



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

ÁDAMO GABRIEL CAVALCANTI LIMEIRA

**ECOLOGIA TRÓFICA DO GÊNERO *Haemulon* (Cuvier, 1829) (Actinopterygii:
Haemulidae) NO ATLÂNTICO TROPICAL SUL**

Fevereiro/2020

ÁDAMO GABRIEL CAVALCANTI LIMEIRA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas

Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L733e Limeira, Ádamo Gabriel Cavalcanti
ECOLOGIA TRÓFICA DO GÊNERO Haemulon (Cuvier, 1829) (Actinopterygii:
Haemulidae) NO ATLÂNTICO TROPICAL SUL / Ádamo Gabriel Cavalcanti Limeira. - 2020.
60 f. : il.
- Orientadora: Flavia Lucena Fredou.
Coorientador: Thierry Fredou
Valdimere Ferreira. Inclui
referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-
Graduação em Ecologia, Recife, 2020.
1. Ecologia trófica. 2. haemulidae. 3. conteúdo estomacal. 4. isótopos estáveis. I. Fredou,
Flavia Lucena, orient. II. Ferreira, Thierry Fredou Valdimere, coorient. III. Título

CDD 574.5

ECOLOGIA TRÓFICA DO GÊNERO *Haemulon* (Cuvier, 1829) (Actinopterygii: Haemulidae) NO ATLÂNTICO TROPICAL SUL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGE/UFRPE), como requisito obrigatório para o título de Mestre em Ecologia. Linha de pesquisa: Ecologia de Peixes Marinhos

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Flávia Lucena Frédou

Co-orientadores: Prof. Dr. Thierry Frédou, Dr^a Valdimere Ferreira

**RECIFE – PE,
Fevereiro 2020**

ÁDAMO GABRIEL CAVALCANTI LIMEIRA

ECOLOGIA TRÓFICA DO GÊNERO *Haemulon* (Cuvier, 1829) (Actinopterygii: Haemulidae) NO ATLÂNTICO TROPICAL SUL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGE/UFRPE), como requisito obrigatório para o título de Mestre em Ecologia.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr.^a Flávia Lucena Frédou (UFRPE)

Orientadora/Presidenta da banca

Prof^a. Dr.^a. Renata Akemi Shinozaki Mendes (UFRPE/UAST)

Examinadora

Dr^a Simone Maria de Albuquerque Lira (UFRPE)

Examinadora

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem devo minha vida e gratidão por me conceder mais uma vitória na minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco UFRPE, por conceder essa oportunidade na minha vida acadêmica e profissional.

À FACEPE – Fundação de Amparo à Ciência e Ensino de Pernambuco, pelo apoio financeiro e a oportunidade em contribuir com a ciência do nosso estado.

Ao projeto (ABRACOS) Acoustics along the BRAZilian COaSt, o qual financiou as coletas ao longo da costa do Nordeste e ao o Tropical Atlantic Interdisciplinary laboratory on physical, biogeochemical, ecological and human dynamics (IJL TAPIOCA), projeto da IRD (Institut de Recherche pour le Développement) que financiou as análises de isótopos estáveis; sem vocês isso aqui não seria possível! Gratidão!

À minha queridíssima orientadora Flávia Lucena-Fredou, por tudo que foi para mim durante esses anos: exemplo de mulher, pesquisadora, mãe, professora, orientadora e até psicóloga! Sem a senhora eu não teria chegado até aqui!

Aos meus coorientadores Dr. Thierry Fredou e Valdimere Ferreira, pela amizade, conselhos e por terem transmitido (com bastante paciência) seus conhecimentos sobre isótopos estáveis e estatística. Sou muito grato por suas vidas!

Aos professores, José Souto Rosa Filho e Fábria Segundo Viana, pelo ensinamento e auxílio na identificação das amostras de conteúdo estomacal.

À minha banca, Dra. Simone Maria de Albuquerque Lira e Dra. Renata Shinozaki Mendes, por terem aceitado esse desafio e por todas as contribuições na vida pessoal e acadêmica.

A todos os professores da Pós-Graduação em Ecologia do UFRPE, especialmente a professor Mauro de Melo Júnior, que não desistiu de mim enquanto eu já tinha desistido.

À minha mãe, Maria Leite, e meu pai, Eronildo Limeira, por terem me concedido muito amor e ensinamentos sobre a vida.

À minha esposa, amiga e companheira, Ayanne Santana, que foi o meu porto seguro nas horas de aflição, pela paciência e carinho, por me ouvir mesmo sem entender nada, dentre várias outras coisas que não cabem em um papel. Eu te amo muito, sou grato a Deus por sua vida!

À minha família (Limeira e Leite/Cavalcanti) que acredita nos meus propósitos e a quem eu devo minha base de educação e vida. Especialmente aos meus tios Jeová e Teódula Leite, por os ensinamentos e conselhos sobre a vida.

Pela minha nova família (Santana), por terem me acolhido como um filho, em especial a meu sogro, sogra e cunhado, Aurino Pereira, Jovaneide Santana e Aurino Santana que têm me ajudado e apoiado em todos os sentidos da minha vida!

A todos os amigos e companheiros do Bioimpact, por terem me aceitado e terem me ajudado tanto na vida profissional e pessoal. Todos foram bastante importantes nessa caminhada!

À toda minha turma do PPGE 2018.1, em especial a Ítalo Luã Silva Medeiros, que chegou junto na hora certa e me ajudou a erguer minha cabeça e continuar.

E à cada pessoa que não consegui lembrar, mas de alguma forma me ajudou e me ensinou a crescer e evoluir! Gratidão a todos vocês!

“São as gotas de uma boa leitura que formam um oceano de conhecimento” – Ádamo Limeira

Tio Edvan (In Memoriam), teu sobrinho tá realizando um sonho, viu? Agradeço a Deus o tempo que tive com o senhor, estará sempre marcado no meu coração!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
SUMÁRIO	vii
ÍNDICE DE TABELAS	xi
RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO GERAL	3
2. OBJETIVO	6
2.1 Objetivo geral	6
2.2 Objetivos específicos	6
3. HIPÓTESES	6
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
ARTIGO: ECOLOGIA TRÓFICA DO GÊNERO Haemulon (Cuvier, 1829) (Actinopterygii: Haemulidae) NO ATLÂNTICO TROPICAL SUL	12
RESUMO	13
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1 Área de estudo	17
2.2 Processamento das amostras	18
2.3. Análise de isótopos estáveis	18
2.4 Análise dos dados	19
2.4.1. Intensidade alimentar e descrição da dieta	19
2.4.2. Sobreposição alimentar	20
2.4.3 Análises Canônicas	21
2.4.4. Determinação do nível trófico.....	21
3. RESULTADOS	22
3.1. Intensidade alimentar	22
3.1.1. Habitat	22

3.1.2. Distância da costa.....	22
3.1.3. Latitude.....	23
3.1.4. Período de captura.....	24
3.1.5. Ontogenia	24
3.2. Hábito alimentar	25
3.3 Isótopos estáveis	27
3.3.1. Recursos basais	27
3.3.2. Habitat	28
3.3.3. Distância da costa.....	29
3.3.4. Latitude.....	30
3.3.5. Ontogenia	31
3.3.6. Correlação Canônica	32
3.4 Índice de Levis e de sobreposição alimentar	35
3.5 Nível trófico	36
4. DISCUSSÃO	37
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	Erro! Indicador não definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo com batimetria e pontos de coleta de dados realizadas nos anos de 2015 e 2017, ao longo da plataforma continental do nordeste brasileiro. Adaptado de Cardoso de Melo (2020).....	18
Figura 2: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) das espécies <i>H. plumierii</i> e <i>H. aurolineatum</i> em relação ao fator habitat (I – Algas, II – Areia, III – coral e SWCR (areia, rochas e formações coralíneas)), amostrados ao longo do atlântico sul.....	22
Figura 3: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) das espécies <i>H. plumierii</i> e <i>H. aurolineatum</i> em relação ao fator plataforma (até 20km da costas, após 20km da costa), amostrados ao longo do atlântico sul.....	23
Figura 4: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) das espécies <i>H. plumierii</i> e <i>H. aurolineatum</i> em relação ao fator latitude (A (todos os pontos coletados acima de 05°S), B (05°S F 06°S), C (06°S F 07°S), D (07°S F 08°S) e E (todos os pontos coletados abaixo de 08°S)), amostrados ao longo do atlântico sul.	23
Figura 5: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) das espécies <i>H. plumierii</i> e <i>H. aurolineatum</i> em relação ao fator período de captura (diurno: entre às 06:00 e 18:00; noturno entre às 18:00 e 06:00) amostrados ao longo do atlântico sul.....	24
Figura 6: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) da espécie <i>H. aurolineatum</i> em relação ao fator ontogenia (adultos > 11,7; juvenis < 11,7 (MELO et al., 2020)) amostrados ao longo do atlântico sul.....	25
Figura 7: Razões isotópicas de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) (média \pm desvio padrão por mil) de <i>H. plumierii</i> , <i>H. aurolineatum</i> e <i>H. squamipinna</i> (azul) e zooplâncton (verde) como base trófica ao longo do Atlântico sul, ao longo da costa nordeste do Brasil.	28
Figura 8: boxplots de relação entre isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das espécies <i>H. aurolineatum</i> , <i>H. plumierii</i> e <i>H. squamipinna</i> sobre os habitats encontrados (I – Algas, II – Areia, III – coral e SWCR (areia, rochas e formações coralíneas)), amostrados ao longo do atlântico sul.....	29
Figura 9: boxplots de relação entre isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das espécies <i>H. aurolineatum</i> , <i>H. plumierii</i> e <i>H. squamipinna</i> sobre a distância da plataforma (até 20km da costas, após 20km da costa) amostrados ao longo do atlântico sul	30
Figura 10: boxplots de relação entre isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das espécies <i>H. aurolineatum</i> , <i>H. plumierii</i> e <i>H. squamipinna</i> sobre os pontos distribuídos em latitudes	

(A (todos os pontos coletados acima de 05°S), B (05°S F 06°S), C (06°S F 07°S), D (07°S F 08°S) e E (todos os pontos coletados abaixo de 08°S)), amostrados ao longo do atlântico sul. 31

Figura 11: boxplots de relação entre isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das espécies *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna* sobre a ontogenia (*H. aurolineatum*:adulto $\geq 11,7$ cm, juvenil $< 11,7$ cm; *H. plumierii*:adulto ≥ 14 cm, juvenil < 14 cm; *H. squamipinna*:adulto $\geq 10,1$ cm, juvenil $< 10,1$ cm (MELO et al., 2020)) amostrados ao longo do atlântico sul..... 32

Figura 12: Análise de correlação canônica os valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ e fatores ecológicos de *H. squamipinna*. O gráfico superior demonstra as posições de cada amostra após o tratamento das correlações canônicas; o gráfico interior mostra as posições dos isótopos e o comportamento dos fatores ecológicos. 34

Figura 13: Nichos isotópicos escalonados de *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna*. As linhas representam a área de elipses para cada espécie, com valores previstos de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ 35

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Tabela para demonstração dos valores das cargas cônicas da espécie <i>H. squamipinna</i> , entre as variáveis ecológicas (profundidade, latitude, plataforma (distância da costa), sexo (F e M) e comprimento padrão (CP).....	33
Tabela 2: Resultado do índice de amplitude de nicho de Levins (1980) alimentar para as espécies <i>H. plumierii</i> e <i>H. aurolineatum</i> ao longo da costa nordeste do Brasil.....	35
Tabela 3: Posição trófica calculada pelo programa R, pelo pacote TrophiclevelL. A segunda coluna descreve a posição trófica gerada pelo programa, seguida pelo desvio padrão, e os valores limites baseados na média de cada espécie.....	36
Tabela 4: Contribuição de cada item da presa para a dieta de <i>H. aurolineatum</i> na costa nordeste do Brasil considerando a frequência de ocorrência (% FO), número (% N), peso (% W) e respectivos valores de índices e rank de sobreposição (IRi) e intensidade alimentar (IAi).....	52
Tabela 5: Contribuição de cada item da presa para a dieta de <i>H. plumierii</i> na costa nordeste do Brasil considerando a frequência de ocorrência (% FO), número (% N), peso (% W) e respectivos valores de índices e rank de sobreposição (IRi) e intensidade alimentar (IAi).....	54
Tabela 6: Descrição dos itens de conteúdo estomacal utilizados para obtenção do índice de Levins para as espécies <i>H. plumierii</i> e <i>H. aurolineatum</i> no atlântico sul, ao longo da costa nordeste do Brasil.....	56
Tabela 7: Descrição dos itens de conteúdo estomacal utilizados para obtenção do índice de Levins para as espécies <i>H. plumierii</i> e <i>H. aurolineatum</i> no atlântico sul, ao longo da costa nordeste do Brasil.....	58

RESUMO

Os estudos de ecologia trófica são importantes para entender as interações ecológicas dos ecossistemas e sua conservação diante da sobreexploração causada pelos efeitos antrópicos. O uso de conteúdo estomacal na ecologia trófica fornece informações sobre a dieta atual do indivíduo, e o uso de isótopos estáveis possuem a capacidade de indicar os hábitos alimentares em médio prazo por meio da assimilação isotópica nos tecidos. O gênero *Haemulon*, da família Haemulidae, é um dos mais abundantes no Atlântico sul e no Nordeste do Brasil e, apesar da relevância socioeconômica e ecológica, ainda são pouco conhecidas na região, principalmente em relação à sua ecologia trófica. Este estudo tem o objetivo de descrever a ecologia trófica de *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna* utilizando o conteúdo estomacal e isótopos estáveis como metodologia. As coletas foram realizadas em agosto/setembro de 2015 e abril/maio de 2017 dentro do Projeto ABRAÇOS (Acoustic along the BRAzilian COaSt), no Nordeste brasileiro (04° a 09°S), perfazendo um total de 37 estações. Em relação ao conteúdo estomacal, foram avaliados o índice de repleção estomacal e a descrição da dieta utilizando a %FO, %P e %N. A amplitude de nicho (índice de levins) e sobreposição de nicho (índice de Pianka) entre as espécies também foi avaliada. Foram obtidas as concentrações dos isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$), o nicho isotópico escalonado e nível trófico. O índice de repleção estomacal e os isótopos estáveis foram avaliados considerando a ontogenia, habitat, distância da costa, período de captura e latitudes. A dieta das espécies *H. aurolineatum* e *H. plumierii* é composta principalmente de crustáceos e teleósteos. A atividade alimentar é superior no período noturno, em latitudes abaixo de 08°S e dentro dos primeiros 20 km próximos à costa. Em relação à amplitude de nicho, *H. aurolineatum* (42%) é mais especialista do que *H. plumierii* (56%), que tende ao generalismo. A dieta de *H. aurolineatum* e *H. plumierii* são similares, com sobreposição de nicho de 77%. A correlação canônica apresentou uma correlação alta apenas para *H. squamipinna* onde a profundidade, latitude e ontogenia demonstraram fortes correlações com o $\delta^{13}\text{C}$. Esse trabalho apresentou dados inéditos relevantes sobre a ecologia trófica de espécies do gênero *Haemulon*, que tem uma relevância ambiental e sócio-econômica, considerando o enfoque ecossistêmico. O uso combinado das técnicas também foi favorável, fornecendo uma maior precisão e confiabilidade nos resultados.

Palavras-chave: ecologia trófica, conteúdo estomacal, isótopos estáveis, *Haemulon*.

ABSTRACT

Trophic ecology studies are important to understand ecosystems ecological interactions and their conservation in face of overexploitation caused by anthropic effects. The use of stomach contents in trophic ecology provides information about the individual's current diet, due stable isotopes has the ability to indicate eating habits in the medium term through isotopic assimilation in tissues. The *Haemulon* genus, of Haemulidae family, is one of the most abundant in the South Atlantic and Northeast of Brazil and, despite socio-economic and ecological relevance, they are still little known in the region, mainly in relation to its trophic ecology. This study aims to describe *H. aurolineatum*, *H. plumierii* and *H. squamipinna* trophic ecology using stomach contents and stable isotopes as methods. Collects were carried out in August / September 2015 and April / May 2017 within the ABRAÇOS Project (Acoustic along the BRAZilian COaSt), in Northeast Brazil (04 ° to 09 ° S), making a total of 37 stations. For stomach contents, stomach repletion index and diet description were evaluated using %FO, %P and %N. Niche amplitude (Levins index) and niche overlap (Pianka index) between species were also evaluated. Carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and Nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopes concentrations with scaled isotopic niche and trophic level were obtained. Stomach repletion index and stable isotopes were evaluated considering ontogeny, habitat, distance from the coast, capture period and latitudes. Mainly, *H. aurolineatum* and *H. plumierii* diet is composed by crustaceans and teleosteans. Food activity is higher at night, at latitudes below 08 ° S and within the first 20 km close to the coast. Regarding the niche range, *H. aurolineatum* (42%) is more specialized than *H. plumierii* (56%), who tends to generalism. *H. aurolineatum* and *H. plumierii* diets are similar, with a niche overlap of 77%. The canonical correlation showed a high correlation only for *H. squamipinna* where depth, latitude and ontogeny showed strong correlations with $\delta^{13}\text{C}$. This work presented relevant new data on the trophic ecology of species of the genus *Haemulon*, which has an environmental and socio-economic relevance, considering the ecosystem approach. The combined techniques use was also favorable, providing greater precision and reliability in the results.

Keywords: trophic ecology, stomach contents, stable isotopes, *Haemulon*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os peixes da família Haemulidae são distribuídos em duas subfamílias, Plectorhynchinae e Haemulinae, que incluem cerca de 133 espécies, pertencentes a 19 gêneros, possuindo ampla distribuição espacial e ocorrência nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (NELSON, 2006). Essas espécies são de extrema importância para o equilíbrio da teia alimentar das comunidades de recifes sendo uma das principais presas de muitas espécies maiores, de grande valor comercial, como representantes das famílias Lutjanidae e Carangidae (PALAZÓN-FERNÁNDEZ, 2007; DUARTE, 2015; SILVA, 2015; MAGGI et al., 2017).

O gênero *Haemulon* (família Haemulidae) tem uma grande representatividade no estudo evolutivo dos peixes tropicais do novo mundo, visto que são distribuídos entre 19 espécies do Pacífico oriental até o Atlântico ocidental, demonstrando uma grande abundância e riqueza, das quais 12 ocorrem no Brasil (ROCHA e ROSA, 1999), destacando-se as espécies *Haemulon aurolineatum* (CUVIER, 1830) e *Haemulon plumierii* (LACEPÈDE, 1801)

No Atlântico, a distribuição dos haemulídeos é restrita aos trópicos, desde o Sudeste brasileiro até a região do Mar das Bermudas, habitando recifes e fundos rochosos (SOUZA, 2008), reconhecidos por possuir grande abundância (LOPES e OLIVEIRA-SILVA, 1998; IANNACONE et al., 2015; LEÓN-PALOMINO et al., 2017). Na região nordeste é frequentemente capturada pela frota artesanal e para o mercado aquarista (LESSA e NÓBREGA, 2000), apesar do baixo valor comercial (STRUHSAKER, 1969; SOUZA, 2008). Entretanto, dada sua elevada abundância, a família possui grande importância para equilíbrio ecossistêmico marinho (NÓBREGA e LESSA, 2007). Na Baía de Guanabara - RJ, CHAVES (1998) destacou esta família como relevante na fauna acompanhante nos arrastões de fundo.

