology, Conservation and Management of Sharks and Their Relatives. 2010. p.283-316

GARCIA, V.B., LUCIFORA, L.O. & MYERS, R.A. The importance of habitat and life history to extinction risk in sharks, skates, rays and chimaeras. 2008. **Proceedings of the Royal Society B.** 275, 83–89

- HAIMOVICI, M.; MENDONÇA, J.T.. Análise da pesca de arrasto de tangones de peixes e camarões no sul do Brasil período 1989-1994. 1996. **Atlântica**, 18: 143-160.
- HEUPEL, M.R., CARLSON, J.K. & SIMPFENDORFER, C.A. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. **Marine Ecology Progress Series**. Vol. 337: 287–297
- HOENING, J. M. & GRUBBER, S. H. Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. *In*: PRATT, H. L.; GRUBER, S. H. & TANIUCH, T. (Eds.). *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 90, 1990, p. 1-16
- HYSLOP, E.J. Stomach content analysis: a review of methods and their applications. **J. Fish Biol.**, Southampton, v. 17, no.4, p.411-429, 1980.
- IBAMA. Portaria nº 35. 2003. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- KEMPF, M. A plataforma continental de Pernambuco (Brasil): Nota preliminar sobre a natureza do fundo . **Trab. Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco**, (67/69): 95-110, 1970.
- KNIP, D. M., HEUPEL, M. R., SIMPFENDORFER, C. A. Sharks in nearshore environments: models, importance, and consequences. **Marine Ecology Progress Series** 2010, 402: 1-11.
- LAST, P. The state of chondrichthyan taxonomy and systematics. **Mar. Freshw. Res.** 2007, 58: 7–9.
- LESSA, R.P. Relatório técnico conclusivo referente ao projeto "O Berçário de Elasmobrânquios de Caiçara do Norte (RN), Nordeste do Brasil" da Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 20 pp.
- LESSA, R. P. Biologie et dynamiques des populations de *Rhinobatos horkelii* (Müller & Henle, 1841) du plateau continental du Rio Grande do Sul (Brésil). 1982. **Tese de Doutorado**. Université de Bretagne Occidentale, Brest, França. 1982. 238 p.
- LESSA, R. P. & ALMEIDA, Z. Analysis of stomach contents of the smalltail sharks *Carcharhinus porosus* from Northern Brazil. **Cybium**. 1997. 21(2): 123-133.
- LESSA, R. P. & ALMEIDA, Z. Feeding habits of the bonnethead sharks, *Sphyrna tiburo*, from northern Brazil. **Cybium**. 1998. 22(4): 383-394.
- LESSA, R. P. ; BARRETO, R. R. ; QUAGGIO, A. L. C. ; VALENÇA, L. R. ; SILVA, F. M. S. ; YOKOTA, L. ; GIANETTI, M. D. Levantamento das espécies de elasmobrânquios capturados pelas artes de pesca que atuam no berçário de Caiçara do Norte (RN). *In*: VI Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo dos Elasmobrânquios (SBEEL), 2008, Fortaleza - CE. **Estratégias de manejo para Tubarões, Raias e Quimeras**, pp. 58-64
- LIMA, C. R. A. Utilização de técnicas multivariadas e de morfometria geométrica na discriminação de espécies do gênero *Rhinobatos* (Família Rhinobatidae) no Nordeste do

- Brasil. 2007. **Dissertação de mestrado em Biometria**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE. 74 p.
- LOCARNINI, R. A., MISHONOV, A. V.; ANTONOV, J. I.; BOYER, T. P.; GARCIA, H. E.; BARANOVA, O. K.; ZWENG, M. M. & JOHNSON, D. R. 2010. **World Ocean Atlas 2009, Volume 1: Temperature**. S. Levitus, Ed. NOAA Atlas NESDIS 68, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 184 pp.
- MANSO, V.A.V., CORRÊA, I.C.S. & GUERRA, N.C. Morfologia e sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as praias Porto de Galinhas e Campos - Litoral sul de Pernambuco. 2003. **Pesquisas em Geociências**, 30(2): 17-25.
- McEACHRAN J.D.; CARVALHO M.R. Urotrygonidae. 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 Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO, 600p, 2000.
- MMA. Portaria nº445. 2014. Ministério do Meio Ambiente do Brasil.
- MUSICK, J. A. Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals. **Am. Fish. Soc. Symp.** 1999. 23. 265 pp.
- PIORSKI, N.M.; NUNES, J.L.S. Dimorfismo sexual e tendência alométrica em *Urotrygon microphthalmum* DELSMAN, 1941. **Bol. Lab. Hidro.** 2001. 13: 67-81.
- MUSICK, J.A., & ELLIS, J.K. Reproductive evolution of Chondrichthyans. In: HAMLETT, W.C. (Eds) **Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids, and Chimaeras**, Volume 3. 2005. CRC Press. p.45-78.
- NAVIA, A.F., TORRES, A., MEJÍA-FALLA, P.A. & GIRALDO, A. Sexual, ontogenetic, temporal and spatial effects on the diet of *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchii: Myliobatiformes). 2011. **Journal of Fish Biology**. 78, 1213–1224.
- NAVIA, A.F., CORTÉS, E., JORDÁN, F., CRUZ-ESCALONA, V.H., MEJÍA-FALLA, P.A. Changes to Marine Trophic Networks Caused by Fishing. 2012. In: Mahamane (ed.). **Ecosystem book 1**. Intech Open Access Publisher, Rijeka, pp. 417-452
- NELSON, J.S. **Fishes of the World**. 2006. 4th ed. Hoboken (New Jersey, USA): John Wiley & Sons. 601 p.
- NOAA. Habitat protection. What is Essential Fish Habitats? Disponível em: <http://www.habitat.noaa.gov/protection/efh/index.html>. Acessado em: 12/Jan/2015
- NUNES, R.I. Idade, crescimento e biologia reprodutiva da raia-viola *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) capturada pelo arrasto de praia em Caiçara do Norte/RN. 2012. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 95p.
- PIORSKI, N.M.; NUNES, J.L.S. Dimorfismo sexual e tendência alométrica em *Urotrygon microphthalmum* Delsman, 1941. **Bol. Lab. Hidro.** 13: 67-81, 2001.

ROSA, R.S. (SSG South America Regional Workshop, June 2003) 2004. *Urotrygon microphthalmum*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 18 September 2013.

SANTANDER-NETO, J. História de vida da raia *Urotrygon microphthalmum* capturada no Nordeste do Brasil. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Pernambuco.

SANTANDER-NETO, J.; NUNES, D.M.; LESSA, R. Ocorrência de *Urotrygon microphthalmum* (Delsman, 1941) no Estado de Pernambuco, Brasil. **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca (CD-ROM)**, 2009.

SPRINGER, S. Social organization of shark populations. In: GILBERT P. W., MATHESON R. F., RALL, D. P. (eds). *Sharks, skates and rays*. 1967. John Hopkins Press, Baltimore, MD, p 149–174

STEVENS, J. D.; BONFIL, R.; DULVY, N. K.; WALKER, P. A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (condrichthyans), and the implications for marine ecosystems. **ICES Journal of Marine Sciences**. 2000. 57: 476-494.

STOBUTZKI, I.C., MILLER, M.J., HEALES, D.S., & BREWER, D.T. Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. 2001. **Fishery Bulletin** 100(4). P.800-821.

SUBIRÁ, R.J., SOUZA, E.C.F., GUIDORIZZI, C.E., ALMEIDA, M.P., ALMEIDA, J.B. & MARTINS, D.S. Avaliação Científica do Risco de Extinção da Fauna Brasileira – Resultados Alcançados em 2012. 2012. **Biodiversidade Brasileira**, 2(2), 17-24

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2010. Disponível em: <http://www.epa.gov/bioiweb1/html/fishclass.html>, acessado em 05/12/11.

VASKE-JR, T. Relações tróficas dos grandes peixes pelágicos da região equatorial sudoeste do oceano Atlântico. 2000. **Tese de Doutorado**. Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande – RS. pp. 145

VOOREN, C. M.; LESSA, R. P. & KLIPPEL, S. Biologia e status de conservação da raia viola *Rhinobatos horkelii*. In: VOOREN, C.M & KLIPPEL, S. (Eds). *Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil*. Porto Alegre: Igaré, 2005. 262 p.

WANDERLEY, C.A.; ROSA, R.S. Redescrição e distribuição geográfica de *Urotrygon microphthalmum* Delsman, 1941 (Myliobatiformes: Urolophidae) **Anais da IV Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios**. 2004. p.195.

WETHERBEE, B. M. & CORTÉS, E. Food consumption and feeding habits. In: CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A. & HEITHAUS, M. R. (Eds). *Biology of Sharks and their Relatives*. CRC Press LLC. 2004. 572 p.

WOURMS, J.P. Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. 1981. **American Zoologist**. 21(2): 473-515

YOKOTA, L. Caiçara do Norte (RN): Um berçário de tubarões e raias? 2005. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE. pp. 89

YOKOTA, L. Taxonomia, biologia reprodutiva e dieta da raia borboleta, *Gymnura micrura* (Myliobatiformes: Elasmobranchii). 2010. **Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia)**. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro – SP. pp. 126

YOKOTA, L. & LESSA, R. P. A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**. 2006. 75: 349-360

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. 1996. Ed. UEM, Maringá. 125pp.

4) ARTIGOS CIENTÍFICOS

4.1) Artigo científico I

Artigo científico a ser encaminhado à revista *Journal of Fish Biology* (ISSN: 1095-8649). Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

Hábito alimentar e ecologia trófica de *Urotrygon microphthalmum* capturada em Pernambuco, Brasil

D. J. V. Freitas^{*‡}, J. Santander-Neto^{*}, L. A. Martinelli[†], R. P. T. Lessa^{*}

*Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. CEP: 52171-900.

†Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo (USP), Campus “Luiz de Queiroz”. Av. Centenário, 303 - São Dimas, Piracicaba - SP, CEP: 13400-970

‡e-mail: dantejvf@gmail.com

Resumo

O hábito alimentar e a ecologia trófica de *Urotrygon microphthalmum* foram investigados através do acompanhamento de desembarque na pesca de arrasto com tangones duplo atuante no litoral de Pernambuco, entre março de 2010 a março de 2012. Uma nova coleta foi realizada em janeiro de 2014 para obtenção de amostras para análise de isótopos estáveis. Um total de 338 estômagos foram analisados, dos quais 79 foram retirados das análises alimentares devido a estarem vazios, ou possuir apenas material digerido. Trinta e um itens alimentares foram identificados na dieta de *U. microphthalmum*, a qual apresenta hábito alimentar carcinofágico. As dietas entre machos e fêmeas mostraram-se similares e não foi verificada a mudança ontogenética da mesma. Similarmente, a dieta entre os pontos de coleta se mostraram semelhantes. O nível trófico da espécie assumiu valor de 3,5, classificando-a como predadora de segunda ordem (mesopredadora). O nível trófico estimado pela análise de isótopos estáveis mostrou-se semelhante ao estimado pelo conteúdo estomacal.

Abstract

The feeding habits and trophic ecology of *Urotrygon microphthalmum* were investigated through observations of bottom double rigged otter trawls landings in Pernambuco state, Brazil, between march of 2010 and march of 2012. A new sampling was made in January of 2014 to obtain stable isotope analysis samples. A total of 338 stomachs were analyzed, from which 79 were removed from dietary analysis due to emptiness or containing just digested material. Thirty one food items were identified in the diet of *U. microphthalmum*. The species ingests mainly shrimps crustaceans among other invertebrates. The diets between males and females were similar and ontogenetic shift of diet was not observed. Similarly, the diet of species caught in different sampling sites were alike each other. The species trophic level assumed a value of 3.5, classifying it as a second order consumer (mesopredator). Trophic level estimated by stable isotope analysis showed similar results yielded by stomach content analysis.

INTRODUÇÃO

Os elasmobrânquios desempenham um papel importante no ecossistema marinho, ocupando os níveis tróficos mais altos das cadeias alimentares (Bizzarro *et al.*, 2007). Predadores de topo de cadeia alimentar são considerados espécies-chaves na manutenção e estrutura de diversos ecossistemas, através de efeito regulatório das populações situadas em nichos inferiores (efeito top-down) (Friedlander & DeMartini, 2002).

Diversos autores (Stevens *et al.*, 2000; Friedlander & DeMartini, 2002; Navia *et al.*, 2012; Dulvy *et al.*, 2014) relatam que os efeitos diretos da pesca sobre predadores de topo incluem mudanças na abundância, parâmetros da história de vida, e em casos extremos, podem levar a extinção destas espécies.

Adicionalmente, mudanças ocorridas nas abundâncias relativas de elasmobrânquios, geralmente resultam mudanças densidades de espécies de menor nível trófico (Bizzarro *et al.*, 2007; Navia *et al.*, 2012). As conseqüências indiretas das remoções destes predadores podem causar desequilíbrios ecológicos e econômicos de magnitudes não esperadas (Friedlander & DeMartini, 2002).

A alimentação é um fator determinante da biologia, abundância e distribuição das espécies e suas respectivas populações, tanto para predadores quanto para presas (Fonteles-Filho, 2011). Baseados nessa premissa, estudos de ecologia trófica vêm sendo aplicados como importante ferramenta de conservação, tanto na avaliação de estoques pesqueiros, como na análise do ecossistema como um todo (Zavala-Camin, 1996).

Com o advento de novas tecnologias, a Análise de Isótopos Estáveis (AIE), tornou-se mais acessível à comunidade científica (Hussey *et al.*, 2012). Este novo método trata-se de uma ferramenta biogeoquímica que fornece dados complementares sobre dieta, posicionamento trófico e movimentação de espécies. Ao longo das duas últimas décadas, a

AIE vem ganhando destaque como alternativa para as metodologias tradicionalmente empregadas nos estudos citados anteriormente (Kim *et al.* 2011).

Por apresentarem aspectos fisiológicos singulares com relação a outros vertebrados, as análises de isótopos estáveis em elasmobrânquio ganham cada vez mais destaque. Dentre tais características biológicas podem-se citar: a ausência de tecido adiposo, retenção de excretas nitrogenadas (ureia) utilizadas na osmorregulação, e esqueleto formado por cartilagem calcificada em vez de ossos propriamente ditos (Ballantyne, 1997). Tendo essas características em mente, Kim & Koch (2011) testaram diferentes métodos de coleta, preservação e preparação de tecidos de elasmobrânquios levando em conta os traços fisiológicos relevantes para análises isotópicas neste táxon, e elaboraram um protocolo para remoção de contaminantes orgânicos que possam vir a causar erros sistemáticos na AIE.

Urotrygon microphthalmum (Delsman, 1970) é registrada desde a Venezuela até o Brasil sendo a única espécie da família nos estados do Amapá, Pará, Maranhão, Ceará, Paraíba e Pernambuco (Bigelow & Schroeder, 1953; Almeida *et al.*, 2000; Santander-Neto & Lessa, 2013). De acordo com McEachran & Carvalho (2000), a espécie atinge um máximo de 30 cm de comprimento total (CT), e seus indivíduos podem ocorrer em diversos ambientes, como: foz de rios, baías, plataforma continental interna, ilhas e parcéis (Piorski & Nunes, 2001).

Aspectos básicos da biologia da espécie foram avaliados no Maranhão por Almeida *et al.* (2000), Piorski & Nunes (2001) e Costa & Almeida (2003). De acordo com os últimos autores, foi verificada a predominância de misidáceos e cumáceos na dieta de *U. microphthalmum*, sendo esta classificada como predadora oportunista. Almeida *et al.* (2000) relataram que a partir de 239 mm de comprimento total (CT), todas as fêmeas eram maduras e os machos apresentaram 100% de maturidade a partir de 219 mm de CT. Entretanto, em um estudo sobre a mesma espécie no litoral de Pernambuco, Santander-Neto (2015) concluiu a

partir do L_{50} na ogiva de maturidade da espécie, que o tamanho de maturação gonadal para machos e fêmeas é de 187 e 198 mm de CT, respectivamente.

As capturas de recursos marinhos são geralmente direcionadas às espécies de valor comercial. Entretanto, devido à seletividade de algumas modalidades pesqueiras, espécies com menor (ou nenhum) valor comercial também são capturadas, como na pescaria de arrasto de fundo de camarões. As espécies capturadas juntamente com a espécie alvo são denominadas fauna acompanhante (*by-catch*), e por não atenderem a demanda do mercado consumidor, costumam ser descartadas sem a preocupação em conhecer mais sobre a composição da fauna ali presente. Desta forma, as consequências que a remoção dessa biomassa capturada acidentalmente pode causar no ecossistema, e inclusive na população de interesse comercial, se mantêm desconhecidas (Haimovici & Mendonça, 1996; Stobutzki *et al.*, 2001).

Knip *et al.* (2010) propõem um modelo alternativo de uso do hábitat para tubarões em ambientes costeiros diferente do modelo clássico proposto por Springer (1967). O termo Habitats Essenciais aos Peixes (EFH, do inglês) ganha cada vez mais destaque para determinadas espécies de elasmobrânquios de tamanhos menores, de modo que os adultos e jovens de uma população ocorrem no mesmo ambiente costeiro ao longo de seu ciclo de vida (NOAA, 2015). Essas áreas são consideradas cruciais para a conservação da fauna marinha ali presente, e por isso devem ser consideradas como zonas de exclusão da pesca pelos órgãos de gerenciamento pesqueiro (Heupel *et al.*, 2007).

Devido ao pequeno tamanho, *U. microphthalmum* não possui valor comercial, sendo comumente capturada como fauna acompanhante na pescaria de arrasto de fundo. Associado a problemática do *by-catch*, ainda há falta no conhecimento sobre a biologia da espécie (Rosa, 2004). Apesar de não constar na lista de espécies ameaçadas da fauna nacional publicada pelo MMA (2014), a avaliação realizada pelo ICMBio (Subirá *et al.* 2012) categorizou a espécie

como Dados Deficientes (DD) ao passo que globalmente a espécie enquadra-se na categoria *Least Concern (LC)* na Lista Vermelha da IUCN (Rosa, 2004).

Desta forma, para fins de conservação da espécie, o presente trabalho tem por objetivo de analisar o hábito alimentar e a ecologia trófica usando conteúdos estomacais de *U. microphthalmum* capturada no litoral de Pernambuco, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

AMOSTRAGEM

A área de estudo compreende a plataforma continental no estado de Pernambuco frente aos municípios de Jaboatão dos Guararapes (JG) (08°12'117" S e 08°12'667" S/ 34°53'743" W e 34°54'783 W) e Barra de Sirinhaém (BS) (08°038' S a 08°042' S/ 35°003' W a 35°004 W) (Fig. 1).

