

ABNER GAMALIEL TELES BATISTA

**ECOLOGIA ISOTÓPICA DA CAVALA-EMPINGE (*Acanthocybium solandri*) NO
ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

Recife,

Agosto/2025



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA – DEPAq
LABORATÓRIO DE DINÂMICA DE POPULAÇÕES MARINHAS - DIMAR

Projeto: Identificação da população e ecologia trófica da albacora-laje (*Thunnus albacares*), da cavala-empinge (*Acanthocybium solandri*) e do peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

**ECOLOGIA ISOTÓPICA DA CAVALA-EMPINGE (*Acanthocybium solandri*) NO
ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

Trabalho de Equiparação de Estágio Supervisionado Obrigatório apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção do Bacharel em Engenharia de Pesca.

Prof. Dr. Rosangela Paula Teixeira Lessa
Orientadora

Dr. Aristoteles Philippe Nunes Queiroz
Co-orientador

Recife,

Agosto/2025

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA – DEPAq
LABORATÓRIO DE DINÂMICA DE POPULAÇÕES MARINHAS - DIMAR

**ECOLOGIA ISOTÓPICA DA CAVALA-EMPINGE (*Acanthocybium solandri*) NO
ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

ABNER GAMALIEL TELES BATISTA

ESO julgado adequado para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Pesca. Defendido e aprovado
em 29/07/2025 pela seguinte banca examinadora

Prof. Dr. Rosangela Paula Teixeira Lessa
(Orientador)
[Departamento de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Dr. Suzianny Maria Bezerra Cabral da Silva
(Membro Titular)
[Departamento de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Dr. Humber Agrelli de Andrade
(Membro Titular)
[Departamento de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Dr. Francisco Marcante Santana da Silva
(Membro Suplente)
[Departamento de Pesca e Aquicultura]
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

Este trabalho analisou os hábitos alimentares e o uso do ambiente pela cavala-empinge (*Acanthocybium solandri*) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), utilizando a análise isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$). Foram realizadas coletas trimestrais ao longo de dois anos, totalizando 173 exemplares analisados. Os dados biométricos revelaram diferenças entre os sexos nas diferentes estações do ano. A maioria dos estômagos estava vazia ou com restos não identificáveis, sugerindo que a espécie pode ter hábitos alimentares noturnos. Entre os itens alimentares identificados estavam peixes, crustáceos e moluscos. Para avaliar a variação sazonal na dieta, foi aplicada uma Análise Permutacional de Variância (PERMANOVA), seguida de um teste post-hoc de Pillai. Os resultados indicaram diferenças significativas entre os períodos, destacando-se julho de 2023 (Período 1) como distinto dos demais meses agrupados (Período 2). Modelos de mistura isotópica mostraram que, no Período 1, a dieta foi dominada por peixe-voador (Flyingfish), enquanto no Período 2 houve equilíbrio entre peixe-voador e lulas (Cephalopoda), com menor contribuição de camarões Sergestidae. Correlações negativas fortes entre essas presas (peixe-voador $\times$ lulas: $r = -0,970$; lulas $\times$ Sergestidae: $r = -0,907$) indicaram padrões de substituição na dieta. Os resultados sugerem uma variação sazonal nos recursos alimentares, possivelmente influenciada pela disponibilidade de presas ou por fatores ambientais. Este estudo fornece informações valiosas sobre a ecologia trófica da cavala-empinge no ASPSP.

Palavras-chave: Isótopos estáveis, dieta, cavala-empinge, ecologia trófica, Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espécime de <i>Acanthocybium solandri</i> (cavala-empinge) capturado no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.....	11
Figura 2. Dados dos espécimes de <i>Acanthocybium solandri</i> capturados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. A: Percentual da razão sexual de machos e fêmeas por trimestre (F: fêmeas; M: machos); B: Regressão Linear entre o CT e CC; C: Regressão Linear entre o CF e o CC.....	15
Figura 3. Gráfico biplot representando a distribuição dos sinais isotópicos das presas da cavala empinge (<i>Acanthocybium solandri</i>) em relação ao período 1 (julho/2023) e 2 (demais meses).....	16
Figura 4. Boxplot da proporção dos sinais isotópicos “Flyingfish, Sergestidae, Cephalopoda” para a cavala empinge em relação ao período 1 (julho/2023) e 2 (demais meses).	17
Figura 5. Distribuição de frequência, dos sinais isotópicos “Flyingfish, Sergestidae, Cephalopoda” para a cavala empinge em relação ao período 1.	17
Figura 6. Boxplot da proporção dos sinais isotópicos “Flyingfish, Sergestidae, Cephalopoda” para a cavala empinge em relação ao período 2.	18
Figura 7. Distribuição de frequência, dos sinais isotópicos “Flyingfish, Sergestidae, Cephalopoda” para a cavala empinge em relação ao período 2.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados dos espécimes de <i>Acanthocybium solandri</i> capturados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. N°: número de indivíduos; F: fêmeas; M: machos; CT: comprimento total; CF: comprimento furcal; CC: comprimento da cabeça; Máx: máximo; Mín: mínimo; Méd: média; DP: desvio padrão.	14
Tabela 2. Resultados dos níveis de significância (p) para as comparações par-a-par do teste Pillai após as análises de permanova. Diferenças significativas ($p < 0.005$) são destacadas em negrito.	16