Espécies do gênero *Haemulon* possuem uma história evolutiva influenciada por fatores abióticos como o istmo do Panamá e a Barreira amazônica, que gerou indivíduos tanto fáceis em sua identificação como únicos na sua posição trófica nas mais diversas cadeias e teias distribuídas nesses oceanos (ROCHA et al., 2008). Similarmente para os vários gêneros, o gênero *Haemulon* possui hábito alimentares onívoro/oportunista, alimentando-se principalmente de Polychaeta, Ophiuroidea, Amphipoda, Gammaridae e Dendrobranchiata (LUNARDON-BRANCO, 2000; NIANG et al., 2010; FREITAS et al., 2011)

Os estudos sobre os mecanismos e interações ecológicas nos diversos nichos tróficos, marinho ou terrestre, antropizado ou conservado, são de extrema importância para conservação da vida silvestre (GHELIER-COSTA, 2018). A utilização da ecologia trófica abre um leque para discussão de assuntos que envolvem sobreposição de nicho e interações intraespecífica, seja no âmbito temporal ou espacial, influenciados muitas vezes pela dieta (SCHÖENER, 1974; ESTEVES e ARANHA, 1999).

O uso combinado das análises de conteúdo estomacal com análises de isótopos estáveis vem sendo utilizado para identificar os itens consumidos e suas taxas de assimilação (MANETTA e CECÍLIO, 2003), uma vez que em conjunto fornecem uma visão mais ampla do papel dos organismos nas teias alimentares. No estudo de ecologia trófica é provado que cada tipo de alimentos possui seu valor energético, composto por vários tipos de tecidos e células que são assimiladas de forma diferente no corpo do predador (FORSBERG et al., 1993). O uso das duas técnicas permite observar a dieta independente do tempo (a médio e curto prazo), onde é visto o que foi consumindo e o que está sendo assimilado, fornecendo dados que até então eram difíceis de ser obtidos apenas utilizando as técnicas isoladamente (PETERSON e FRY, 1987; GREY et al., 2001; MACHADO, 2011).

O uso de conteúdo estomacal na ecologia trófica fornece informações de abundância e dieta, que são itens fundamentais para caracterizar espécies em seus habitats e níveis tróficos. Esta metodologia é utilizada para espécies desde a base de cadeia até predadores como tubarões, mamíferos e grandes pelágicos (VASKE-JÚNIOR e RINCON-FILHO, 1998; VASKE-JÚNIOR e CASTELLO, 1998; BORNATOWISKI et al., 2007; SYDNEY, 2018). A análise da dieta em peixes tem sido adotada em diversos ecossistemas tropicais, inclusive aquáticos, para compreensão da ecologia de forma simples e confiável. Essa metodologia descreve relações entre abundância, riqueza e distribuição dos organismos com quantidade, qualidade e disponibilidade de alimentos (AMARAL e MIGOTTO, 1980; KAWAKAMI e AMARAL, 1983; BARRETO e ARANHA, 2006; MAGGI e RILEY, 2009; REIS et al, 2010).

O uso dos isótopos traz segurança e precisão para dados que não podem ser somente obtidos por conteúdo estomacal, principalmente após a comprovação de que assimilação dos nutrientes varia de acordo com o tipo de presa ingerida, independentemente da quantidade encontrada nos estômagos (MELVILLE e CONNOLLY, 2003). As mudanças no fluxo energético causadas pela variação nas dietas dos nichos podem ser

observadas com maior precisão por meio dos isótopos estáveis, que geram informações importantes sobre a base de produção pesqueira (DUFOUR e GERDEAUX, 2001), necessárias para compreender as relações ecológicas (CORRÊA et al., 2016), úteis considerando o enfoque ecossistêmico da pesca. Diferentes distribuições isotópicas de carbono (C) e nitrogênio (N) nos tecidos, que estão ligadas a variações na dieta ao decorrer do tempo e gradiente de espaço, são o motivo de mudanças na reprodução e tamanho corporal em diversos animais (ADAMS e STERNER, 2000; PHILLIPS e GREGG, 2001). Em indivíduos da mesma espécie, as mudanças são encontradas durante os estágios de desenvolvimento, podendo acontecer por demandas energéticas diferentes e fatores limitantes na morfologia e fisiologia, sabendo que os isótopos são acumulados em quantidades relativas à assimilação ou consumo dos alimentos (DE NIRO e EPSTEIN, 1978; ABELHA et al., 2001; PHILLIPS e ELDRIDGE, 2006; ROSEMBERG, 2016).

Apesar dos trabalhos supracitados, poucos estudos no ambiente marinho no Brasil utilizam integradamente as técnicas de conteúdo estomacal e isótopos estáveis para obtenção de perspectivas diferentes sobre o comportamento de nicho. A utilização integrada destas técnicas está se tornando cada vez mais frequente, mas não foram jamais aplicados para espécies da família Haemulidae. Entretanto, ao redor do mundo o uso de isótopos estáveis vem crescendo, com por exemplo do trabalho de ZHU et al. (2019) nos corais das Bahamas, no qual ele utiliza os isótopos em uma comunidade de peixes (incluindo quatro espécies do gênero *Haemulon*) para o cálculo dos nichos isotópicos e nível trófico. O uso das técnicas de conteúdo estomacal e isótopos estáveis concede diferentes aspectos alimentares. Isso é explicado pelo fato dos isótopos fornecerem informações de médio prazo sobre a alimentação (meses da dieta do indivíduo) enquanto o conteúdo estomacal apenas mostra aquilo que foi consumido a, no máximo, horas atrás; sendo assim é possível explicar possíveis movimentos migratórios e diferentes comportamentos alimentares a médio e curto prazo (CORNELISSEN et al., 2018).

Este trabalho teve o objetivo de descrever a ecologia trófica e aspectos da dieta das principais espécies de haemulídeos do Nordeste do Brasil, utilizando o uso integrado de técnicas de conteúdo estomacal e isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$). Além da dieta, foi também avaliada a sobreposição do uso dos recursos pelas diferentes espécies da família na região.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Investigar a ecologia trófica de *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna*, utilizando o uso integrado de técnicas de conteúdo estomacal e isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$), ao longo do oceano Atlântico tropical Sudoeste, entre Alagoas e Rio Grande do Norte.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever variações de hábito alimentar das principais espécies de Haemulídeos em gradiente latitudinal, longitudinal, ontogenético, periódico e considerando os diferentes tipos de assoalho marinho, considerando os aspectos intra/interespecíficos.
- Investigar se há repartição de recursos entre as diferentes espécies de Haemulídeos na plataforma continental do Atlântico sul.

3. HIPÓTESES

H1: Há variação entre as razões isotópicas ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) e conteúdo estomacal entre os fatores interespecíficos e ecológicos do gênero *Haemulon*.

H2: O uso combinado das técnicas de conteúdo estomacal e isótopos estáveis fornecem informações complementares sobre a ecologia trófica do gênero *Haemulon*.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ADAMS, T. S.; STERNER, R.W. The effect of dietary nitrogen content on trophic level $\delta^{15}\text{N}$ enrichment. **Limnology and Oceanography**, v.45, n.3, p.601-607. 2000.
- AMARAL A. C. Z., MIGOTTO A. E. Importância do anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. **Instituto Oceanográfico, USP**. n. 29, v. 2, p. 31-35, 1980.
- AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 625-631, 2005.
- BARRETO, A. P.; ARANHA, J. M. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da floresta atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 779-788. 2006.
- MELO, C. C. de, SOARES, A. P. C. S., PÉLAGE, L., EDUARDO L. N., FRÉDOU T., LIRA, A. S., PADOVANI-FERREIRA, B., BERTRAND, A., LUCENA-FRÉDOU, F. Haemulidae distribution patterns along the Northeastern Brazilian continental shelf and size at first maturity of the most abundant species. **Regional Studies in Marine Science**, v. 35, p. 101226, 2020.
- CHAVES, P. de T. da C. Populacional structure of *Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner) (Teleostei, Haemulidae) at Guaratuba Bay, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 1, p. 203-209, 1998.
- CÓRDOBA, E. M. Trophic ecology of hake, anchovy, sardine, round sardinella and bullet tuna larvae of NW Mediterranean: influence of trophic environment and ontogeny. **Tese de Doutorado**. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), 2011.
- CORNELISSEN, I. J. M.; VIJVERBERG, J.; VAN DEN BELD, A. M.; HELMSING, N. R.; VERRETH, J. A. J.; NAGELKERKE, L. A. J. Stomach contents and stable isotopes confirm ontogenetic diet shifts of Nile perch, *Lates niloticus*, in southern Lake Victoria. **Journal of Great Lakes Research**, v. 44, n. 6, p. 1264-1272, 2018.

- CORRÊA, F.; DE OLIVEIRA, E. F.; POUHEY, J.; PIEDRAS, S. Relação peso-comprimento da traíra *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) em um arroio regulado no sul do Brasil. **Biotemas**, v. 29, n. 1, p. 169-174, 2016.
- DE-MASI, M. A. N. Aplicações de isótopos estáveis de O, C e N em estudos de sazonalidade, mobilidade e dieta de populações pré-históricas no sul do Brasil. **Revista de Arqueologia**, v. 22, n. 2, p. 55-76, 2009.
- DUARTE, M. R. N. Dieta de *Lutjanus analis* (CUVIER, 1828), *Lutjanus jocu* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801) (PERCIFORMES: LUTJANIDAE) em um estuário hipersalino - RN - Brasil. 2013. 52f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)** - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.
- DUFOUR, E.; GERDEAUX, D.; CORVI, C.; KHIM-HEANG, S.; MARIOTTI, A. Assessment of the contaminant concentration variability among Lake Geneva Arctic char using stable isotopic composition ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$). **Environmental toxicology**, v. 16, n. 2, p. 185-191, 2001.
- ESTEVEZ, K. E.; ARANHA, J. M. R. Ecologia trófica de peixes de riachos. Ecologia de peixes de riachos. **Série Oecologia Brasiliensis**, v. 6, p. 157-182, 1999.
- FORSBERG, B. R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L.; BONASSI, J. A. Autotrophic carbon sources for fish of the Central Amazon. **Ecology**, v. 74, n. 3, p. 643-652, 1993.
- FREITAS, M. O.; ABILHOA, V.; COSTA e SILVA, G. H. D. Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 9, n. 2, p. 411-418, 2011.
- GHELER-COSTA, C.; BOTERO, G. P.; REIA, L.; DE CASSIA GILLI, L.; COMIN, F. H.; VERDADE, L. M. Ecologia trófica de onça-parda (*Puma concolor*) em paisagem agrícola. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 203-225, 2018.
- GREY, J.; JONES, R. I.; SLEEP, D. Seasonal changes in the importance of the sources of organic matter to the diet of zooplankton in Lock Ness, as indicated by stable isotope analysis. **Limnology and Oceanography**, v.46, n.3, p.505-513. 2001.

- IANNACONE, J.; ALVARIÑO, L.; CHERO, J.; SÁEZ, G. Comunidad Parasitaria de *Cabinza Isacia conceptionis* (Cuvier e Valenciennes, 1830) (Perciformes: Haemulidae) en la Zona de Chorrillos, Lima, Perú. **Revista de investigaciones veterinarias del Perú**, v. 26, n. 1, p. 96-110, 2015.
- KAWAKAMI E.; AMARAL A. C. Z. Importância dos anelídeos poliquetos no regime alimentar de *Etropus longimanus* (Norman, 1933 e *Symphurus jenynsi* (Evermann e Kendall, 1907) (Pisces, Pleuronectiformes). **Iheringia: Série Zoologia**, v. 62, p. 47-54, 1983.
- LEÓN-PALOMINO, C. FLORES-MEGO, J.; DIONICIO-ACEDO, J.; ROSADO-SALAZAR, M.; FLYE-SAINTE-MARIE, J.; AGUIRRE-VELARDE, A. Preferencia y tolerancia térmica de juveniles de chita *Anisotremus scapularis* (Pisces: Haemulidae). **Biología Marina y Oceanografía.**, v. 52, n. 3, p. 581-589, 2017.
- LESSA, R. P. T.; NÓBREGA, M. F. de. **Guia de identificação de peixes marinhos da região nordeste**, p. 41-46, 2000.
- LOPES, P. R. D.; OLIVEIRA-SILVA, J. T. de. Nota sobre a alimentação de *Conodon nobilis* (Linnaeus) e *Polydactylus virginicus* (Linnaeus)(Actinopterygil: Haemulidae e Polynemidae) na praia de Jaguaribe (Ilha de Itamaracá), estado de Pernambuco. **Bioikos**, v. 12, n. 2, p. 54-58, 1998.
- LUNARDON-BRANCO, M. J. Ecologia Trófica de Macroinvertebrados e Peixes Demersais na Armação de Penha do Itapocoroy. **Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)** - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil, 2000.
- MACHADO, M. R. F. Caracterização morfológica e bioquímica do sistema digestório e identificação por isótopos estáveis de robalo peva e flexa selvagens e de cativo. 2011. v, 139 f. **Tese (doutorado)** - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2011.
- MAGGI, A. FELIX, F. C.; GODEFROID, R. S.; CATTANI, A. P.; DAROS, F. A.; SPACH, H. L. A dieta de juvenis de *Menticirrhus littoralis* (Sciaenidae), *Umbriina coroides* (Sciaenidae), *Pomatomus saltatrix* (Pomatomidae) e *Oligoplites saliens* (Carangidae) na praia de Pontal do Sul, Paraná, Brasil. **Cadernos da Escola de Saúde**, v. 1, n. 2, 2017.

- MAGGI, F.; RILEY, W. J. Transient competitive complexation in biological kinetic isotope fractionation explains nonsteady isotopic effects: Theory and application to denitrification in soils. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v. 114, n. G4, 2009.
- MANETTA, G. I.; CECILIO, E. B. Aplicação da técnica de isótopos estáveis na estimativa da taxa de turnover em estudos ecológicos: uma síntese. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, n. 1, p. 121-129, 2003.
- MELVILLE, A. J.; CONNOLLY, R. M. Spatial analysis of stable isotope data to determine primary sources of nutrition for fish. **Oecologia**, v. 136, n. 4, p. 499-507, 2003.
- NIANG, T. M. S.; PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G. Diet of juvenile *Trachinotus carolinus* (Actinopterygii, Carangidae) in sandy beaches on coast of Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 100, n. 1, p. 35-42, 2010.
- NÓBREGA, M. F. de; LESSA, R. P. Descrição e composição das capturas da frota pesqueira artesanal da região nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 40, n. 2, p. 64-74, 2007.
- PALAZÓN-FERNÁNDEZ, J. L. Reproduction of the white grunt, *Haemulon plumierii* (Lacépède, 1802) (Pisces: Haemulidae) from Margarita Island, Venezuela, **Scientia Marina**, v. 71, n. 3, p. 429-440, 2007.
- PETERSON, B. J.; FRY, B. Stable isotopes in ecosystem studies. **Annual review of ecology and systematics**, v. 18, n. 1, p. 293-320, 1987.
- PHILLIPS, D. L.; ELDRIDGE, E. P. M. Estimating the timing of diet shifts using stable isotopes, **Oecologia**, v. 147, n. 2, p. 195-203, 2006.
- PHILLIPS, D. L.; GREGG, J. W. Uncertainty in source partitioning using stable isotopes. **Oecologia**, v. 127, n. 2, p. 171-179, 2001.
- REIS, L. R. G. dos; SOUZA, F. J. B.; SANTOS, A. C. A. Alimentação de dois peixes piscívoros (*Astronotus ocellatus* e *Cichla pinima*) no médio rio Paraguaçu. In: **Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS**, Feira de Santana- Bahia, 2010.

- ROCHA, L. A.; LINDEMAN, K. C.; ROCHA, C. R.; LESSIOS, H. A. Historical biogeography and speciation in the reef fish genus *Haemulon* (Teleostei: Haemulidae). **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 48, n. 3, p. 918-928, 2008.
- ROCHA, L. A.; ROSA, I. L. New species of *Haemulon* (Teleostei: Haemulidae) from the northeastern Brazilian coast. **Copeia**, p. 447-452, 1999.
- SCHÖENER, T. W. Resource partitioning in ecological communities. **Science** n. 185, p. 27-39, 1974.
- SILVA, G. H. da C. e. Ecologia alimentar e reprodução de *Haemulon plumieri* (Lacépède, 1801) (Teleostei-Haemulidae) no Banco dos Abrolhos, Bahia-Brasil. **Dissertação (Mestrado em Zoologia)** - Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2015.
- SOUZA, M. M. C. de A. Pesca, reprodução e alimentação do biquara (*Haemulon plumieri*, Lacépède, 1801), na Costa Central de Pernambuco. **Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura)**, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife- PE, 2008.
- STRUHSAKER, P. Demersal fish resources: composition, distribution, and commercial potential of the continental shelf stocks off southeastern United State. **US Bureau of Commercial Fisheries, Fisheries Industrial Research**. v. 4, p. 261-300, 1969.
- SYDNEY, N. V. Desmistificando os mamíferos marinhos: uma ação de popularização da ciência em Campo Largo-PR. **Revista da Biologia**, v. 1, p. 2-5, 2018.

ARTIGO: ECOLOGIA TRÓFICA DO GÊNERO *Haemulon* (Cuvier, 1829) (Actinopterygii: Haemulidae) NO ATLÂNTICO TROPICAL SUL

Artigo a ser submetido para a Revista Journal of Fish Biology

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foi analisar e comparar a ecologia trófica de *Haemulon aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna* com base no conteúdo estomacal e isótopos estáveis de carbono e nitrogênio. As hipóteses levantadas foram que os fatores bióticos e abióticos (habitats, proximidade da costa, latitude, período de captura e ontogenia) influenciam na variedade da dieta ao longo da costa nordeste, no Atlântico Sul, e que o conteúdo estomacal e os isótopos estáveis fornecem informações complementares sobre a ecologia trófica dessas espécies. As campanhas amostrais foram feitas em 27 estações no entorno da costa Nordeste do Brasil (09°- 04°S). As análises foram divididas em duas: conteúdo estomacal e isótopos estáveis. Para o conteúdo estomacal, identificaram-se as presas até o menor nível taxonômico, descrevendo a dieta através da frequência de ocorrência, número, peso, amplitude de nicho (Levins) e sobreposição de nicho (Pianka). Para os isótopos, foram obtidas as razões isotópicas do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$). Para as duas análises utilizou-se a ontogenia, habitat, distância da costa, período de captura e latitudes como fatores. Os resultados demonstram maiores registros alimentares durante o período noturno, em latitudes abaixo de 8° e dentro dos primeiros 20 km próximos à costa. A amplitude de nicho provou que *H. aurolineatum* (44%) é mais especialista do que *H. plumierii* (56%). As espécies *H. aurolineatum* e *H. plumierii* apresentaram dietas similares, com sobreposição de nicho de 77%. A correlação canônica apresentou uma correlação alta apenas para *H. squamipinna* e, a profundidade, latitude e ontogenia demonstraram correlações fortes com o $\delta^{13}\text{C}$, demonstrando que há variação na proporção do $\delta^{13}\text{C}$ entre esses fatores. Foi observado que há diferenças entre os fatores ecológicos para a maioria das espécies e que o uso do conteúdo estomacal e isótopos estáveis fornecem informações complementares acerca da ecologia trófica. O trabalho demonstrou que, apesar de ser encontrada em diversas regiões do oceano Atlântico, a espécie segue um padrão similar de dieta ao longo do oceano.

Palavras-chave: ecologia trófica, conteúdo estomacal, isótopos estáveis, *Haemulon*.