Os espécimes de *Urotrygon microphthalmum* foram capturados entre março de 2010 a março de 2012 como fauna acompanhante da pesca de arrasto de camarões branco (*Litopenaeus schmitti*), sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) e rosa (*Farfantepenaeus subtilis* e *F. brasiliensis*) no estado de Pernambuco, Brasil. Após o recolhimento das redes à proa da embarcação, o conteúdo foi triado para a coleta e separação dos camarões. A fauna acompanhante geralmente é dividida entre os pescadores do barco e restante não aproveitado é devolvido ao mar (vivo ou morto).

Os barcos da frota arrasteira de camarão possuem comprimento de 9,5 metros, equipados com portas de madeira, com 1,70m de comprimento cada e tangones duplos. Os arrastos utilizam redes de nylon simples trançado. Cada rede tem 10m de comprimento total e aproximadamente 6m na boca. As redes apresentam malhas de 20 mm no corpo, e de 15mm no saco, com comprimentos de 20 e 30 mm no ensacador e na boca da rede, respectivamente. As pescarias ocorrem ao longo de 9 a 10 horas.dia⁻¹, totalizando 3 lances.dia.barco⁻¹, com

duração média de 3 horas.lance⁻¹. As pescarias atuam diariamente em fundos de lama e areia onde há também substratos com algas calcárias (Kempf, 1970; Manso *et al.*, 2003) operando com velocidade de até 3 nós em até 16 metros de profundidade. Geralmente, as pescarias se iniciam por volta das 5:30h e são concluídas em torno das 15:30h.

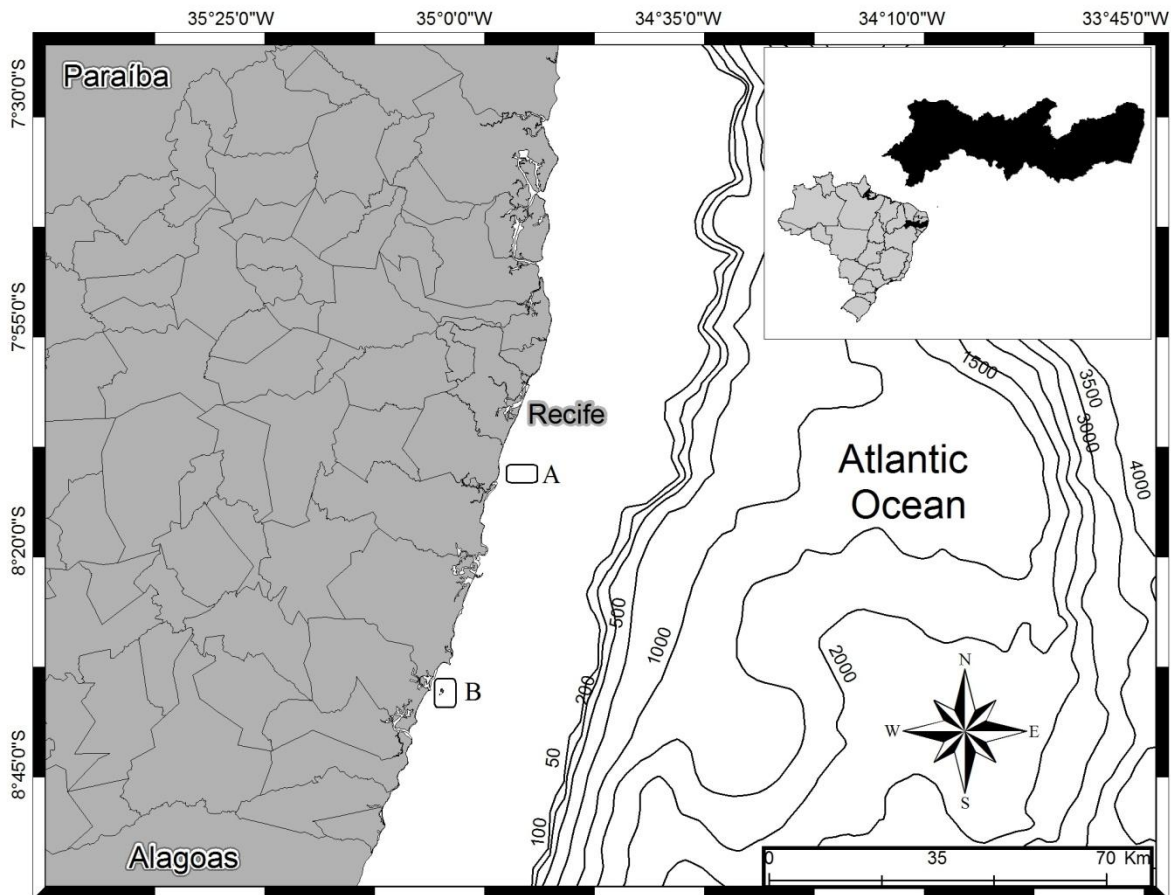


Fig. 1: Área de atuação da frota camaroneira frente aos municípios de: A) Jaboatão dos Guararapes (JG) e B) Barra de Sirinhaém (BS).

No presente estudo, os exemplares foram acondicionados em congeladores logo após o desembarque até a dissecação dos animais ao final do período de coleta. Para cada espécime foi registrado o comprimento total (CT, mm), o peso total (PT, g), o peso do estômago cheio (PE, g), o sexo e o grau de maturidade de acordo com Santander-Neto (2015). Em laboratório, o estômago foi fixado tanto internamente como externamente com formalina tamponada com bórax à 10% por um período mínimo de 24 horas.

HÁBITO ALIMENTAR

O estômago foi aberto e seu conteúdo foi filtrado em peneira de malha 1 milímetro e lavado com água corrente. Denominou-se “conteúdo estomacal” todo material que ficou retido na peneira; “item alimentar” como o táxon do organismo predado e a unidade, ou organismo de um item alimentar ingerido, foi denominado “presa” (Vaske-Jr *et al.*, 2004).

O conteúdo estomacal foi identificado ao menor nível taxonômico possível com auxílio da literatura (Williams, 1965; Nonato, 1976; Melo, 1996; Carpenter, 2002; Costa *et al.*, 2003; Grave *et al.*, 2009; Grave & Fransen, 2011; Souza *et al.*, 2011). Em seguida, cada item alimentar foi pesado em balança analítica de precisão 0,0001g.

O índice de repleção estomacal foi calculado como a razão entre o peso do conteúdo estomacal (PCE) sobre o peso total do predador (PT). O valor obtido foi multiplicado por 100, de forma a expressar a quantidade de alimento ingerido em função da massa corporal do predador (Hureau, 1969).

O grau de digestão (GD) dos itens alimentares foi registrado conforme proposto por Aloncle & Delaporte (1987) *apud* Costa & Almeida (2003) e Vaske-Jr *et al.*, (2004), sendo classificados de acordo com as escalas:

I – presa recém ingerida, item intacto de consistência firme e íntegra.

II – presas em início do processo digestivo e ação de enzimas digestivas, com perdas de pele, escamas, partes de nadadeiras e amolecimento de exoesqueletos.

III – presas em digestão avançada, porém identificável, com perdas de nadadeiras e partes musculares, presença de exoesqueletos fragmentados ou inteiros. Nos crustáceos, o abdômen se separa do cefalotórax, sendo difícil identificar alguns indivíduos por estarem aglomerados em uma massa.

IV – presas com digestão quase completa, apresentando apenas massa muscular amorfa e pastosa. Presença de estruturas rígidas, otólitos, cristalinos, ossos, quelas, brânquias, dentre outros.

A curva cumulativa de diversidade de itens alimentares foi elaborada usando o índice de Shannon-Wiener (H') no intuito de ter um indicativo de todo o espectro alimentar da espécie estudada (Espinoza *et al.*, 2012; López-García *et al.*, 2012). Os dados amostrais de diversidade dos itens alimentares foram randomizados em 50 vezes seguindo Colwell (2004). O tamanho amostral da espécie em estudo foi considerado suficiente se a curva visualmente atingiu a assíntota (Magurran, 2004).

Os métodos de análises de conteúdos estomacais empregados foram os de Frequência de Ocorrência (%FO), Gravimétrico (%M), Numérico (%N) e o índice de relativa importância modificado para peso (%IRI). (Pinkas *et al.*, 1971; Zavala-Camin, 1996; Cortés, 1997; Lessa & Almeida, 1997, 1998; Fonteles-Filho, 2011). Seguindo a sugestão de Cortés (1997), o valor absoluto do IRI foi transformado em base percentual para facilitar a interpretação e comparação dos resultados.

A largura de nicho foi estimada usando o índice de Levin (B_i). O valor foi padronizado (B_A) de modo que este último varia de 0 a 1 (Krebs, 1999). Baixos valores indicam uma dieta dominada por poucos itens alimentares (especialização) enquanto valores altos indicam uma dieta generalizada.

Para inferir sobre a estratégia alimentar de *U. microphthalmum* foi utilizado o método gráfico proposto por Cortés (1997), plotando-se as médias obtidas nos métodos numérico (%N), gravimétrico (%W) e frequência de ocorrência (%FO) dos itens alimentares agrupados em categorias propostas por Ebert & Bizzarro (2007). Cortés (1997) relata que este método fornece uma boa representação da importância das presas (dominante ou rara) e a estratégia alimentar do predador (especialista ou generalista).

Uma matriz de similaridade de Bray-Curtis foi construída usando estimativas padronizadas de contribuição das presas em função de suas massas, para testar se há mudança ontogenética na dieta de *U. microphthalmum* (Bornatowski *et al.*, 2014b). Em seguida, os dados foram avaliados usando o escalonamento não-métrico multidimensional (nMDS)

seguido por uma análise de similaridade em uma via (ANOSIM), com indivíduos como amostras e estágios maturacionais como fatores. Este teste é análogo à Análise de Variância (ANOVA), e foi usada para identificar similaridades (distâncias) dentro dos grupos definidos (fatores) contra as similaridades entre grupos, e também calcula a estatística R, a qual varia entre -1 a +1 (Clarke & Gorley, 2006).

Para analisar o efeito da variação espacial na dieta de *U. microphthalmum*, os métodos simples (%FO, %N e %W) e agrupado (%IRI) foram empregados entre os indivíduos capturados entre as áreas de coleta.

POSICIONAMENTO TRÓFICO E ANÁLISE DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

O nível trófico (NT) de *U. microphthalmum* foi estimado a partir dos conteúdos estomacais seguindo Ebert & Bizzarro (2007). Para tanto, estimou-se o NT da espécie como um todo, bem como para indivíduos jovens e adultos separadamente, agrupando os itens alimentares em categorias padronizadas.

Como forma de tentar validar a estimativa do posicionamento de *U. microphthalmum* dentro da cadeia trófica local, foi realizada uma nova coleta em Janeiro de 2014 na mesma área de estudo. Coletou-se 5 exemplares da espécie alvo (1 fêmea imatura, 2 fêmeas grávidas, 1 macho imaturo e 1 macho maduro) e mais 3 exemplares de espécies co-ocorrentes na região (1 indivíduo macho de *Dasyatis guttata*, 1 macho de *Gymnura micrura* e 1 fêmea de *Aetobatus narinari*, todos jovens) para estimar o posicionamento trófico de *U. microphthalmum* a partir da AIE e comparar este resultado com aquele obtido a partir dos conteúdos estomacais (SCA).

Os exemplares foram dissecados para a remoção de tecido muscular subjacente às nadadeiras peitorais. O material biológico foi armazenado em congeladores até a realização do tratamento preparatório para a AIE. Seguindo a metodologia empregada por Kim & Koch (2011), realizou-se a adição de 10 mL de éter de petróleo, a fim de remover os lipídeos do

tecido. A solução foi agitada em lavadora ultra-sônica (Ultracleaner 700 - Unique) durante 15 minutos, sofrendo decantação após isso. A solução foi descartada e este procedimento sofreu uma repetição para garantir a completa remoção dos lipídeos da musculatura.

Depois da remoção dos lipídeos, foi retirada a ureia acumulada no tecido, utilizando-se água deionizada. Foram adicionados 10 mL de água deionizada no frasco contendo a amostra. A solução foi agitada durante 15 minutos, sendo esta descartada após o final do procedimento, o qual sofreu duas novas repetições para cada amostra.

Após a bateria de tratamento para a remoção de contaminantes teciduais, o material biológico foi liofilizado pelo Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE). Por fim, o material pronto para a AIE foi enviado ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA-USP), onde foi submetido a um espectrofotômetro de massa para monitoramento isotópico. Os valores obtidos da AIE foram então analisados de acordo com os trabalhos de Kim & Koch (2011), Borrel *et al.* (2011) e Estrada *et al.* (2003) para estimar a posição das espécies amostradas dentro da cadeia trófica marinha.

De modo geral, as razões de isótopos estáveis dos elementos são discutidas usando a notação δ (delta), tal qual segue a fórmula geral (Peterson & Fry, 1987):

$$\delta^h X = \left(\left(\frac{R_{sample}}{R_{standard}} \right) - 1 \right) * 1000$$

sendo: X, o elemento químico de interesse, h, o isótopo com maior número de massa atômica e R, a razão entre isótopos de maior e o de menor massa. Segundo Newsome *et al.* (2010), os valores dos padrões isotópicos aceitos pela comunidade científica são referentes ao Belemnita de Vienna-PeeDee (V-PDB) para isótopos de Carbono, e nitrogênio atmosférico (AIR) para isótopos deste último elemento. Por definição, os valores isotópicos desses padrões é 0‰.

A estimativa do nível trófico a partir dos valores de $\delta^{15}\text{N}$ foi realizada seguindo Post (2002) usando a equação:

$$TL_{\delta^{15}N} = TL_{baseline} + \frac{(\delta^{15}N_{elasmobranch} - \delta^{15}N_{baseline})}{\Delta_N}$$

Nós usamos o nível trófico e valor isotópico de *Ammodytes americanus* reportado por Estrada *et al.*, (2003) como valores basais para estimativa do nível trófico de *U. microphthalmum*, tendo em vista que até então, não há valores de organismos baselines publicados para a plataforma continental do nordeste brasileiro.

Os valores obtidos dos níveis tróficos entre conteúdo estomacal e AIE foram comparados para averiguar se as estimativas foram semelhantes.

Para elaboração da curva cumulativa de itens alimentares e do gráfico tridimensional utilizou-se o software EstimateS versão 7.5.1. e STATSOFT-STATISTICA 7.0, respectivamente. As análises nMDS e ANOSIM foram efetuadas usando o programa PRIMER-e v.6 (Clarke & Gorley, 2006). Todas as demais análises foram realizadas utilizando os programas Microsoft Office Excel versão 2007. Foi utilizado o nível de significância de 5% para a rejeição da hipótese de nulidade nas análises estatísticas. Os testes estatísticos utilizados são mencionados conforme sua aplicação. Quando as premissas de normalidade dos dados e/ou homogeneidade das variâncias não foram satisfeitas, optou-se pela aplicação dos testes não paramétricos correspondentes.

RESULTADOS

HÁBITO ALIMENTAR

Foram analisados 338 estômagos de *U. microphthalmum*. Desse total, 79 estômagos foram removidos da análise quantitativa da dieta por apresentarem apenas massa muscular amorfa (n=61) ou por não possuir qualquer conteúdo estomacal (n=18) (índice de vacuidade = 5,32%). Dos estômagos usados nas análises alimentares, o CT dos indivíduos variou entre 94,15 a 298,1mm, e o PT, variou entre 5,34 a 148g (Fig. 2). Os dados de comprimento

(Shapiro-Wilk, $W = 0.9598$, $p < 0.0001$) e de peso total (Shapiro-Wilk, $W = 0.9767$, $p = 0.0003$) apresentaram distribuição normal.

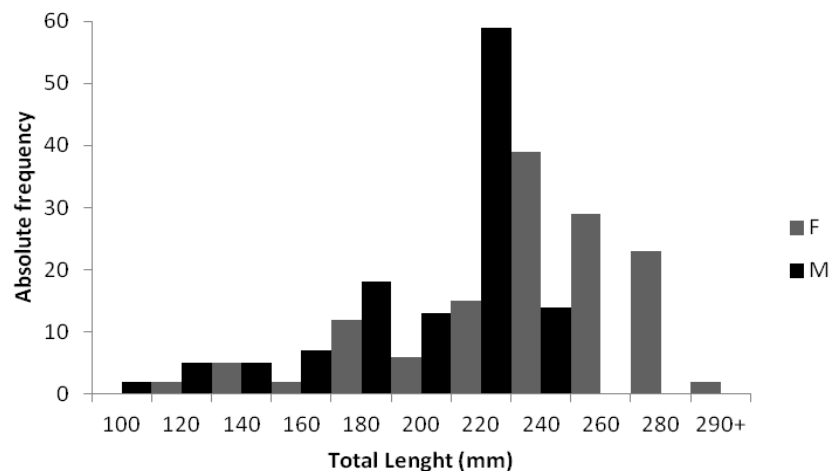


Fig. 2: Distribuição de frequência absoluta por classes de comprimento dos exemplares de *U. microphthalmum* usados nas análises alimentares. Os valores no eixo horizontal representam os centros de classes.

Nos estômagos remanescentes ($n=258$), a maioria apresentou 1 ou 2 itens alimentares (58,68% e 25,48%, respectivamente), porém estômagos contendo três (10,03%), quatro (5,01%) e cinco itens (0,77%) também foram observados. O índice de repleção atingiu um valor máximo e médio de 1,69 e 0,16, respectivamente. Contudo, valores compreendidos entre 0,0001 e 0,1, representaram 56,48% dos estômagos analisados. Observou-se uma predominância de presas em estágios finais de digestão, de modo que 69,8% de todas as presas identificadas se enquadraram no último estágio da digestibilidade.