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	9
2.OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo geral.....	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
3.MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3.1 Área de estudo.....	10
3.2 Coleta de amostras.....	11
4. ANÁLISES EM LABORATÓRIO	12
4.1 Biometria	12
4.2 Conteúdo estomacal	12
4.3 Isótopos estáveis	12
4.4 Análise dos dados.....	13
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

1.INTRODUÇÃO

O arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) é uma área de alta produtividade e, por esta razão, a diversidade de fauna e flora do local é enorme (Vaske *et al.*, 2010a), inclusive com algumas espécies exploradas por pescarias locais. Segundo Vaske *et al.* (2010b), 19 espécies de peixes possuem valor comercial na pesca no ASPSP, porém 85% das capturas provenientes da pesca são compostas por apenas 4 espécies: a cavala-empinge, *Acanthocybium solandri* (Cuvier, 1832); a albacora-laje, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788); o peixe-rei *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825); e o peixe-voador, *Cheilopogon cyanopterus* (Valenciennes, 1847). Sendo este último mais comumente utilizado como isca na pesca das três espécies anteriores.

A cavala-empinge, *A. solandri*, é um predador marinho tipicamente oceânico de grande porte e grande mobilidade com hábitos pelágicos e epipelágicos. Adultos da espécie atingem entre 20 e 40 kg (o maior registrado tem 96,4 kg) e tem distribuição mundial em águas tropicais, subtropicais e temperadas quentes (Collette & Nauen 1983). A cavala-empinge pode ser encontrada em maior abundância no ASPSP entre os meses de novembro e maio, período no qual ocorre a desova do peixe-voador (Vaske Jr *et al.*, 2010c). Devido a importância desta pesca, estudos que auxiliem na identificação de estoques das espécies ocorrentes em ASPSP, bem como na importância de *C. cyanopterus* para os predadores e toda a cadeia trófica envolvida são de fundamental importância para o manejo sustentável destas espécies e do ecossistema do ASPSP.

Neste contexto, análises de isótopos estáveis (δ) de ^{13}C e ^{15}N de diferentes tecidos fornecem informações valiosas acerca da origem do material assimilado na dieta e descrevem a alimentação em longo prazo de um indivíduo ou grupo de indivíduos (Peterson & Fry 1987; Vaudo & Heithaus, 2011; Hussey *et al.*, 2012). Portanto, este é um método eficaz para estudar a dieta, a posição trófica e o movimento/migração de animais aquáticos (Herzka, 2005; Hussey *et al.* 2010), bem como para identificar onde os organismos se alimentaram em um período de vários meses ou até um ano a depender do metabolismo/crescimento da espécie e do tecido analisado.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

A presente proposta objetiva analisar a ecologia trófica da cavala-empinge, *A.solandri*, através de análises de isótopos estáveis a fim de melhor compreender o uso do hábitat e dos recursos disponíveis.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar amostragens em expedições científicas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo;
- Processar amostras de *A. solandri* e fauna associada para análises de isótopos estáveis de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$;
- Comparar os dados das análises de isótopos estáveis entre os sexos, classes de tamanho e sazonalidade;
- Inferir sobre o uso do hábitat por *A.solandri* através de dados de isótopos estáveis.

3.MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O ASPSP é o menor arquipélago oceânico em território brasileiro, e constitui um complexo ultramáfico de provável origem mantélica resultante do soerguimento do assoalho oceânico que aflorou à superfície (Campos et al., 2005; Viana et al., 2009; Vaske Jr. et al., 2010a). Está sob a influência da Zona de Convergência Intertropical, resultando em alto índice pluviométrico e baixa salinidade superficial, com fauna que apresenta alto grau de endemismo, destacando sua importância para a conservação da biodiversidade (Campos et al., 2005; Vaske Jr. et al., 2010a).

O ASPSP é o ponto mais avançado da extensão marítima brasileira no Atlântico Norte Equatorial, localizado a 100 km ao norte da linha do equador e cerca de 1.100 km da costa do Rio Grande do Norte. É também o único conjunto de ilhas oceânicas do Brasil no hemisfério norte, situado quase a meio caminho da costa do Brasil à da Guiné-Bissau, na África (Campos et al., 2005; Vaske Jr. et al., 2010a).