ABSTRACT

The objectives of this work were to analyze and compare *Haemulon aurolineatum*, *H. plumierii* and *H. squamipinna* trophic ecology based on the stomach content and stable isotopes of carbon and nitrogen. The hypotheses raised were that the biotic and abiotic factors (habitats, proximity to the coast, latitude, capture period and ontogeny) influence diet variety along the northeast coast, in the South Atlantic, and that stomach content and stable isotopes provides complementary information about trophic ecology of these species. The sampling campaigns were carried out in 27 stations around the Northeast coast of Brazil (09 ° - 04 ° S). The analyzes were divided into two: stomach contents and stable isotopes. For stomach contents, prey was identified down to lowest taxonomic level, describing the diet through occurrence frequency, number, weight, niche amplitude (Levins) and niche overlap (Pianka). For isotopes, isotopic ratios of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) were obtained and to both analyzes, ontogeny, habitat, distance from the coast, capture period and latitudes were used as factor. The results show greater food records at night, at latitudes below 08 ° and within the first 20 km close to the coast. The niche breadth proved that *H. aurolineatum* (44%) is more specialized than *H. plumierii* (56%). *H. aurolineatum* and *H. plumierii* presented similar diets, with a niche overlap of 77%. The canonical correlation showed a high correlation only for *H. squamipinna* and, depth, latitude and ontogeny demonstrated strong correlations with $\delta^{13}\text{C}$, demonstrating that there is variation in $\delta^{13}\text{C}$ proportion between these factors. It was observed that there are differences between ecological factors for most species and stomach contents and stable isotopes provides complementary information about trophic ecology. This work showed that despite being found in several regions of Atlantic Ocean these species follows a similar pattern of diet along the ocean.

Keywords: trophic ecology, stomach contents, stable isotopes, *Haemulon*.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Haemulon* é conhecido por migrar durante o dia dos corais para o asolho onde existem campos de macroalgas, forrageando durante sua fase adulta diferente dos juvenis, onde costuma se alimentar na coluna d'água (PEREIRA E FERREIRA, 2013; PEREIRA et al., 2015). Espécies desse gênero possuem porte médio, tendo as fases juvenis semelhante e adultos bem distintos, com taxonomia bem definida, sendo algumas espécies vivendo na região pelágica, alimentando-se de plâncton, enquanto grande parte tem hábito demersal, alimentando-se de organismos macrobentônicos, fazendo pequenas migrações diárias a partir do recife até bancos de areia perto de vegetações, em busca de alimento (PARRISH, 1989; ROCHA et al, 2008).

O gênero *Haemulon* (família Haemulidae) tem uma grande representatividade no estudo evolutivo dos peixes tropicais do novo mundo, visto que são distribuídos entre 19 espécies do Pacífico oriental até o Atlântico ocidental, demonstrando uma grande abundância e riqueza. Espécies deste gênero possuem uma história evolutiva influenciada por fatores abióticos como o istmo do Panamá e a Barreira amazônica, que gerou indivíduos tanto fáceis em sua identificação como únicos na sua posição trófica nas mais diversas cadeias e teias distribuídas nesses oceanos (ROCHA et al., 2008). Dada sua elevada abundância, a família possui grande importância para equilíbrio ecossistêmico marinho (NÓBREGA & LESSA, 2007).

De acordo com GASALLA e SOARES (2001), o conhecimento obtido pela ecologia trófica nas diversas comunidades de animais é de suma importância para várias linhas de pesquisa, seja ela praticista ou clássica. Esses estudos permitem visualizar o ambiente de uma maneira integrada nos ecossistemas marinhos, enfatizando que os impactos causados pelo homem podem alterar o comportamento das cadeias e teias alimentares. A ecologia trófica fornece um meio para compreensão do funcionamento dos ecossistemas, no qual é possível entender o comportamento desde presas de menor nível trófico, até dos maiores predadores, fornecendo assim fontes de toda uma comunidade ecossistêmica (VI-EIRA, 2019).

Por meio das análises de conteúdos estomacais, é possível obter uma visão mais nítida do funcionamento dos ecossistemas em uma escala mais ampla, observando a importância de cada espécie, podendo avaliar sua função na natureza (HAHN et al., 2002). Essa importância pode ser vista através do uso do conteúdo estomacal como ferramenta

para manutenção da produção pesqueira, no qual se relaciona a quantidade dos estoques com a proporção e a preferência dos itens alimentares, fornecendo dados para sustentabilidade dessas espécies (AGUIAR, 2003).

Nos últimos tempos, entretanto, uma alternativa está sendo utilizada em diversas áreas de pesquisa, os isótopos estáveis. Atualmente essa ferramenta se tornou fundamental para cursos voltados às áreas de saúde e natureza, enfatizando o ciclo dos elementos no ecossistema (PEREIRA e BENEDITO, 2008). Os isótopos estáveis possuem duas características que trazem grande utilidade na ecologia: nunca perdem o seu número de massa, permitindo assim que estudos químicos possam ser feitos para obtenção de medidas exatas de cada elemento, e a distinção entre o número de nêutrons, que estabelece pequenas diferenças entre cada versão do isótopo, diagnosticando assim um grande detalhamento dos elementos em cada indivíduo da cadeia trófica e fornecendo resposta às perguntas mais frequentes na ecologia trófica: quais posições tróficas estão cada espécie e qual a origem de cada fonte da matéria orgânica (BENEDITO-CECILIO et al., 2002; FRY, 2006; SULZMAN, 2007; PUCCI, 2016).

Enquanto a análises isotópicas apresentam uma visão integrada sobre alguns meses da dieta do indivíduo, o conteúdo estomacal fornece uma comprovação da dieta através do que pode ser visto no indivíduo no momento em que ele está em contato com o alimento, além de explorar as presas e identificá-las a nível taxonômicos que ajudam a identificar a origem e o porquê daquele alimento ser encontrado; essa descrição é utilizada também para a confirmação das fontes alimentares (MCCUTCHAN et al., 2003). O estudo da dieta de forma integrada foi observado para espécies costeiras como Lutjanídeos (FREITAS et al., 2011), Acanturídeos e Labrídeos (PIMENTEL et al., 2018), carangídeos (SILVANO, 2001), Epinephelídeos (FREITAS et al., 2017), até grandes predadores como os tubarões de recifes da família Carcharhinidae (BOND et al., 2018). DE LA MORINIERE *et al.* (2003) descreveu a alimentação das espécies do gênero *Haemulon* no conteúdo intestinal e isótopos estáveis, na Baía Espanhola em Curaçao, nas Antilhas Holandesas.

Entender o funcionamento do ecossistema através das duas metodologias: os isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$), nos quais fornecem informações sobre as fontes energéticas e o nível trófico (VANDER ZANDEN et al., 1997, PETERSON e FRY, 1987), e o conteúdo estomacal como fonte de confirmação através da taxonomia dos itens alimentares podem se tornar uma ferramenta poderosa na ecologia trófica

de peixes, sendo bastante eficaz no entendimento dos ecossistemas marinhos (CARVALHO, 2008).

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo analisar e comparar a ecologia trófica das espécies *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna*, através do conteúdo estomacal e isótopos estáveis de carbono e nitrogênio, ao longo da costa nordeste do Brasil, em um trecho Atlântico sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

As amostras foram coletadas durante o projeto *Acoustic Along Brazilian Coast* (ABRACOS), composto por duas expedições científicas (BERTRAND, 2015; 2017), sendo a primeira em agosto/2015 e a segunda em abril/2017, ambas a bordo do navio de pesquisa R/V ANTEA, com coletas realizadas entre os estados do Rio Grande do Norte (latitude 04°S) e Alagoas (latitude 09°S) (Figura 1). As coletas foram feitas em 27 estações ao longo do transecto na plataforma continental (Figura 1), entre 15 e 65 m de profundidade. Os arrastos foram efetuados por 5 minutos utilizando rede de arrasto de fundo (malha: 40 mm; malha do saco: 25 mm; dimensões da boca: 28 x 10 m), com horários distribuídos em períodos noturnos e diurnos.

Essa região é considerada de alta riqueza biológica além de abrigar áreas de proteção marinha (e.g. “APA Costa dos Corais”, “APA Guadalupe”, “APA Santa Cruz”, “APA Barra de Mamanguape”) (FERREIRA e MAIDA, 2007; PRATES et al, 2007). A plataforma da região possui aproximadamente 40 km, quase toda coberta por sedimentos de carbonato com profundidade média entre 40 e 80 m (VITAL et al., 2010).

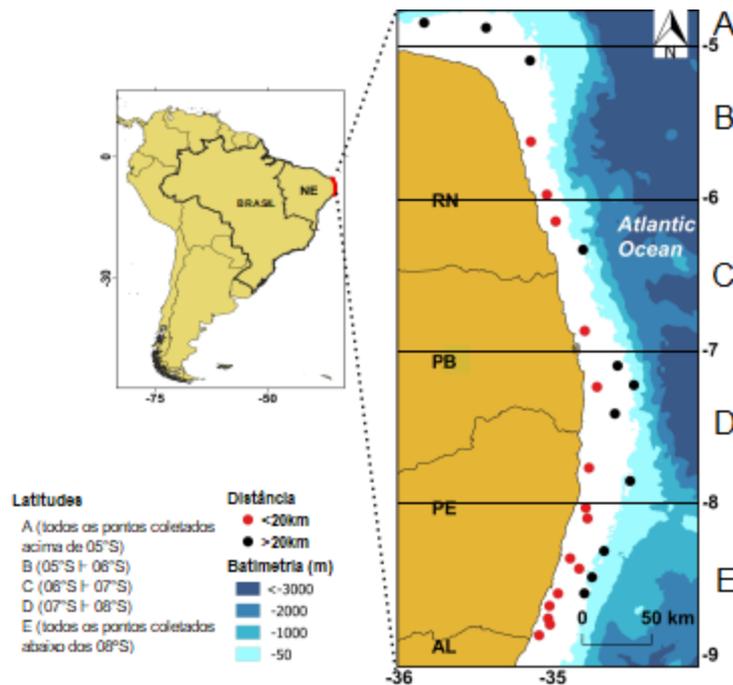


Figura 1: Localização da área de estudo com batimetria e pontos de coleta de dados realizadas nos anos de 2015 e 2017, ao longo da plataforma continental do nordeste brasileiro. Adaptado de MELO et al. (2020). As linhas horizontais demonstram as latitudes utilizadas para os testes estatísticos assim como os pontos de cores diferentes mostram as coletas feitas entre os 20 km próximos da costa (vermelho) e acima de 20 km de distância (preto).

2.2 Processamento das amostras

A bordo do navio, os indivíduos coletados foram inicialmente mantidos no gelo, etiquetados e mantidos a -5°C . Posteriormente, no laboratório, os indivíduos foram medidos quanto ao comprimento total (CT) e padrão (CP) e pesados (PT). Os estômagos retirados foram fixados em solução de formol (4%), e depois transferidos para o álcool 70% para posterior análise dos conteúdos. O conteúdo estomacal foi identificado até o menor nível taxonômico possível, contados e pesados.

2.3. Análise de isótopos estáveis

Para a análise de isótopos foram obtidos no mínimo dez indivíduos de cada espécie por estação. Destes exemplares, foram retiradas amostras do tecido muscular dorsal, limpos com água destilada para remoção de escamas e ossos remanescentes; em seguida, as amostras foram para estufa à 60°C e após essa dissecação, o tecido foi moído até se tornar um pó, com um socador e pilão. As amostras foram analisadas para extração do carbono e nitrogênio através de um espectrômetro de massa (Thermo Delta V+) junto a um analisador de elementos (Thermo Flash 2000, interface ConFio IV) na Plataforma de

Espectrometria Oceânica (IUEM, França). As razões isotópicas foram expressas usando a notação delta (δ) em partes por mil (‰) de acordo com a relação:

$$\Delta X = [(R_{\text{amostra}}/R_{\text{padrão}}) - 1] \cdot 1000$$

Onde $X = \delta^{13}\text{C}$ ou $\delta^{15}\text{N}$ e $R = \delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou $\delta^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ (PETERSON e FRY, 1987).

A quantificação dos recursos assimilados pelos consumidores foi feita a partir de biplots (C, N), com base no grupo com menor nível trófico, que nesse caso foi o Zooplâncton, que obteve um fator de discriminação trófico de 2,54‰ (VANDERKLIFT e PONSARD, 2003). As amostras do Zooplâncton foram coletadas com coletores de plâncton (coletor horizontal e rede de bongo) e organizadas em microtubos do tipo Eppendorf, congelados e dissecados dentro de 24 horas. Para obter os valores padrões parte da amostra foi selecionada para remover o carbonato (CaCO_3) e parte foi acidificada de acordo com FRY (1988) adicionando ácido clorídrico (HCl). Finalmente, as amostras foram novamente para estufa à 60°C por 24 horas, homogeneizadas, subamostradas e reanalisadas.

2.4 Análise dos dados

2.4.1. Intensidade alimentar e descrição da dieta

A intensidade alimentar foi obtida para as espécies *H. aurolineatum* e *H. plumieri*. (ZAVALA-CAMIN, 1996). Para a espécie *H. squamipinna* foi registrado um número baixo de estômagos ($n=21$), com a maioria vazios, sendo assim não foi feita esta tipo de análise.

O indicador da intensidade alimentar, índice de repleção (IRE), foi obtido de acordo com o seguinte:

$$\text{IRE} = 100 (\text{WE} / \text{WT})$$

O IRE consistem em dividir o peso do conteúdo estomacal (WE) pelo peso total do indivíduo (WT), multiplicado por 100.

O IRE foi avaliado considerando: (a) posição na plataforma - dentro da costa (< 20 km até a linha da costa) e fora da costa (> 20 km depois da linha da costa), (b) latitudes (A (todos os pontos coletados acima de 05°S), B (05°S F 06°S), C (06°S F 07°S), D (07°S F 08°S) e E (todos os pontos coletados abaixo de 08°S)), (c) tipo de fundo (algas (I); areia (II); coral (III); areia, rochas e formações coralíneas e esponjas (III) (EDUARDO et

al., 2018); (d) ontogenia (levando em consideração o tamanho de primeira maturidade - L_{50} - obtido por MELO et al., 2020; *H. aurolineatum* = 10,9 cm, *H. plumierii* = 14 cm e *H. squamipinna* = 10,1 cm) e (e) horário de captura (diurno, das 09h às 17h e noturno, das 17h às 00h). A normalidade das amostras foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. As possíveis diferenças foram testadas por Kruskal-Wallis (para distribuições não paramétricas, acima de dois fatores), Wilcoxon (para distribuições não paramétricas, com dois fatores). O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

A contribuição dos itens alimentares foi avaliada para *H. aurolineatum* e *H. plumierii* por três índices quantitativos: frequência de ocorrência (%FO), frequência numérica (%N) e peso relativo (%P) (HYSLOP, 1980; BOWEN, 1996). Posteriormente foram calculados dois índices de importância: Índice de importância relativa (IRI) (PINKAS et al., 1971) e índice alimentar (IAi) (KAWAKAMI e VAZZOLER, 1980) adaptado por OLIVEIRA et al., 2004. O IRI une a frequência de ocorrência, peso e quantidade de cada item, enquanto o IAi é baseado na frequência de ocorrência e no volume de cada item, sendo modificado por OLIVEIRA et al. (2004), que substituiu o volume pelo peso do conteúdo.

A amplitude de nicho trófico foi estimada através do índice padronizado de Levins (HURLBERT, 1978). Esse índice varia de 0, quando a espécie consumiu somente um tipo de alimento, a 1, quando a espécie consumiu de forma similar vários tipos de alimento. O índice é dado pelas fórmulas:

$$Ba = \frac{B-1}{n-1} Ba = \frac{1}{\% \sum x^2}$$

No qual Ba é a padronização do índice de Levins, n é o número de itens identificados, B é a medida da amplitude de nicho e $\% \sum x^2$ é a proporção de indivíduos encontrados nos estômagos.

2.4.2. Sobreposição alimentar

Para sobreposição alimentar utilizou-se o índice de PIANKA (1973). Este índice varia de 0 a 1, em que 0 significa a não sobreposição de nichos e 1 a sobreposição total dos nichos. Para as espécies j e k , com utilizações dos recursos P_{ji} e P_{ki} , o índice de sobreposição da espécie 1 sobre a espécie 2 (O_{jk}) é dado por:

$$O_{jk} = \frac{\sum_i^n P_{ij} P_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n P_{ij}^2 \sum_i^n P_{ik}^2}}$$

Onde P_i é a frequência de ocorrência do item de presa i na dieta das espécies j e k .

Foram avaliados os isótopos de indivíduos nos diferentes habitats, proximidade da costa, latitudes, ontogenia e período de captura, sendo testados a normalidade pelo Shapiro-Wilk e diferenças significativas entre estes fatores, utilizando o teste de Kruskal-Wallis para cada espécie e entre as espécies. Foi utilizada a correlação de Spearman para avaliar a relação entre o comprimento padrão dos indivíduos e os isótopos.

2.4.3 Análise Canônica

Análises correlação canônica foram aplicadas a fim de formar combinações lineares entre dois conjuntos de variáveis, encontrando relações entre eles (FERREIRA, 1996). A análise foi feita entre os fatores distância da plataforma, latitude, profundidade, sexo e comprimento padrão; e valores isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software estatístico R (R CORE TEAM, 2019), pacote CCA (GONZÁLEZ e DÉJEAN, 2012).

2.4.4. Determinação do nível trófico

A posição trófica das três espécies foi calculada pela fórmula proposta por Post (2002):

$$\text{TP} = \lambda + (\delta^{15}\text{N}_{\text{sc}} - [\delta^{15}\text{N}_{\text{base1}} \times \delta^{15}\text{N}_{\text{base2}}(1 - \alpha)]) / \Delta n3$$

Onde TP é a posição trófica e α é a proporção do $\delta^{15}\text{N}$ dos consumidores, Δ o valor do $\delta^{15}\text{N}$ fracionado. Para obter os níveis tróficos de cada espécie foi feito um teste no programa R com o pacote tRrophicPosition (QUEZADA-ROMEGIALLI et al., 2019).

3. RESULTADOS

3.1. Intensidade alimentar

Para *H. plumierii* foram analisados 84 estômagos, com comprimento dos indivíduos variando de 10,7 a 22,5 cm, enquanto *H. aurolineatum* apresentou um total de 152 estômagos, com comprimento variando de 9 a 18 cm.

3.1.1. Habitat

Em relação ao habitat, a intensidade alimentar de *H. plumierii* não foi significativamente diferente (Alga/Areia, $p=0,52$; Alga/SWCR $p=0,52$; Areia/SWCR, $p=0,18$, Wilcoxon) (Figura 2). Entretanto, *H. aurolineatum* registrou uma maior intensidade alimentar na areia ($p=0,041$, Kruskal-Wallis) (Figura 2).

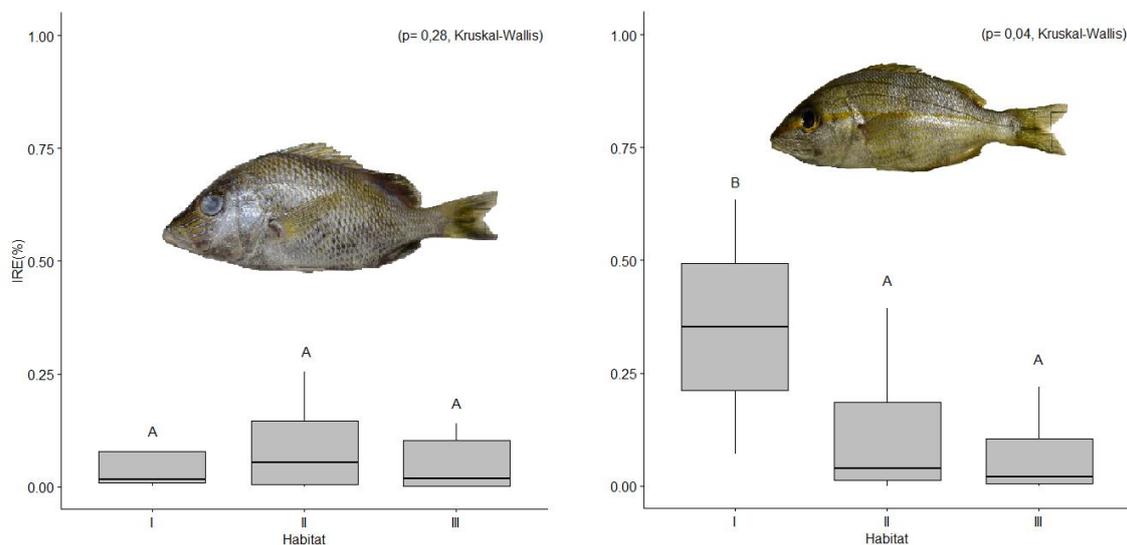


Figura 2: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) das espécies *H. plumierii* e *H. aurolineatum* em relação ao fator habitat (I – Algas, II – Areia, III – coral e SWCR (areia, rochas e formações coralíneas)), amostrados ao longo do atlântico sul. As faixas negras indicam as medianas, as caixas correspondem a amplitude dos entre os primeiros e terceiro quartil ($Q3-Q1$) e os traços indicam a amplitude total, que são os valores que estão abaixo do $Q1$ e acima do $Q3$. As letras acima dos boxplots representam as diferenças estatísticas; letras iguais não possuem diferença. Acima da figura estão os testes estatísticos e seus respectivos valores.

