

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA (UNISANTA)

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS**

THOMAS ALVES VIDAL

**Ecologia trófica da raia-elétrica-cega brasileira *Benthobatis krefftii*
(Torpediniformes: Narcinidae) em águas profundas do Atlântico Sudoeste**

SANTOS/SP

2026

THOMAS ALVES VIDAL

**Ecologia trófica da raia-elétrica-cega brasileira *Benthobatis krefftii*
(Torpediniformes: Narcinidae) em águas profundas do Atlântico Sudoeste.**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob a orientação da Profa. Dra. Ursulla Pereira Souza e coorientação do Prof. Dr. Otto Bismarck Fazzano Gadig.

SANTOS/SP

2026

577.77
V692e

Vidal, Thomas Alves.

Ecologia trófica da raia-elétrica-cega brasileira *Benthobatis krefftii* (Torpediniformes: Narcinidae) em águas profundas do Atlântico Sudoeste / Thomas Alves Vidal.

2026.

36 f.

Orientador: Dra. Ursulla Pereira Souza.

Coorientador: Dr. Otto Bismarck Fazzano Gadig.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Santa Cecília, Programa de pós-graduação em Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos , SP, 2026.

1. Elasmobrânquios. 2. Invertebrados bentônicos. 3. Posição trófica. 4. Ecologia de águas profundas.. I. Souza, Ursulla Pereira. II. Ecologia trófica da raia-elétrica-cega brasileira *Benthobatis krefftii* (Torpediniformes: Narcinidae) em águas profundas do Atlântico Sudoeste.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de Mestrado, aos laboratórios LABOMAC e ELASMOBRASIL, à UNISANTA e à UNESP, pela disponibilização das estruturas, e apoio financeiro que possibilitaram a execução deste trabalho.

Agradeço à Profa. Dra. Ursulla pela oportunidade de trabalhar ao seu lado e pela orientação ao longo desses dois anos no laboratório. Sou imensamente grato por todos os aprendizados, pelas oportunidades oferecidas e por sua contribuição constante para minha formação acadêmica e pessoal. Apesar dos desafios que envolveram meu mestrado, você aceitou me orientar nesse projetinho “Projetinho não, projetão spot”, mesmo eu sendo mais um da cidade dos loucos famosa Itapira, e abriu inúmeras portas para mim. Além de tudo o que aprendi academicamente, fazer parte do LABOMAC, construir novas amizades e conviver com pessoas de diferentes trajetórias me ensinou muito. Encerro este ciclo levando comigo a importância de uma boa agenda física, de um cafézinho e de uma cervejinha pós-expediente.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Otto, agradeço sinceramente por ter aceitado me coorientar, por disponibilizar toda a estrutura e o material necessários ao desenvolvimento deste trabalho e por todos os conhecimentos, oportunidades e momentos de descontração compartilhados ao longo desses dois anos. Assim como mencionei sobre o LABOMAC, integrar o ELASMOBRASIL permitiu que eu construísse novas amizades e aprendesse a me adaptar a diferentes laboratórios, cada um com seus ritmos e modos de trabalho. Apesar das diferenças, todos compartilham a mesma paixão pelo que fazem, e isso foi profundamente inspirador e fundamental para minha formação acadêmica e pessoal. Se eu precisasse resumir toda a minha gratidão em uma única palavra, ela seria: **“chamaaaaaaa”**

Ao Prof. Dr. Rafael, deixo meu sincero agradecimento por todo o apoio que tornou este mestrado possível. Desde a graduação, você abriu caminhos que me conduziram à parceria com a Ursulla e o Otto, essencial para o desenvolvimento deste trabalho. Também sou profundamente grato pelo apoio financeiro e pela orientação sempre presente ao longo dessa jornada. Tudo o que aprendi e conquistei carrega a marca da sua confiança, dedicação e generosidade. Além de ser uma grande referência acadêmica e profissional para mim, sou profundamente grato por ter a sua amizade.

Ao laboratório LABOMAC e à Unisanta, pela disponibilização das estruturas, e apoio financeiro que possibilitaram a execução deste trabalho.