3.2 Coleta de amostras

Os exemplares de *A. solandri* (Figura 1) foram obtidos através de embarques junto à frota pesqueira que atua no ASPSP. A pesca que atua na região oceânica no entorno do ASPSP (00°55'10"N- e 29°020'33"W- e) visa capturar principalmente *T. albacares*, *A. solandri*, *E. bipinnulata* e *C. cyanopterus*, os dois apetrechos de pesca principais usados são a rede manual e linha de mão. A rede manual captura *C. cyanopterus* atraído por luzes à noite, os quais são usados como isca para os grandes peixes pelágicos, principalmente no período de novembro a abril, quando a densidade de peixe-voador aumenta devido à época de desova (Oliveira et al., 1997; Lessa et al., 1999; Vaske Jr. et al., 2010b; Viana et al., 2015). Já a linha de mão é utilizada na pesca de corrico ou curso, que consiste em uma linha de mão com uma isca natural ou artificial sendo movimentada pelo barco em movimento.

As amostragens seguiram um cronograma trimestral, com expedições realizadas ao ASPSP durante dois anos consecutivos, totalizando oito expedições. Em cada expedição dois pesquisadores acompanharam as atividades pesqueiras no ASPSP durante 15 dias. Por expedição, ao menos 15 exemplares de *A. solandri* foram selecionados, medidos (comprimento total – CT, comprimento furcal – CF e comprimento da cabeça – CC), e tiveram a cabeça e as vísceras coletadas.



Figura 1. Espécime de *Acanthocybium solandri* (cavala-empinge) capturado no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Após a coleta, na embarcação, as amostras foram transportadas até a Estação Científica do ASPSP onde foram triadas. Foi obtido o estômago (amarrado em suas extremidades, evitando a perda de conteúdo estomacal) e amostras de tecido hepático e muscular, as quais foram armazenadas e congeladas. Todo o material coletado foi transportado em

câmara fria ao Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas (DIMAR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

4. ANÁLISES EM LABORATÓRIO

4.1 Biometria

Os dados biométricos aferidos dos espécimes (comprimento total – CT, comprimento furcal – CF e comprimento da cabeça – CC) foram analisados através de regressão linear entre CC (variável explicativa) e CT (variável resposta); e entre CC (variável explicativa) e CF (variável resposta). A razão sexual entre machos e fêmeas capturados em cada trimestre amostrado também foi calculada.

4.2 Conteúdo estomacal

Os estômagos foram abertos em peneira de malha de 1 mm e lavado com água deionizada. Todo conteúdo retido em peneira foi analisado e os itens alimentares identificados ao menor nível taxonômico possível. Presas com potencial para análises de isótopos estáveis foram separados.

4.3 Isótopos estáveis

De cada exemplar, amostras de tecido muscular foram cortadas em cubos de 1cm², acondicionadas em tubos de ensaio e, seguindo a metodologia sugerida por Kim & Koch (2012), realizada a extração de lipídeos do tecido através da adição de 10ml de éter de petróleo. Os tubos de ensaio foram então agitados em lavadora ultra-sônica (Ultracleaner 700 - Unique) durante 15 minutos. A solução de éter de petróleo foi apropriadamente descartada e o procedimento repetido. Em seguida, 10ml de água deionizada foram adicionados e o tubo de ensaio agitado por 15 minutos, a solução de água deionizada foi descartada e o processo repetido duas vezes. Após a extração de lipídeos, as amostras foram liofilizadas. Por fim, o material foi macerado e submetido à análise de isótopos estáveis em espectrômetro de massa de razão isotópica (IRMS). Os valores de δ foram calculados a partir dos padrões de referência de carbono e nitrogênio (Beleminito de Pee Deeear, respectivamente), de acordo com a equação: (PETERSON & FRY, 1987):

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

Onde R representa a razão entre o isótopo mais pesado e o mais leve (¹³C:¹²C;¹⁵N:¹⁴N).

4.4 Análise dos dados

A priori, uma Análise Permutacional de Variância (PERMANOVA) baseada em 999 permutações foi realizada entre as razões isotópicas de carbono e nitrogênio (variáveis respostas) da cavala e o período (mês_ano) como variável categórica. Ao constatar diferenças significativas, foi realizada a análise *post-hoc* pelo teste de Pillai para verificar quais grupos diferem entre si (comparações par-a-par). Definidos os grupos pela PERMANOVA, modelos de mistura foram realizados a fim de estimar a contribuição relativa das fontes alimentares, representadas aqui por “Flyingfish” (peixe-voador), “Sergestidae” (família de camarão) e “Cephalopoda” (lulas). Os modelos foram ajustados com fracionamento isotópico de 1.5‰ para $\delta^{15}\text{N}$ e 1.3‰ para $\delta^{13}\text{C}$ (cf. Post et al., 2002; Galván et al., 2016).