Foram identificados 31 itens alimentares (Tabela 01) presentes na dieta de *U. microphthalmum*, podendo-se observar uma ingestão predominante de crustáceos decápodes, misidáceos e de pequenos teleósteos associados ao substrato. O ponto de saturação da curva de diversidade cumulativa de itens foi alcançado em torno de 160 estômagos. (Fig 4)

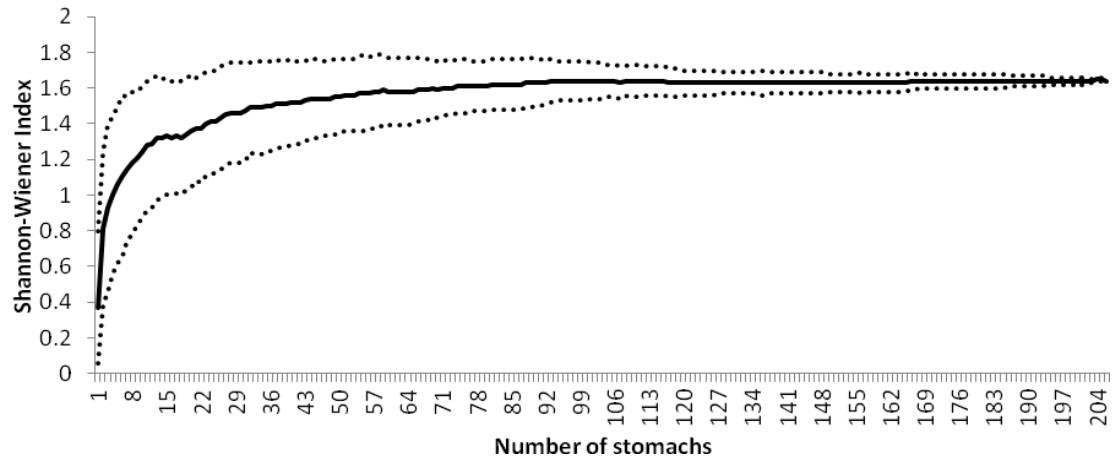


Fig.3: Curva de diversidade trófica de *U. microphthalmum* capturada no litoral de Pernambuco. A linha contínua representa os valores médios do índice de diversidade de Shannon-Wiener. As linhas pontilhadas superiores e inferiores representam os valores médios do índice, acrescidos e decrescidos do desvio padrão, respectivamente.

Tabela 1. Porcentagens em frequência de ocorrência (%FO), número (%N) e massa (%M) dos itens alimentares de *U. microphthalmum* por ordem de importância (OI) do primeiro (1) ao décimo (10).

Itens	FO	%FO	N	%N	M	%M	IRI	%IRI	OI
Filo Arthropoda									
Classe Malacostraca									
Crustacea	76	29.57	156	8.35	1.955	9.99	542.26	8.001	2
Ordem Amphipoda									
<i>Orchomenella minuta</i>	21	8.17	31	1.66	0.155	0.79	20.03	0.296	7
Ordem Cumacea									
Cumacea	10	3.89	18	0.96	0.103	0.53	5.80	0.086	10
Ordem Decapoda									
Decapoda	137	53.31	1019	54.55	9.974	50.94	5623.68	82.972	1
Subordem Dendrobranchiata									
Dendrobranchiata	17	6.61	39	2.09	1.168	5.97	53.27	0.786	6
Superfamília Penaeoidea									
Penaeoidea	2	0.78	3	0.16	0.072	0.37	0.41	0.006	
Família Penaeidae									
<i>Fartantepenaeus</i> sp.	1	0.39	1	0.05	0.015	0.08	0.05	0.001	
Penaeidae	20	7.78	49	2.62	0.771	3.94	51.06	0.753	5
<i>Rimapenaeus constrictus</i>	1	0.39	1	0.05	0.123	0.63	0.27	0.004	
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	1	0.39	1	0.05	0.023	0.12	0.07	0.001	

Tabela 1. Continuação.

Itens	FO	%FO	N	%N	M	%M	IRI	%IRI	OI
Família Sicyoniidae									
Sicyoniidae	3	1.17	7	0.37	0.220	1.12	1.75	0.026	
<i>Sicyonia</i> sp.	2	0.78	2	0.11	0.192	0.98	0.85	0.012	
<i>Sicyonia dorsalis</i>	3	1.17	9	0.48	0.198	1.01	1.74	0.026	
Superfamília Sergestoidea									
Sergestoidea	2	0.78	6	0.32	0.054	0.28	0.46	0.007	
Subordem Pleocyemata									
Infraordem Brachyura									
Brachyura	4	1.56	4	0.21	0.115	0.59	1.25	0.018	
Família Portunidae									
Portunidae	1	0.39	1	0.05	0.066	0.34	0.15	0.002	
Infraordem Caridea									
Caridea	4	1.56	11	0.59	0.111	0.57	1.80	0.027	
Família Ogyrididae									
<i>Ogyrides</i> sp.	1	0.39	2	0.11	0.047	0.24	0.14	0.002	
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	3	1.17	5	0.27	0.089	0.45	0.84	0.012	
Ogyrididae	4	1.56	5	0.27	0.078	0.40	1.04	0.015	
Família Palemonidae									
Palemonidae	2	0.78	5	0.27	0.150	0.77	0.80	0.012	
Família Pasiphaeidae									
<i>Leptochela serratorbita</i>	10	3.89	22	1.18	0.437	2.23	13.27	0.196	9
Ordem Isopoda									
Família Sphaeromatidae									
Sphaeromatidae	13	5.06	33	1.77	0.179	0.91	13.56	0.200	8
Ordem Mysidacea									
Mysidacea	30	11.67	350	18.74	2.733	13.96	381.67	5.631	3
Ordem Stomatopoda									
Stomatopoda	1	0.39	1	0.05	0.009	0.05	0.04	0.001	
Família Lysiosquillidae									
Lysiosquillidae	1	0.39	1	0.05	0.009	0.05	0.04	0.001	
Filo Mollusca									
Mollusca	2	0.78	2	0.11	0.009	0.05	0.12	0.002	
Filo Annelida									
Annelida	6	2.33	34	1.82	0.075	0.38	5.14	0.076	
Classe Polychaeta									
Polychaeta	5	1.95	6	0.32	0.037	0.19	0.99	0.015	
Filo Chordata									
Classe Actinopterygii									
Teleósteo	36	14.01	39	2.09	0.347	1.77	54.07	0.798	4
Família Cynoglossidae									
<i>Symphurus</i> sp.	5	1.95	5	0.27	0.064	0.33	1.16	0.017	
TOTAL	424	164.98	1868	100.00	19.578	100.00	6777.77	100.00	

Uma vez que a composição de dietas entre machos e fêmeas mostrou-se similar (Fig. 4), todas as demais análises sobre a alimentação da espécie foram realizadas com sexos agrupados. O método gráfico de Cortés (1997) indicou uma forte importância de decápodes na dieta de *U. microphthalmum* no litoral de Pernambuco. A espécie também apresenta uma amplitude de nicho baixa e hábito especializado de forrageamento (Fig. 5).

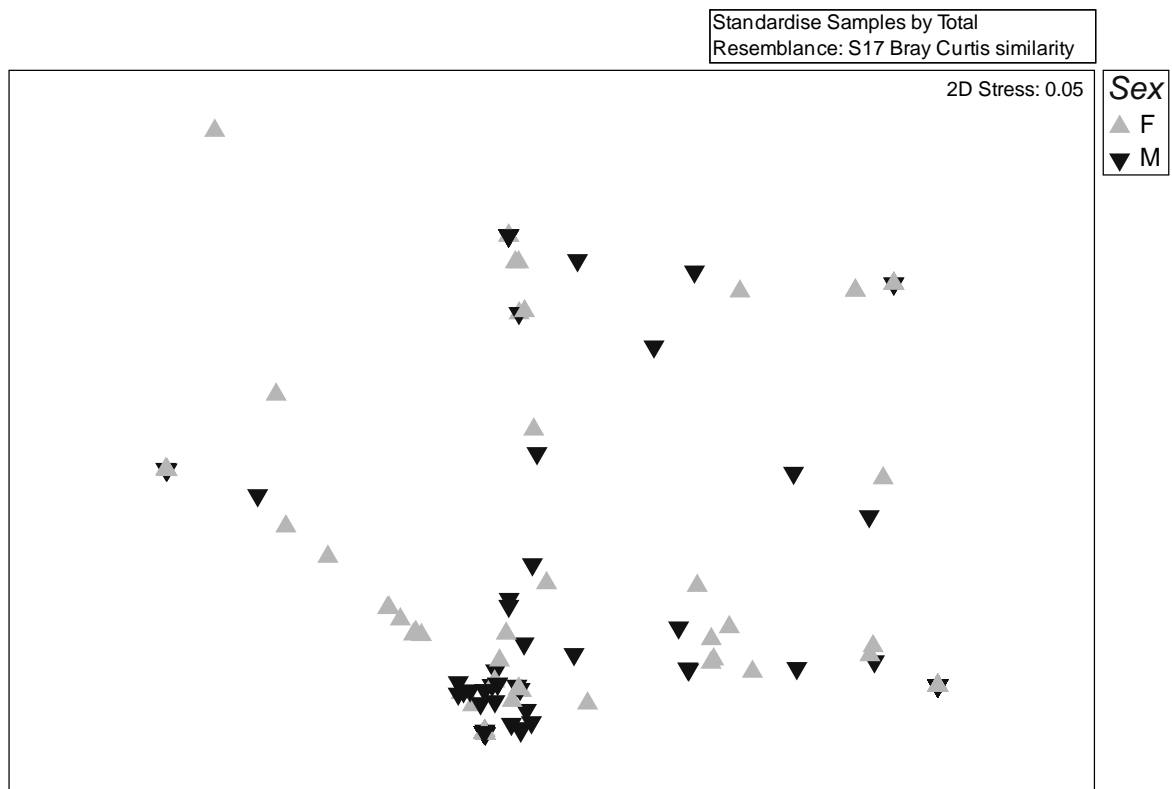


Fig. 4: Escalonamento não-métrico multidimensional comparando similaridades de dieta entre machos e fêmeas de *U. microphthalmum*.

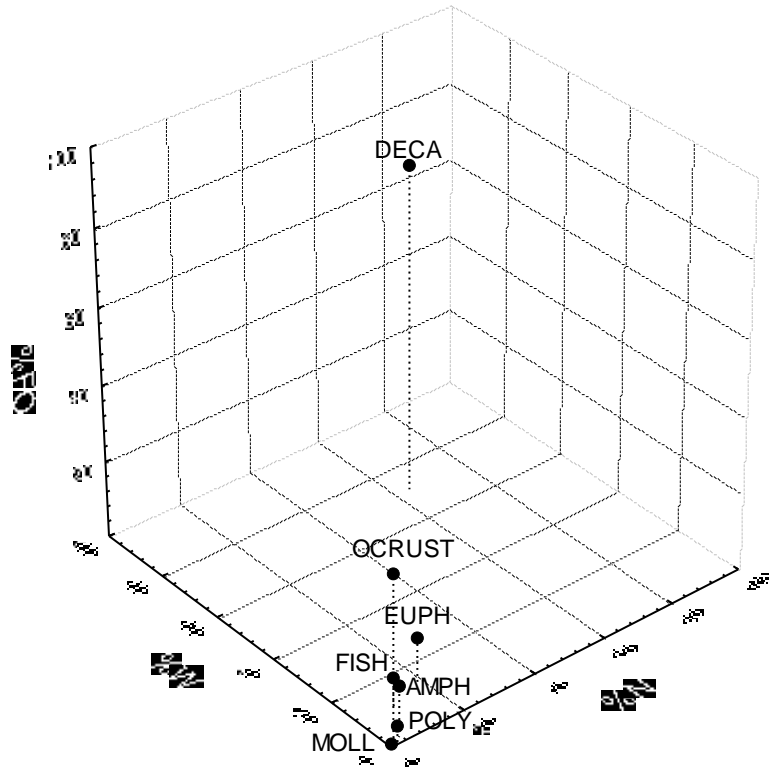


Fig. 5: Análise ecológica tridimensional da dieta de *U. microphthalmum* capturada no litoral de Pernambuco entre março de 2010 a março de 2012. Os grupos utilizados seguem o agrupamento de itens proposto por Ebert & Bizzarro (2007).

A análise de similaridade entre as dietas de jovens ($n = 52$) e adultos ($n = 206$) não sugere uma mudança ontogenética na dieta de *U. microphthalmum* (ANOSIM, $R = 0.035$, $p = 0.147$). O mesmo resultado se observa quando aplicado para o fator “sexo” (ANOSIM, $R = 0.004$, $p = 0.151$). Desta forma, os jovens e adultos da espécie (tanto machos, como fêmeas) são predominantemente invertívoros carcinofágicos, e possuem a amplitude de nicho estreita (especialistas) ($B_A = 0.0144$).

A dieta de *U. microphthalmum* capturada em JG mostrou-se semelhante à dieta da espécie capturada em BS. Contudo, a importância dos peixes teleósteos foi mais significativa em JG. Por outro lado, os poliquetas ingeridos não foram registrados na dieta dos exemplares

capturados em BS (Tabela 2). A distribuição de classes de comprimento entre as áreas de coleta também mostrou-se semelhante. Em BS o CT dos exemplares variou entre 136,5 a 298,1 mm com uma média de 218,01 mm. Em JG, o CT variou entre 94,15 a 287,5 mm apresentando uma média de 224,94 mm.

POSICIONAMENTO TRÓFICO E ANÁLISE DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

O nível trófico estimado segundo Ebert & Bizzarro (2007) para *U. microphthalmum* assumiu valor de 3,5 (consumidor secundário). Quando calculados separadamente para indivíduos jovens e adultos, o índice de nível trófico assumiu valores idênticos. Assim, não houve variação entre o nível trófico de jovens e adultos de *U. microphthalmum*.

As médias dos valores isotópicos de carbono e nitrogênio para os exemplares de *U. microphthalmum* foram -15,47 e 12,29‰, respectivamente. Uma alta correlação linear positiva foi observada entre $\delta^{13}\text{C}$ e o comprimento total dos exemplares (Fig. 6).

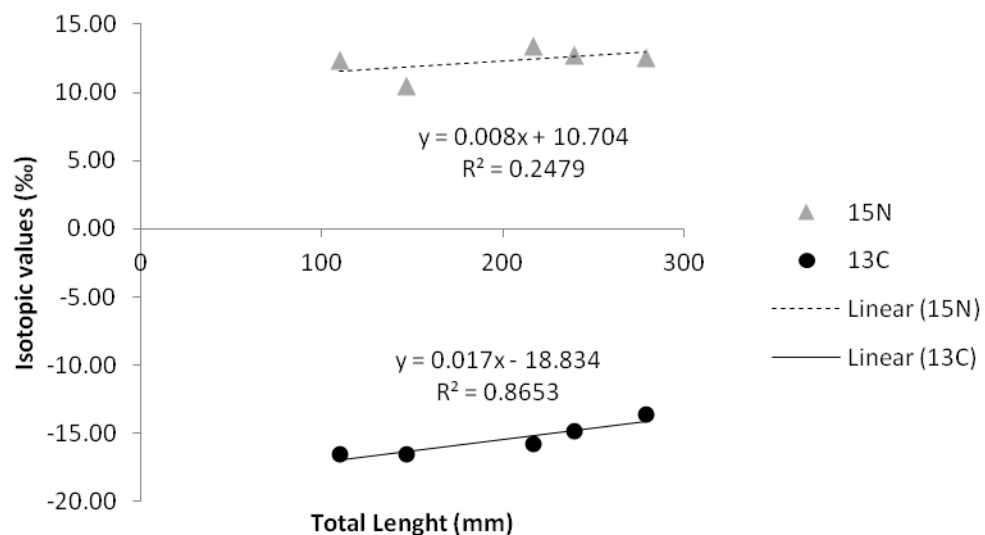


Fig. 6: Relação entre $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ e tamanho total de *U. microphthalmum*

A assinatura isotópica dos exemplares de *U. microphthalmum* mostrou-se semelhante à de *Dasyatis guttata* e de *Aetobatus narinari*. Contudo, *Gymnura micrura* apresentou maior diferença nas concentrações isotópicas de carbono e nitrogênio (Fig. 7)

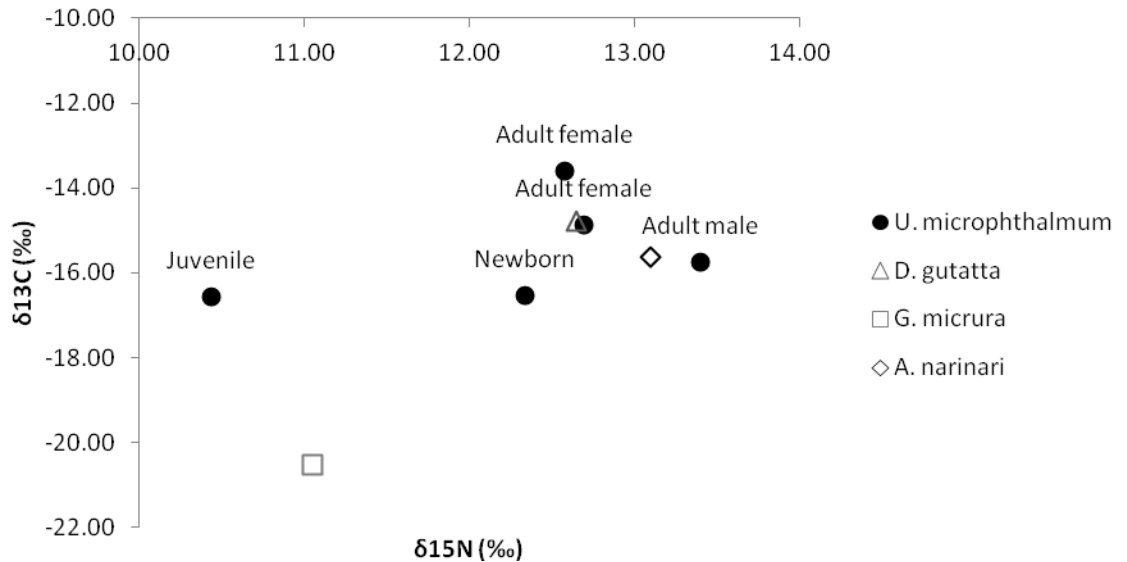


Fig. 7: Valores isotópicos de 4 espécies de batóideos ocorrentes em BS. Marcadores preenchidos correspondem a espécie de estudo e marcadores abertos correspondem a outras espécies co-ocorrentes na região.

O nível trófico estimado a partir da Análise de Isótopos Estáveis mostrou-se estatisticamente semelhante ao estimado a partir da análise de conteúdos estomacais (Teste T. $t=0.1568$, $p>0,05$). Sendo assim, considerado uma forma de validação para a estimativa obtida a partir do conteúdo estomacal (Fig. 8).