Aos colegas dos laboratórios LABOMAC, LECTA e ELASMOBRASIL especialmente João, Amanda, Sol, Titi, Baygon, Gustavo, Pedro, Nathalia, Sophia, Rockstar, Marédi, Núbia, Diana, Hobbit e Lia, minha sincera gratidão pela parceria, pelo companheirismo e pelos momentos compartilhados.

Aos meus amigos da XIX em especial Eduardo, Bruno, Matheus, Marta, Carlos, Carminha, Continência, Diana, Lei Seca, Sea e Quente e à minha república Roskovu, aos colegas do LAS, ao Sandrão, Traíra, Juliano, Bruno, Arthur e Lucilly agradeço pela amizade, apoio e leveza ao longo desta jornada.

Por fim, agradeço à minha família, especialmente aos meus pais, Airton e Suziara, ao meu irmão Thiers e aos meus avós Maria e Narciso, e Benedito e Katharina, por compartilharem comigo conhecimentos, valores e experiências, e por sempre me apoiarem ao longo de toda a minha trajetória acadêmica.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Resumo

As pressões antrópicas sobre os ecossistemas marinhos, incluindo a expansão da pesca e da mineração em águas profundas, têm intensificado as ameaças aos elasmobrânquios dessas regiões, ainda pouco estudados devido à dificuldade de acesso e aos elevados custos de amostragem. Estudos de ecologia trófica são essenciais para compreender o papel dessas espécies na estrutura dos ecossistemas e subsidiar estratégias de conservação, mas permanecem escassos para ambientes profundos. Neste estudo, foi analisada a dieta da raia-elétrica-cega-brasileira *Benthobatis krefftii* e estimadas sua amplitude de nicho e posição trófica. Partiu-se da hipótese de que, devido à ausência de visão e ao hábito batibentônico em águas profundas do talude continental, a espécie apresenta dieta dominada por invertebrados bentônicos de baixa mobilidade, associada a uma baixa amplitude de nicho e posição trófica intermediária. Foram analisados tratos gastrointestinais de 125 indivíduos e a dieta foi quantificada por meio dos índices de abundância específica por peso de presa (%PW), frequência de ocorrência (%FO) e índice composto (%W). A maioria dos exemplares analisados era composta por fêmeas (64,8%) e adultos (85,6%), enquanto os machos representaram 35,2% e os juvenis 14,4% da amostra. Foram identificados 35 tipos de presas, com predomínio de poliquetas e crustáceos e ausência de peixes na dieta. Esses resultados corroboram a hipótese proposta, evidenciando o predomínio de invertebrados bentônicos de baixa mobilidade na dieta da espécie. A baixa amplitude de nicho trófico ($B_i = 0,15$) indica uma dieta relativamente estreita, marcada pelo consumo predominante de poucos grupos de presa. A posição trófica média ($PT = 3,58$) indica que *B. krefftii* atua como um mesopredador invertívoro, contribuindo para a compreensão de seu papel ecológico em comunidades bentônicas de águas profundas.

Palavras-Chave: elasmobrânquios, invertebrados bentônicos, posição trófica, ecologia de águas profundas.

**Trophic ecology of the Brazilian blind electric ray *Benthobatis krefftii*
(Torpediniformes: Narcinidae) in deep waters of the Southwestern Atlantic**

Abstract

Anthropogenic pressures on marine ecosystems, including the expansion of fishing and deep-sea mining, have intensified threats to the elasmobranchs inhabiting these regions, which remain poorly studied due to the difficulty of access and the high costs of sampling. Trophic ecology studies are essential to understand the role of these species in ecosystem structure and to support conservation strategies, but they remain scarce for deep-sea environments. In this study, the diet of the Brazilian blind electric ray *Benthobatis krefftii* was analyzed, and its niche breadth and trophic position were estimated. The hypothesis was that, due to the absence of vision and its bathybenthic habit in deep waters of the continental slope, the species exhibits a diet dominated by low-mobility benthic invertebrates, associated with a narrow niche breadth and an intermediate trophic position. Gastrointestinal tracts from 125 individuals were analyzed, and the diet was quantified using the prey-specific abundance by weight (%PW), frequency of occurrence (%FO), and composite index (%W). Most of the analyzed specimens were females (64.8%) and adults (85.6%), whereas males represented 35.2% and juveniles 14.4% of the sample. Thirty-five prey types were identified, with polychaetes and crustaceans predominating and the absence of fish in the diet. These results corroborate the proposed hypothesis, demonstrating the predominance of low-mobility benthic invertebrates in the species' diet. The low trophic niche breadth ($Bi = 0.15$) indicates a relatively narrow diet, characterized by the predominant consumption of a few prey groups. The mean trophic position ($TP = 3.58$) indicates that *B. krefftii* acts as an invertivorous mesopredator, contributing to the understanding of its ecological role in deep-sea benthic communities.