A apresentação dos resultados foi demonstrada a partir de gráficos *biplot* das razões isotópicas de carbono e nitrogênio, *boxplots* com as proporções isotópicas das presas e *plots* de densidade de Kernel acompanhados de correlações. As correlações de Spearman foram conduzidas pelo próprio pacote do *simmr* no intuito de verificar o grau de associação entre as fontes alimentares. Todas as análises foram calculadas pelo programa R, usando os pacotes *vegan* (Oksanen et al., 2002) e *simmr* (Govan; Parnell, 2024).

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, 173 espécimes de *A. solandri* foram capturados durante embarques para acompanhamento da pesca que atua em torno do ASPSP. Os espécimes capturados apresentaram medidas entre 93 e 184 cm (mínimo–máximo) de comprimento total (CT), de 93 a 183 cm no comprimento furcal (CF) e o comprimento da cabeça (CC) variou entre 15,6 e 37,7 cm. A amostra foi composta por 75 fêmeas, 94 machos e 4 indivíduos sem sexo identificável (Tabela 1).

Tabela 1. Dados dos espécimes de *Acanthocybium solandri* capturados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. N°: número de indivíduos; F: fêmeas; M: machos; CT: comprimento total; CF: comprimento furcal; CC: comprimento da cabeça; Máx: máximo; Mín: mínimo; Méd: média; DP: desvio padrão.

		1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre
N°	F	10	7	39	19
	M	33	9	25	27
CT (cm)	F	Máx	132,6	145,28	159
		Mín	112,5	123,97	109
		Méd	121,72	132,83	135,59
		DP	6	9,76	12,58
	M	Máx	131	184,05	163,5
		Mín	101	115,25	103,5
		Méd	117	132,05	139,77
		DP	7	9,37	12,32
CF (cm)	F	Máx	130	143	154
		Mín	107,5	121	100
		Méd	116,96	130,14	131,69
		DP	7	9,15	12,34
	M	Máx	126	183	154
		Mín	95	112	102
		Méd	112	129,3	135,97
		DP	7	20,81	14,01
CC (cm)	F	Máx	30	33	37
		Mín	25,5	27	24,5
		Méd	28,04	30	30,77
		DP	2	2,16	2,93
	M	Máx	37,7	30	35
		Mín	15,6	27	23
		Méd	266	29	31,02
		DP	3	1	3,12

A razão sexual entre machos e fêmeas diferiu sazonalmente, cujas diferenças foram observadas no primeiro trimestre ($X^2=12,302$; $p=0,0004$) e o terceiro trimestre ($X^2=6,89$; $p=0,008$). No primeiro e segundo trimestre uma captura maior de machos do que fêmeas foi observada, com uma razão sexual de 3,3:1 e 1,29:1 respectivamente. Já no terceiro trimestre houve uma maior captura de fêmeas da espécie, com uma razão sexual de 0,64:1. No quarto trimestre, as capturas de machos foram novamente mais

representativas, com uma razão sexual de 1,42:1 (Figura 2.A). As variações na razão sexual entre os trimestres indicam diferenças comportamentais entre machos e fêmeas, que podem estar associadas a migrações ou estratégias reprodutivas.

Foram estimadas, através de regressão linear, os comprimentos totais ($R^2=0,74$) e comprimentos furcais ($R^2=0,89$) de 57 espécimes de *A. solandri* (Figura 2.B e 2.C) que, por questões diversas (como mordidas de tubarões), não tiveram o CT e CF aferidos.