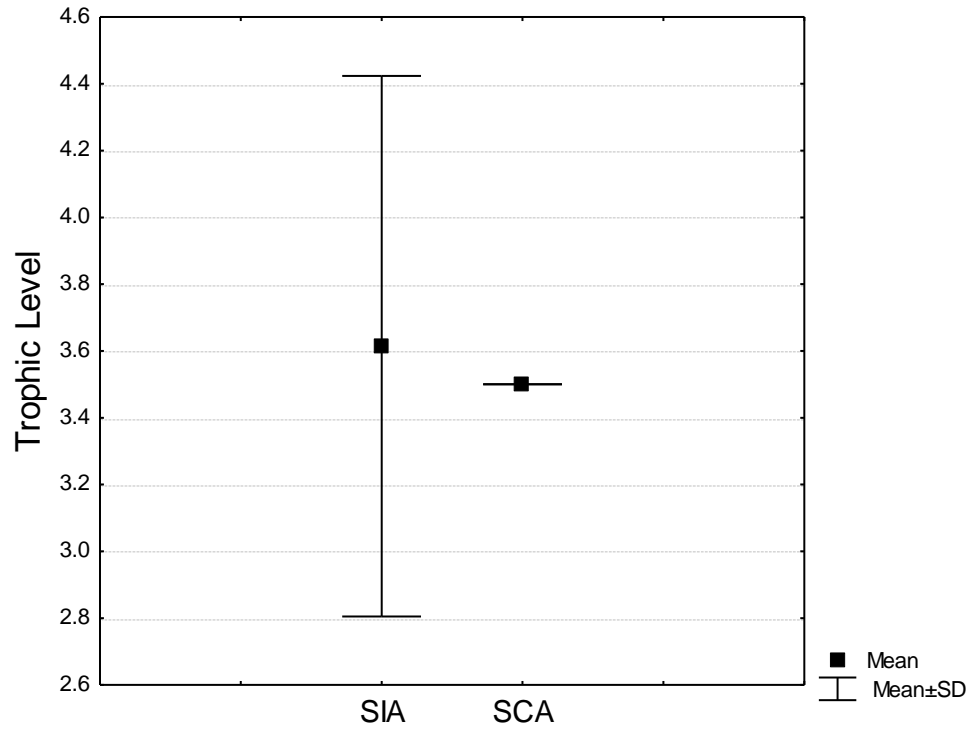


Fig. 8: Níveis tróficos estimados para *U. microphthalmum* a partir das análises de conteúdo estomacal (SCA) e de isótopos estáveis (SIA).

Tabela 2. Porcentagens em frequência de ocorrência (%FO), número (%N) e massa (%M) dos itens alimentares de *U. microphthalmum* capturados no litoral de Pernambuco por ordem de importância (OI) do primeiro (1) ao décimo (10) entre as áreas de coleta dos exemplares.

Itens alimentares	BS n = 72 indivíduos									JG n = 181 indivíduos								
	FO	%FO	N	%N	M	%W	IRI	%IRI	OI	FO	%FO	N	%N	M	%W	IRI	%IRI	OI
Filo Arthropoda																		
Classe Malacostraca																		
Crustacea	14	19.44	99	10.02	0.60	5.34	298.69	3.25	3	59	32.60	35	4.22	1.299	16.03	660.05	11.73	2
Ordem Amphipoda																		
<i>Orchomenella minuta</i>	3	4.17	3	0.30	0.02	0.15	1.89	0.02		16	8.84	26	3.14	0.123	1.52	41.14	0.73	7
Ordem Cumacea																		
Cumacea	4	5.56	5	0.51	0.03	0.23	4.09	0.04		6	3.31	13	1.57	0.077	0.95	8.35	0.15	10
Ordem Decapoda																		
Decapoda	51	70.83	580	58.70	6.29	55.67	8101.43	88.21	1	85	46.96	416	50.18	3.575	44.11	4427.96	78.67	1
Subordem Dendrobranchiata																		
Dendrobranchiata	9	12.50	19	1.92	0.84	7.44	117.04	1.27	4	8	4.42	20	2.41	0.328	4.05	28.55	0.51	8
Superfamília Penaeoidea																		
Penaeoidea	1	1.39	1	0.10	0.03	0.24	0.47	0.01	8	1	0.55	2	0.24	0.045	0.56	0.44	0.01	
Família Penaeidae																		
<i>Farfantepenaeus sp.</i>										1	0.55	1	0.12	0.015	0.19	0.17	0.00	
Penaeidae	7	9.72	14	1.42	0.26	2.33	36.42	0.40	6	13	7.18	35	4.22	0.508	6.27	75.34	1.34	5
<i>Rimapenaeus constrictus</i>	1	1.39	1	0.10	0.12	1.09	1.65	0.02	9									
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	1	1.39	1	0.10	0.02	0.20	0.42	0.00										
Família Sycioniidae																		
Sycionidae	3	4.17	7	0.71	0.22	1.95	11.07	0.12										
<i>Sycionia sp.</i>	2	2.78	2	0.20	0.19	1.70	5.29	0.06										
<i>Sycionia dorsalis</i>	3	4.17	9	0.91	0.20	1.75	11.10	0.12										
Superfamília Sergestoidea																		

Tabela 2. Continuação.

Itens alimentares	BS n = 72 indivíduos									JG n = 181 indivíduos								
	FO	%FO	N	%N	M	%W	IRI	%IRI	OI	FO	%FO	N	%N	M	%W	IRI	%IRI	OI
Sergestoidea	1	1.39	5	0.51	0.03	0.28	1.10	0.01	7	1	0.55	1	0.12	0.022	0.27	0.22	0.00	
Infraordem Brachyura																		
Brachyura	1	1.39	1	0.10	0.01	0.04	0.20	0.00		3	1.66	3	0.36	0.11	1.36	2.85	0.05	
Família Portunidae																		
Portunidae										1	0.55	1	0.12	0.066	0.81	0.52	0.01	
Infraordem Caridea																		
Caridea	3	4.17	10	1.01	0.11	0.96	8.20	0.09	10	1	0.55	1	0.12	0.003	0.04	0.09	0.00	
Família Ogyrididae																		
<i>Ogyrides</i> sp.										1	0.55	2	0.24	0.047	0.58	0.45	0.01	
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	1	1.39	3	0.30	0.04	0.36	0.93	0.01		2	1.10	2	0.24	0.048	0.59	0.92	0.02	
Ogyrididae	1	1.39	1	0.10	0.04	0.34	0.61	0.01	5	3	1.66	4	0.48	0.04	0.49	1.62	0.03	
Família Palemonidae																		
Palemonidae	2	2.78	5	0.51	0.15	1.33	5.10	0.06										
Família Pasiphaeidae																		
<i>Leptochela serratorbita</i>	5	6.94	16	1.62	0.33	2.88	31.24	0.34		5	2.76	6	0.72	0.112	1.38	5.82	0.10	
Ordem Isopoda																		
Família Sphaeromatidae																		
Sphaeromatidae										13	7.18	33	3.98	0.179	2.21	44.45	0.79	6
Ordem Mysidacea																		
Mysidacea	11	15.28	197	19.94	1.68	14.87	531.83	5.79	2	18	9.94	149	17.97	1.053	12.99	307.94	5.47	3
Ordem Stomatopoda																		
Stomatopoda										1	0.55	1	0.12	0.009	0.11	0.13	0.00	
Família Lysiosquillidae																		
Lysiosquillidae										1	0.55	1	0.12	0.009	0.11	0.13	0.00	

Tabela 2. Continuação.

Itens alimentares	BS n = 72 indivíduos									JG n = 181 indivíduos								
	FO	%FO	N	%N	M	%W	IRI	%IRI	OI	FO	%FO	N	%N	M	%W	IRI	%IRI	OI
Filo Mollusca																		
Mollusca	1	1.39	1	0.10	0.01	0.05	0.21	0.00		1	0.55	1	0.12	0.003	0.04	0.09	0.00	
Filo Annelida																		
Annelida										5	2.76	34	4.10	0.075	0.93	13.89	0.25	9
Classe Polychaeta																		
Polychaeta										6	3.31	6	0.72	0.037	0.46	3.91	0.07	
Filo Chordata																		
Classe Actinopterygii																		
Teleostei	7	9.72	8	0.81	0.09	0.79	15.54	0.17		29	16.02	31	3.74	0.258	3.18	110.92	1.97	4
Família Cynoglossidae																		
<i>Symphurus</i> sp.										5	2.76	5	0.60	0.064	0.79	3.85	0.07	
Total geral	132	183.33	988	100	11.29	100	9184.54	100		285	157.46	829	100	8.105	100	5628.86	100	

DISCUSSÃO

A análise da frequência do número de itens alimentares por estômago sugere que *U. microphthalmum* ingira uma baixa diversidade de presas por episódio de alimentação. Entretanto, esse comportamento alimentar não restringe o espectro trófico da espécie, uma vez que foram identificados 31 itens alimentares. O número de itens identificados no presente trabalho é superior ao dobro da quantidade informada por Costa & Almeida (2003), no Maranhão. Contudo, o número de itens alimentares identificados no presente estudo se mostrou mais semelhante aos 26 itens alimentares reportado para *Urotrygon rogersi* na Colômbia (Navia *et al.*, 2011).

Do total de estômagos analisados, 79 foram descartados das análises da dieta, número superior ao reportado para *U. rogersi* (Navia *et al.*, 2011). Ao comparar com a dieta de *U. microphthalmum* no litoral maranhense, houve diferenças na composição e importância das presas com os decápodes sendo os itens mais importantes em Pernambuco, ao passo que no Maranhão, foram os misidáceos e cumáceos que mais contribuíram em número de presas na dieta (Almeida *et al.*, 2000; Costa & Almeida, 2003). Outras comparações foram impossibilitadas, visto que apenas o método numérico foi empregado pelos autores. Entretanto, as diferenças observadas entre as dietas de *U. microphthalmum* no Maranhão e em Pernambuco, podem ter ocorrido em decorrência da metodologia aplicada entre os dois estudos, bem como entre o tamanho amostral analisado. No presente estudo (n = 338), os exemplares foram capturados através do acompanhamento de desembarque de pesca de arrasto de fundo com tangones duplos que atuavam em profundidades de até 16 metros. Por outro lado, no Maranhão (n = 74) foi empregada a rede de lance, atuando em profundidades mais rasas (entre 2 a 5m). Todavia, a importância dos decápodes na dieta de *U. microphthalmum* do presente trabalho, corroborou com a importância deste grupo, encontrado por Navia *et al.* (2011), para *U. rogersi* na Colômbia.

O valor máximo e médio obtido no índice de repleção estomacal (1,69 e 0,16, respectivamente) podem ser considerados valores baixos se comparado ao reportado para *Dasyatis sabina* (Bradley *et al.*, 2004 *apud* Wetherbee & Cortés, 2004; ver tabela 8.1). Os valores basais de repleção estomacal (entre 0,0001 e 0,1) perfizeram 55,48% do total analisado. Algumas hipóteses que podem explicar esses valores mínimos de repleção estomacal incluem: horários preferenciais de atividade forrageira (padrão circadiano) resultante de um ritmo alimentar do tipo intermitente como sugerido por Costa & Almeida (2003) para *U. microphthalmum* no Maranhão; alta eficiência energética para suprir a demanda metabólica da espécie com uma quantidade pequena de alimento ingerido (Wetherbee & Cortés, 1990; 2004); metabolismo elevado para investir a energia assimilada em crescimentos somático e gonadal rápidos (Santander-Neto, 2015); a possibilidade de regurgitamento devido ao stress causado pelo aparelho de pesca durante a captura dos exemplares e a digestão contínua até o desembarque dos espécimens (Wetherbee & Cortés, 1990); ou ainda o período de tempo transcorrido entre a coleta e o processamento dos exemplares. Porém, tendo em vista as elevadas taxas de crescimento somático e gonadal (Santander-Neto, 2015), acredita-se que o rápido metabolismo da espécie tenha forte influência sobre a velocidade da digestão das presas.

Os dados alimentares gerados no presente estudo indicam que *U. microphthalmum* no litoral de Pernambuco seja uma espécie especializada na ingestão de pequenos crustáceos, incluindo decápodes e misidáceos, além de pequenos peixes associados ao substrato marinho. Entretanto, dentro do grupo crustáceos, a espécie demonstra certo grau de generalismo oportunista, alimentando-se dos itens à disposição. Contudo, quando o item alimentar mais comum na dieta de um predador é justamente uma categoria ampla de presa, com alta abundância no meio, a diferença entre oportunismo generalista e especialização alimentar pode ser difícil de ser distinguida (Yokota *et al.*, 2013). Dessa forma, Costa *et al.* (2015) sugerem avaliar também a disponibilidade e riqueza da diversidade das presas nos ambientes

ocupados pelo predadores de modo a facilitar a tomada de decisão entre oportunismo vs especialização.

Apesar do longo período de tempo transcorrido desde a captura até o processamento dos exemplares, e da digestão continuar atuando no conteúdo alimentar mesmo após a morte dos espécimes de *U. microphthalmum*, a temperatura baixa se mostra um fator para minimizar a atuação das enzimas digestivas por estar fora da temperatura ideal de atuação das proteases (Rasmussen & Rasmussen, 1967). Além disso, a aplicação de formol tamponado com bórax cessa o processo digestivo, e regula o pH estomacal a fim de evitar maiores desgastes em seu conteúdo (Atkins, 1922).

Grande parte dos teleósteos ingeridos não puderam ser identificados em virtude do alto grau de digestão em que se encontravam, muitas vezes apresentando somente vértebras interligadas ou isoladas. Entretanto, o formato fusiforme da coluna vertebral em presas menos digeridas, bem como o formato achatado do corpo, indicam que parte dos teleósteos tidos como não-identificados, possam pertencer à família Cynoglossidae que compreende o grupo das solhas, associadas ao substrato marinho e presentes em ambientes estuarinos (Carpenter, 2002), o que coincide com a área de ocorrência de *U. microphthalmum*.

Costa & Almeida (2003) sugerem que *U. microphthalmum* seja uma espécie que usa o focinho para escavar o substrato e alimentar-se da comunidade bentônica infauna (cumáceos) e epifauna (poliquetos e crustáceos), como observado em outros batóideos como *Dasyatis guttata* (Carqueija *et al.*, 1995) e *Rhinobatos lentiginosus* (Wilga & Motta, 1998). Em um estudo mais recente sobre cinética e eficiência alimentar em Batóideos, Mulvany & Motta (2014) relatam que para *Urobatis jamaicensis*, a abordagem alimentar consiste inicialmente com os predadores em repouso no substrato. Após a detecção da presa em potencial, os predadores elevam o rostro ou o corpo inteiro para nadar sobre a presa antes de prendê-la contra o substrato usando as nadadeiras peitorais. A presa é então ingerida usando sucção bucal e/ou por emprego de mordidas (Mulvany & Motta, 2014).

Os dados do presente estudo revelam que a abordagem alimentar sugerida por Costa & Almeida (2003) para *U. microphthalmum* corrobora com os hábitos e distribuições dos organismos predados, muito embora a importância alimentar dos cumáceos não tenha sido tão alta para a dieta da espécie (décima ordem de importância), no presente estudo.

Muitos pesquisadores estabeleceram uma relação entre o dimorfismo sexual em estrutura dentárias de machos e fêmeas com diferenciação trófica intraespecífica (Kyne & Bennett, 2002; Morato *et al.*, 2003; Scenna *et al.*, 2006). Apesar disso, os dados do presente estudo revelam que embora a diferença de dentição registrada entre machos e fêmeas adultos esteja presente em *U. microphthalmum* (Rangel *et al.*, in prep.), não foi encontrada uma variação significativa entre as dietas de machos e fêmeas adultas, corroborando com o reportado para *U. rogersi* na Colômbia (Navia *et al.*, 2011). Assim, tal fator apresenta-se vinculado mais a reprodução que à alimentação das espécies de batóideos (Motta, 2004).

Apesar da mudança ontogenética na dieta dos peixes se mostrarem um fenômeno quase universal (Zavala-Camin, 1996; Lessa & Almeida, 1997; Wetherbee & Cortés, 2004), tal evento não foi observado para *U. microphthalmum* no litoral de Pernambuco. Uma provável explicação para tal fato se deve pelo tipo de uso de habitat explorado pela espécie. Através da caracterização da dieta, a espécie demonstra ocorrer ao longo de todo o ciclo de vida, em áreas com a composição de presas semelhantes. Dessa forma, os dados alimentares levam a sugerir que *U. microphthalmum* seja uma espécie com distribuição restrita aos bancos de lama próximos aos estuários ao longo de seu ciclo reprodutivo. Tal padrão se enquadra ao *Essential Fish Habitats* proposto por Knip *et al.* (2010).

Assim como constatado para *U. rogersi* ocorrente na Colômbia (Navia *et al.*, 2011), não houve grande diferença entre a dieta de *U. microphthalmum* capturada entre os pontos de coleta. Embora a importância dos peixes teleósteos tenha sido mais significativa em JG, e a ausência de poliquetas ingeridos em BS, tais diferenças podem ter ocorrido em função da variação espacial na composição da fauna de presas entre as diferentes áreas de estudo; por

diferenças inclusive no aspecto geológico entre as duas regiões (*i.e.* sedimentos diferentes que propiciam uma colonização diferente em cada local) (Kempf, 1970; Manso *et al.* 2003); ou também devido ao menor número amostral de exemplares provenientes de BS (n = 72).

O nível trófico estimado a partir de Ebert & Bizzarro (2007) assumiu valor de 3,5 o que corrobora com o estimado por Jacobsen & Bennett (2013) para a família Urotrygonidae. Assim, a *U. microphthalmum* pode ser classificada como consumidora secundária na pirâmide trófica marinha. Embora Ebert & Bizzarro (2007) tenham encontrado que as raias da família Rajidae possuam uma correlação positiva entre o nível trófico e o tamanho máximo atingido pelas espécies, tal padrão não parece ser verdadeiro quando aplicado para Myliobatoidei (Jacobsen & Bennett, 2013).

Apesar do reduzido tamanho amostral, os dados de análise de isótopos estáveis mostram que a estimativa do nível trófico foi um pouco acima, mas ainda estatisticamente semelhante àquela obtida através do conteúdo estomacal (Borrell *et al.*, 2011).

A análise de isótopos estáveis se encontra em constante ascensão na literatura científica pois possui uma alta relação custo-benefício e trabalha com matéria assimilada pelo predador, o que reflete um panorama ao longo de seu ciclo de vida (Hussey *et al.*, 2012).

A alta correlação entre $\delta^{13}\text{C}$ e o tamanho total dos exemplares pode ser um indício de uso diferenciado do habitat ou de segregação populacional. Entretanto, tal teoria ainda precisa de estudos mais detalhados visto que a composição da dieta não variou entre sexo, nem entre estágios maturacionais corroborando Navia *et al.* (2011).

Quando se compara a assinatura isotópica de *U. microphthalmum* com outras espécies que ocorrem também no mesmo ecossistema, pode-se observar uma assinatura isotópica quase idêntica entre a espécie em estudo e *Dasyatis guttata*. Tal fenômeno era esperado, tendo em vista que ambas ocorrem em ambientes estuarinos e alimentam-se principalmente de decápodes disponíveis (Jacobsen & Bennett, 2013). *Gymnura micrura* mostrou uma assinatura isotópica diferente pois trata-se de uma espécie predominantemente piscívora e que

pode ocorrer também em regiões mais afastadas do litoral (Yokota *et al.*, 2013). Em contrapartida, *Aetobatus narinari*, demonstrou uma assinatura de $\delta^{13}\text{C}$ mais baixa do que o esperado, visto que se trata de uma espécie pelágica. Tal fator pode estar vinculado a um uso diferencial entre habitats de jovens e adultos para a espécie (Schluessel *et al.*, 2010; Mulvany & Motta, 2014).