3.1.2. Distância da costa

Em relação à distância da costa ($p=0,064$, Kruskal-Wallis) (Figura 3), a espécie *H. plumierii* não apresentou diferença significativa considerando a plataforma interna e externa. *H. aurolineatum* registrou maiores índices na parte próxima à costa (<20km) ($p<0,001$, Kruskal-Wallis) (Figura 3).

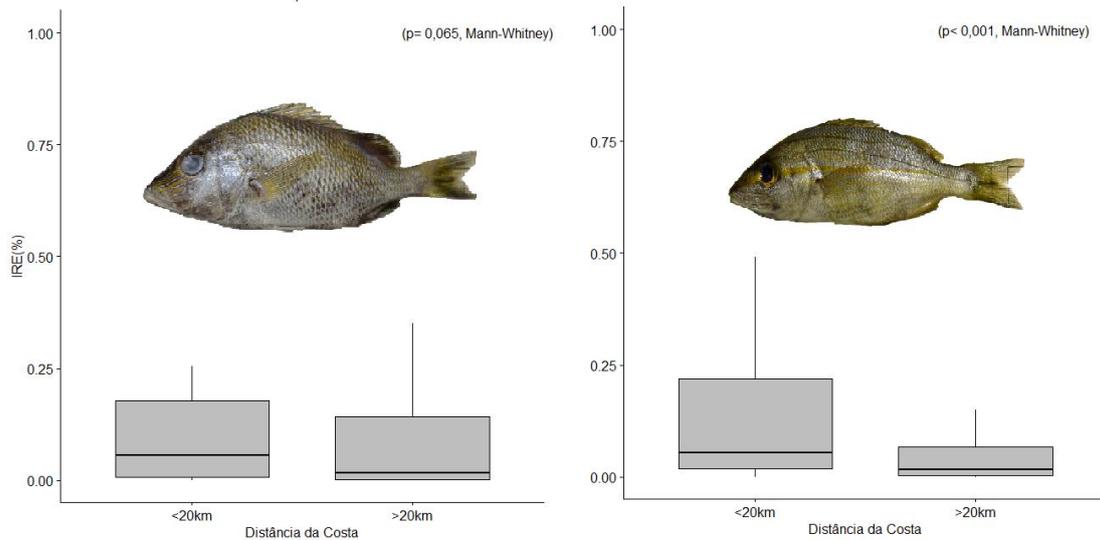


Figura 3: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) das espécies *H. plumierii* e *H. aurolineatum* em relação ao fator plataforma (até 20km da costas, após 20km da costa), amostrados ao longo do atlântico sul. As faixas negras indicam as medianas, as caixas correspondem a amplitude dos entre os primeiros e terceiro quartil ($Q3-Q1$) e os traços indicam a amplitude total, que são os valores que estão abaixo do $Q1$ e acima do $Q3$. As letras e números acima dos boxplots representam os valores e teste estatísticos.

3.1.3. Latitude

Em relação à latitude (Figura 4), *H. plumierii* mostrou diferença significativa entre as latitudes A e E ($p=0,038$), B e E ($p=0,036$), e B e C ($p=0,036$). Para *H. aurolineatum*, foi observada diferenças entre as latitudes A e B ($p<0,001$); A e C ($p=0,0073$); A e D ($p<0,001$); A e E ($p<0,001$); B e C ($p<0,001$); C e D ($p<0,001$); C e E ($p<0,001$), com uma maior intensidade alimentar registrada no estrato $>8^\circ$ (Figura 4).

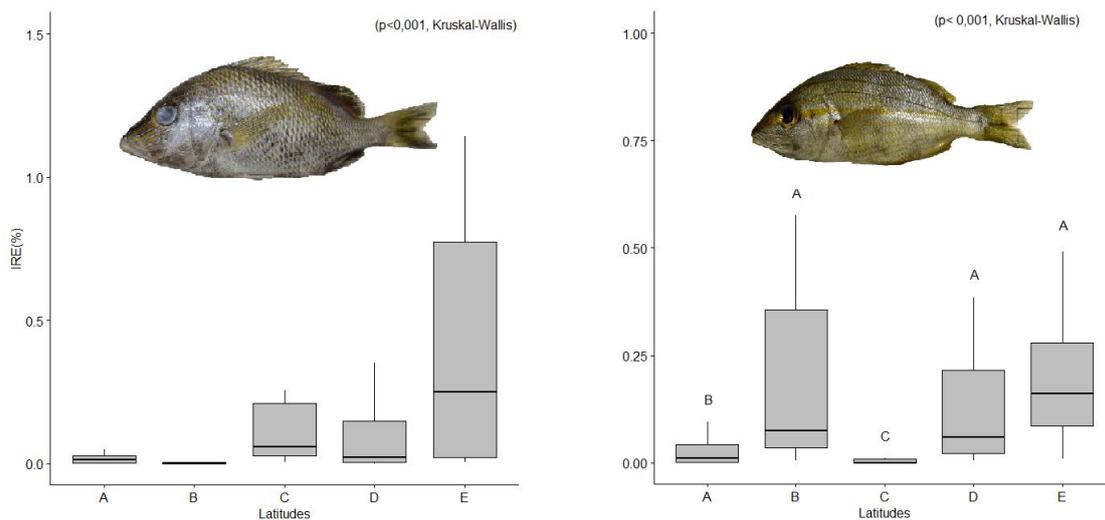


Figura 4: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) das espécies *H. plumierii* e *H. aurolineatum* em relação ao fator latitude (A (todos os pontos coletados acima de $05^\circ S$), B ($05^\circ S$ F $06^\circ S$), C ($06^\circ S$ F $07^\circ S$), D ($07^\circ S$ F $08^\circ S$) e E (todos os pontos coletados abaixo de $08^\circ S$)), amostrados ao longo do atlântico sul. As faixas negras indicam as medianas, as caixas correspondem a amplitude dos entre os primeiros e terceiro quartil ($Q3-Q1$) e os traços indicam a amplitude total, que são os valores que estão abaixo do $Q1$ e acima do $Q3$. As letras acima dos boxplots representam os valores e teste estatísticos.

as diferenças estatísticas; letras iguais não possuem diferença. Acima da figura estão os testes estatísticos e seus respectivos valores.

3.1.4. Período de captura

Em relação ao horário de captura, para ambas *H. plumierii* e *H. aurolineatum* foi observada uma maior intensidade alimentar no período noturno ($p < 0,001$, Kruskal-Wallis) (Figura 5).

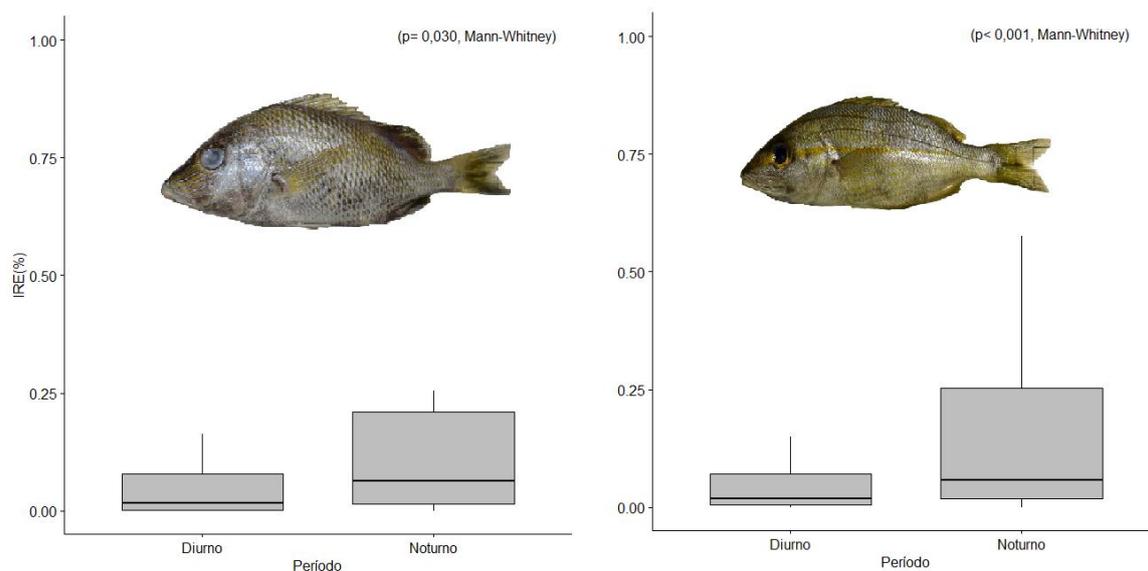


Figura 5: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) das espécies *H. plumierii* e *H. aurolineatum* em relação ao fator período de captura (diurno: entre às 06:00 e 18:00; noturno entre às 18:00 e 06:00) amostrados ao longo do atlântico sul. As faixas negras indicam as medianas, as caixas correspondem a amplitude dos entre os primeiros e terceiro quartil (Q3-Q1) e os traços indicam a amplitude total, que são os valores que estão abaixo do Q1 e acima do Q3. As letras e números acima dos boxplots representam os valores e teste estatísticos.

3.1.5. Ontogenia

Para *H. aurolineatum*, o IRE esteve mais alto entre os juvenis ($p < 0,001$, Kruskal-Wallis). Não foi possível utilizar a ontogenia como fator dado o baixo número de juvenis na amostra de *H. plumierii* (Figura 6).

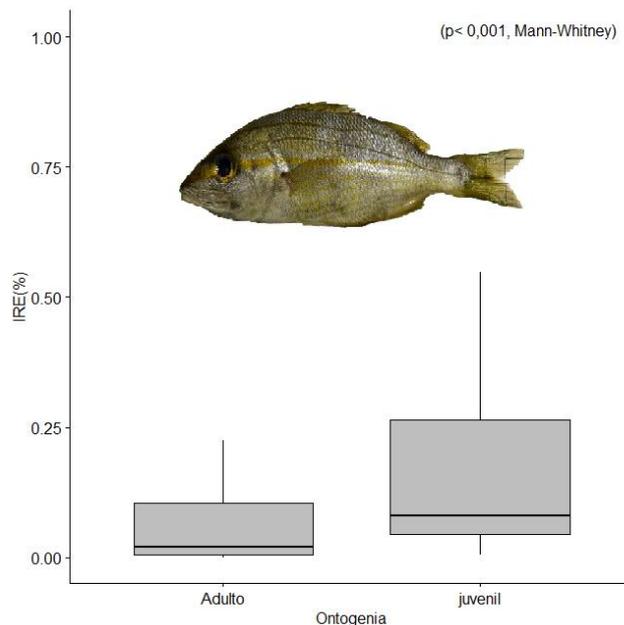


Figura 6: Relação entre a Intensidade alimentar (IRE%) da espécie *H. aurolineatum* em relação ao fator ontogenia (adultos $\geq 11,7$; juvenis $< 11,7$ (MELO et al., 2020)) amostrados ao longo do atlântico sul. As faixas negras indicam as medianas, as caixas correspondem a amplitude dos entre os primeiros e terceiro quartil ($Q3-Q1$) e os traços indicam a amplitude total, que são os valores que estão abaixo do $Q1$ e acima do $Q3$. As letras e números acima dos boxplots representam os valores e teste estatísticos.

3.2. Hábito alimentar

A espécie *Haemulon aurolineatum* apresentou 32 categorias de itens alimentares (tabela 4), com 96 itens encontrados em 152 estômagos analisados. Entre os itens identificáveis e considerando a frequência de ocorrência (%FO), destacam-se os crustáceos não identificados (12%), camarões da infraordem Caridea (5,33%), gastrópodes e ofiúros da família Ophiuridae (2,67%); sendo a matéria orgânica não identificada (MONI) frequentemente registrada (tabela 4). A dieta, considerando a %N e os itens identificáveis, segue o mesmo padrão da %FO. Em relação ao peso (%P), destaca-se poliquetas da família Nereididae (18,4%), crustáceos não identificados (12,79%) e do gênero *Portunus* sp. (9,28%). Considerando os índices IAi e IRi, predominou na dieta, os crustáceos (IRi) e matéria orgânica não identificada (IAi); seguidos dos crustáceos não identificados (IRi) e camarões da infraordem Caridea (IAi).

Foram observados 87 itens de 34 tipos de presa para o *Haemulon aurolineatum*, distribuídos em 84 estômagos. Para a %FO, destaca-se, teleósteos não identificados (6,54%), em seguida crustáceos não identificados (5,61%) e crustáceos da infraordem Brachyura, classe Echinoidea e poliquetas da família Eucinidae, todos com 3,74% (tabela 5). Assim como para *H. aurolineatum*, *H. plumierii* demonstrou uma elevada %FO para

matéria orgânica não identificada (MONI) (33,64%). Para a %N, destacou-se Crustacea NI (14,94%), Teleostei NI (8,05%), Brachyura NI e Amphipoda NI (6,90%). Para o %P, destacaram-se o poliqueta da família Amphinomidae com 29,28% do peso total, em seguida teleósteos (19,94%) e gastrópodes não identificados (9,6%). Em relação ao IAI e o IRi (Anexo, tabela 6), os Teleósteos não identificados ocuparam a primeira posição, seguida dos Crustáceos não identificados para o e IAI e a matéria orgânica não identificada para o IRi.

3.3 Isótopos estáveis

3.3.1. Recursos basais

As razões isotópicas estáveis dos recursos basais (Zooplâncton) variaram de -22,39 a -20,20‰ e de 1,07 a 5,09‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, respectivamente, sendo as mesmas utilizadas para as três espécies. $\delta^{15}\text{N}/\delta^{14}\text{N}$

Foram analisados 85 exemplares de *H. plumierii* (comprimento variando de 10,6 a 23,7 cm). As razões isotópicas de *H. plumieri* cobriram uma ampla faixa de valores de $\delta^{13}\text{C}$ (13,92 a 17,01‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (7,40 a 13,44‰) (Figura 7). Foram coletados 112 espécimes de *H. aurolineatum*, com comprimento variando de 9,1 a 24,2 cm, para as amostras dos isótopos e suas razões isotópicas (Figura 7) cobriram uma faixa semelhante à *H. plumierii*, com 13,22 a 17,01‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e 7,53 a 13,23‰ de $\delta^{15}\text{N}$. A espécie *H. squamipinna* obteve a menor amplitude, um total 60 indivíduos foram coletados para uso dos isótopos, com comprimento variando de 9,2 a 26,3 cm e suas razões isotópicas em uma faixa de 14,91 a 16,88‰ de $\delta^{13}\text{C}$ e 7,76 a 11,24‰ para $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 7).

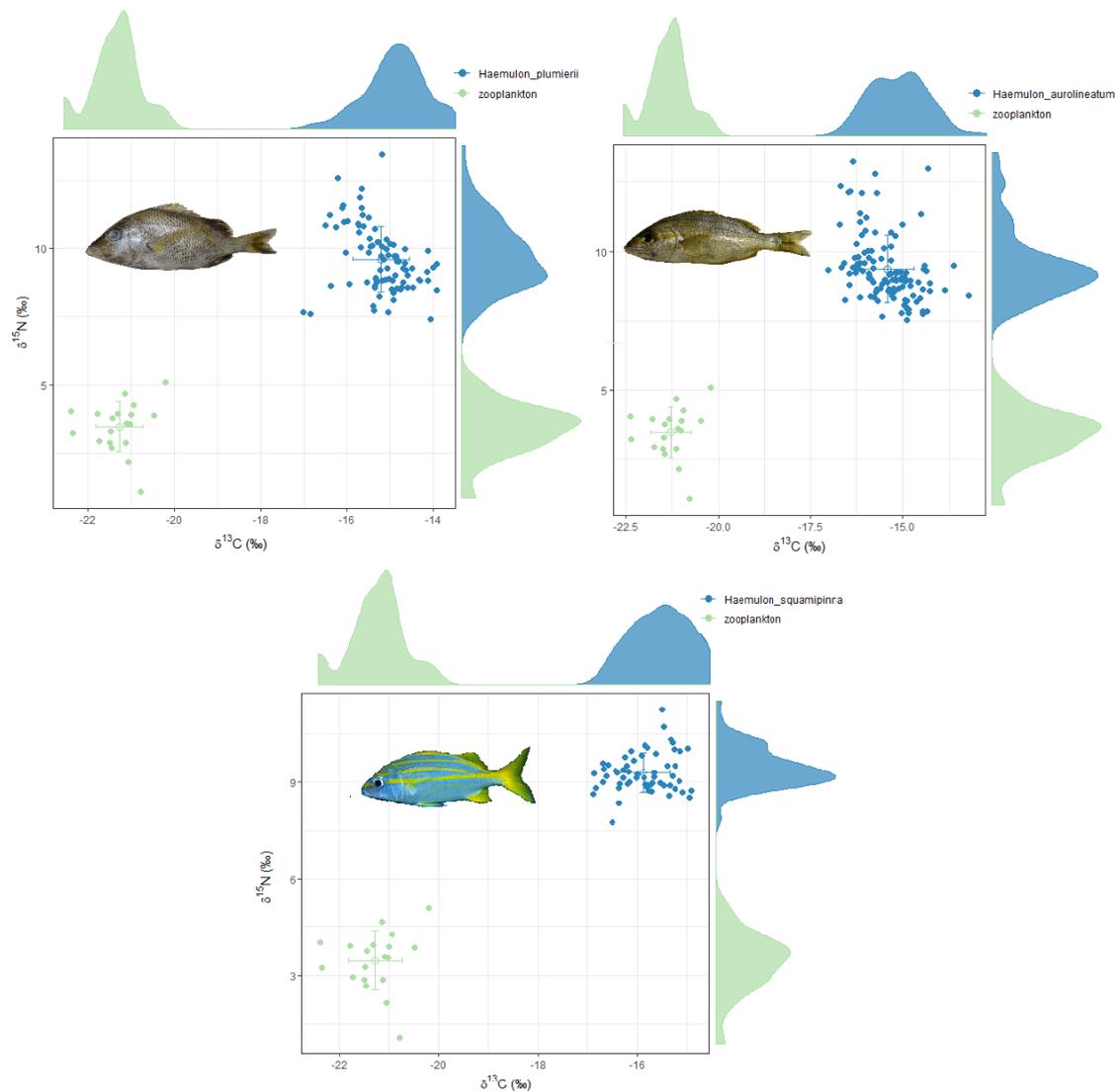


Figura 7: Razões isotópicas de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) (média \pm desvio padrão por mil) de *H. plumierii*, *H. aurolineatum* e *H. squamipinna* (azul) e zooplâncton (verde) como base trófica ao longo do Atlântico sul, ao longo da costa nordeste do Brasil.