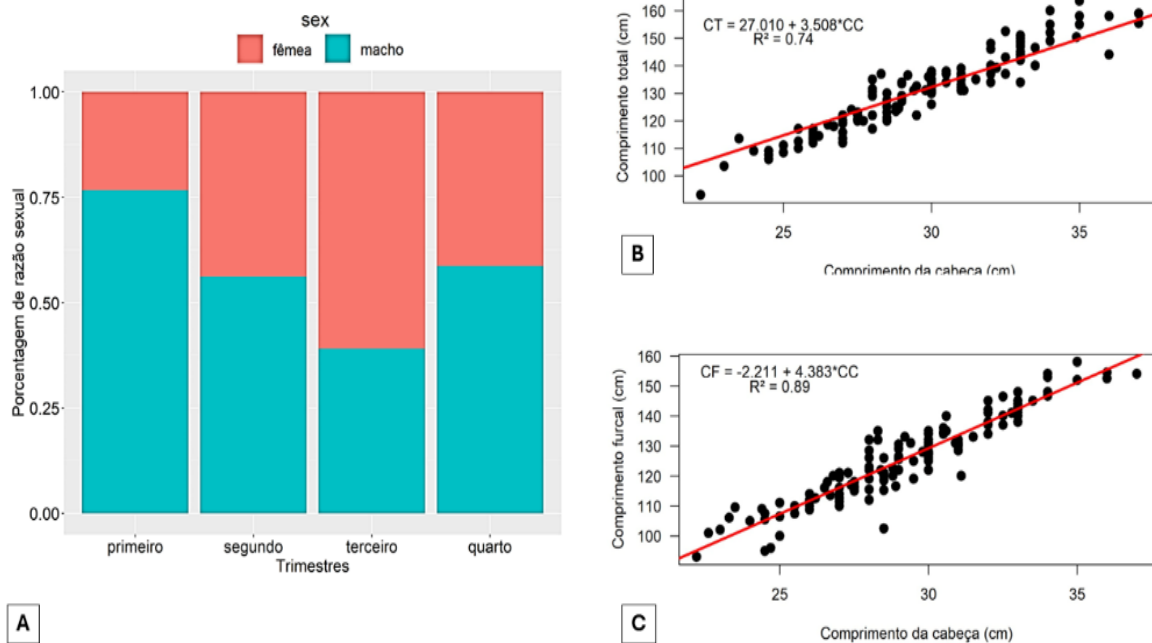


Figura 2. Dados dos espécimes de *Acanthocybium solandri* capturados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. A: Percentual da razão sexual de machos e fêmeas por trimestre (F: fêmeas; M: machos); B: Regressão Linear entre o CT e CC; C: Regressão Linear entre o CF e o CC.

Dos estômagos de *A. solandri* analisados, apenas quatro possuíam conteúdos estomacal identificável. A maior parte dos estômagos estava vazio ou possuía apenas material digerido não identificado ou parasitas. Como os indivíduos foram capturados durante o período diurno (manhã ou tarde), este fato pode sugerir hábito alimentar noturno para a espécie, o que já foi descrito para outras espécies da família Scombridae (Consoli et al., 2008; Sandoval-Ramírez et al., 2020). A cavala-empinge se alimentou primariamente de moluscos cefalópodes, crustáceos e peixes teleósteos, similar ao que já foi descrito para a espécie no ASPSP (Vaske Jr. et al., 2003; Albuquerque et al., 2019). Dentre os itens alimentares identificados neste estudo, inclui-se crustáceos das famílias Phronimidae e Sergestidae, cefalópodes da família Cranchiidae e peixes da Classe Teleostei, incluindo o falso-voador *Dactylopterus volitans* (Linnaeus, 1758).

Diferenças significativas foram encontradas para as razões isotópicas de carbono e nitrogênio da cavala entre os períodos do ano (Pseudo- $F_{(5,43)} = 3.01$ $p = 0.013$). A posteriori, comparações par-a-par demonstraram que o mês de julho de 2023 diferiu de todos os demais (Tabela 2), categorizando assim dois grupos: Período 1 (julho 2023) e Período 2 (todos os meses restantes agrupados).

Tabela 2. Resultados dos níveis de significância (p) para as comparações par-a-par do teste Pillai após as análises de permanova. Diferenças significativas ($p < 0.005$) são destacadas em negrito.

Categorias	Comparações par-a-par entre os períodos					
	Out/2022	Jul/2023	Set/2023	Nov/2023	Dez/2023	Mar/2024
Out/2022	-	0.012	0.922	0.866	0.404	0.611
Set/2023	0.922	0.015	-	0.821	0.548	0.903
Nov/2023	0.866	0.021	0.821	-	0.275	0.354
Dez/2023	0.404	0.009	0.548	0.275	-	0.571
Mar/2024	0.611	0.002	0.903	0.354	0.571	-

O gráfico de duas dimensões mostrou que a assinatura isotópica da cavala oscila no intervalo entre o sinal isotópico do peixe-voador e o do camarão Sergestidae. O sinal isotópico do período 1 (julho 2023) ficou mais próximo do peixe-voador, enquanto o sinal do período 2 (todos os meses restantes) ficou com uma distribuição equitativa entre os sinais do peixe-voador e do Cephalopoda (figura 3).