Maiores variações na estimativa do nível trófico a partir da AIE podem estar relacionados a ausência de valores de organismos basais para o ecossistema em estudo (Hussey, com. pessoal). Há também espaço para discussão dentro da comunidade científica sobre a influência dos procedimentos de remoção de ureia e lipídeos na assinatura isotópica dos elasmobrânquios (Logan & Lutcavage, 2010; Borrel *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2011; Hussey *et al.*, 2012), bem como o uso de fatores de discriminação tecido-dieta previamente estipulados (Post, 2002, Hussey *et al.*, 2013). Ainda há também a ressalva que muitos pesquisadores fazem na avaliação de assinaturas isotópicas em neonatos, pois eles podem reter informações de suas mães, o que pode causar sérios erros na interpretação dos resultados (Olin *et al.*, 2011).

À luz do posicionamento trófico, *U. microphthalmum* é classificada como mesopredadora da cadeia alimentar (Ebert & Bizzarro, 2007). Esse grupo desempenha um elo fundamental na transferência de energia entre o ambiente bentônico e demersal (Begon, 2007). Tendo em vista que a espécie alimenta-se de presas detritívoras, é de se esperar que o aproveitamento energético de *U. microphthalmum* seja elevado, o que explica o rápido crescimento somático e gonadal (Santander-Neto, 2015).

Segundo Navia *et al.* (2012), a captura seletiva de predadores de topo da cadeia alimentar (tubarões costeiros de grande porte) podem vir a incrementar a abundância de espécies com níveis tróficos inferiores, e como consequência, as populações de presas dos mesopredadores sofrem impactos significantes com o aumento da taxa de predação natural. Esse efeito é documentado entre a comunidade científica como cascata trófica (Bornatowski

et al., 2014b) e pode causar sérias destruturações na teia trófica marinha (Navia *et al.*, 2010). Em Pernambuco, esse fato é ainda mais urgente devido à questão dos incidentes com tubarões que ocorre próximo à área de estudo (Lessa, com. pess.).

Garrison & Link (2000) chamam a atenção para a necessidade de averiguar, além da mudança ontogenética na dieta, uma possível mudança de nível trófico, visto que diferentes classes de tamanhos de uma mesma espécie podem ser consideradas troficamente como espécies diferentes. Atendendo a esta necessidade, foi estimado o nível trófico para os estágios jovens e maduros de *U. microphthalmum*, entretanto, não houve variação no nível trófico ao longo do desenvolvimento ontogenético da espécie.

Com base no presente estudo e nos dados levantados por Santander-Neto (2015) sugere-se que *U. microphthalmum* seja uma espécie com área de ocorrência restrita aos bancos de lama ao longo da costa de Pernambuco. O grande esforço pesqueiro sobre a área de ocorrência da espécie em estudo, e a provável redundância funcional que *U. microphthalmum* possa desempenhar no ecossistema (Navia *et al.*, 2012), se mostram como maiores ameaças à conservação da espécie. Tais fatores geram um apelo ainda mais urgente para prevenir o risco de extinção silenciosa desse táxon.

Os resultados obtidos por esse trabalho podem ser incorporados às fichas de avaliação dos órgãos competentes de conservação da fauna uma vez que a espécie encontra-se atualmente como Deficiente de Dados (Subirá *et al.*, 2012). Os dados alimentares também servem como parâmetros básicos para modelos de análise topológica (*key stone index*) de forma a garantir a o manejo e exploração sustentável do ecossistema (Navia *et al.*, 2010; 2012; Bornatowski *et al.*, 2014a)

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de estudo no nível de mestrado e doutorado para DJVF e JSN, respectivamente; Ao Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa (Proc. 305147/2010) para RPTL; aos pescadores de Jaboatão dos Guararapes e Barra de Sirinhaém pela colaboração com o trabalho; e por fim, a Nigel Hussey pelas preciosas contribuições sobre análises de isótopos estáveis.

Referências

- Almeida, Z.S.; Nunes, J.S.; Costa, C.L. Presencia de *Urotrygon microphthalmum* (Elasmobranchii:Urolophidae) en aguas bajas do maranhão (Brazil) y notas sobre su biología. Bol. Invest. Mar. Cost., São Luis, v.29, p.67-72, 2000.
- Aloncle & Delaporte. Revision bibliografica de los objetivos y la metodologia. In: HÉRAN, R.A. Analisis de contenidos estomacales en peces. 1987. Caracas: Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr. n° 63-1988. 74p.
- Atkins, W. R. G., 1922. The preservation of permanently non-acid formalin for preserving calcareous specimens. J. mar. biol. Ass. U. K., 12: 792-94.
- Ballantyne, J. S. 1997. Jaws: the inside story. The metabolism of elasmobranch fishes. Comparative Biochemistry and Physiology B 118, 703–742
- Begon, M.; Townsend, C. R. & Harper, J. L. Ecologia de indivíduos a ecossistemas. 4ª edição. Artmed editora s/a. Porto Alegre. 2007, 740p
- Bigelow, H.B.; Schroeder, W.C. Sawfishes, Guitarfishes, Skate and Rays, Chimaeroids. In: Fishes of the Western North Atlantic, Part II. (eds) Parr, A. E. and Olsen, Y. H., Sears Founds. Mar. Res., New Haven, 1953. p.1-558.
- Bizzarro, J. J., Robison, H. J., Rinewalt, C. S., & Ebert, D. A. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. Environ. Biol. Fishes, 2007, 80: 197 – 220.
- Borrell, A., Cardona, L., Kumarran, P. & Ahuilar, A. (2011a). Trophic ecology of elasmobranchs caught off Gujarat, India, as inferred from stable isotopes. ICES Journal of Marine Science 68, 547–554.
- Bornatowski, H., Navia, A.F., Braga, R.R., Abilhoa, V. & Corrêa, M.F. Ecological importance of sharks and rays in a structural foodweb analysis in southern Brazil. 2014a. ICES Journal of Marine Science. doi:10.1093/icesjms/fsu025
- Bornatowski, H., Braga, R.R., Abilhoa, V. & Corrêa, M.F.M. Feeding ecology and trophic comparisons of six shark species in a coastal ecosystem off southern Brazil. 2014b. Journal of Fish Biology. doi:10.1111/jfb.12417
- Bradley, J.L. 1996. Prey Energy Content and Selection, Habitat Use and Daily Ration of the Atlantic Stingray, *Dasyatis sabina*. M.S. thesis. Florida Institute of Technology, Melbourne.
- Carqueija, C.R., Filho, J.J. Gouvêa, E. & Queiroz, E.L. Decápodos (crustacea) utilizados na alimentação de *Dasyatis guttata* (Bloch Schneider) (Elasmobranchii: Dasyatidae) na área de influência da estação ecológica ilha do medo, baía de todos os santos, Bahia, Brazil. Revista brasileira de zoologia. 12(4): 833-838.
- Carpenter, K. E (Ed.). The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1, Introduction, Mollusks, Crustaceans, Hagfishes, Sharks, Batoid Fishes and Chimaeras. 2002, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N. (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial. Plymouth: PRIMER-E.
- Colwell, R.K., Mao, C.X. & Chang, J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. 2004. Ecology, 85(10), pp. 2717–2727

- Cortés, E. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1997, 54:726–738.
- Costa, C.L.; Almeida, Z.S. Hábito Alimentar de *Urotrygon microphthalmum* Delsman, 1941 (Elasmobranchii: Urolophidae) em Tutoia, Maranhão. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 16: 47-54, 2003.
- Costa, R. C. C; Fransozo, A.; Melo, G. A. S. & Freire, F. A. M. Chave ilustrada para identificação de camarões dendrobranchiata do litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. 2003, *Biota Neotropica* v3 (n1) - BN01503012003.
- Costa, T. L. A., Thayer, J. A. & Mendes, L. F. (2015), Population characteristics, habitat and diet of a recently discovered stingray *Dasyatis marianae*: implications for conservation. *Journal of Fish Biology*. doi: 10.1111/jfb.12572
- Delsman. *Urotrygon microphthalmum*. 1941. *Mém. Mus. His. Nat. Belg.*, (2) 3 Fasc. 21.
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavanagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J.C., Stevens, J.D., Valenti, S., White, W.T. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife* 3:e00590. doi: [10.7554/eLife.00590](https://doi.org/10.7554/eLife.00590)
- Ebert, D. A. & Bizzarro, J. J. Standardized diet composition and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environ. Biol. Fish.* 2007, 80:221-237.
- Espinoza, M., Clarke, T.M., Villalobos-Rojas, F. & Wehrmann, I.S. Diet composition and diel feeding behaviour of the banded guitarfish *Zapteryx xyster* along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. 2013. *Journal of Fish Biology*. 82, 286–305
- Estrada, J. A., Rice, A. N., Lutcavage, M. E. & Skomal, G. B. 2003. Predicting trophic position of sharks of the north-west Atlantic Ocean using stable isotope analysis. *Journal of the Marine biological Association of the United Kingdom* 83, 1347–1350.
- Fonteles-Filho, A. A. *Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros*. Expressão Gráfica e editora. 2011. 464p.
- Friedlander, A., & Demartini, E. E. Contrasts in density, size, and biomass of reef fishes between the northwestern and the main Hawaiian Islands: the effects of fishing down apex predators. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2002, 230: 253–264.
- Garrison, L. P. & Link, J. S. Fishing effects on spatial distribution and trophic guild of the fish community in the Georges Bank region. *ICES J. Mar. Sci.* 2000, 57:723-730.
- Grave, S., Pentcheff, N.D., Ahyong S.T., Chan, T.Y., Crandall, K.A., Dworschak, P.C., Felder, D.L., Feldmann, R.M., Fransen, C.H.J.M., Goulding, L.Y.D., Lemaitre, R., Low, M.E.Y., Martin, J.W., Ng, P.K.L. Schweitzer, C.E., Tan, S.H. & Wetzer, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology Suppl.* 21: 1-109.
- Grave, S & Fransen C.H.J.M. *Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda)*. 2011. *Zoologische Mededelingen* 89(5):195-589.
- Haimovici, M.; Mendonça, J.T.. Análise da pesca de arrasto de tangones de peixes e camarões no sul do Brasil período 1989-1994. 1996. *Atlântica*, 18: 143-160.
- Heupel, M.R., Carlson, J.K. & Simpfendorfer, C.A. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 337: 287–297
- Hureau, J. C. *Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nothotheniidae)*. Bull. Inst. Océanogr. Monaco, 1969, 68: 1-44.
- Hussey, N.E., MacNeil, M.A., Olin, J.A., McMeans, B.C., Kinney, M., Chapman, D.D., Fisk, A.T., 2012. Stable isotopes and elasmobranchs: tissue types, methods, applications and assumptions. *J. Fish Biol.* 80, 1449–1484.

- Hussey, N.E., MacNeil, M. Aaron, McMeans, B.C., Olin, J.A., Dudley, S.F.J., Cliff, G., Wintner, S.P., Fennessy, S.T., Fisk, A.T., 2014. Rescaling the trophic structure of marine food webs. *Ecol. Lett.* 17, 239–250.
- Jacobsen, I. P. & Bennett, M. B. (2013). A comparative analysis of feeding and trophic level ecology in stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and electric rays (Rajiformes: Torpedinoidei). *PLoS One* 8, e71348.
- Kempf, M. A plataforma continental de Pernambuco (Brasil): Nota preliminar sobre a natureza do fundo . *Trab. Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco*, (67/69): 95-110, 1970.
- Kim, S. L. & Koch, P. L. (2011). Methods to collect, preserve, and prepare elasmobranch tissues for stable isotope analysis. *Environmental Biology of Fishes* (in press). doi: 10.1007/s10641-011-9860-9
- Kim, S. L., Casper, D. R., Galv'an-Maga~na, F., Ochoa-Díaz, R., Berenice Hern'andez-Aguilar, S. & Koch, P. L. (2011). Carbon and nitrogen discrimination factors for elasmobranch soft tissues based on a long-term controlled feeding study. *Environmental Biology of Fishes* (in press). doi: 10.1007/s10641-011-9919-7
- Knip, D. M., Heupel, M. R., Simpfendorfer, C. A. Sharks in nearshore environments: models, importance, and consequences. *Marine Ecology Progress Series* 2010, 402: 1-11.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology*. Menlo Park, CA: Addison Wesley.
- Kyne, P.M. & Bennett, M.B. Diet of the eastern shovelnose ray, *Aptychotrema rostrata* (Shaw & Nodder, 1794), from Moreton Bay, Queensland, Australia. 2002. *Marine and Freshwater Research* 53, 679–686.
- Lessa, R. P. & Almeida, Z. Analysis of stomach contents of the smalltail sharks *Carcharhinus porosus* from Northern Brazil. *Cybium*. 1997. 21(2): 123-133.
- Lessa, R. P. & Almeida, Z. Feeding habits of the bonnethead sharks, *Sphyrna tiburo*, from northern Brazil. *Cybium*. 1998. 22(4): 383-394.
- Logan, J. M. & Lutcavage, M. E. 2010. Stable isotope dynamics in elasmobranch fishes. *Hydrobiologia* 644, 231–244.
- 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. 2012. *Journal of Fish Biology*. 80, 1563–1579
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Manso, V.A.V., Corrêa, I.C.S. & Guerra, N.C. Morfologia e sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as praias Porto de Galinhas e Campos - Litoral sul de Pernambuco. 2003. *Pesquisas em Geociências*, 30(2): 17-25.
- McEachran J.D.; Carvalho M.R. Urotrygonidae. 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 Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5*. Rome, FAO, 600p, 2000.
- Melo, G. A. S. *Manual de identificação dos Brachyura (Carangueijos e Sirís) do litoral brasileiro*. 1996. Editora Plêiade. São Paulo. 604 p.
- MMA. Portaria nº445. 2014. Ministério do Meio Ambiente do Brasil.
- Morato, T., Encarnacion Solà, M. & Menezes, G. Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom longline fishery of the Azores, northeastern Atlantic. 2003. *Fishery Bulletin* 101, 590–602.
- Mulvany S, Motta PJ. 2014. Prey capture kinematics in batoids using different prey types: Investigating the role of the cephalic lobes. *J. Exp. Zool.* 321A:515–530.
- 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. 2010. *Ecological Modelling*. 221, 2918–2926.

- Navia, A.F., Torres, A., Mejía-Falla, P.A. & Giraldo, A. Sexual, ontogenetic, temporal and spatial effects on the diet of *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchii: Myliobatiformes). 2011. *Journal of Fish Biology*. 78, 1213–1224.
- Navia, A.F., Cortés, E., Jordán, F., Cruz-Escalona, V.H., Mejía-Falla, P.A. Changes to Marine Trophic Networks Caused by Fishing. In: Mahamane (ed.). *Ecosystem book 1*. Intech Open Access Publisher, Rijeka, 2012. pp. 417-452
- Newsome, S. D., Clementz, M. T. & Koch, P. L. 2010. Using stable isotope biogeochemistry to study marine mammal ecology. *Marine Mammal Science* 26, 509–572.
- NOAA. Habitat protection. What is Essential Fish Habitats? Disponível em: <http://www.habitat.noaa.gov/protection/efh/index.html>. Acessado em: 12/Jan/2015
- Nonato, E. Anelídeos Poliquetas. 1976. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. pp. 50.
- Olin, J. A., Hussey, N. E., Fritts, M., Heupel, M. R., Simpfendorfer, C. A., Poulakis, G. R. & Fisk, A. T. (2011). Maternal meddling in neonatal sharks: implication for interpreting stable isotopes in young animals. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 25, 1008–1016.
- Peterson, B. J. & Fry, B. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18, 293–320
- Pinkas, I.; Oliphant, M. S.; Iverson, I. K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California Waters. *Calif. Dept. Fish and Game: Fish. Bull.* 1971. 152: 1-105.
- Piorski, N.M.; Nunes, J.L.S. Dimorfismo sexual e tendência alométrica em *Urotrygon microphthalmum* DELSMAN, 1941. *Bol. Lab. Hidro.* 13: 67-81, 2001.
- Post, D. M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* 83, 703–718.
- Rasmussen, R.A. and Rasmussen, L.E. 1967. Some observations on the protein and enzyme levels and fractions in normal and stressed elasmobranchs. *Trans. N.Y. Acad. Sci.* 29: 397–413.
- Rosa, R.S. (SSG South America Regional Workshop, June 2003) 2004. *Urotrygon microphthalmum*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 18 September 2013.
- Santander-Neto, J and Lessa, R. P. T. 2013. Hermaphroditic smalleyed roundray (*Urotrygon microphthalmum*) from north-eastern Brazil, *Marine Biodiversity Records*. Vol. 6; e60. doi:10.1017/S1755267213000353
- Santander-Neto, J. História de vida da raia *Urotrygon microphthalmum* capturada no Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.
- Scenna, L. B., García de la Rosa, S. B. & Diaz de Astarloa, J. M. (2006). Trophic ecology of the Patagonian skate, *Bathyraja macloviana*, on the Argentine continental shelf. *ICES Journal of Marine Science* 63, 867–874.
- Schlüssel V, Bennett MB, Collin SP. 2010. Diet and reproduction in the white-spotted eagle ray *Aetobatus narinari* from Queensland, Australia and the Penghu Islands, Taiwan. *Mar. Freshwat. Res.* 61: 1278–1289
- Souza, J.A.F., Schwaborn, R., Barreto, A.V., Farias, I.D., Fernandes, L.M.G. & Coelho, P.A. marine and estuarine shrimps (dendrobranchiata, stenopodidea, and caridea), of Pernambuco state (Brazil) and northeastern brazilian oceanic islands. *Atlântica*, Rio Grande, 33(1) 33-63, 2011.
- Springer, S. Social organization of shark populations. In: Gilbert P.W., Matheson R.F., Rall, D.P. (eds). *Sharks, skates and rays*. 1967. John Hopkins Press, Baltimore, MD, p 149–174
- Stevens, J.D.; Bonfil, R.; Dulvy, N.K.; Walker, P.A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (condrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Sciences*. 2000. 57: 476-494.