3.3.2. Habitat

Para ambas *H. plumierii* e *H. aurolineatum* não foram observadas diferenças significativas entre habitats ($p < 0,05$, Kruskal-Wallis) (Figura 8). Em relação à *H. squamipinna*, maior média de $\delta^{15}\text{N}$ foi observada no habitat “areia” (II) ($p=0,007$, Mann-Whitney).

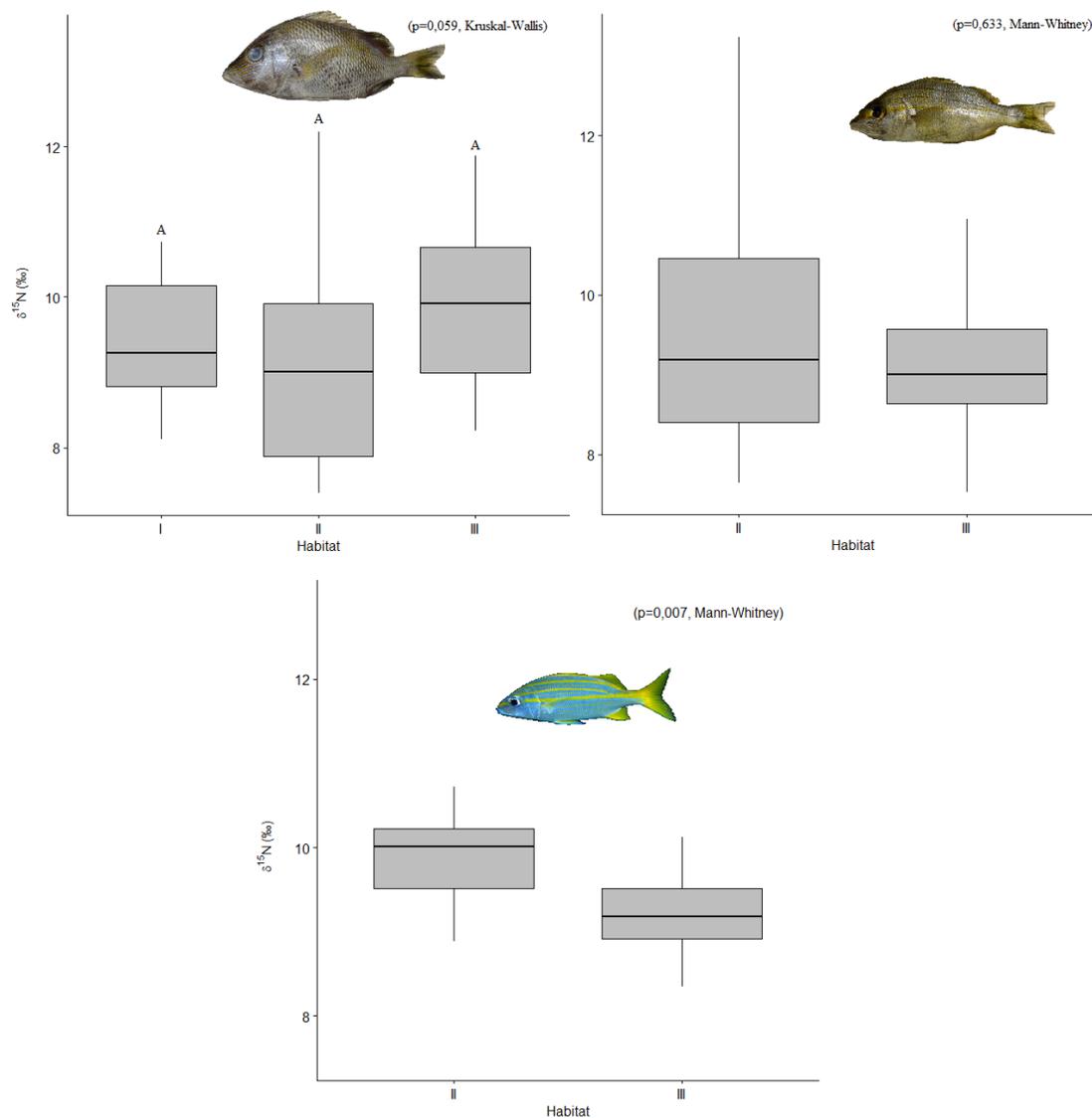


Figura 8: boxplots de relação entre isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das espécies *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna* sobre os habitats encontrados (I – Algas, II – Areia, III – coral e SWCR (areia, rochas e formações coralíneas)), amostrados ao longo do atlântico sul. As faixas negras indicam as medianas, as caixas correspondem a amplitude dos entre os primeiros e terceiro quartil ($Q3-Q1$) e os traços indicam a amplitude total, que são os valores que estão abaixo do $Q1$ e acima do $Q3$. As letras acima dos boxplots representam as diferenças estatísticas; letras iguais não possuem diferença, letras diferentes demonstram diferenças significantes. Acima das figuras estão os testes estatísticos e seus respectivos resultados.

3.3.3. Distância da costa

Para as três espécies (*H. plumierii*, *H. aurolineatum* e *H. squamipinna*) observou-se um valor médio maior de $\delta^{15}\text{N}$ na parte interna da plataforma ($p < 0,001$, Kruskal-Wallis) (Figura 9).

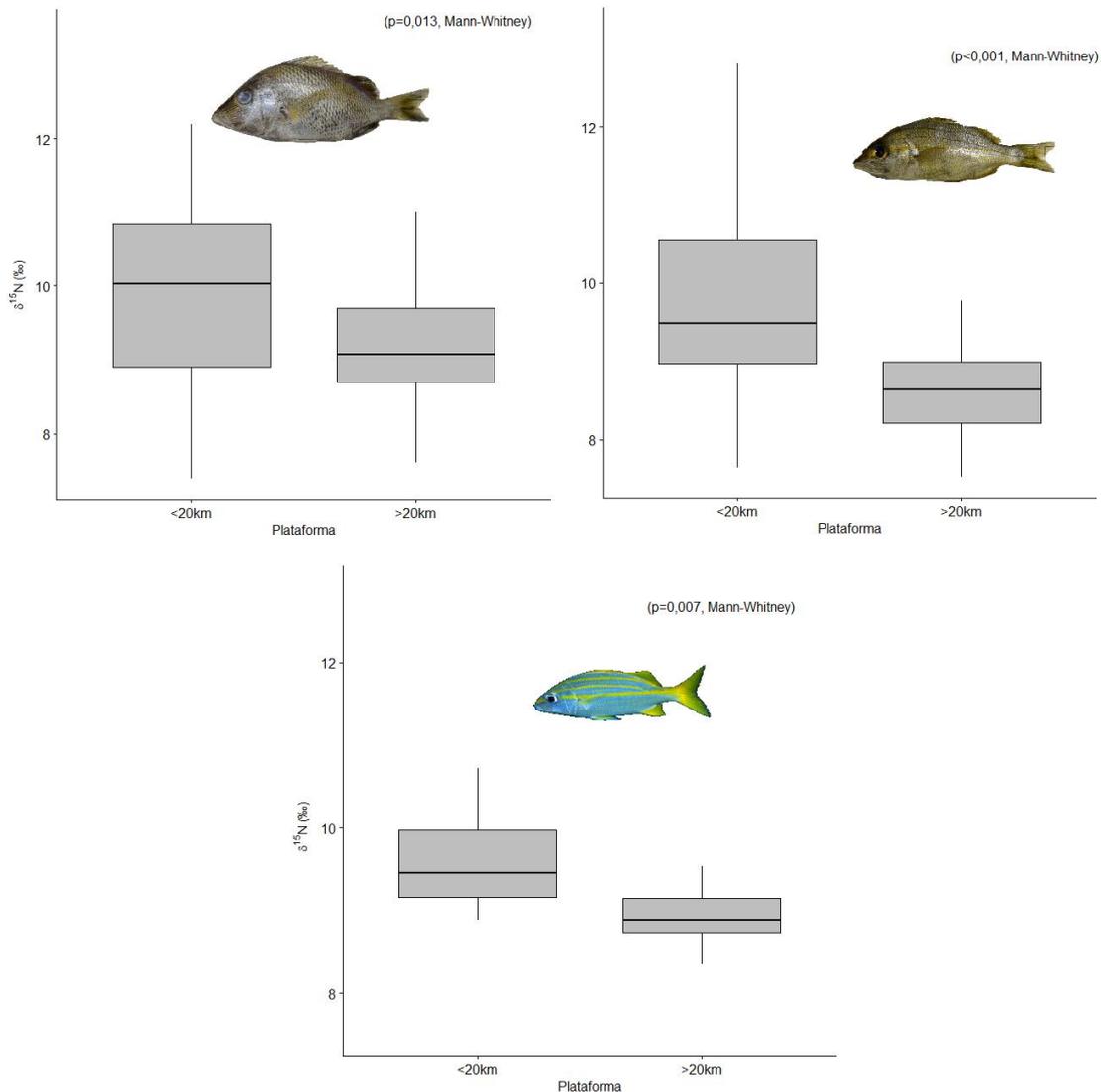


Figura 9: boxplots de relação entre isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das espécies *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna* sobre a distância da plataforma (até 20km da costas, após 20km da costa) amostrados ao longo do atlântico sul. As faixas negras indicam as medianas, as caixas correspondem a amplitude dos entre os primeiros e terceiro quartil ($Q3-Q1$) e os traços indicam a amplitude total, que são os valores que estão abaixo do $Q1$ e acima do $Q3$. Acima das figuras estão os testes estatísticos e seus respectivos resultados.

3.3.4. Latitude

Para a espécie *H. plumierii* foram observadas diferenças significativas nas latitudes A e C (p=0,0091, Wilcoxon), A e D (p=0,0091, Wilcoxon) e A e E (p=0,0016, Wilcoxon) (Figura 10). Em relação *H. aurolineatum*, observou-se diferenças significativas entre A e B (p<0,001, Wilcoxon) A e D (p<0,001, Wilcoxon), A e E (p<0,001, Wilcoxon), B e D (p=0,019, Wilcoxon), B e E (p=0,003, Wilcoxon) (Figura 10). As duas espécies acima registraram as maiores médias entre estratos D e E, indicando uma maior porcentagem de $\delta^{15}\text{N}$ na porção sul. Diferente das outras espécies, as amostras de *H.*

squamipinna, foram obtidas apenas entre as latitudes D e E, não sendo verificada diferença significativa entre as mesmas ($p=0,41$, Mann-Whitney) (Figura 10).

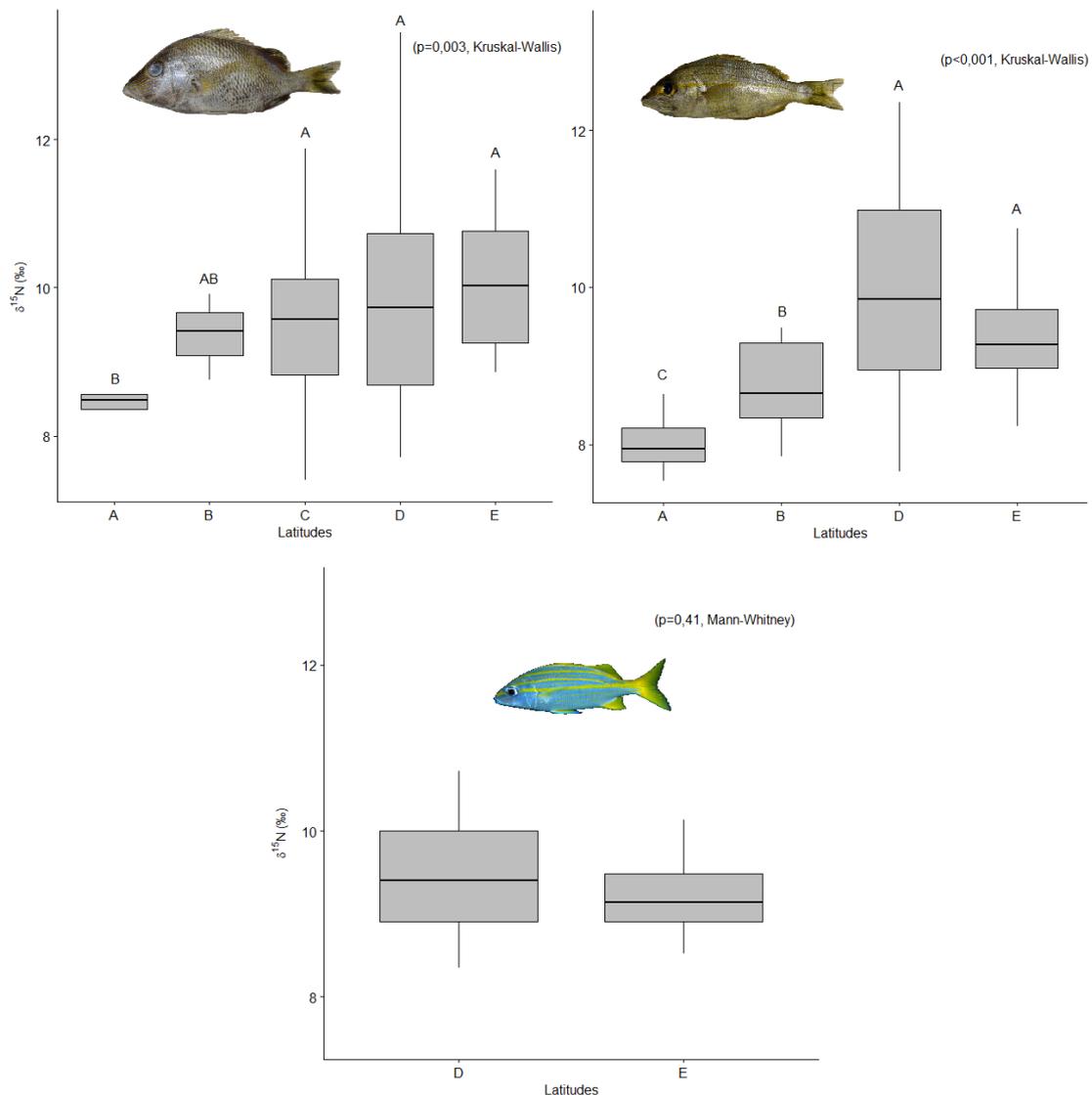


Figura 10: boxplots de relação entre isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}N$) das espécies *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna* sobre os pontos distribuídos em latitudes (A (todos os pontos coletados acima de 05°S), B (05°S F 06°S), C (06°S F 07°S), D (07°S F 08°S) e E (todos os pontos coletados abaixo de 08°S)), amostrados ao longo do atlântico sul. As faixas negras indicam as medianas, as caixas correspondem a amplitude dos entre os primeiros e terceiro quartil (Q3-Q1) e os traços indicam a amplitude total, que são os valores que estão abaixo do Q1 e acima do Q3. As letras acima dos boxplots representam as diferenças estatísticas; letras iguais não possuem diferença, letras diferentes demonstram diferenças significantes. Acima das figuras estão os testes estatísticos e seus respectivos resultados.

3.3.5. Ontogenia

Nenhuma das espécies (*H. plumierii* ($p=0,379$, Kruskal-Wallis), *H. aurolineatum* ($p=0,164$, Kruskal-Wallis), e *H. squamipinna* ($p=0,786$, Kruskal-Wallis) apresentaram variações significativas de $\delta^{15}N$ entre os adultos e juvenis (Figura 11).

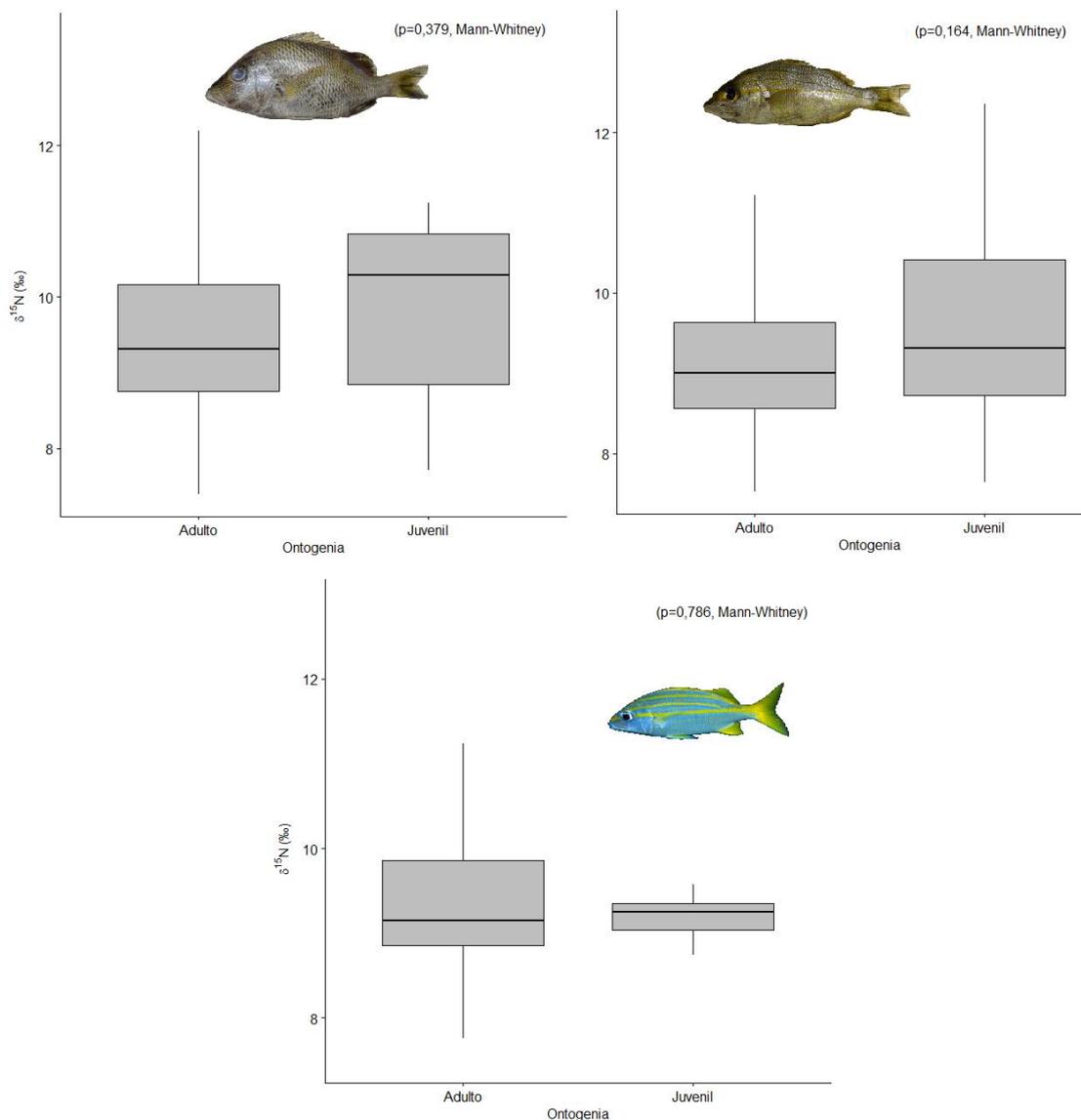


Figura 11: boxplots de relação entre isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das espécies *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna* sobre a ontogenia (*H. aurolineatum*: adulto $\geq 11,7$ cm, juvenil $< 11,7$ cm; *H. plumierii*: adulto ≥ 14 cm, juvenil < 14 cm; *H. squamipinna*: adulto $\geq 10,1$ cm, juvenil $< 10,1$ cm (MELO et al., 2020)) amostrados ao longo do atlântico sul. As faixas negras indicam as medianas, as caixas correspondem a amplitude dos entre os primeiros e terceiro quartil ($Q3-Q1$) e os traços indicam a amplitude total, que são os valores que estão abaixo do $Q1$ e acima do $Q3$. As letras e números acima dos boxplots representam os teste e valores estatísticos.