Keywords: elasmobranchs, benthic invertebrates, trophic position, deep-sea ecology

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Exemplar juvenil de *Benthobatis krefftii*, capturado ao longo da costa do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil (Atlântico Sudoeste). Foto: Thomas Alves Vidal. 15
- Figura 2.** Area de estudo. A cor cinza indica o Estado de São Paulo. A linha vermelha mais espessa representa a área e profundidade de coleta das amostras (entre 100 e 500 m). 15
- Figura 3.** (a) Frequência relativa (%) dos graus de repleção estomacal (%). (b) Comprimento total (mm) e (c) peso (g) dos espécimes de *Benthobatis krefftii*, separados por sexo. 19
- Figura 4.** Curva de rarefação (linha contínua) e extrapolação (linha tracejada) do número de presas em função do número de estômagos analisados para *Benthobatis krefftii*. A área sombreada representa o intervalo de confiança. 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tipos de presas identificados na dieta de *Benthobatis krefftii*, com seus respectivos valores de frequência de ocorrência (%FO), abundância específica por peso de presa (%PW), e índice composto (%W). NID = Não identificados. 21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IUCN	International Union for Conservation of Nature (IUCN)
GR	Grau de Repleção Estomacal
TGIs	Tratos Gastrointestinais
PT	Posição trófica
CT	Comprimento total
NID	Não identificados
%W	Índice composto
%PW	Abundância específica por peso de presa
%FO	Frequência de ocorrência

Sumário_Toc225865497

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1. Coleta de dados.....	14
2.2. Análise de dados	16
3. RESULTADOS	18
4. DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÃO.....	27
6. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

A subclasse Elasmobranchii (tubarões e raias) possui cerca de 1.150 espécies que, por ocuparem posições tróficas elevadas, exercem importante papel no controle da biomassa e na dinâmica populacional de suas presas (Camhi *et al.*, 1998; Weigmann, 2016). No entanto, devido a seus padrões biológicos, como baixa fecundidade, crescimento lento, maturação tardia e alta longevidade, muitas espécies encontram-se ameaçadas de extinção, principalmente em função da mortalidade decorrente da pesca em diferentes modalidades e escalas (Bendall *et al.*, 2011). Entre as possíveis consequências estão a inversão nos padrões de abundância entre níveis tróficos e o desequilíbrio na oferta de alimento e no fluxo de energia nos ecossistemas (Estes *et al.*, 1998; Pace *et al.*, 1999; Queiroz *et al.*, 2019).

As pressões antrópicas sobre os ecossistemas marinhos têm aumentado de forma contínua e, com a expansão da atividade pesqueira e da mineração em águas profundas, representam fortes ameaças aos elasmobrânquios que habitam esses ambientes, comprometendo sua integridade ecológica e conservação (Van Dover, 2011; Norse *et al.*, 2012; Mengerink *et al.*, 2014). Além disso, os elasmobrânquios de águas profundas apresentam ciclos biológicos mais lentos quando comparados às espécies costeiras e pelágicas, o que os torna menos produtivos e mais suscetíveis a impactos ambientais, resultando em menores taxas de recuperação populacional (Simpfendorfer & Kyne, 2009).