- Stobutzki, I.C., Miller, M.J., Heales, D.S., & Brewer, D.T. Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. 2001. *Fishery Bulletin* 100(4). P.800-821.
- Subirá, R.J., Souza, E.C.F., Guidorizzi, C.E., Almeida, M.P., Almeida, J.B. & Martins, D.S. Avaliação Científica do Risco de Extinção da Fauna Brasileira – Resultados Alcançados em 2012. 2012. *Biodiversidade Brasileira*, 2(2), 17-24
- Vaske-Jr., T.; Vooren, C. M, & Lessa, R. P. Feeding habits of four species of Istiophoridae (Pisces: Perciformes) from northeastern Brazil. *Environ. Biol. Fishes.* 2004. 70: 293–304.
- Wetherbee, B. M.; Gruber, S. M. & Cortés, E. Diet, feeding habits, digestion and consumption in sharks, with special reference to the lemon shark *Negaprion brevirostris*. In: Pratt, H. L.; Gruber, S. H. & Taniuch, T. (Eds.). *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 90, 1990, p. 17-28.
- Wetherbee, B. M. & Cortés, E. Food consumption and feeding habits. In: Carrier, J. C.; Musick, J. A. & Heithaus, M. R. (Eds). *Biology of Sharks and their Relatives*. CRC Press LLC. 2004. 572 p.
- Wilga, C. D. & Motta, P. J. Feeding mechanism of the Atlantic guitarfish *Rhinobatos lentiginosus*: Modulation of kinematic and motor activity. *The Journal of Experimental Biology*. 1998. 201: 3167-3184.
- Williams, A. B. Marine decapod crustaceans of the Carolinas. *US Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull.* 1965. 65: 1-298
- Yokota, L., Goitein, R., Gianeti, M.D. & Lessa, R.P.T. Diet and feeding strategy of smooth butterfly ray *Gymnura micrura* in northeastern Brazil. 2013. *J. Appl. Ichthyol.* 29, 1325–1329
- Zavala-Camin, L. A. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. 1996. Ed. UEM, Maringá. 125pp.

4.2) Artigo científico II

Artigo científico a ser encaminhado à revista *Neotropical Ichthyology* (ISSN: 1679-6225). Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

Ecologia trófica da raia viola (*Rhinobatos percellens*) capturada em Caiçara do Norte (RN)

Dante Freitas^{1*} & Rosangela Lessa¹

I - Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas, Departamento de Pesca e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. CEP: 52171-900.

*Programa de Pós-graduação em Recursos pesqueiros e Aquicultura. e-mail para contato: dantejvf@gmail.com

Resumo

Caiçara do Norte é um município tradicional pesqueiro, e também uma importante área de berçário para algumas espécies da fauna marinha local. De forma a contribuir com o manejo sustentável deste ecossistema, o hábito alimentar da raia viola, *Rhinobatos percellens*, foi investigado entre Julho de 2010 e Março de 2011, através da análise dos conteúdos estomacais dos indivíduos capturados na pescaria artesanal. Dos 63 exemplares analisados, 10 estômagos foram descartados das análises pois estavam vazios ou apresentaram apenas material digerido não identificável. A maioria dos estômagos apresentou um ou dois itens alimentares, sugerindo que a raia viola ingira uma baixa diversidade de presas por episódio de alimentação. O Índice de Relativa Importância (IRI) mostrou que teleósteos é o principal item alimentar da raia viola, seguido por camarões dendrobranchiatas e crustáceos braquiúros do gênero *Callinectes*. O método gráfico para jovens e adultos mostrou uma mudança ontogenética na dieta de *R. percellens*. Os itens principais consumidos pelos jovens são camarões e siris, enquanto os adultos alimentam-se principalmente de teleósteos. O nível trófico estimado para *R. percellens* assumiu valor de 3,6, classificando-a como consumidora secundária na cadeia alimentar marinha. Entretanto, não foram observadas diferenças estatísticas significativas no nível trófico ao longo do desenvolvimento ontogenético.

Abstract

Caiçara do Norte at Rio Grande do Norte State (Brazil) is a traditional fisheries producer which has been also deemed as an important nursery for some species of the local fauna. Aiming to contribute to the sustainable management, the feeding habits of guitarfish were investigated between July/2010 and March/2011, through stomach content analyses of individuals caught from artisanal fisheries both by beach trawling or bottom double rigged otter trawls. From the 63 exemplars analyzed, 10 stomachs were discarded due to emptiness or showing just unidentified digested material. Most of stomachs had one or two food items, suggesting that guitarfishes ingest a low diversity of preys per feeding episode. The Index of Relative Importance (IRI) showed that teleosts are the main food of guitarfish, followed by dendrobranchiata shrimps and brachyuran crustaceans of genus *Callinectes*. The graphical method when used for young and adults, showed an ontogenetic shift of diet for *R. percellens*. The main items consumed by juveniles are shrimps and swimming-crabs, while adults feed mainly on teleosts. The trophic level estimated for *R. percellens* assumed value of 3.6 (*i.e.* secondary consumer). Significant differences in trophic level values throughout ontogenetic development were not observed.

Palavras-chaves: Dieta; Elasmobrânquio; Berçário; Hábito alimentar; Alimentação

Introdução

Os elasmobrânquios normalmente desempenham um papel importante no ecossistema marinho, ocupando os níveis tróficos mais altos das cadeias alimentares (Bizzarro *et al.*, 2007). Predadores de topo de cadeia alimentar são considerados espécies-chaves na manutenção e estrutura de diversos ecossistemas, através de efeito regulatório das populações situadas em nichos inferiores (efeito *top-down*) (Friedlander & DeMartini, 2002).

Diversos autores (Stevens *et al.*, 2000; Friedlander & Demartini, 2002; Navia *et al.*, 2012; Dulvy *et al.*, 2014) relatam que os efeitos diretos da pesca sobre predadores de topo incluem mudanças na abundância, parâmetros da história de vida, e em casos extremos, podem levar a extinção destas espécies.

Adicionalmente, mudanças ocorridas nas abundâncias relativas de elasmobrânquios, geralmente resultam em incrementos nas densidades de espécies de menor porte e nível trófico (Bizzarro *et al.*, 2007). As conseqüências indiretas das remoções destes predadores podem causar desequilíbrios ecológicos e econômicos de magnitudes imprevistas (Friedlander & DeMartini, 2002).

A raia viola (*Rhinobatos percellens*) (Walbaum, 1792) distribui-se ao longo do Atlântico Ocidental, desde o Caribe até o sul do Brasil. Trata-se de uma espécie vivípara aplacentária lecitotrófica (Wourms, 1981) que ocorre simpatricamente com outras duas espécies congêneres: *R. horkelii*, ao sul e sudeste do Brasil, e *R. lentiginosus*, no norte e nordeste do país. A distinção entre as espécies baseia-se além de caracteres morfológicos, nos parâmetros biológicos da estratégia de vida (Figueiredo, 1977; Lima, 2007). *R. percellens* é encontrada associada a substratos arenosos e lamosos na plataforma continental em profundidades de até 110 metros sendo tradicionalmente capturada como fauna acompanhante no nordeste brasileiro em pescarias direcionadas a camarões (Casper & Burgess, 2009).

Embora seja classificada como *Near Threatened* (NT) na Red List da IUCN a nível mundial (Casper & Burgess, 2009), a espécie não consta nas categorias ameaçadas da lista de fauna silvestre nacional (MMA, 2014), sendo classificada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade Brasileira (ICMBio) como Dados Deficientes (Subirá *et al.*, 2012).

As fêmeas de *R. percellens* apresentaram tamanho de maturação gonadal de 43,3 cm de comprimento total, e apresentam 100% de atividade vitelogênica a partir de 50 cm de comprimento total (Nunes, 2012). O tamanho de maturacional dos machos é atingido com

43,2 cm de comprimento total, observando-se 100% de maturidade dos indivíduos a partir de 44 cm de comprimento total (Barbosa, 2006)

Caiçara do Norte está localizada a 150 km a noroeste de Natal (RN). Trata-se de um município pesqueiro tradicional entre os 5 maiores produtores de pescado marítimo no Estado do Rio Grande do Norte. A alta produtividade biológica na região reflete o bom rendimento pesqueiro e também o tamanho da frota artesanal (Yokota & Lessa, 2006).

A zona costeira ali é utilizada como área de berçário por pelo menos 12 das 24 espécies de elasmobrânquios ocorrentes na região (4 espécies de tubarões da família Carcharhinidae e 8 espécies de raias distribuídas em 6 famílias) (Yokota & Lessa, 2006). Desta forma, na tentativa de elaborar medidas para o manejo sustentável do ecossistema, estudos sobre hábitos alimentares e interações tróficas das diversas espécies de predadores que utilizam o berçário, se fazem necessários.

O presente trabalho visa prover parâmetros biológicos que contribuam conhecer a biologia alimentar e ecologia trófica de *R. percellens* capturadas no berçário de Caiçara do Norte (RN) visando a conservação dessa espécie.

Material e Métodos

A coleta dos exemplares ocorreu entre os meses de julho de 2010 a março de 2011, através do acompanhamento dos arrasto de praia, as quais podem ser divididas em arrastão de praia e arrasto de fundo de portas com tangones duplos (Lessa, com. pess.; Yokota & Lessa, 2006; Yokota *et al.*, 2013). O arrastão de praia é realizado perpendicularmente à costa em profundidades de 3-4 metros, utilizando redes de 150m de comprimento, altura de 5m e malha de 2,5 cm. A comunidade possui 5 redes de arrasto desse tipo e em épocas produtivas do camarão, todas podem ser utilizadas simultaneamente (Yokota & Lessa, 2006). Outro tipo de arrasto é o de portas de fundo com tangones duplos, que tem como espécie alvo os camarões e espécies de teleósteo com valor comercial. Essa pescaria é efetuada nos bancos de areia próximo à costa (8 a 10m de profundidade) com uma rede similar a do arrasto de praia, com boca em torno de 10m e malha de 3 cm entre nós opostos no sacador (Yokota *et al.*, 2013).

O arrastão de praia ocorre na costa, sendo a rede lançada com auxílio de uma pequena embarcação (paquete) até profundidades de 3-4 m e puxada em suas duas extremidades por pescadores em terra. O arrasto de portas ocorre paralelo à costa em profundidades de até 10 m, sendo a rede puxada por um bote motorizado (8-10 m de comprimento). Cada lance de arrasto (arrasto de praia e de portas) dura em média 1h, podendo ser realizados até cinco lances por um grupo de pescador em um único dia dependendo da produção. Em

determinadas épocas correspondentes a safra de camarões, até doze grupos de pescadores de arrasto de praia e três botes de arrasto de portas podem atuar simultaneamente.

O arrasto de praia ocorre ao longo da costa do litoral de Caiçara do Norte, em pontos mais afastados do centro urbano. O arrasto de fundo com tangones duplos atua em uma área paralela à costa entre os pontos S 05°05'167" e W 36°06'425"; S 05°05'895" e W 36°06'202"; S 05°05'558" e W 36°04'697"; e S 05°05'703" e W 36°04'534" (Figura 1) (Lessa, com. pess.).



Figura 1: Área de atuação do arrasto de fundo com tangones duplos em Caiçara do Norte.

Foram registrados para cada exemplar: o sexo, o comprimento total (CT, cm), e quando possível, o peso total (PT, g). Os pesos totais que não puderam ser aferidos foram estimados a partir da relação peso-comprimento em função do sexo (Nunes, 2012). O estômago foi isolado e removido, injetando-se uma solução de formaldeído a 10% na cavidade gástrica por um período de 24 horas a fim de evitar a ação de enzimas *post-mortem*.

O conteúdo removido da cavidade gástrica foi filtrado em peneira de malha 1 mm e lavado com água. Denominou-se “conteúdo estomacal” todo material que ficou retido na peneira; “item alimentar” é o táxon do organismo predado e a unidade em si foi denominado “presa” (Vaske-Jr *et al.*, 2004). O conteúdo estomacal foi acondicionado em álcool etílico a 70%.

Os teleósteos foram identificados de acordo com Saul (1989), Saul & Lessa (1991) e Pansard (2009) que identificaram teleósteos que apresentavam elevado grau de digestão, o que dificulta a identificação pela morfologia externa dos indivíduos através do par de otólito

sagittae, já que a estrutura é espécie-específica para a maioria dos teleósteos (exceto para os peixes ostariofisos) (Secor *et al.*, 1989).

O restante do conteúdo estomacal foi identificado ao menor nível taxonômico possível com auxílio da literatura (Williams, 1965; Nonato, 1976; Melo, 1996; Carpenter, 2002; Costa *et al.*, 2003; Grave *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2011; Grave & Fransen, 2011). Em seguida, cada item alimentar foi pesado em balança semi-analítica de precisão 0,01g.

Uma curva cumulativa de diversidade de itens alimentares foi elaborada pelo índice de riqueza de Shannon-Wiener (H') no intuito de se ter um indicativo de observação de todo o espectro alimentar da espécie. (Espinoza *et al.*, 2012; López-García *et al.*, 2012). Os dados amostrais de diversidade dos itens alimentares foram randomizados em 50 vezes (Colwell, 2004).

Os métodos de análises de conteúdos estomacais foram os de Frequência de Ocorrência (%FO), Gravimétrico (%M), Numérico (%N) e o índice de relativa importância modificado para peso (%IRI). (Pinkas *et al.* 1971; Lessa, 1982; Zavala-Camin, 1996; Lessa & Almeida, 1997, 1998; Fonteles-Filho, 2011). Seguindo Cortés (1997), o valor absoluto do IRI foi transformado em base percentual para facilitar a interpretação e comparação dos resultados.

Para inferir sobre a estratégia alimentar de *R. percellens* foi utilizado o método gráfico proposto por Cortés (1997), plotando-se as médias obtidas nos métodos numérico (%N), gravimétrico (%M) e frequência de ocorrência (%FO) que fornece uma boa representação da importância das presas (dominante ou rara) e a estratégia alimentar do predador (especialista ou generalista). De forma a não sobrecarregar visualmente o gráfico, optou-se por os itens alimentares agrupados nas categorias de presas proposta por Ebert & Bizzarro (2007).

A semelhança na dieta entre machos e fêmeas de *R. percellens* foi avaliada utilizando o índice de Schoener (α), (Schoener, 1970): $\alpha = 1 - 0.5 * \sum |P_{ij} - P_{ik}|$, sendo P_{ij} : a proporção em frequência de ocorrência dos itens ingeridos pelos machos; e P_{ik} : a proporção em frequência de ocorrência dos itens ingeridos pelas fêmeas. De acordo com a literatura, um valor maior ou igual a 0.60 indica uma sobreposição significativa na dieta (Pianka, 1976; Maia *et al.*, 2006; Vaske-Jr *et al.*, 2009).

Como forma de avaliar a variação ontogenética na dieta da raia viola, utilizou-se o comprimento total de 44,3 cm (Nunes, 2012) como o tamanho de maturação gonadal da espécie, assim, exemplares menores foram considerados “Jovens”, e acima deste comprimento, “Adultos” (Lessa & Almeida, 1997; 1998). Foram elaborados 2 gráficos seguindo Cortés (1997), um para indivíduos jovens, e outro para adultos. Nesta análise, os itens alimentares foram agrupados nas categorias propostas por Ebert & Bizzarro (2007).

A largura de nicho para a espécie, e para os estágios maturacionais, foi estimada usando o índice de Levins (B_I). O valor foi padronizado (B_A) de modo que este último varia de 0 a 1 (Krebs, 1999). Baixos valores indicam uma dieta dominada por poucos itens alimentares (especialização) enquanto valores altos indicam uma dieta generalizada.

O nível trófico de *R. percellens* foi estimado segundo Cortés (1999), para a espécie como um todo e para jovens e adultos separadamente de acordo com Ebert & Bizzarro (2007).

Para elaboração da curva cumulativa de itens alimentares e do gráfico tridimensional, utilizou-se o software EstimateS versão 7.5.1. e STATSOFT-STATISTICA 7.0, respectivamente. Todas as demais análises foram realizadas utilizando os programas Microsoft Office Excel versão 2007 e BioEstat versão 5.0. O nível de significância para a rejeição da hipótese de nulidade nas análises estatísticas ao longo do trabalho foi $p < 0,05$. Os testes estatísticos utilizados são mencionados conforme sua aplicação. Quando as premissas de normalidade dos dados e/ou homogeneidade das variâncias não foram satisfeitas, optou-se pela aplicação dos testes não paramétricos correspondentes.

Resultados

Foram analisados 63 estômagos de *R. percellens* dos quais dez foram descartados da análise quantitativa da dieta por apresentarem apenas massa muscular amorfa ($n=6$) e por estarem vazios ($n=4$) (índice de vacuidade = 6,35%). O CT variou entre 15,3 a 67,8 cm. Duas modas distintas foram observadas na distribuição de frequência por classes de comprimento o que levou a distribuição dos comprimentos a não apresentar normalidade (Kolmogorov-Smirnov: $d = 0,2498$; Desv. Pad = 9,39) (Figura 2).

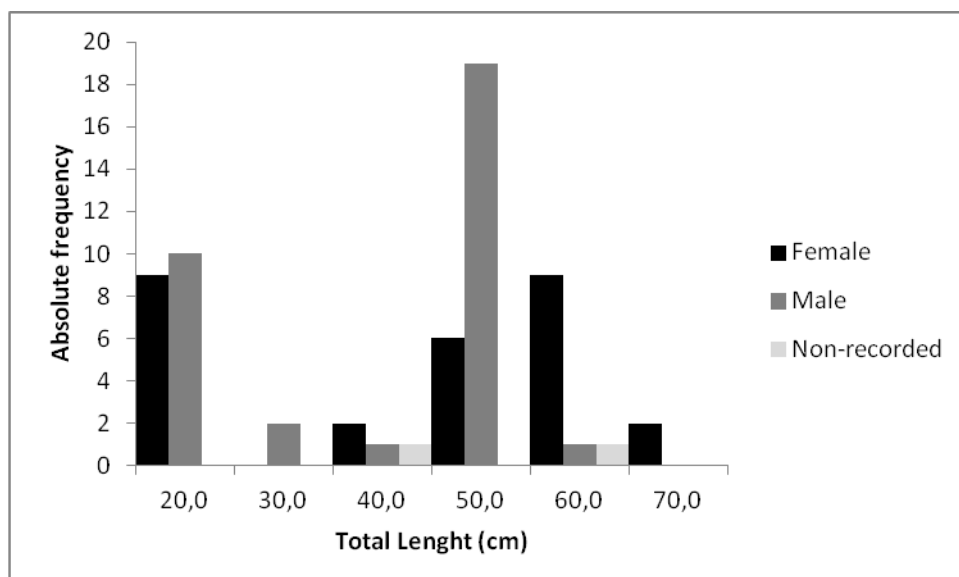


Figura 2: Frequência de comprimentos totais dos exemplares de *R. percellens* amostrados em Caiçara do Norte (RN) durante o período de estudo. Valores no eixo X representam o centro das classes de comprimento

Dos estômagos contendo itens identificáveis, a maioria apresentou 1 ou 2 itens alimentares (35,19% e 25,93%, respectivamente), porém estômagos contendo três (20,37%), quatro (9,26%), cinco (7,41%) e seis itens (1,85%) também foram observados. O índice de repleção atingiu um valor máximo de 5,33, porém valores compreendidos entre 0 a 0,5, representaram 46,29% dos estômagos analisados. Observou-se predominância de presas em elevados graus de digestão, de modo que 89,47% das presas identificadas se enquadram nos estágios finais de digestão.