3.3.6. Correlação Canônica

Apenas uma função canônica mostrou-se significativa para *H. plumierii* ($p < 0,001$), no entanto, apresentou um valor baixo (0,501), explicando apenas 25,1% da variação (figura 10).

H. aurolineatum também demonstrou apenas uma função canônica significativa ($p < 0,001$), no entanto, essa correlação canônica entre o grupo de variáveis isotópicas e fatores ecológicos também foi baixa (0,598), explicando apenas 35,7% da variação.

As duas funções canônicas entre as variáveis isotópicas e os fatores ecológicos da espécie *H. squamipinna* foram significativas (Tabela 1), sendo a primeira com um fator de correlação alto (0,851), explicando cerca de 72,5% da variação. Os isótopos apresentaram comportamentos semelhantes. O isótopo de $\delta^{13}\text{C}$ apresentou correlações mais fortes de acordo com a variação da profundidade (-1,06), latitude (-0,85) e ontogenia (-0,69). A distância em relação à costa (0,69) apresentou valores opostos aos isótopos, sendo dependente do $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 12).

Tabela 1: Demonstração dos valores das cargas canônicas da espécie *H. squamipinna*, entre as variáveis ecológicas (profundidade, latitude, plataforma (distância da costa), sexo (F e M) e comprimento padrão (CP)).

Variáveis Ecológicas (Y)	Cargas Canônicas		Cargas Canônicas cruzadas	
	1 de 1	2 de 2	1 de 2	2 de 1
Profundidade	-0,269	0,707	-0,230	0,442
Latitude	-0,198	-0,299	-0,169	-0,187
Plataforma	0,203	0,661	0,173	0,413
F	-0,015	0,321	-0,013	0,201
M	-0,225	-0,337	-0,191	-0,211
CP	-0,545	-0,079	-0,464	-0,049
Isotópicas (X)	1 de 1	2 de 2	1 de 2	2 de 1
$\delta^{15}\text{N}$	-0,293	-0,955	-0,250	-0,598
$\delta^{13}\text{C}$	-0,993	0,116	-0,846	0,072

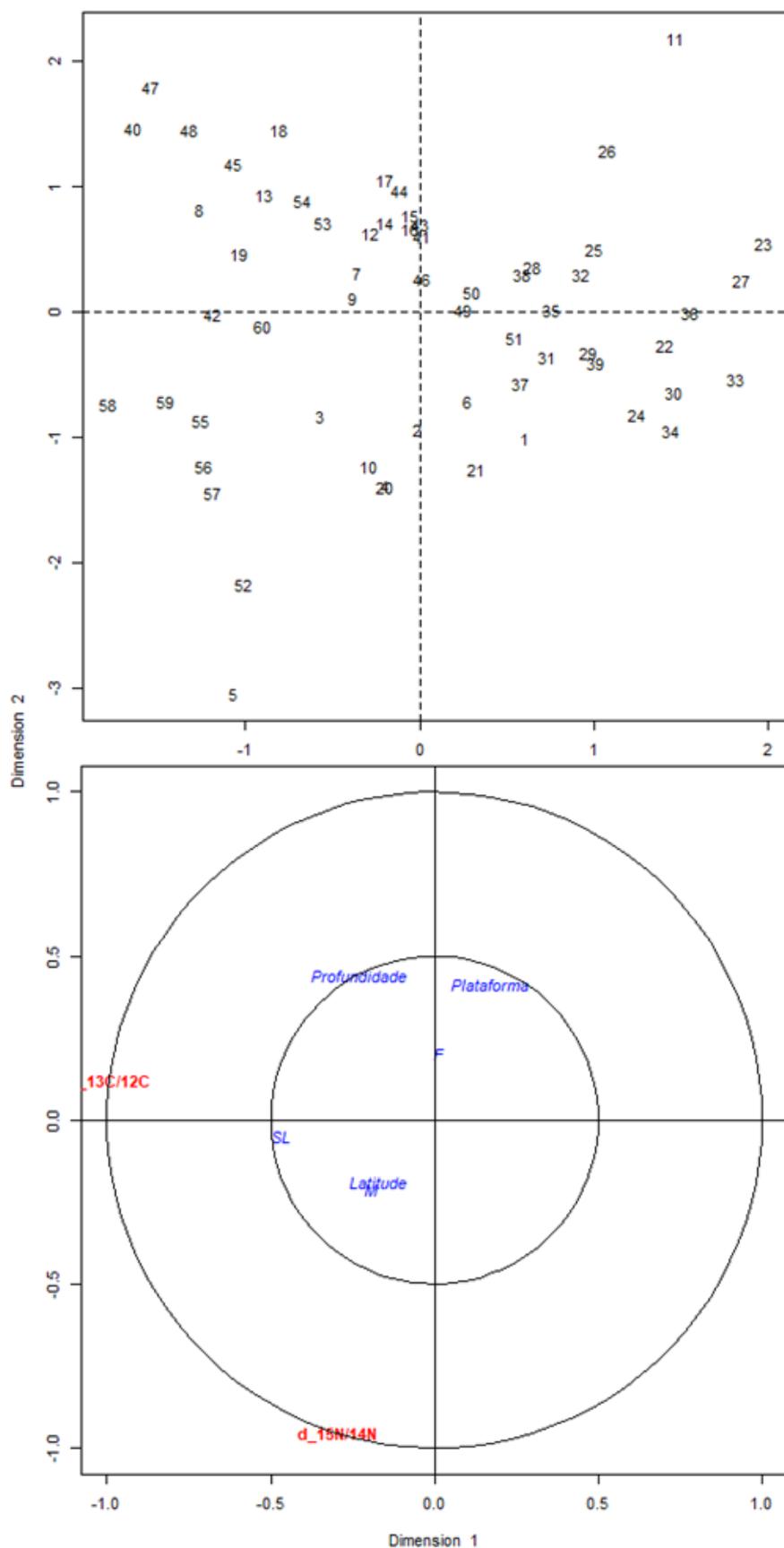


Figura 12: Análise de correlação canônica os valores isotópicos de $\delta^{15}N$ e $\delta^{13}C$ e fatores ecológicos de *H. squamipinna*. O gráfico superior demonstra as posições de cada amostra após o tratamento das correlações canônicas; o gráfico inferior mostra as posições dos isótopos e o comportamento dos fatores ecológicos.

3.4 Índice de Levins e de sobreposição alimentar

O índice de Levins apresentou valores diferentes para as duas espécies (Tabela 2, Tabela 6), sendo observada para *H. plumierii* uma maior amplitude de nicho, com 56%, indicando que essa espécie se alimenta em uma proporção maior de itens. A espécie *H. aurolineatum*, tende a se alimentar de uma diversidade menor de presas (42%), tendendo ser menos generalista do que *H. plumierii*.

Tabela 2: Resultado do índice de amplitude de nicho de Levins (1980) alimentar para as espécies *H. plumierii* e *H. aurolineatum* ao longo do atlântico tropical sul.

	<i>H. plumierii</i>	<i>H. aurolineatum</i>
<i>B</i>	16,67	12,5
<i>Ba</i>	0,56	0,42

Considerando o índice de sobreposição (Tabela 7) obtida através dos estômagos, registrou-se uma similaridade de 77% entre as dietas das espécies *H. aurolineatum* e *H. plumierii*. Em relação ao nicho isotópico escalonados, as amostras não apresentaram distribuição normal, então foram feitas comparações pareadas usando o teste de soma de ranks de Wilcoxon. Não foi observada diferença significativa entre a dieta das três espécies (auro/plu, $p=0,23$; auro/squa, $p=0,35$; plu/squa, $p=0,35$) (Figura 13).

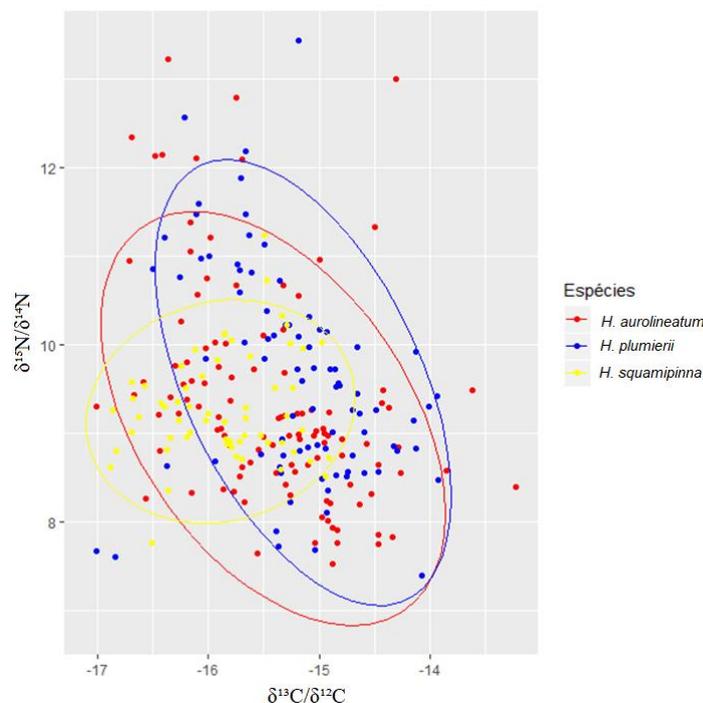


Figura 13: Nichos isotópicos escalonados de *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squamipinna*. As linhas representam a área de elipses para cada espécie, com valores previstos de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$.

3.5 Nível trófico

As posições tróficas demonstraram valores entre três e quatro, demonstrando que as espécies são predadoras secundárias com hábito carnívoro. As médias foram bastantes similares, com destaque apenas para *H. plumierii* que obteve um valor de 3,81(Tabela 3).

Tabela 3: Posição trófica calculada pelo programa R, pelo pacote TrophicLevel. A segunda coluna descreve a posição trófica gerada pelo programa, seguida pelo desvio padrão, e os valores limites baseados na média de cada espécie.

Espécies	Média TP	Desvio padrão	Limite mínimo	Limite máximo
<i>H. aurolineatum</i>	3,742	0,103	3,549	3,949
<i>H. plumierii</i>	3,814	0,106	3,613	4,034
<i>H. squamipinna</i>	3,713	0,096	3,526	3,912

4. DISCUSSÃO

Neste estudo, para *H. aurolinetaum* e *H. plumierii*, observou-se uma maior atividade alimentar no período noturno, assim como o já reportado em outros estudos. Foram observadas algumas espécies do gênero *Haemulon* formando assembleias durante o dia (COXEY, 2008), onde o risco de predação é maior, um comportamento que é remetido à fuga de predadores (DANILOWICZ e SALE, 1999). Na região das Antilhas Holandesas, no oceano Atlântico, foi constatado um grande aumento na densidade dos haemulídeos durante o período noturno, devido à atividade de forrageio e alimentação, justificada pela presença de suas presas preferidas (NEGELKERKEN et al., 2000).

Em uma porção estuarina do Caribe foi observado que os adultos e juvenis de uma espécie do gênero *Haemulon* possuem comportamento de forrageio diferentes. O mesmo foi observado neste estudo, considerando diferentes proporções dos IRE e $\delta^{15}\text{N}$ em relação à ontogenia. Adultos possuem uma taxa de alimentação diurna menos ativa em relação aos juvenis, que demonstraram serem mais ativos em busca de alimento durante o dia (VERWEIJ, 2006). Neste estudo, os juvenis apresentaram IRE mais alto do que os adultos. Na Ilha de Tobacco Caye, em Belize, foi constatado que duas espécies de Haemulídeos costumam ter um ambiente específico de forrageio no período noturno, utilizando-se da mesma área noite após noite (BURKE, 1995).

Os indivíduos coletados mais ao sul da área de estudo (acima de 8°) apresentaram um maior IRE. Nesta mesma área, foi observada uma maior abundância de peixes recifais, o que pode ser justificada pela presença abundante de recifes de corais e a existência de APA'S (Costa dos Corais/Guadalupe), que mantém as comunidades estáveis, fornecendo maiores riqueza e abundância de presas, sendo considerado como o fator principal da manutenção da riqueza dessas espécies (EDUARDO et al., 2018). Ademais, a ocorrência de pequenos processos de afloramento tem sido relatada nas proximidades desses locais, incrementando o fornecimento de nutrientes a partir de camadas mais profundas e aumentando a disponibilidade de alimentos para assembleias de peixes (MMA, 2006).

A análise do conteúdo estomacal da espécie *H. plumierii* mostrou uma predominância de Teleósteos, seguidos pelo grupo Brachyura na dieta da espécie. Outros estudos encontraram resultados similares, como por exemplo no Banco de Abrolhos (Bahia, Brasil) (predominância de Teleósteos NI, Decapoda NI, Brachyura NI e equinodermos da

classe Ophiuroidea; (ALVES e FERNANDES 1973) e no Nordeste brasileiro (com destaque para a alimentação de crustáceos NI, anelídeos NI e peixes), (SILVA, 2015), indicando que o gênero possui um padrão de alimentação semelhante, independente da sua distribuição.

A dieta de *H. aurolineatum* foi definida pela predominância dos itens Crustáceos (não identificados, infraordem Caridea e *Portunus* sp.), poliquetas (Nereididea), gastrópodes NI e ofiúros (família Ophinereididae). Os crustáceos NI, M.O.N.I. e a infraordem Caridea predominaram considerando o IRi e IAi. Foram obtidos maiores valores de IAi para Matéria orgânica digerida (0,914) e a classe Stomatopoda (0,028), em ambientes coralíneos localizados na costa do Rio Grande do Norte (SILVA, 2018), similar a este estudo. Em um trabalho feito no estuário na ilha de Andros, Bahamas, os principais componentes das dietas de três espécies de haemulídeos (*H. parra*, *H. sciurus*, *H. flavolineatum*) foram moluscos e crustáceos, destacando-se os moluscos com quase 75% de média do conteúdo total do gênero. As ordens de crustáceos Decapoda e Amphipoda também foram encontradas, além de partes de Teleósteos não identificados e material vegetal não identificado (LAYMAN e SILLIMAN, 2002).

Para ambas espécies, foi registrado um grande percentual de Matéria orgânica digerida. Em uma área estuarina, localizada na fronteira leste do sul da Baía de Biscayne, Flórida (EUA) observou-se uma grande quantidade de matéria orgânica e invertebrados não identificados na maioria dos estômagos de haemulídeos e, dada a atividade de forrageio noturno e as coletas no período diurno, os indivíduos já haviam digerido grande parte do exoesqueleto dos invertebrados (HAMMERSCHLAG et al., 2010). Devido ao alto grau de digestão dos haemulídeos, que possuem preferência alimentar por crustáceos (HORNBECK, 2017; MEDEIROS et al., 2017; PEREIRA et al., 2015; AGUIAR e FILOMENO, 1995), a maioria dos estômagos encontrados no período diurno já estão no final da digestão, muitas vezes apenas com partes ínfimas dos exoesqueletos, enquanto no período noturno, onde é observado o forrageio, estão com os itens ainda em processo inicial de digestão (HAMMERSCHLAG et al., 2010).

Embora com valores similares, *H. plumierii* (0,56) e *H. aurolineatum* (0,42) mostraram tendências ao generalismo (acima de 0,5) e ao especialismo (abaixo de 0,50), respectivamente. Esses fatores podem ser explicados pelo fato de *H. plumierii* ser naturalmente de maior porte que a outra espécie (DARCY, 1983), automaticamente possuindo aparelhos digestivo e bucal maiores, podendo assim capturar uma maior variedade de

presas pelo tamanho (CÓRDOBA, 2011; RESTREPO-GÓMEZ et al., 2014). As interações tróficas de algumas espécies de haemulídeos indicam que as mesmas tendem a ser generalistas, sem preferência específica, predando o que tiver mais disponível no ambiente (FLORES-ORTEGA et al., 2014)

Em um estudo em duas baías no Pacífico do México central, duas espécies de haemulídeos foram comparadas em relação à alimentação através do índice simplificado de Moristia, no qual apresentou um valor de 77% de sobreposição de nicho, da mesma forma que *H. plumierii* e *H. aurolineatum* demonstraram neste estudo. Ambas as espécies citadas pelo autor possuem preferências alimentar em crustáceos (principalmente braquiúros e antípodas) (FLORES-ORTEGA et al., 2010). Em uma região estuarina da Paraíba, foi descrita a alimentação de duas espécies do gênero (*H. parra* e *H. plumierii*); as mesmas apresentaram dietas semelhantes, e sobreposições de nicho em aproximadamente 70% (MEDEIROS et al., 2017). Neste estudo, a similaridade da dieta também foi observada em relação ao nicho isotópico para as espécies *H. aurolineatum*, *H. plumierii* e *H. squammipinna*. Espécies da família Haemulidae possuem a característica de formação de cardumes mistos, nos quais têm como efeito a otimização de defesa contra predadores (BRAGA et al., 2017), e a diminuição na competição enquanto as espécies possuem nichos tróficos diferentes (WARD et al., 2002). Na Baía Espanhola, na ilha de Curaçao, nas Antilhas Holandesas, observou-se um alto grau de similaridade nas dietas de indivíduos do gênero *Haemulon* (DE LA MORINIÈRE, 2003). Acredita-se que essas espécies formam cardumes mistos para proteção entre predadores em ambientes de recifes de corais na costa nordeste. Estas associações entre as espécies *H. aurolineatum* e *H. squammipinna* são feitas, considerando a diminuição do risco de predação, pela semelhança entre os grunhidos (ou roncões) e por optarem o mesmo tipo de habitat de forrageio e dieta (PEREIRA et al., 2011).

A razão isotópica de carbono ($\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) em conjunto com sua assimilação nos tecidos (DALERUM & ANGERBJÖRN, 2005) permitem identificar o fluxo de energia nos ecossistemas e o posicionamento nas estruturas tróficas (COLE et al., 2001). São úteis para medir fluxos de matéria e nutrientes em ambientes aquáticos (BASTOS, 2016) e análises de dieta em períodos históricos diferentes (DE MASI, 2009) para diversos grupos de animais, desde espécies planctônicas (RODRIGUES, 2009), moluscos (DANTAS, 2017) até grandes vertebrados (CAMARGO, 2016). MICHENER & KAUFMAN (2007) comprovaram que o uso dos isótopos estáveis demonstra alta

eficiência na análise da ecologia trófica, no qual podemos ver o desenvolver da alimentação dos peixes, dado o fluxo contínuo dos elementos em cada nível trófico, além de evidenciar que os métodos de coleta são simples e diretos análise da cadeia alimentar em sistemas marinhos.

A análise de isótopos indicaram maiores valores de $\delta^{15}\text{N}$ para *H. aurolineatum* e *H. plumierii*, na parte interna da plataforma, possivelmente devido ao aporte continentais de impactos antrópicos, como por exemplos fertilizantes e esgotos (GUIMARÃES e MELO, 2006; NORIEGA et al., 2005; WEBER, 1992). O nitrogênio proveniente de águas residuais geralmente possui valores mais elevados de $\delta^{15}\text{N}$ do que o azoto inorgânico proveniente do ambiente marinho, devido à sua origem humana ou animal (ou seja, origem de elevado nível trófico) e devido à discriminação isotópica durante os processos de remineralização (ou seja, volatilização de 14N -amônio durante a amonificação) com valores $\delta^{15}\text{N}$ mais altos utilizados nas áreas costeiras (LEPOINT et al. 2004). Em um estudo comparando as diferenças isotópicas entre os peixes que se alimentam próximo e distantes em relação à costa de grandes lagos no Canadá, observou-se que há diferenças significativas nos isótopos de $\delta^{13}\text{C}$, sendo elas justificadas pela dependência das fontes primárias que são formadas pela proximidade com a costa, ou seja, a oferta de alimento é diferente em cada região, gerando razões isotópicas diferentes para as espécies que estão em regiões mais afastadas da costa (FRANCE, 1995). Adicionalmente, os haemulídeos possuem razões isotópicas diferentes em relação à ontogenia, uma vez que os juvenis apresentam dietas especializadas em um tipo de substrato, enquanto os adultos são generalistas e sem substrato fixo para alimentação (PEREIRA e FERREIRA, 2013). Neste estudo, esta tendência foi observada para *H. squamipinna*, na qual os adultos e juvenis apresentaram diferenças nas proporções dos isótopos de $\delta^{15}\text{N}$.