Segundo a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), muitos elasmobrânquios de águas profundas estão classificados em categorias de ameaça (Vulnerável, Em Perigo ou Criticamente em Perigo) ou como Dados Insuficientes (IUCN, 2021). No entanto, a maioria dessas espécies habita ambientes remotos e de difícil acesso, tornando esses ecossistemas ainda

pouco estudados, devido aos altos custos operacionais e às exigências logísticas associadas à sua amostragem (Brooks *et al.*, 2015; Walls & Dulvy, 2020). Nesse contexto, estudos sobre a dieta são essenciais para compreender a ecologia trófica das espécies e seu papel na dinâmica alimentar dos ecossistemas marinhos. Essas informações contribuem para o conhecimento da história natural dos elasmobrânquios e fornecem subsídios para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo (Heithaus, 2004; Ebert & Bizzarro, 2007; Simpfendorfer *et al.*, 2011; Braga *et al.*, 2012).

As raias elétricas da família Narcinidae são, em sua maioria, de pequeno a médio porte. Entre seus representantes, algumas espécies habitam taludes continentais em profundidades que podem atingir cerca de 1000 m, como aquelas pertencentes ao gênero *Benthobatis*. Esse gênero é composto por apenas quatro espécies conhecidas no mundo, caracterizadas como batibentônicas e com ocorrência em regiões tropicais e subtropicais, em profundidades que variam aproximadamente de 274 a 1071 m. Um aspecto morfológico marcante do grupo é a presença de olhos reduzidos e vestigiais em todas as espécies. No entanto, a visão baixa ou ausente em alguns elasmobrânquios pode ser compensada pelo uso de outros sistemas sensoriais altamente desenvolvidos, como, por exemplo, eletrorrecepção e mecanorrecepção, importantes na navegação, bem como na detecção e captura de presas (Alcock, 1898; Bean & Weed, 1909; Bigelow & Schroeder, 1953; Carvalho, 1999; Carvalho *et al.*, 2003; McEachran & Carvalho, 2002).

No Brasil, ocorre apenas uma espécie do gênero, a raia-elétrica-cega-brasileira *Benthobatis krefftii* Rincón, Stehmann & Vooren, 2001, única do gênero que apresenta olhos vestigiais recobertos por pele (Rincón *et al.*, 2001). Seu comprimento total chega a 299 mm nas fêmeas e 243 mm nos machos. O comprimento no qual 50% dos indivíduos atingem a maturidade sexual é de 191 mm para as fêmeas e 176 mm para os machos (Martins & Gadig, 2019). Sua distribuição é restrita ao Atlântico Sudoeste, ao longo do

talude continental das regiões Sul e Sudeste do Brasil, em profundidades entre 400 e 600 m. Trata-se de uma espécie ainda pouco conhecida sob o ponto de vista biológico, com poucos estudos realizados. Entre eles, destacam-se o estudo sobre aspectos reprodutivos, alimentares e anatômicos de exemplares amostrados na costa do Rio Grande do Sul (Rincón, 1997), além de estudos sobre biologia reprodutiva e estrutura populacional de indivíduos procedentes da costa de São Paulo e Santa Catarina (Bini *et al.*, 2015; Martins & Gadig, 2019).

Em um estudo sobre a alimentação de exemplares da costa do Rio Grande do Sul, Rincón (1997) analisou 37 estômagos de *B. krefftii* e classificou a espécie como predadora invertívora, com registro de poliquetas, isópodos, anfípodos e crustáceos (não identificados) em sua dieta. Embora esse estudo represente uma das poucas informações disponíveis sobre a ecologia trófica da espécie no Brasil, a amplitude de nicho trófico e a posição trófica de *B. krefftii* não foram avaliadas (Rincón, 1997).

Assim, ainda permanecem lacunas sobre a diversidade de recursos explorados por *B. krefftii* e sobre seu papel ecológico em ambientes bentônicos profundos, especialmente na costa de São Paulo. Nesse contexto, compreender a dieta da espécie nessa região é fundamental para ampliar o conhecimento sobre sua ecologia trófica e subsidiar estratégias de conservação, especialmente considerando que a espécie é classificada como Vulnerável (VU) pela IUCN, em função de sua distribuição geográfica restrita e da suscetibilidade a impactos decorrentes da pesca em águas profundas, principalmente em arrastos direcionados à captura de lulas, nos quais a espécie é capturada de forma incidental (Rincón *et al.* 2017; IUCN, 2021).