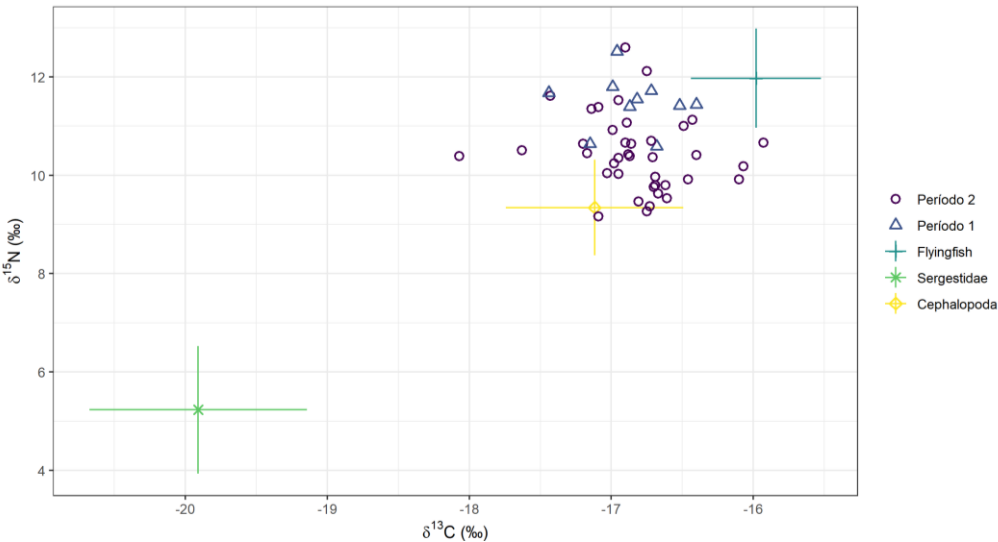


Figura 3. Gráfico biplot representando a distribuição dos sinais isotópicos das presas da cavala empinge (*Acanthocybium solandri*) em relação ao período 1 (julho/2023) e 2 (demais meses).

O padrão visto foi amplamente corroborado pelos gráficos de *boxplot* e de densidades de kernel. O Período 1 foi caracterizado por uma proporção de peixe-voador consideravelmente maior que Cephalopoda e Sergestidae. Uma alta correlação negativa ($r = -0.905$) foi registrada entre peixe-voador e lulas (Cephalopoda), elucidando que a medida que a proporção de peixe-voador cresce, a proporção de Cephalopoda decresce (Figura 4).

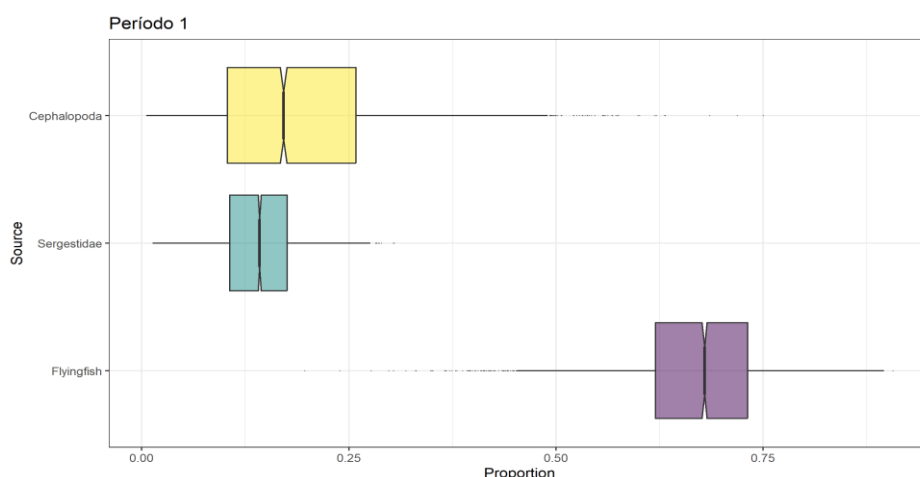


Figura 4. Boxplot da proporção dos sinas isotópicos “Flyingfish, Sergestidae, Cephalopoda” para a cavala empinge em relação ao período 1 (julho/2023) e 2 (demais meses).

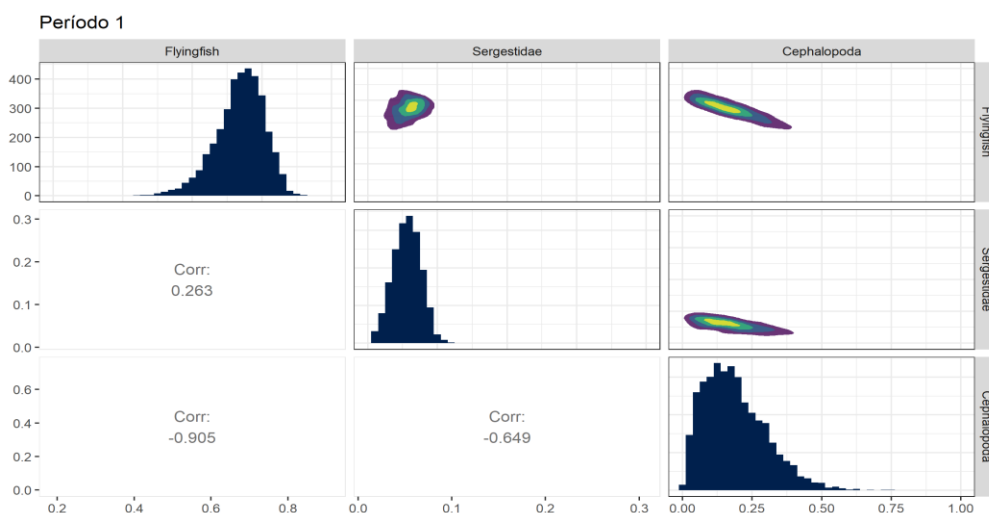


Figura 5. Distribuição de frequência, dos sinas isotópicos “Flyingfish, Sergestidae, Cephalopoda” para a cavala empinge em relação ao período 1.