Foi também observado diferenças entre os tipos de substrato (ou habitat) nos quais a areia apresentou maiores valores de $\delta^{15}\text{N}$ em relação à corais. Para *H. aurolineatum* e *H. plumierii* a concentração isotópica de $\delta^{15}\text{N}$ foi mais alta entre as latitudes próximos ao Sul de Pernambuco (8°). Isso provavelmente se deve à presença de áreas de proteção ambiental (EDUARDO et al., 2018), que permite que os haemulídeos tenham fontes de $\delta^{15}\text{N}$ com níveis mais altos devido a riqueza e abundância de presas disponíveis em ambientes protegido.

Neste estudo, o nível trófico das espécies foi: *H. aurolineatum* = 3,36, *H. plumierii* = 3,44 e *H. squamipinna* = 3,35. Na costa do Pacífico Oriental e do Caribe do

Panamá na América Central, foi feita a análise dos isótopos de $\delta^{15}\text{N}$ e ^{13}N para obtenção do nicho de três espécies da família Haemulidae, sendo dessas duas do gênero *Haemulon*. Os valores do nicho foram bastante semelhantes ao obtido neste estudo, permanecendo na mesma faixa de amplitude entre 3 e 4, caracterizando-os como predadores secundários de hábito predominante zoobentívoro (STUTHMANN & CASTELLANOS-GALLINDO, 2019). A espécie em comum, *Haemulon plumierii*, demonstrou valores próximos ao obtido neste estudo (3,3), apesar das escolhas de baseline serem diferentes, no qual o autor utilizou espécies do gênero *Littoraria* e *Crassostrea*, consumidores primários.

A escolha da baseline foi embasada em diversos pontos, sendo eles: ser um consumidor que esteja a um nível trófico próximo, facilitando na comparação das razões isotópicas, por possuir variações temporais isotópicas semelhantes; estar distribuído em todo ou na maior parte dos pontos onde foram coletados os espécimes; ser coletado durante ou ao longo do mesmo período de coleta da espécie estudada (BISI et al., 2012; POST, 2002). Sendo assim, foi selecionada o zooplâncton do espectro entre 200-500 μm , que, segundo FIGUEIREDO et al. (2019), possui maior homogeneidade em relação à sua composição, composto por 90% de copépodes, predominantemente consumidores primários.

Os padrões das espécies encontradas nessa porção do Atlântico Sul se assemelham a locais diferentes ao redor do globo. Esse trabalho apresentou dados inéditos relevantes sobre a ecologia trófica de espécies do gênero *Haemulon*, que tem uma relevância ambiental e sócio-econômica, considerando o enfoque ecossistêmico. O uso combinado das técnicas também foi favorável, fornecendo uma maior precisão e confiabilidade nos resultados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, J. B. S. de. Influência da cadeia trófica marinha na ocorrência e abundância de peixes de importância comercial. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 96 p, 2003.
- AGUIAR, J. B. S. de, FILOMENO, M. J. B. Hábitos alimentares de *Orthopristis ruber* (CUVIER, 1830), (Osteichthyes–Haemulidae) na Lagoa de Conceição–SC, Brasil. **Biomas**, v. 8, n. 2, p. 41-49, 1995.
- ALVES, M. I. M., FERNANDES, G. de L. Sobre a alimentação e mecanismo alimentar da biquara, *Haemulon plumieri* LACÉPEDE (PISCES, POMADASYIDAE). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 13, n. 1, p. 1-7., 1973.
- AMARAL A. C. Z., MIGOTTO A. E. Importância do anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. **Instituto Oceanográfico, USP**. n. 29, v. 2, p. 31-35, 1980.
- BARRETO, A. P., ARANHA, J. M. R. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 779-788, 2006.
- BASTOS, R. F. Uso de isótopos estáveis de carbono (^{12}C , $\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio (^{14}N , $\delta^{15}\text{N}$) como indicadores do fluxo de matéria e estrutura trófica em ambientes aquáticos: propostas metodológicas para a superação de pressupostos e limitações de técnicas analíticas. 2016. **Tese (Doutorado em Zoologia)** Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre -RS.
- BENEDITO-CECILIO, E. LOPES, C. A., DOURADO, E. C. S., MANETTA, G. I., GIMENES, M. F., FARIA, A. E. A., PINHEIRO, R. P. & MARTINELLI, L. A. Estrutura trófica das assembleias de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná: uso de isótopos estáveis. **Relatório do PELD-Pesquisas Ecológicas de Longa Duração**. Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura-Nupelia, Universidade Estadual de Maringá, p. 131-136, 2002.
- BERTRAND, A. **French Oceanographic Cruises: ABRACOS 2**. <https://doi.org/10.17600/17004100>, 2017. Accessed on: 2019-8-18.

- BERTRAND, A. **French Oceanographic Cruises: ABRACOS**. <https://doi.org/10.17600/15005600>, 2015. Accessed on: 2019-8-18.
- BISI, T. L., LAILSON-BRITO, J., MALM, O. Ecologia alimentar em mamíferos marinhos: técnicas de estudo. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 2, p. 210-234, 2012.
- BOECKLEN, W. J. YARNES, C. T., COOK, B. A., e JAMES, A. C. On the use of stable isotopes in trophic ecology. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 42, p. 411-440, 2011.
- BOND, M. E., VALENTIN-ALBANESE, J., BABCOCK, E. A., HUSSEY, N. E., HEITHAUS, M. R., & CHAPMAN, D. D. The trophic ecology of Caribbean reef sharks (*Carcharhinus perezi*) relative to other large teleost predators on an isolated coral atoll. **Marine Biology**, v. 165, n. 4, p. 67, 2018.
- BOWEN, S. Quantitative description of the diet. **Fisheries Techniques American Fisheries Society**. [s.l: s.n.]. p. 513–532, 1996.
- BRAGA, M. R., BRAGA, R. R., & ARANHA, J. M. R. Registro de cardume misto de espécies da família Haemulidae nas Ilhas Itacolomis, Santa Catarina, Brasil. **Estudos de Biologia**, v. 31, n. 73-75, 2017.
- BURKE, N. C. Nocturnal foraging habitats of French and bluestriped grunts, *Haemulon flavolineatum* and *H. sciurus*, at Tobacco Caye, Belize. **Environmental biology of fishes**, v. 42, n. 4, p. 365-374, 1995.
- CAMARGO, A. C. L. Partição de nicho isotópico por pequenos mamíferos em formações florestais de uma savana neotropical. 2016. **Dissertação (Mestrado em Ecologia)** — Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Brasília – DF.
- CARVALHO, M. C. de. Uso dos isótopos estáveis de carbono, nitrogênio e enxofre em estudos de ecologia costeira. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, p. 694, 2008.
- COLE, J. J., CARPENTER, S. R., KITCHELL, J. F. & PACE, M. L. Pathways of organic carbon utilization in small lakes: Results from a whole-lake $\delta^{13}\text{C}$ addition and coupled model. **Limnology and Oceanography**, v.47, n.6, p. 1664-1675. 2002.
- COXEY, M. S. G. S. Biological diversity and community structure of the Ichthyofauna on vessel reefs in the Coast of Recife (PE)-Brazil. 2008. **Dissertação de**

- Mestrado (Mestrado em Biologia Marinha (Ecologia e Conservação Marinha))**, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade do Algarve, 2008.
- DALERUM, F., ANGERBJÖRN, A. Resolving temporal variation in vertebrate diets using naturally occurring stable isotopes. **Oecologia**, v.144, p. 647-658, 2005.
- DANILOWICZ, B. S., SALE, P. F. Relative intensity of predation on the French grunt, *Haemulon flavolineatum*, during diurnal, dusk, and nocturnal periods on a coral reef. **Marine Biology**, v. 133, n. 2, p. 337-343, 1999.
- DANTAS, R. J. de S. Ecologia trófica do polvo *Octopus insularis* (Cephalopoda: Octopodidae): comparações metodológicas e nova perspectiva através do uso de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio. **Dissertação (Mestrado em Ecologia)** Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2017.
- DARCY, G. H. Synopsis of biological data on the grunts *Haemulon aurolineatum* and *Haemulon plumieri* (Pisces: Haemulidae). **NOAA Tec. Rept. NMFS Cir.**, n. 448, p.1-37, 1983.
- DE LA MORINIÈRE, E. C., E. C., POLLUX, B. J. A., NAGELKERKEN, I., & VANDER-VELDE, G. Diet shifts of Caribbean grunts (Haemulidae) and snappers (Lutjanidae) and the relation with nursery-to-coral reef migrations. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 57, n. 5-6, p. 1079-1089, 2003.
- EDUARDO, L. N., FRÉDOU, T., LIRA, A. S., FERREIRA, B. P., BERTRAND, A., MÉNARD, F., & FRÉDOU, F. L. Identifying key habitat and spatial patterns of fish biodiversity in the tropical Brazilian continental shelf. **Continental Shelf Research**, v. 166, p. 108-118, 2018.
- ESTUPIÑÁN-MONTAÑO, C., CEDEÑO-FIGUEROA, L., ESTUPIÑÁN-ORTIZ, J. F., GALVAN-MAGAÑA, F., SANDOVAL-LONDOÑO, A., CASTAÑEDA-SUAREZ, D., & POLO-SILVA, C. J. Feeding habits and trophic level of the smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae), off Ecuador. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 99, n. 3, p. 673-680, 2019.

- FERNANDES, B. L. de F. Helmintofauna monogenética e as táticas reprodutivas do biquara *Haemulon plumierii* (Lacepède, 1802). 62 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.
- FERREIRA, D. F. Análise multivariada. **Lavras: UFLA**, v. 22, p. 394, 1996.
- FLORES-ORTEGA, J. R., AVILA-CASTRO, E., HARO-PRECIADO, H. J., & GODÍNEZ-DOMÍNGUEZ, E. Hábitos alimentarios e interacciones tróficas de *Anisotremus interruptus* (Pisces: Haemulidae) y *Lutjanus argentiventris* (Pisces: Lutjanidae) en el Pacífico Central Mexicano. **Latin american journal of aquatic research**, v. 42, n. 1, p. 276-282, 2014.
- FLORES-ORTEGA, J. R., GODÍNEZ-DOMÍNGUEZ, E., ROJO-VÁZQUEZ, J. A., CORGOS, A., GALVÁN-PIÑA, V. H., & GONZÁLEZ-SANSÓN, G. Interacciones tróficas de las seis especies de peces más abundantes en la pesquería artesanal en dos bahías del Pacífico Central Mexicano. **Revista de Biología Tropical**, v. 58, n. 1, p. 383-397, 2010.
- FREITAS, M. O. ABILHOA, V., SPACH, H. L., MINTE-VERA, C. V., FRANCINI-FILHO, R. B., KAUFMAN, L., & MOURA, R. L. Feeding ecology of two sympatric species of large-sized groupers (Perciformes: Epinephelidae) on Southwestern Atlantic coralline reefs. **Neotropical Ichthyology**, v. 15, n. 2, 2017.
- FREITAS, M. O., ABILHOA, V., & COSTA-E-SILVA, G. H. D. Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 9, n. 2, p. 411-418, 2011.
- FRY, B. **Stable isotope ecology**. New York: Springer, 2006.
- GASALLA, M. de los A., SOARES, L. S. H. Comentários sobre os estudos tróficos de peixes marinhos no processo histórico da ciência pesqueira e modelagem ecológica. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 2, p. 247-263, 2001.
- GONZÁLEZ, I., DÉJEAN, S. CCA: Canonical correlation analysis. **R package version**, v. 1, 2012.

- GUIMARÃES, G. P., MELLO, W. Z. de. Estimativa do fluxo de amônia na interface ar-mar na Baía de Guanabara: estudo preliminar. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 54-60, 2006.
- HAHN, N. S., FUGI, R., PERETTI, D., RUSSO, M. R., & LOUREIRO-CRIPPA, V. E. Estrutura trófica da ictiofauna da planície de inundação do alto rio Paraná. A Planície de Inundação do Alto rio Paraná. Maringá: **Relatório do PELD-Pesquisas Ecológicas de Longa Duração** Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura-Nupelia, Universidade Estadual de Maringá, p. 123-126, 2002.
- HAMMERSCHLAG, N., OVANDO, D., SERAFY, J. E. Seasonal diet and feeding habits of juvenile fishes foraging along a subtropical marine ecotone. **Aquatic Biology**, v. 9, n. 3, p. 271-290, 2010.
- HORNBECK, J. R. A Comparison of the Ichthyofaunal Trophic Ecology at Selected Limestone Artificial Reef Sites and Adjacent Natural Reef Sites. **Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Biológicas)**. Nova Southeastern University. Retrieved from NSU-Works, 2017. DOI: https://nsuworks.nova.edu/occ_stuetd/438.
- HURLBERT, S. H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. **Ecology**, 59(1):67-77.
- HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, v. 17, p. 411-429, 1980.
- KARIMI, S., KATIRAEI, E., SOOFIANI, N. M., TAGHAVIMOTLAGH, S. A., & VAZIRIZADEH, A. Feeding habits of striped piggy, *Pomadasys stridens* (Forsskal, 1775)(Haemulidae) in northern part of the Persian Gulf. **International Journal of Aquatic Biology**, v. 7, n. 2, p. 85-92, 2019.
- KAWAKAMI E., AMARAL A. C. Z. Importância dos anelídeos poliquetos no regime alimentar de *Etropus longimanus* (Norman, 1933 e *Symphurus jenynsi* (Evermann e Kendall, 1907) (Pisces, Pleuronectiformes). **Iheringia: Série Zoologia** 1983, 62: 47-54.
- KAWAKAMI, E., VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v.29, n. 2, p. 205-207, 1980.

- LAYMAN, C. A., SILLIMAN, B. R. Preliminary survey and diet analysis of juvenile fishes of an estuarine creek on Andros Island, Bahamas. **Bulletin of Marine Science**, v. 70, n. 1, p. 199-210, 2002.
- LEPOINT, G., DAUBY, P. & GOBERT, S., 2004. Applications of C and N stable isotopes to ecological and environmental studies in seagrass ecosystems. **Marine Pollution Bulletin**, n. 49, p. 887–891. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.07.005>
- MAGGI, F., RILEY, W. J. Transient competitive complexation in biological kinetic isotope fractionation explains nonsteady isotopic effects: Theory and application to denitrification in soils. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v. 114, n. G4, 2009.
- MARTINO, J. C., DOUBLEDAY, Z. A., GILLANDERS, B. M. Metabolic effects on carbon isotope biomarkers in fish. **Ecological indicators**, v. 97, p. 10-16, 2019.
- MCCUTCHAN, J. H., LEWIS, W. M., KENDALL, C. & MCGRATH, C. C. Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur. **Oikos** v. 102, p. 378–390, 2003.
- MEDEIROS, A. P. M. de, XAVIER, J. H. de A. & ROSA, I. M. de L. Diet and trophic organization of the fish assemblage from the Mamanguape River Estuary, Brazil. **Latin american journal of aquatic research**, v. 45, n. 5, p. 879-890, 2017.
- MELO, C. C. de, SOARES, A. P. C. S., PÉLAGE, L., EDUARDO L. N., FRÉDOU T., LIRA, A. S., PADOVANI-FERREIRA, B., BERTRAND, A., & LUCENA-FRÉDOU, F. Haemulidae distribution patterns along the Northeastern Brazilian continental shelf and size at first maturity of the most abundant species. **Regional Studies in Marine Science**, v. 35, p. 101226, 2020.
- MICHENER, R. H., KAUFMAN, L. Stable isotope ratios as tracers in marine food webs: an update. **Stable isotopes in ecology and environmental science**, v. 2, p. 238-282, 2007.
- MMA, 2006. Programa REVIZEE. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.
- NAGELKERKEN, I., VAN DER VELDE, G., GORISSEN, M. W., MEIJER, G. J., VAN'T HOF, T., & DEN HARTOG, C. Importance of mangroves, seagrass beds

and the shallow coral reef as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique. **Estuarine, coastal and shelf science**, v. 51, n. 1, p. 31-44, 2000.

NELSON, J. S. **Fishes of the world**. 3 ed. John Wiley and Sons, New York. 600p, 2006.

NORIEGA, C. D. MUNIZ, K., ARAUJO, M. C., TRAVASSOS, R. K., & NEUMANN-LEITÃO, S. Fluxos de nutrientes inorgânicos dissolvidos em um estuário tropical–Barra das Jangadas–PE, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 33, n. 2, p. 129-139, 2005.

OLIVEIRA, A. K., ALVIM, M. C. C., PERET, A. C., & ALVES, C. B. M. Diet shifts related to body size of the pirambeba *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 (Osteichthyes, Serrasalminae) in the Cajuru Reservoir, São Francisco River Basin, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 1, p. 117–124, 2004.

PASQUAUD, S., LOBRY, J., & ELIE, P. Facing the necessity of describing estuarine ecosystems: a review of food web ecology study techniques. **Hydrobiologia**, v. 588, n. 1, p. 159-172, 2007.

PEREIRA, A. L., BENEDITO, E. Isótopos estáveis em estudos ecológicos: métodos, aplicações e perspectivas. **Revista Biociências**, v. 13, n. 3, 2008.

PEREIRA, P. H. C., BARROS, B., ZEMOI, R., & FERREIRA, B. P. Ontogenetic diet changes and food partitioning of *Haemulon* spp. coral reef fishes, with a review of the genus diet. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 25, n. 1, p. 245-260, 2015.

PEREIRA, P. H. C., FERREIRA, B. P. Effects of life phase and schooling patterns on the foraging behaviour of coral-reef fishes from the genus *Haemulon*. **Journal of Fish Biology**, v. 82, n. 4, p. 1226-1238, 2013.

PEREIRA, P. H. C., FERREIRA, B. P. Variação ontogenética na alimentação e relações comportamentais de peixes do gênero *Haemulon* nos recifes costeiros de Tamandaré - PE. 2011. **Dissertação (Mestrado em Oceanografia)**. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

PETERSON, B. J., FRY, B. Stable isotopes in ecosystem studies. **Annual review of ecology and systematics**, v. 18, n. 1, p. 293-320, 1987.