O presente estudo teve como objetivo analisar a composição da dieta de *B. krefftii* e estimar sua amplitude de nicho e posição trófica. Considerando sua ausência de visão, seu hábito batibentônico em águas profundas do talude continental e as características

ambientais associadas a esse habitat, levantou-se a hipótese de que a espécie apresenta dieta dominada por invertebrados bentônicos de baixa mobilidade, associada a uma baixa amplitude de nicho e a uma posição trófica intermediária.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Coleta de dados

Os exemplares de *Benthobatis krefftii* (Figura 1) utilizados neste estudo foram capturados ao longo no talude continental da costa do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil (Atlântico Sudoeste), entre os municípios de Cananéia e Santos (25°44'-25°45'S /45°09'-45°11'W e 26°09'-26°10'S /45°45' - 45°47'W) (Figura 2). As coletas ocorreram durante um cruzeiro científico realizado em agosto de 2003 a bordo do Navio de Pesquisa "Soloncy Moura", pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul (CEPSUL), ligado ao Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (Licença nº 13893-1). O equipamento de pesca empregado foi uma rede de arrasto bentônico, operando entre 100 e 500 m de profundidade. Todas os exemplares de elasmobrânquios coletados, incluindo a espécie em estudo, foram registrados com número de campo, congelados e posteriormente, no laboratório, foram fixados em formalina a 10% e conservados em álcool 70%.



Figura 1. Exemplar juvenil de *Benthobatis krefftii*, capturado ao longo da costa do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil (Atlântico Sudoeste). Foto: Thomas Alves Vidal.

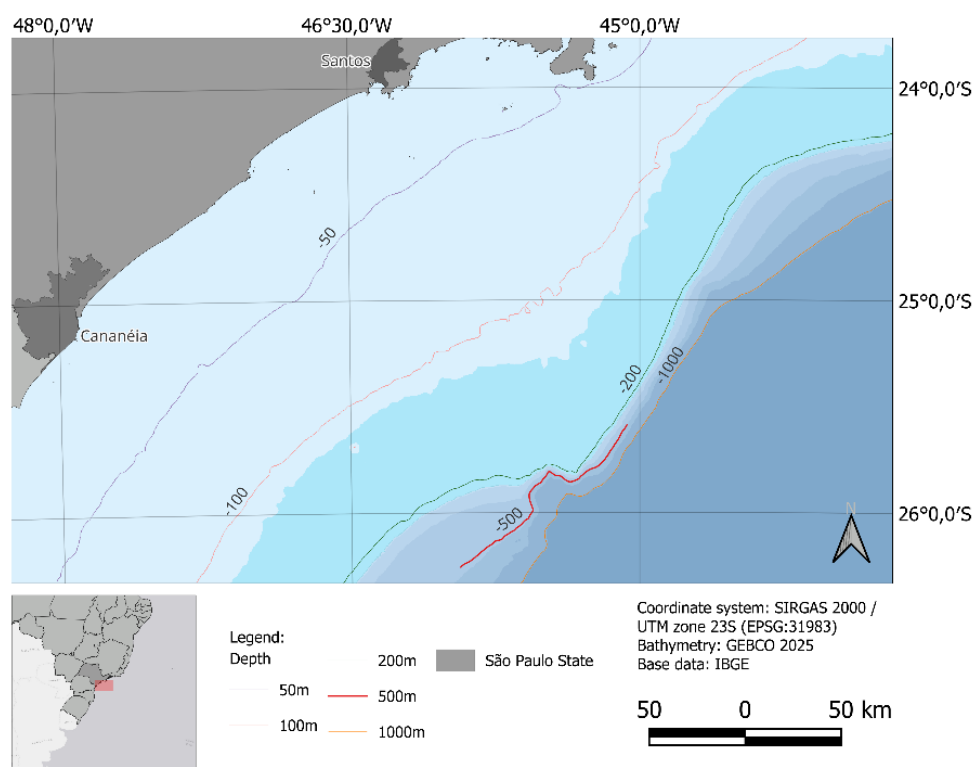


Figura 2. Área de estudo. A cor cinza indica o Estado de São Paulo. A linha vermelha mais espessa representa a área e profundidade de coleta das amostras (entre 100 e 500 m).