Já para o Período 2, as proporções de peixe-voador e Cephalopoda foram equitativas e associado a uma baixa proporção de Sergestidae. Da mesma forma, fortes correlações negativas foram registradas entre Cephalopoda e peixe-voador ($r = -0.970$), bem como entre Cephalopoda e Sergestidae ($r = -0.907$).

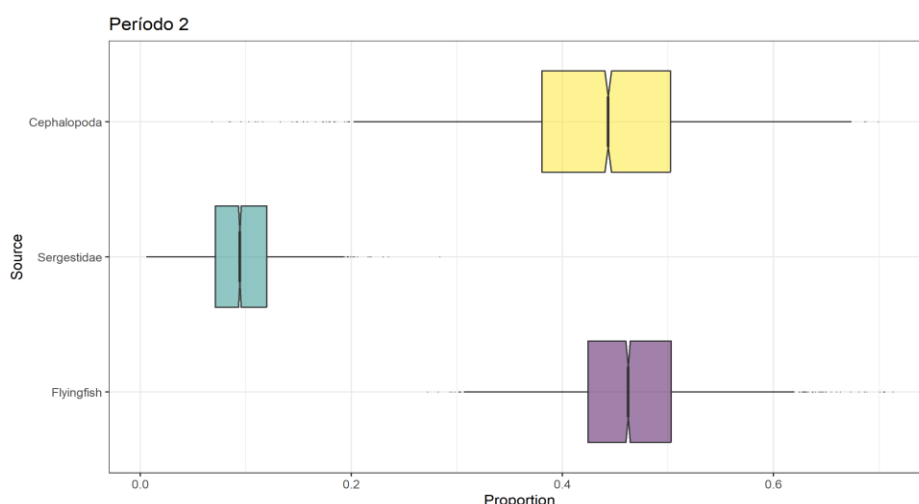


Figura 6. Boxplot da proporção dos sinas isotópicos “Flyingfish, Sergestidae, Cephalopoda” para a cavala empinge em relação ao período 2.

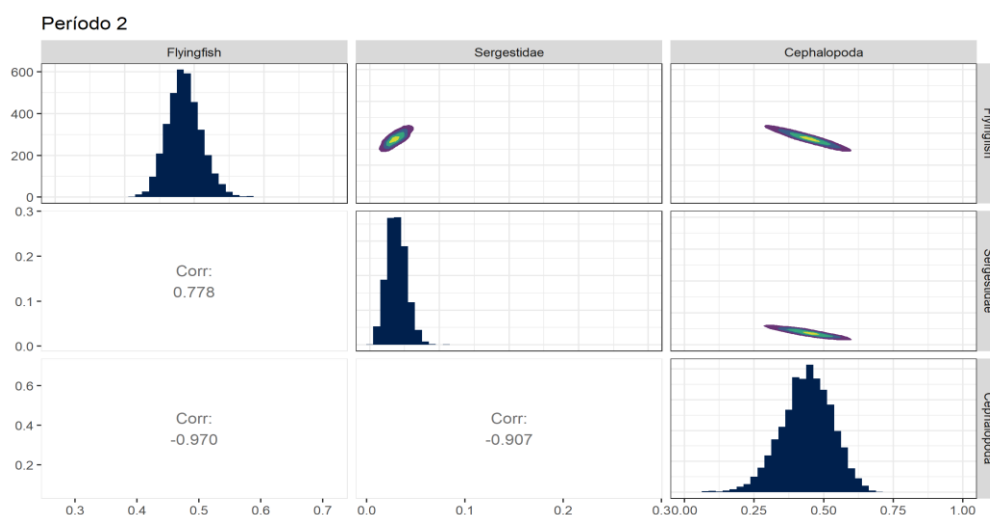


Figura 7. Distribuição de frequência, dos sinas isotópicos “Flyingfish, Sergestidae, Cephalopoda” para a cavala empinge em relação ao período 2.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou a dinâmica trófica da cavala-empinge (*Acanthocybium solandri*) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), revelando padrões sazonais distintos em sua dieta. Através de análises isotópicas, identificamos que a espécie apresenta uma significativa variação alimentar, com destaque para dois períodos principais: julho de 2023, marcado por uma dieta dominada por peixe-voador (Flyingfish), e os demais meses, caracterizados por um equilíbrio entre peixe-voador e lulas (Cephalopoda). Essa oscilação, corroborada por fortes correlações negativas entre os recursos ($r = -0,970$), sugere uma adaptação da cavala-empinge à disponibilidade

sazonal de presas, possivelmente influenciada por fatores ambientais ou reprodutivos.