- PIANKA, E. R. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p.53-74, 1973.
- PIMENTEL, C. R. SOARES, L. S., MACIEIRA, R. M., & JOYEUX, J. C. Trophic relationships in tidepool fish assemblages of the tropical Southwestern Atlantic. **Marine Ecology**, v. 39, n. 2, p. e12496, 2018.
- PINKAS, L., OLIPHANT, M. S., IVERSON, I. L. K. Fish Bulletin 152. Food Habits of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito In California Waters. **California Department of Fish and Game Fish Bulletin**, 1971.
- POLITO, M. J., Trivelpiece, W. Z., REISS, C. S., TRIVELPIECE, S. G., HINKE, J. T., PATTERSON, W. P., & EMSLIE, S. D. Intraspecific variation in a dominant prey species can bias marine predator dietary estimates derived from stable isotope analysis. **Limnology and Oceanography: Methods**, v. 17, n. 4, p. 292-303, 2019.
- POST, D. M. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. **Ecology**, 83(3), 703-718, 2002.
- PUCCI, M. C. J. Interações tróficas dos peixes e lulas da Baía do Araçá, município de São Sebastião (São Paulo, Brasil): uma abordagem pelo uso de isótopos estáveis. **Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica)** - Instituto Oceanográfico, University of São Paulo, São Paulo, 2016.
- R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**, version 3.6. 2. São Paulo, Brazil, 2019.
- RAU, G. H., MEARN, A. J., YOUNG, D. R., OLSON, R. J., SCHAFER, H. A., & KAPLAN, I. R. Animal C/C correlates with trophic level in pelagic food webs. **Ecology**, v. 64, n. 5, p. 1314-1318, 1983.
- REIS, L. R. G. dos, SOUZA, F. J. B., SANTOS, A. C. A. Alimentação de dois peixes piscívoros (*Astronotus ocellatus* e *Cichla pinima*) no médio rio Paraguaçu. In: **Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS**, Feira de Santana- Bahia, 2010.
- RESTREPO-GÓMEZ, A., MANCERA-RODRÍGUEZ, N. Trophic ecology of *Saccodon dariensis* (Pisces: Parodontidae) in Guatapé River tributaries, Magdalena River Basin, Colombia. **Revista MVZ Córdoba**, v. 19, n. 1, p. 3930-3943, 2014.

- ROCHA, L. A., LINDEMAN, K. C., ROCHA, C. R., & LESSIOS, H. A. Historical biogeography and speciation in the reef fish genus *Haemulon* (Teleostei: Haemulidae). **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 48, n. 3, p. 918-928, 2008.
- ROCHA, L. A., ROSA, I. L., ROSA, R. S. Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 2, p. 553-566, 1998.
- ROCHA, L. A.; ROSA, I. L. New Species of *Haemulon* (Teleostei: Haemulidae) from the North-eastern Brazilian Coast. **Copeia**. V. 2, 447453, 1999.
- RODRIGUES, L. H. R. Reguladores da dinâmica das comunidades planctônicas e íctica em ecossistemas límnicos subtropicais. 2009. **Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Porto Alegre – RS.
- SILVA, F. C. da. Impactos do turismo na dieta de *Haemulon aurolineatum* (Cuvier, 1830) em recifes coralíneos do Rio Grande do Norte. 2018, 90f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)** - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.
- SILVA, G. H. da C. e. Ecologia alimentar e reprodução de *Haemulon plumieri* (Lacepède, 1801) (Teleostei-Haemulidae) no Banco dos Abrolhos, Bahia-Brasil. **Dissertação (Mestrado em Zoologia)** - Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2015.
- SILVANO, R. A. M. Feeding habits and interspecific feeding associations of *Caranx latus* (Carangidae) in a subtropical reef. **Environmental Biology of Fishes**, v. 60, n. 4, p. 465-470, 2001.
- STUTHMANN, L. E., CASTELLANOS-GALINDO, G. A. Trophic position and isotopic niche of mangrove fish assemblages at both sides of the Isthmus of Panama. **Bulletin of Marine Science**, 2019. Doi: <https://doi.org/10.5343/bms.2019.0025>
- SULZMAN, E. W. Stable isotope chemistry and measurement: a primer. **Stable isotopes in ecology and environmental science**, p. 1, 2007.
- VANDER ZANDEN, M. J., CABANA, G., RASMUSSEN, J. B. Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios ($\delta^{15}\text{N}$)

- and literature dietary data. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 54, n. 5, p. 1142-1158, 1997.
- VASKE-JUNIOR, T., CASTELLO, J. P. Conteúdo estomacal da albacora-laje, *Thunnus albacares*, durante o inverno e primavera no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, p. 639-647, 1998.
- VASKE-JUNIOR, T., RINCON-FILHO, G. Conteúdo estomacal dos tubarões azul (*Prinace glauca*) e anequim (*Isurus oxyrinchus*) em águas oceânicas no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, p. 445-452, 1998.
- VERWEIJ, M. C., NAGELKERKEN, I., WARTENBERGH, S. L., PEN, I. R., & VANDER-VELDE, G. Caribbean mangroves and seagrass beds as daytime feeding habitats for juvenile French grunts, *Haemulon flavolineatum*. **Marine Biology**, v. 149, n. 6, p. 1291-1299, 2006.
- VIEIRA, C. C. R. T. Ecologia trófica do carapau-negrão e da cavala na região da Madeira. **Dissertação de mestrado (Biologia da Conservação)** Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, 69 p., 2019
- WARD, A. J., AXFORD, S., KRAUSE, J. Mixed-species shoaling in fish: the sensory mechanisms and costs of shoal choice. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 52, n. 3, p. 182-187, 2002.
- WEBER, R. Sistemas costeiros e oceânicos. **Química Nova**, v. 15, n. 2, p. 137-143, 1992.

APÊNDICE

Tabela 4: Contribuição de cada item da presa para a dieta de *H. aurolineatum* na costa nordeste do Brasil considerando a frequência de ocorrência (% FO), número (% N), peso (% W) e respectivos valores de índices e rank de sobreposição (IRi) e intensidade alimentar (IAi).

<i>H. aurolineatum</i> (N=152)	Grupo	%N	%P	%FO	IRI	Ranking IRI	%P+%FO	IAi	Ranking IAi
	Peixes								
	Teleostei	1,04	5,48	0,67	4,35	15	3,65	0,003178	8
	Balistidae	1,04	0,78	0,67	1,21	25	0,52	0,000452	23
	Moluscos								
	<i>Tellina</i> sp.	1,04	0,02	0,67	0,71	29	0,01	1,18E-05	30
	Gastropoda	6,25	3,97	2,67	27,26	4	10,59	0,009215	6
	Poliquetas								
	Polychaeta NI	6,25	0,83	3,33	23,59	5	2,76	0,002398	12
	Nereididae	3,13	18,40	0,67	14,35	7	12,27	0,01067	4
	Dorvilleidae	1,04	0,41	0,67	0,97	27	0,28	0,00024	27
	Eunicidae	2,08	1,77	1,33	5,13	14	2,35	0,002048	14
	Onuphidae	2,08	2,47	1,33	6,07	10	3,29	0,002864	9
	Crustáceos								
	Crustacea NI	21,88	12,79	12,00	416,01	1	153,51	0,133552	2
	Malacostraca	2,08	0,83	1,33	3,89	16	1,11	0,000966	16
	Decapoda	3,13	0,73	1,33	5,14	13	0,97	0,000843	18
	Anomura	1,04	0,17	0,67	0,81	28	0,11	9,96E-05	29
	Brachyura	2,08	1,80	0,67	2,59	20	1,20	0,001045	15

	Majidae	1,04	1,00	0,67	1,36	24	0,67	0,000582	22
	Portunidae	1,04	0,52	0,67	1,04	26	0,35	0,000304	26
	<i>Portunus</i> sp.	1,04	9,28	0,67	6,88	9	6,19	0,005384	7
	Pasiphaeidae	3,13	1,30	2,00	8,85	8	2,60	0,002263	13
	<i>Leptochela</i> sp.	1,04	1,06	0,67	1,40	23	0,71	0,000615	21
	Caridea	9,38	2,22	5,33	61,85	2	11,85	0,010309	5
	Alpheidae	1,04	0,01	0,67	0,70	31	0,01	5,04E-06	32
	Processidae	4,17	0,33	1,33	6,00	11	0,45	0,000388	25
	Stomatopoda	2,08	0,80	1,33	3,85	17	1,07	0,000929	17
	<i>Squilla</i> sp.	2,08	0,37	1,33	3,27	18	0,49	0,00043	24
	Amphipoda	2,08	2,25	1,33	5,77	12	3,00	0,002606	10
	Lestrigonidae	1,04	0,01	0,67	0,70	30	0,01	5,6E-06	31
	Isopoda	1,04	1,10	0,67	1,43	21	0,74	0,000641	19
Equinodermatos	<i>Lytechinus variegatus</i>	2,08	0,17	1,33	3,00	19	0,23	0,000197	28
	<i>Holothuria</i> sp.	1,04	1,06	0,67	1,40	22	0,71	0,000615	20
	Ophiuridae	7,29	7,85	2,67	40,38	3	20,93	0,018212	3
Algas	Chlorophyta	5,21	0,83	3,33	20,12	6	2,76	0,0024	11
M.O.N.I.		-	19,37	46,67	-	-	904,10	0,786533	1

Tabela 5: Contribuição de cada item da presa para a dieta de *H. plumierii* na costa nordeste do Brasil considerando a frequência de ocorrência (% FO), número (% N), peso (% W) e respectivos valores de índices e rank de sobreposição (IRi) e intensidade alimentar (IAi).

H, plumierii										
(N=84)	Group		%N	%P	%FO	IRi	Ranking IRi	%P+%FO	IAi	Ranking IAi
	Peixes	Teleostei NI	8,05	19,94	6,54	183,11	1	130,48	0,344656	1
		<i>Holocentrus adscensionis</i>	1,15	6,61	0,93	7,25	14	6,17	0,016306	10
		Balistidae	1,15	1,37	0,93	2,35	20	1,28	0,003381	16
	Moluscos	Bivalvia	1,15	0,148	0,93	1,21	24	0,14	0,000366	24
		Gastropoda	4,60	9,595	3,74	53,06	3	35,87	0,094754	3
		<i>Octopus vulgaris</i>	2,30	5,050	0,93	6,87	15	4,72	0,012467	11
	Poliquetas	Polychaeta NI	3,45	0,519	2,80	11,12	11	1,45	0,003841	15
		Nereididae	3,45	4,459	2,80	22,17	9	12,50	0,033021	7
		Amphinomidae	1,15	29,282	0,93	28,44	6	27,37	0,072288	4
		Dorvilleidae	1,15	0,262	0,93	1,32	23	0,24	0,000646	22
		Eunicidae	4,60	1,948	3,74	24,47	8	7,28	0,019238	9
	Cnidários	Hydrozoa	1,15	0,003	0,93	1,08	31	0,00	7,61E-06	33
	Crustáceos	Crustacea NI	14,94	2,972	5,61	100,46	2	16,67	0,044021	6
		Decapoda	1,15	0,004	0,93	1,08	30	0,00	1,07E-05	32
		Anomura	3,45	1,624	1,87	9,48	13	3,04	0,008017	12
		Peneaidae	1,15	0,031	0,93	1,10	29	0,03	7,61E-05	31

	Brachyura	6,90	6,432	3,74	49,83	4	24,04	0,063515	5
	Majidae	1,15	0,931	0,93	1,94	21	0,87	0,002299	18
	Portunidae	2,30	1,249	1,87	6,63	17	2,33	0,006165	13
	<i>Leptochela</i> sp.	1,15	0,065	0,93	1,13	27	0,06	0,00016	29
	Gebiidea	1,15	0,095	0,93	1,16	26	0,09	0,000234	26
	Caridea	3,45	0,218	1,87	6,85	16	0,41	0,00108	20
	<i>Gonadactylus</i> sp,	1,15	0,118	0,93	1,18	25	0,11	0,000291	25
	Amphipoda	6,90	0,935	1,87	14,64	10	1,75	0,004618	14
	Tanaidacea	2,30	0,087	1,87	4,46	18	0,16	0,000428	23
Sipuncula	Sipuncula NI	1,15	0,459	0,93	1,50	22	0,43	0,001134	19
Equinodermata	Echinoidea	5,75	2,133	3,74	29,46	5	7,97	0,021059	8
	<i>Lytechinus variegatus</i>	1,15	0,058	0,93	1,13	28	0,05	0,000144	30
	Ophineriidae	3,45	0,328	2,80	10,59	12	0,92	0,002428	17
Algas		2,30	0,034	1,87	4,36	19	0,06	0,000167	28
Escama		5,75	0,015	4,67	26,92	7	0,07	0,000183	27
Sedimento		-	0,302	0,93	-	-	0,28	0,000747	21
M.O.N.I.		-	2,726	33,64	-	-	91,71	0,242259	2

Tabela 6: Descrição dos itens de conteúdo estomacal utilizados para obtenção do índice de Levins para as espécies *H. plumierii* e *H. aurolineatum* no atlântico sul, ao longo da costa nordeste do Brasil

itens	i (<i>H. plumierii</i>)	%N	j (<i>H. aurolineatum</i>)	%N	%i ²	%j ²
Sipuncula NI	1	1,22	0,01	0	0,00	0,0001
<i>Tellina</i> sp,	0	0,00	0,00	1	1,04	0,0000
Algae NI	2	2,44	0,02	5	5,21	0,0006
Hydrozoa NI	1	1,22	0,01	0	0,00	0,0001
Gebiidea NI	1	1,22	0,01	0	0,00	0,0001
<i>Gonodactylus</i> sp.	1	1,22	0,01	0	0,00	0,0001
Família Peneaidae	1	1,22	0,01	0	0,00	0,0001
Thanaidacea NI	2	2,44	0,02	0	0,00	0,0006
Família Nereididae	3	3,66	0,04	3	3,13	0,0013
Família Aphinomidae	1	1,22	0,01	0	0,00	0,0001
<i>Octopus vulgaris</i>	2	2,44	0,02	0	0,00	0,0006
Família Dorvilleidae	1	1,22	0,01	1	1,04	0,0001
Família Portunidae	2	2,44	0,02	1	1,04	0,0006
Caridea NI	3	3,66	0,04	9	9,38	0,0013
<i>Lepydochella</i> sp.	1	1,22	0,01	1	1,04	0,0001
<i>Squilla</i> sp.	0	0,00	0,00	2	2,08	0,0000
Anomura NI	3	3,66	0,04	1	1,04	0,0013
Família Pasiphaeidae	0	0,00	0,00	3	3,13	0,0000
Família Alpheidae	0	0,00	0,00	1	1,04	0,0000
Família Processidae	0	0,00	0,00	4	4,17	0,0000
<i>Lytechinus variegatus</i>	1	1,22	0,01	2	2,08	0,0001
Malacostraca NI	0	0,00	0,00	2	2,08	0,0000
<i>Holothuria</i> sp.	0	0,00	0,00	1	1,04	0,0000
Família Ophinereididae	3	3,66	0,04	7	7,29	0,0013
Isopoda Ni	0	0,00	0,00	1	1,04	0,0000
Família Majidae	1	1,22	0,01	1	1,04	0,0001
Família Eunicidae	4	4,88	0,05	2	2,08	0,0024

Polychaeta NI	3	3,66	0,04	6	6,25	0,0013	0,0036
Gastropoda NI	4	4,88	0,05	6	6,25	0,0024	0,0036
Crustacea NI	13	15,85	0,16	21	21,88	0,0251	0,0441
Echinoidea NI	5	6,10	0,06	0	0,00	0,0037	0,0000
Decapoda NI	1	1,22	0,01	3	3,13	0,0001	0,0009
Teleostei NI	7	8,54	0,09	1	1,04	0,0073	0,0001
Amphipoda NI	6	7,32	0,07	2	2,08	0,0054	0,0004
Stomatopoda NI	0	0,00	0,00	2	2,08	0,0000	0,0004
Brachyura NI	6	7,32	0,07	2	2,08	0,0054	0,0004
Bivalve NI	1	1,22	0,01	0	0,00	0,0001	0,0000
<i>Holocentrus adscensionis</i>	1	1,22	0,01	0	0,00	0,0001	0,0000
Família Onuphidae	0	0,00	0,00	2	2,08	0,0000	0,0004
Família Ballistidae	1	1,22	0,01	1	1,04	0,0001	0,0001
<i>Portunus</i> sp.	0	0,00	0,00	1	1,04	0,0000	0,0001
Família Lestrigonidae	0	0,00	0,00	1	1,04	0,0000	0,0001
Total	82	100,00		96	100	0,0628	0,0756

Tabela 7: Descrição dos itens de conteúdo estomacal utilizados para obtenção do índice de Levins para as espécies *H. plumierii* e *H. aurolineatum* no atlântico sul, ao longo da costa nordeste do Brasil.

itens	i (<i>H. plumierii</i>)	%N	j (<i>H. aurolineatum</i>)	%N	%Ni x %Nj	(%Ni) ²	(%Nj) ²	(%NY) ²
Sipuncula NI	1	1,20	0	0,00	0,00	1,45	0,00	
<i>Tellina</i> sp.	0	0,00	1	1,04	1,26	1,45	1,09	
Algae NI	2	2,41	5	5,21	12,55	5,81	27,13	
Hydrozoa NI	1	1,20	0	0,00	0,00	1,45	0,00	
Gebiidea NI	1	1,20	0	0,00	0,00	1,45	0,00	
<i>Gonodactylus</i> sp.	1	1,20	0	0,00	0,00	1,45	0,00	
Família Peneaidae	1	1,20	0	0,00	0,00	1,45	0,00	
Thanaidacea NI	2	2,41	0	0,00	0,00	5,81	0,00	
Família Nereididae	3	3,61	3	3,13	11,30	13,06	9,77	
Família Aphinomidae	1	1,20	0	0,00	0,00	1,45	0,00	
<i>Octopus vulgaris</i>	2	2,41	0	0,00	0,00	5,81	0,00	
Família, Dorvilleidae	1	1,20	1	1,04	1,26	1,45	1,09	
Família, Portunidae	2	2,41	1	1,04	2,51	5,81	1,09	
Caridea NI	3	3,61	9	9,38	33,89	13,06	87,89	
<i>Lepydochella</i> sp.	1	1,20	1	1,04	1,26	1,45	1,09	
<i>Squilla</i> sp.	0	0,00	2	2,08	0,00	0,00	4,34	
Anomura NI	3	3,61	1	1,04	3,77	13,06	1,09	
Família Pasiphaeidae	0	0,00	3	3,13	0,00	0,00	9,77	
Família Alpheidae	0	0,00	1	1,04	0,00	0,00	1,09	
Família Processidae	0	0,00	4	4,17	0,00	0,00	17,36	
<i>Lytechinus variegatus</i>	1	1,20	2	2,08	2,51	1,45	4,34	
Malacostraca NI	0	0,00	2	2,08	0,00	0,00	4,34	
<i>Holothuria</i> sp.	0	0,00	1	1,04	0,00	0,00	1,09	
Família Ophinereididae	3	3,61	7	7,29	26,36	13,06	53,17	
Isopoda NI	0	0,00	1	1,04	0,00	0,00	1,09	
Família Majidae	1	1,20	1	1,04	1,26	1,45	1,09	
Família Eunicidae	4	4,82	2	2,08	10,04	23,23	4,34	

Polychaeta NI	3	3,61	6	6,25	22,59	13,06	39,06
Gastropoda NI	4	4,82	6	6,25	30,12	23,23	39,06
Crustacea NI	13	15,66	21	21,88	342,62	245,32	478,52
Echinoidea NI	5	6,02	0	0,00	0,00	36,29	0,00
Decapoda NI	1	1,20	3	3,13	3,77	1,45	9,77
Teleostei NI	7	8,43	1	1,04	8,79	71,13	1,09
Amphipoda NI	6	7,23	2	2,08	15,06	52,26	4,34
Stomatopoda NI	0	0,00	2	2,08	0,00	0,00	4,34
Brachyura NI	6	7,23	2	2,08	15,06	52,26	4,34
Bivalve NI	1	1,20	0	0,00	0,00	1,45	0,00
<i>Holocentrus adscensionis</i>	1	1,20	0	0,00	0,00	1,45	0,00
Família Onuphidae	0	0,00	2	2,08	0,00	0,00	4,34
Família Ballistidae	1	1,20	1	1,04	1,26	1,45	1,09
<i>Portunus</i> sp.	0	0,00	1	1,04	0,00	0,00	1,09
Família Lestrigonidae	0	0,00	1	1,04	0,00	0,00	1,09
TOTAL	82	100,00	96	100	522,59	627,6	820,31