De cada exemplar, foram tomados os dados de comprimento total – CT (em mm), sexo (presença ou ausência de cláspes) e o peso total – PT (em g). Após a evisceração dos exemplares, os aparelhos gastrointestinais foram removidos e mantidos em frascos individuais com álcool 70%, para posterior dissecação e análise dos parâmetros alimentares.

O grau de repleção estomacal (GR) foi avaliado visualmente antes da dissecação, e classificado em cinco categorias: 0% (vazio), 25% (pouco cheio), 50% (meio cheio), 75% (quase cheio) e 100% (completamente cheio).

Para a análise da dieta, os tratos gastrointestinais (TGIs) foram removidos, seccionados e o conteúdo extraído em placa de Petri. Todos os tipos de presas foram identificados até o menor nível taxonômico possível (geralmente Família) utilizando bibliografia especializada (Bruce, 1981; Brusca & Iverson, 1985; Amaral & Nonato, 1996; Müller, 1993; Araújo-Silva & Larsen, 2012; Lowry & Myers, 2017). Em seguida, cada tipo de presa foi pesado em balança analítica com precisão de 0,001 g, para a quantificação da dieta.

2.2. Análise de dados

Os valores de comprimento total (mm) e peso (g) dos exemplares de *B. krefftii* foram apresentados separadamente para cada sexo como média $\pm$ desvio padrão (DP), e comparados por meio de testes t de Student.

Para avaliar a suficiência amostral e o acúmulo dos diferentes tipos de presas em função do número de estômagos analisados, foram geradas curvas de rarefação e extrapolação utilizando o pacote iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016) no software R. As curvas foram construídas a partir de dados de presença ou ausência dos tipos de presas, utilizando o estimador Chao1 ($q = 0$), permitindo avaliar a taxa de acúmulo de novos tipos de presas à medida que mais amostras são adicionadas.

A composição da dieta foi analisada com base em dados de presença/ausência das presas nos estômagos e em dados gravimétricos das presas, utilizando a frequência de ocorrência (%FO) e a abundância específica por peso da presa (%PW). Mesmo na ausência de dados de abundância numérica (%PN), essa abordagem fornece uma estimativa robusta da importância dos diferentes tipos de presas em termos de biomassa, sendo particularmente adequada para estudos com elevado grau de digestão do conteúdo alimentar. Para isso a abundância específica por peso de presa (%PW) foi calculada como a média da proporção do peso de cada categoria de presa em relação ao conteúdo estomacal total, considerando exclusivamente os estômagos nos quais a presa ocorreu. A frequência de ocorrência (%FO) foi estimada com base no número de estômagos em que determinada presa ocorreu, em relação ao total de estômagos analisados. A partir dessas métricas, a importância relativa das presas foi expressa através do índice composto (%W) (Brown *et al.*, 2012), expresso como:

$$\%W = FO\% \times PW\%$$

A amplitude de nicho trófico foi estimada utilizando o índice padronizado de Levins (B_i) (Levins, 1968). O índice de Levins (B_i) para o predador (i) é calculado considerando o número de categorias de presas em sua dieta (n), e a proporção (P_{ij}) da categoria de presa j utilizada pelo predador i , sendo calculado como:

$$B_i = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{\sum P_{ij}^2} - 1 \right)$$

Os valores do índice de Levins (B_i) variam de 0 a 1, de modo que valores próximos de 0 indicam uma dieta mais especializada, composta por poucas presas, enquanto valores próximos de 1 indicam uma dieta mais generalista.

A posição trófica das presas (PT_i) foi baseada em Ebert & Bizzarro (2007), que compilaram valores de diversos estudos sobre presas consumidas por raias. A posição

trófica do predador (PT) foi calculada a partir da equação proposta por Christensen & Pauly (1992), em que CD_{ij} , representa a proporção da presa j na dieta da espécie i :

$$PT = 1 + \left(\sum_{j=1}^n CD_{ij} \times TP_j \right)$$

Por meio dessa equação, é possível determinar a posição trófica da espécie em relação às suas presas e compará-la à de outros elasmobrânquios. De modo geral, os invertebrados apresentam posição trófica inferior variando entre 2,5 e 3,28, enquanto os peixes apresentam média em torno de 3,24 e os condrictes cerca de 3,65.