Os dados corroboram a hipótese de que o período noturno corresponde ao principal horário de alimentação, para a confirmação dessa hipótese a pesca de corrico deveria ser feita pela noite para análise do conteúdo estomacal fresco e melhor entendimento.

Os resultados destacam a importância do peixe-voador como recurso-chave na dieta da cavala-empinge, evidenciando a necessidade de monitorar sua população para garantir a sustentabilidade da pesca no ASPSP. A abordagem isotópica empregada demonstrou ser uma ferramenta valiosa para desvendar interações tróficas em ecossistemas oceânicos, fornecendo bases para futuras pesquisas e ações de conservação. Para avançar no entendimento da ecologia desta espécie, recomenda-se a combinação de métodos complementares, como análises de conteúdo estomacal e estudos de telemetria, além da investigação de fatores ambientais que possam influenciar a disponibilidade de presas.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, F. V. et al. Trophic ecology of large pelagic fish in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. *Marine and Freshwater Research*, v. 70, n. 10, p. 1402-1418, 2019.

BORRELL, A. et al. Trophic ecology of elasmobranchs caught off Gujarat, India, as inferred from stable isotopes. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, fsq170, 2010.

COLLETTE, B.; NAUEN, C. FAO species volume 2. Scombrids of the world: an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. Rome: FAO/UNDP, 1983. (FAO Fisheries Synopsis, n. 125).

CONSOLI, P. et al. Feeding habits of the albacore tuna *Thunnus alalunga* (Perciformes, Scombridae) from central Mediterranean Sea. *Marine Biology*, v. 155, n. 1, p. 113-120, 2008.

ETHERIDGE, E. C. et al. Continuous variation in the pattern of marine v. freshwater foraging in brown trout *Salmo trutta* L. from Loch Lomond, Scotland. *Journal of Fish Biology*, v. 73, n. 1, p. 44-53, 2008.

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

GOVAN, E.; PARNELL, A. simmr: A Stable Isotope Mixing Model. R package version 0.5.1.217. [S. l.]: [s. n.], 2024. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=simmr>. Acesso em: 4 jul. 2025.

HERZKA, S. Z. Assessing connectivity of estuarine fishes based on stable isotope ratio analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 64, p. 58-69, 2005.

HOBSON, K. A. Stable isotopes and the determination of avian migratory connectivity and seasonal interactions. *The Auk*, v. 122, p. 1037-1048, 2005.

HOBSON, K. A. et al. Investigating trophic relationships of pinnipeds in Alaska and Washington using stable isotope ratios of nitrogen and carbon. *Marine Mammal Science*, v. 13, n. 1, p. 114-132, 1997.

HUSSEY, N. E. et al. Stable isotopes and elasmobranchs: tissue types, methods, applications and assumptions. *Journal of Fish Biology*, v. 80, n. 5, p. 1449-1484, 2012.

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

MORINVILLE, G. R.; RASMUSSEN, J. B. Marine feeding patterns of anadromous brook trout (*Salvelinus fontinalis*) inhabiting an estuarine river fjord. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 63, n. 9, p. 2011-2027, 2006.

OKSANEN, J. et al. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-4. [S. l.]: [s. n.], 2022.

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

POST, D. M. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology*, v. 83, p. 703-718, 2002.

SANDOVAL-RAMÍREZ, A. et al. Feeding habits of the fishes *Euthynnus lineatus* and *Scomberomorus sierra* (Perciformes: Scombridae) in the Eastern Tropical Pacific. *Revista de Biología Tropical*, v. 68, n. 4, p. 1073-1083, 2020.

VASKE JR, T. et al. Características locais. In: ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO: HISTÓRICO E RECURSOS NATURAIS. Fortaleza, CE: NAVE/LABOMAR UFC, 2010a. p. 31-41.

VASKE JR, T. et al. Pesca. In: ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO: HISTÓRICO E RECURSOS NATURAIS. Fortaleza, CE: NAVE/LABOMAR UFC, 2010b. p. 181-188.

VASKE JR, T. et al. Peixes. In: ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO: HISTÓRICO E RECURSOS NATURAIS. Fortaleza, CE: NAVE/LABOMAR UFC, 2010c. p. 166.

VASKE JR, T. et al. Feeding strategy of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 29, p. 173-181, 2003.

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