Foram identificados 26 itens alimentares (Tabela 02), podendo-se observar a predominância de teleósteos, decápodes dendrobranchiatos e carídeos (camarões), além de crustáceos portunídeos (sirís). O ponto de saturação da curva de diversidade cumulativa de itens foi alcançado em torno de 47 estômagos. (Figura 3)

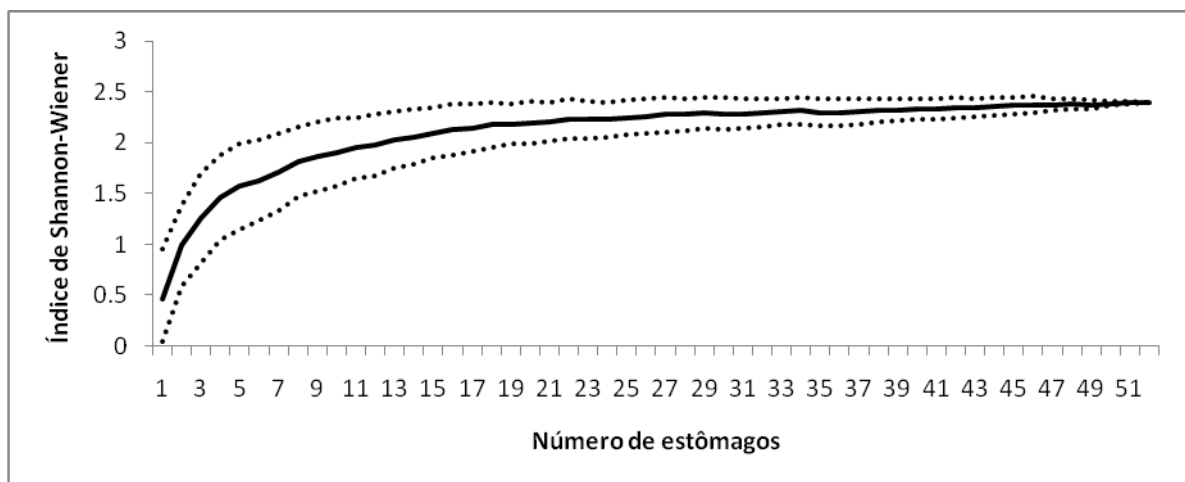


Figura 3: Curva cumulativa da diversidade de itens alimentares observados no conteúdo estomacal de *R. percellens*. A linha contínua representa os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener. As linhas pontilhadas superiores e inferiores representam os valores médios acrescidos e decrescidos do desvio padrão, respectivamente.

Tabela 1: Porcentagens em frequência de ocorrência (%FO), número (%N) e massa (%M) dos itens alimentares de *Rhinobatos percellens* por ordem de importância (OI) do primeiro (1) ao décimo (10).

Itens	FO	%FO	N	%N	M	%M	IRI	%IRI	OI
Filo Arthropoda									
Classe Crustacea									
Crustacea	8	15,09	4	1,39	0,91	0,88	34,54	0,98	9
Ordem Amphipoda									
Amphipoda	1	1,89	1	0,35	< 0,01	< 0,01	0,68	0,02	
Ordem Decapoda									
Decapoda	2	3,77	3	1,05	0,18	0,17	4,62	0,13	
Subordem Dendrobranchiata									
Dendrobranchiata	18	33,96	28	9,76	7,27	7,03	573,83	16,31	2
Superfamília Penaeoidea									
Família Penaeidae									
Penaeidae	7	13,21	77	26,83	2,06	1,99	382,18	10,86	4
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	3	5,66	3	1,05	4,39	4,25	30,23	0,86	10
Família Hippolytidae									
<i>Exhippolysmata oplophoroides</i>	1	1,89	11	3,83	11,12	10,76	27,76	0,79	
Superfamília Sergestoidea									
Sergestoidea	2	3,77	2	0,70	0,14	0,14	3,16	0,09	
Subordem Pleocyemata									
Família Pasiphaeidae									
<i>Leptochela serratorbita</i>	3	5,66	36	12,54	0,40	0,39	73,46	2,09	8
Ordem Isopoda									
Isopoda	1	1,89	1	0,35	< 0,01	< 0,01	0,68	0,02	
Ordem Stomatopoda									
Família Squillidae									
Squillidae	1	1,89	1	0,35	0,05	0,05	0,75	0,02	
Subordem Brachyura									
Brachyura	1	1,89	2	0,70	< 0,01	< 0,01	1,34	0,04	
Família Calappidae									
<i>Calappa ocellata</i>	1	1,89	1	0,35	0,02	0,02	0,70	0,02	
<i>Calappa</i> sp.	2	3,77	3	1,05	0,55	0,53	5,99	0,17	
Família Portunidae									
<i>Callinectes danae</i>	10	18,87	31	10,80	8,10	7,84	353,89	10,06	5
<i>Callinectes</i> sp.	17	32,08	32	11,15	6,62	6,41	566,43	16,10	3
Filo Mollusca									
Classe Bivalvia									
Ordem Veneroidea									
Família Tellinidae									
<i>Tellina</i> sp.	2	3,77	2	0,70	0,10	0,10	3,01	0,09	

Tabela 1. Continuação.

Itens	FO	%FO	N	%N	M	%M	IRI	%IRI	OI
Filo Nematoda									
Nemátodo	11	20,75	17	5,92	0,01	0,01	123,57	3,51	7
Classe Adenophorea									
Ordem Enoplida									
Família Oncholaimidae									
<i>Oncholaimus</i> sp.	1	1,89	1	0,35	< 0,01	< 0,01	0,68	0,02	
Filo Annelida									
Classe Polychaeta									
Polychaeta	1	1,89	1	0,35	< 0,01	< 0,01	0,68	0,02	
Filo Chordata									
Classe Actinopterygii									
Teleostei	17	32,08	18	6,27	27,01	26,13	1048,67	29,81	1
Ordem Perciformes									
Perciforme	1	1,89	1	0,35	2,56	2,48	5,38	0,15	
Família Haemulidae									
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	6	11,32	6	2,09	18,70	18,09	230,67	6,56	6
Família Scianidae									
<i>Larimus breviceps</i>	3	5,66	3	1,05	3,66	3,54	26,19	0,74	
<i>Menticirrhus americanus</i>	1	1,89	1	0,35	8,46	8,19	16,26	0,46	
Ordem Siluriformes									
Siluriforme	1	1,89	1	0,35	1,04	1,01	2,560423	0,07	
TOTAL	122	230,19	287	100,00	103,35	100,00	3517,89	100,00	

Uma vez que a composição de dietas entre machos e fêmeas não apresentou diferenças significativas todas as demais análises foram realizadas com sexos agrupados (Schoener = 0,61). O método gráfico de Cortés (1997) indica uma forte importância de decápodes e teleósteos na dieta. Segundo o autor, a Frequência de Ocorrência para grupos amplos é um índice não aditivo, o que pode resultar em somatório acima de 100% para este índice. A espécie também apresenta uma amplitude de nicho relativamente alta, tendendo ao hábito generalista de forrageamento ($B_A = 0.19$) (Figura 4).

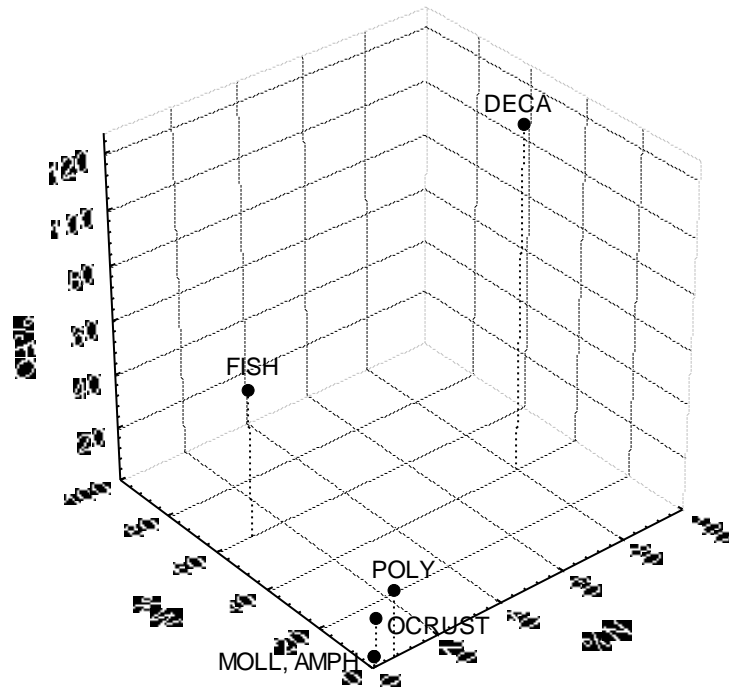


Figura 4: Análise ecológica gráfica das categorias de itens alimentares na dieta de *R. percellens*.

O índice de sobreposição alimentar entre jovens ($n = 16$) e adultos ($n = 37$) sugere uma mudança ontogenética na dieta e no hábito alimentar da raia viola (Schoener = 0.53). O mesmo resultado foi obtido para o modelo gráfico de Cortés (1997) (Teste χ^2 : 27,97; GL = 5, $p < 0,05$). Desta forma, os jovens alimentam-se quase exclusivamente de decápodes disponíveis no ambiente e possuem amplitude de nicho mais larga ($B_A = 0,24$). Por outro lado, os adultos ampliam o espectro trófico incorporando teleósteos na dieta além de decápodes, e passam a adotar uma maior especialização alimentar ($B_A = 0,17$) (Figura 5a, 5b).

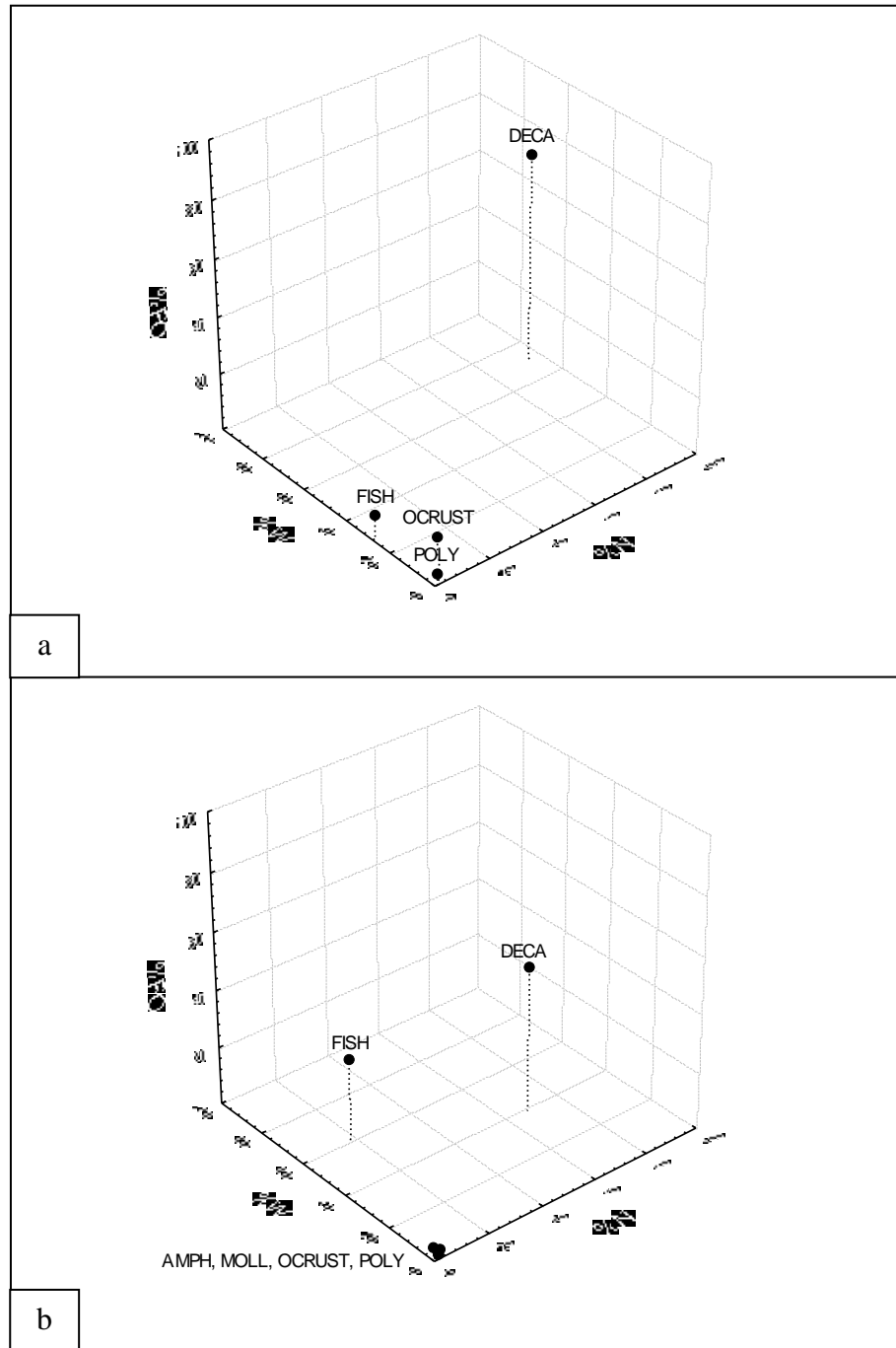


Figura 5: Análise ecológica gráfica dos itens alimentares agrupados (ver Ebert & Bizzarro, 2007) de *R. percellens* capturada na região de Caiçara do Norte (RN) em virtude dos estágios maturacionais. A = Jovens. B = Maduros.

O nível trófico estimado para *R. percellens* assumiu valor de 3,6. Quando calculados separadamente para indivíduos jovens e adultos, o índice de nível trófico assumiu valores de 3,53 e 3,65, respectivamente. Diferenças significativas entre o nível trófico de jovens e adultos de *R. percellens* não foram observadas. (Teste $\chi^2 < 0,01$, GL = 1, $p > 0,05$).

Discussão

A distribuição de frequência de comprimentos dos indivíduos analisados apresentou duas modas, uma na classe de 15 a 25 cm e outra na classe de 45 a 55 cm CT. Estas modas distintas podem estar relacionadas com o uso diferenciado do hábitat na região de Caiçara do Norte de acordo com as migrações sazonais em virtude dos estágios maturacionais como relatado por Vooren *et al.* (2005) e Lessa (1982) para *Rhinobatos horkelii* no sul do Brasil. Assim, os indivíduos mais jovens da população estariam próximos da linha da costa, tornando-se mais suscetíveis ao arrastão de praia, e os indivíduos mais velhos estariam mais afastados, consequentemente aumentando a suscetibilidade da captura pelo arrasto de portas (Vooren *et al.*, 2005).

A frequência do número de itens alimentares por estômago sugere que *Rhinobatos percellens* ingira uma pequena diversidade de presas a cada episódio de alimentação. Tal comportamento não restringe o espectro trófico da espécie, uma vez que foram identificados 26 itens alimentares, semelhante ao número encontrado por Bornatowski *et al.* (2014a). Comparado ao trabalho de Shibuya *et al.* (2005), que estudaram a dieta da mesma espécie no litoral da Paraíba, o presente estudo apresentou uma baixa diversidade de itens. Contudo, maiores comparações a cerca da dieta de *R. percellens* entre as duas localidades de coleta foram impossibilitadas.

No sul do Brasil, Bornatowski *et al.* (2010; 2014a) relatam que o item principal da dieta de *R. percellens* corresponde a camarões (dendrobranquiatos e pleociematos), seguido de braquiúros e teleósteos. A importância destes táxons no presente estudo mostrou-se diferente, de forma que os teleósteos assumiram o maior valor do IRI, seguidos de camarões dendrobranquiatos e braquiúros. Como possível causa da diferença no item “Teleósteo” deve-se a provável variação espacial na composição da fauna de presas entre as diferentes áreas de estudo, ou a estratégias alimentares diferentes adotada pela espécie para ecossistemas distintos. A amplitude de nicho da espécie no nordeste do Brasil ($B_A = 0,17$) foi considerada alta se comparada aquela reportada para o sul do Brasil ($B_A = 0,05$) (Bornatowski *et al.*, 2014a).

O valor máximo obtido no índice de repleção estomacal (3,01%) pode ser considerado alto uma vez que a taxa de alimentação diária em elasmobrânquios raramente ultrapassa o valor de 3% do seu peso corporal, mesmo para exemplares de tubarões alimentados até a saciedade em cativeiros (Wetherbee & Cortés, 2004). Tal valor é semelhante ao obtido para *Gymnura micrura* de Caiçara do Norte (Yokota *et al.*, 2013). A raia viola apresenta 68,25% do peso total do conteúdo estomacal correspondendo de 0 a 5% do peso total dos espécimes, o

que pode estar relacionado a horários preferenciais de atividade forrageira (Wetherbee *et al.*, 1990), ou a digestibilidade dos alimentos, uma vez que 89,47% dos estômagos apresentaram itens em estágios avançados do grau de digestão. Apesar do baixo índice de vacuidade, a grande ocorrência de estômagos contendo presas em estágios finais da digestão, associados à observação de poucos itens alimentares ingeridos por episódio de alimentação, sugerem que *R. percellens* seja uma espécie de hábito alimentar intermitente. A espécie ingere de pequeno número presas com grande massa (estágio adulto) ou de grande quantidade de presas de pequena massa (fase jovem).

A teoria do forrageamento ótimo está baseada na premissa evolutiva que os indivíduos de uma população predadora tendem a buscar as presas mais abundantes no ambiente, de forma a minimizar o gasto de energia empregada na procura, perseguição, captura e manipulação da preza, a fim de otimizar o ganho energético líquido (Wetherbee *et al.*, 1990; Begon, 2007). Outros fatores intimamente ligados à interação predador-presa incluem tamanho (Lessa & Almeida, 1998), eficiência de forrageamento (Wetherbee *et al.*, 1990), táticas de predação e padrões morfológicos adaptados ao forrageamento (Wilga & Mota, 1998). Diversos itens foram encontrados em estágios finais da digestão, o que pode estar relacionado ao comportamento alimentar da espécie.

Parte dos teleósteos ingeridos não puderam ser identificados morfológicamente, devido ao elevado grau de digestão de algumas presas, e por não terem sido encontrados os pares de otólitos *sagittae* nos canais semicirculares do ouvido interno. Entretanto, todos os itens identificados da categoria “Teleósteo” são espécies associadas ao substrato marinho (Bornatowski *et al.*, 2010). Os representantes da ordem Siluriformes apresentam o par de otólito lápilo dominante em tamanho e espessura, e por não apresentarem sulcos na face interna, os otólitos das espécies pertencentes a esta ordem são pouco diferenciados entre si, o que dificultou a identificação dos itens em menores níveis taxonômicos. (Saul, 1989; Secor *et al.*, 1989).

Lessa (1982) estudando a alimentação de *R. horkelii* no sul do Brasil, identificou 44 itens alimentares presentes em 744 conteúdos estomacais e constatou que o principal alimento utilizado ao longo do ano por esta raia são camarões carídeos (crustáceos pleociematos), enquanto que os teleósteos são considerados itens secundários. A autora ainda conclui que a migração sazonal de *R. horkelii* não ocorre por motivos alimentares (devido a maior abundância de moluscos bivalves pelecípodes próximos a costa), e sim em virtude do ciclo reprodutivo da espécie, de modo que as diferenças observadas na alimentação refletem apenas

a disponibilidade espaço-temporal das presas nas áreas ocupadas pela raia, sugerindo que o mesmo padrão seja utilizado por *R. percellens* em Caiçara do Norte.

Nunes (2009), corroborando Figueiredo (1977), concluiu que *R. percellens* possui a boca proporcionalmente maior que *R. horkelii*. Assim, *R. percellens* parece ser capaz de preda organismos maiores, utilizando os teleósteos mais abundantes no litoral de Caiçara do Norte como alimento principal de sua dieta. Segundo a teoria do forrageamento ótimo, tal fato representa a melhor relação custo vs. benefício para as demandas metabólicas da raia viola. Assim como *R. horkelii* (Lessa, 1982), *R. percellens* parece ampliar o espectro alimentar ao longo do crescimento, resultante da experiência adquirida na apreensão das presas, incremento na velocidade de natação e aumento no tamanho da boca (Wetherbee & Cortés, 2004).

Ebert & Bizzarro (2007) realizaram uma meta-análise na qual estimaram o nível trófico da família Rajidae. Os autores concluíram que as espécies desta família apresentam nível trófico variando de 3,48 à 4,22. No presente trabalho, obteve-se o nível trófico de 3,6, corroborando o valor encontrado por Bornatowski *et al.* (2010; 2014a), posicionando-a como consumidora secundária (Cortés, 1999) e pertencente à guilda trófica generalista. Segundo Ebert & Bizzarro (2007), as raias da família Rajidae parecem ter uma correlação positiva entre o nível trófico e o tamanho máximo atingido pelas espécies, tendo em vista que raias com o CT máximo de até 100 cm (que é o caso de *R. percellens*), apresentaram nível trófico menor que 3,8, enquanto que os maiores valores do nível trófico pertenceram a espécies com CT máximo maior que 100 cm. Contudo, esse padrão não parece ser aplicável às outras ordens de raias, haja vista que o nível trófico de *Rhinobatos horkelii* assumiu um valor ainda menor que *R. percellens* (Lessa, com. pess.). Garrison & Link (2000) chamam a atenção para a necessidade de averiguar, além da ocorrência de mudança ontogenética na dieta, uma possível mudança de nível trófico das espécies estudadas, visto que diferentes classes de tamanhos da mesma espécie podem ser consideradas troficamente como espécies diferentes. Como resposta a esta necessidade, foi estimado o nível trófico para os estágios jovens e maduros da raia viola, entretanto, mudanças significativas no nível trófico não foram detectadas ao longo do desenvolvimento ontogenético da espécie.

Devido à baixa seletividade do arrasto de camarão, estas pescarias são consideradas destrutivas e predatórias, por causar sérios danos ao substrato marinho e pela captura desnecessária de diversas espécies (Stobutzki *et al.*, 2001; Yokota *et al.*, 2013). A remoção do substrato marinho é amplamente conhecido por causar impacto na cadeia trófica marinha (Navia *et al.*, 2012). Dessa forma, os dados alimentares levantados no presente estudo podem

contribuir para a conservação desse táxon (Friedlander & DeMartini, 2002), e também servem como parâmetros básicos para modelos de análise topológica e de importância ecológica em teias tróficas (Bornatowski *et al.*, 2014b).

Agradecimentos

À Fundação Boticário de Proteção a Natureza pelo financiamento do Projeto Berçários de Elasmobrânquios. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico que concedeu bolsa de produtividade a RPT LESSA e de iniciação científica (DXXX). Os autores agradecem a Erika Santos e aos Drs. Teodoro Vaske-Jr, Clélia Rocha, Marcos Souto, Marcelo Nóbrega, Francisco Marcante, Silvio Peixoto e Renata Akemi pelo auxílio na identificação dos itens alimentares; a Leandro Yokota e Michel Gianeti pela coletas dos dados de pesca; aos pescadores de Caiçara do Norte, e diversos alunos envolvidos pela coleta dos exemplares.

Literatura citada

- Barbosa, T. Aspectos da biologia de *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) no berçário de Caiçara do Norte (RN). 2006. Monografia de conclusão de curso em Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE. 42 p.
- Begon, M.; Townsend, C. R. & Harper, J. L. Ecologia de indivíduos a ecossistemas. 4ª edição. Artmed editora s/a. Porto Alegre. 2007, 740p
- Bizzarro, J. J., Robison, H. J., Rinewalt, C. S., and Ebert, D. A. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. *Environ. Biol. Fishes*, 2007, 80: 197 – 220.
- 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*, 2010, 58(1): 45 – 52.
- Bornatowski H, Natascha W, Carmo W.P.D, Corrêa MFM, Abilhoa V. Feeding comparisons of four batoids (Elasmobranchii) in coastal waters of southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2014a. 1-9.
- Bornatowski, H., Braga, R.R., Abilhoa, V. & Corrêa, M.F.M. Feeding ecology and trophic comparisons of six shark species in a coastal ecosystem off southern Brazil. 2014b. *Journal of Fish Biology*. doi:10.1111/jfb.12417
- Carpenter, K. E (ed.). The living marine resources of the western central atlantic. Vol. 1, introduction, mollusks, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. 2002, food and agriculture organization of the united nations, Rome.
- Casper, B. M. & Burgess, G. H. 2009. *Rhinobatos percellens*. In: IUCN 2011. IUCN red list of threatened species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 december 2011.
- Colwell, R.K., Mao, C.X. & Chang, J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. 2004. *Ecology*, 85(10), pp. 2717–2727
- Cortés, E. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1997, 54:726–738.

- Cortés, E. Standardized diet composition and trophic levels of sharks. *ICES journal of marine sciences*. 1999, 56:707-717.
- Costa, R. C. C.; Fransozo, A.; Melo, G. A. S. & Freire, F. A. M. Chave ilustrada para identificação de camarões dendrobranchiata do litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. 2003, biota neotropica v3 (n1) - bn01503012003.
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavanagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Ebert, D. A. & Bizzarro, J. J. Standardized diet composition and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environ. Biol. Fish.* 2007, 80:221-237.
- Ebert, D. A. & Bizzarro, J. J. Standardized diet composition and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environ. Biol. Fish.* 2007, 80:221-237.
- Espinoza, M., Clarke, T.M., Villalobos-Rojas, F. & Wehrtmann, I.S. Diet composition and diel feeding behaviour of the banded guitarfish *Zapteryx xyster* along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. 2013. *Journal of Fish Biology*. 82, 286–305
- Figueiredo, J. L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras. 1977, São Paulo: museu de zoologia da universidade de São Paulo.
- Fonteles-Filho, A. A. Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros. Expressão Gráfica e editora. 2011. 464p.
- Friedlander, A., & Demartini, E. E. Contrasts in density, size, and biomass of reef fishes between the northwestern and the main hawaiian islands: the effects of fishing down apex predators. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2002, 230: 253–264.
- Garrison, L. P. & Link, J. S. Fishing effects on spatial distribution and trophic guild of the fish community in the Georges bank region. *ICES J. Mar. Sci.* 2000, 57:723-730.
- Grave, S., Pentcheff, N.D., Ahyong S.T., Chan, T.Y., Crandall, K.A., Dworschak, P.C., Felder, D.L., Feldmann, R.M., Fransen, C.H.J.M., Goulding, L.Y.D., Lemaitre, R., Low, M.E.Y., Martin, J.W., Ng, P.K.L. Schweitzer, C.E., Tan, S.H. & Wetzer, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology Suppl.* 21: 1-109.
- Grave, S & Fransen C.H.J.M. Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda). 2011. *Zoologische Mededelingen* 89(5):195-589.
- Lessa, R. P. Biologie et dynamiques des populations de *Rhinobatos horkelii* (Müller & Henle, 1841) du plateau continental du Rio Grande do Sul (Brésil). 1982. Tese de doutorado. Université de Bretagne Occidentale, Brest, França. 1982. 238 p.
- Lessa, R. P. & Almeida, Z. Analysis of stomach contents of the smalltail sharks *Carcharhinus porosus* from northern brazil. *Cybiuim*. 1997. 21(2): 123-133.
- Lessa, R. P. & Almeida, Z. Feeding habits of the bonnethead sharks, *Sphyrna tiburo*, from northern Brazil. *Cybiuim*. 1998. 22(4): 383-394.
- Lima, C. R. A. Utilização de técnicas multivariadas e de morfometria geométrica na discriminação de espécies do gênero *Rhinobatos* (família Rhinobatidae) no nordeste do Brasil. 2007. Dissertação de mestrado em biometria. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE. 74 p.
- 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. 2012. *Journal of Fish Biology*. 80, 1563–1579
- Maia, A., Queiroz, N., Correia, J. P., Cabral, H.. Food habits of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, off the southwest coast of Portugal. *Environ biol fishes*. 2006. 77: 157–167.
- Melo, G. A. S. Manual de identificação dos brachyura (carangueijos e sirís) do litoral brasileiro. 1996. Editora plêiade. São paulo. 604 p.
- MMA. Portaria nº445. 2014. Ministério do Meio Ambiente do Brasil.

- Navia, A.F., Cortés, E., Jordán, F., Cruz-Escalona, V.H., Mejía-Falla, P.A. Changes to Marine Trophic Networks Caused by Fishing. In: Mahamane (ed.). Ecosystem book 1. Intech Open Access Publisher, Rijeka, pp. 417-452. 2012.
- Nonato, R. Anelídeos poliquetas. 1976. Instituto oceanográfico da universidade de São Paulo. São Paulo. Pp. 50.
- Nunes, R. Caracterização morfológica das raias-viola *Rhinobatos horkelii* Müller & Henle, 1841 e *Rhinobatos percellens* Walbaum, 1792 através de técnicas de estatística multivariada. 2009. Monografia de conclusão de curso em oceanologia. Fundação Universidade do Rio Grande. Rio Grande - RS.
- Nunes, R. Idade, crescimento e biologia reprodutiva da raia-viola *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) capturada pelo arrasto de praia em Caiçara do Norte/RN. 2012. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE. Pp.95.
- Pansard, K. Ecologia alimentar do boto cinza, *Sotalia guianensis* (Van Banédén, 1864) no litoral do Rio Grande do Norte (RN). 2009. Tese de doutorado em psicobiologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN. 196 p.
- Pianka, E.R (1976) Competition and niche theory. In: May RM (eds) Theoretical ecology: principles and applications. WD Saunders, Philadelphia, PA, pp 114–141.
- Pinkas, I.; Oliphant, M. S.; Iverson, I. K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Calif. Dept. Fish and game: fish. Bull. 1971. 152: 1-105.
- Saul, A. C. Estudo morfológico-morfométrico de otólitos de peixes ocorrentes no litoral maranhense. 1989. Monografia de conclusão de curso em ciências biológicas. Universidade federal do Maranhão. MA. 57 p.
- Saul, A. C. & Lessa, R. Contribuição ao conhecimento da alimentação de elasmobrânquios na costa norte do Brasil por meio do estudo de otólitos. Revista brasileira de biologia. 1991. 51: 521-523.
- Schoener, T. W. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. Ecology, v. 51, p. 408 - 418, 1970.
- Secor, D.H.J., Dean, M. & Laban E.H. 1989. Otolith removal and preparation for microstructural examination, p. 19-57. In: Stevenson. D.K. & Campana, S.E. (eds). Otolith microstructure examination and analysis. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 117.
- Shibuya, A.; Rosa, R. S. & Soares, M. C. Note on the diet of the guitarfish *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) (Elasmobranchii: Rhinobatidae) from the coast of Paraíba, Brazil. Acta. Biologica leopoldensia. 2005. 27(1): 63-64
- Souza, J.A.F., Schwamborn, R. Barreto, A.V., Farias, I.D., Fernandes, L.M.G & Coelho, P.A. marine and estuarine shrimps (dendrobranchiata, stenopodidea, and caridea), of Pernambuco state (Brazil) and northeastern brazilian oceanic islands. Atlântica, Rio Grande, 33(1) 33-63, 2011.
- Stevens, J. D.; Bonfil, R.; Dulvy, N. K.; Walker, P. A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (condrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES journal of marine sciences. 2000. 57: 476-494.
- Stobutzki, I.C., Miller, M.J., Heales, D.S., & Brewer, D.T. Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. 2001. Fishery Bulletin 100(4). P.800-821.
- Subirá. R.J., Souza, E.C.F., Guidorizzi, C.E., Almeida, M.P., Almeida, J.B. & Martins, D.S. Avaliação Científica do Risco de Extinção da Fauna Brasileira – Resultados Alcançados em 2012. 2012. Biodiversidade Brasileira, 2(2), 17-24
- Vaske-jr., T.; Vooren, C. M, & Lessa, R. P. Feeding habits of four species of Istiophoridae (Pisces: Perciformes) from northeastern brazil. Environ. Biol. Fishes. 2004. 70: 293–304.

- Vaske-jr, T., Vooren, C. M. & Lessa, R. P. Feeding strategy of the night shark (*Carcharhinus signatus*) and scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) near seamounts off northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 2009. 57 (2): 97-104
- Vooren, C. M.; Lessa, R. P. & Klippel, S. Biologia e status de conservação da raia viola *Rhinobatos horkelii*. In: Vooren, C. M. & Klippel, S. (eds). Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre: Igaré, 2005. 262 p.
- Wetherbee, B. M. & Cortés, E. Food consumption and feeding habits. In: Carrier, J. C.; Musick, J. A. & Heithaus, M. R. (eds). *Biology of sharks and their relatives*. CRC press llc. 2004. 572 p.
- Wetherbee, B. M.; Gruber, S. M. & Cortés, E. Diet, feeding habits, digestion and consumption in sharks, with special reference to the lemon shark *Negaprion brevirostris*. In: Pratt, H. L.; Gruber, S. H. & Taniuch, T. (eds.). *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries*. NOAA tech. Rep. Nmfs, 90, 1990, p. 17-28.
- Wilga, C. D. & Motta, p. J. Feeding mechanism of the Atlantic Guitarfish *Rhinobatos lentiginosus*: modulation of kinematic and motor activity. *The journal of experimental biology*. 1998. 201: 3167-3184.
- Williams, A. B. Marine decapod crustaceans of the carolinas. *US fish. Wildl. Serv. Fish. Bull.* 1965. 65: 1-298
- Wourms, J.P. Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. 1981. *American Zoologist*. 21(2): 473-515
- Yokota, L. & Lessa, R. P. A nursery area for sharks and rays in northeastern Brazil. *Environmental biology of fishes*. 2006. 75: 349-360
- Yokota, L., Goitein, R., Gianeti, M.D. & Lessa, R.P.T. Diet and feeding strategy of smooth butterfly ray *Gymnura micrura* in northeastern Brazil. 2013. *J. Appl. Ichthyol.* 29, 1325–1329
- Zavala-Camin, L. A. *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. 1996. Ed. UEM, Maringá. 125pp.

5) CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim do presente estudo, pôde-se averiguar que as raias *Urotrygon microphthalmum* ocorrente no litoral de Pernambuco, e *Rhinobatos percellens* ocorrente em Caiçara do Norte, apresentam estratégias alimentares completamente diferentes. Entretanto, do ponto de vista trófico, as duas espécies desempenham papéis de mesopredadores da cadeia alimentar marinha (consumidoras secundárias).

U. microphthalmum trata-se de uma espécie especializada na ingestão de crustáceos decápodes. Entretanto, dentro dessa classe, a alimentação se dá de forma oportunista visto que uma grande diversidade de decápodes foi evidenciada. Além disso, a raia não demonstra diferença de dieta entre os sexos, nem entre estágios maturacionais ao longo do desenvolvimento ontogenético. Através do hábito alimentar da espécie, é possível inferir que em virtude da sobreposição alimentar entre jovens e adultos, a espécie possui um uso de habitat de forma que tantos os indivíduos maduros como os imaturos ocorrem dentro da mesma área onde a frota camaroneira atua no estado de Pernambuco.

Por outro lado, a raia viola ocorrente em Caiçara do Norte demonstra um perfil mais generalista de hábito alimentar. *R. percellens*, apesar de não demonstrar dieta diferente entre machos e fêmeas, apresenta uma mudança ontogenética na dieta. Dessa forma, os jovens possuem largura de nicho mais ampla, ingerindo crustáceos decápodes e outros invertebrados de forma generalista. Após a maturação gonadal, com o ganho de experiência na predação, aumento de velocidade natatória e no tamanho da boca, os adultos mostraram ter menor largura de nicho trófico através da ingestão mais especializada de presas disponíveis no ambiente (Decápodes e teleósteos). Em função da diferença entre as dietas de jovens e adultos, infere-se que a raia viola apresente um uso de habitat conforme o modelo tradicional de áreas de berçários, no qual os adultos estão espacialmente segregados dos jovens. Assim, os jovens encontram-se mais próximo do litoral, ao passo que os adultos encontram-se mais afastados da zona litorânea. Os adultos aproximam-se do litoral para desovar, e os filhotes se

afastam das áreas de berçário após o desenvolvimento, para enfim se unirem à parte adulta da população.

Embora haja a portaria nº 35 publicada pelo IBAMA em 2003 proibindo o "arrasto de qualquer natureza, com a utilização de embarcações motorizadas ou à vela, a menos de 01 (uma) milha da costa", o que se vê é que a instrução não é fiscalizada pelos órgãos governamentais competentes. Dessa forma, a maior ameaça para a conservação das espécies estudadas é a atuação da pesca artesanal dentro dessas áreas de exclusão pesqueira. Caso o cenário da pressão pesqueira continue a aumentar sobre as populações dessas espécies, elas podem vir a entrar nas categorias de ameaças do ICMBio. Assim, espera-se que os dados gerados no presente trabalho possam ser usados em estudos futuros de manejo sustentável do ecossistema, como as análises de risco ecológicos (ERAs) e também na sustentabilidade pesqueira.