Todas as análises foram realizadas no software R versão 4.5.1, adotando o nível de significância de $\alpha = 5\%$.

3. RESULTADOS

Foram analisados 125 espécimes de *B. krefftii*, dos quais 64,8% fêmeas ($n = 81$) e 35,2% machos ($n = 44$). A maioria dos indivíduos foi composta por adultos (85,6%), enquanto os juvenis representaram apenas 14,4% da amostra ($n = 18$). Em relação ao grau de repleção estomacal (GR), a maior parte dos estômagos apresentou GR = 25% (52,75%), sem registro de estômagos vazios entre os exemplares analisados (Figura 3a).

O comprimento total das fêmeas variou de 118 a 261 mm, enquanto o dos machos variou de 118 a 256 mm. As fêmeas foram, em média, maiores ($208 \text{ mm} \pm 30,3 \text{ mm}$; $t = 3,70$; $p < 0,001$) e mais pesadas ($73 \text{ g} \pm 26,4 \text{ g}$; $t = 5,78$; $p < 0,001$) do que os machos ($187 \text{ mm} \pm 29,9 \text{ mm}$; $52,5 \text{ g} \pm 13,1 \text{ g}$) (Figura 3b,c).

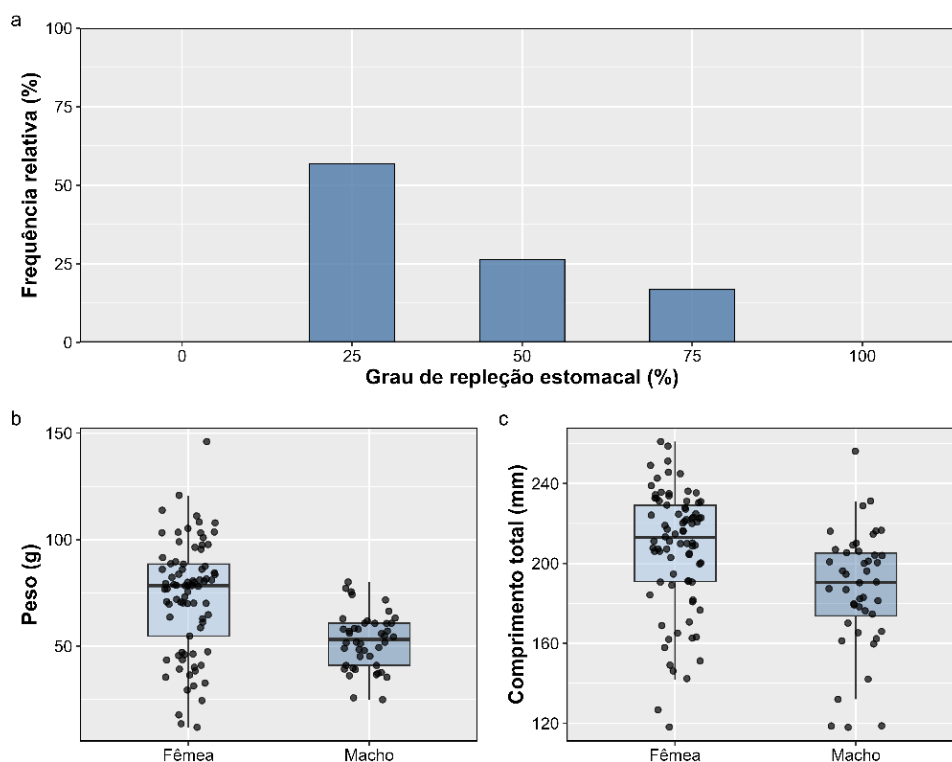


Figura 3. (a) Frequência relativa (%) dos graus de repleção estomacal (%). (b) Comprimento total (mm) e (c) peso (g) dos espécimes de *Benthobatis kreffii*, separados por sexo.

A curva de rarefação dos tipos de presas consumidas por *B. kreffii* indicou suficiência amostral, com tendência à estabilização da riqueza de itens alimentares à medida que o número de estômagos analisados aumentou (Figura 4).

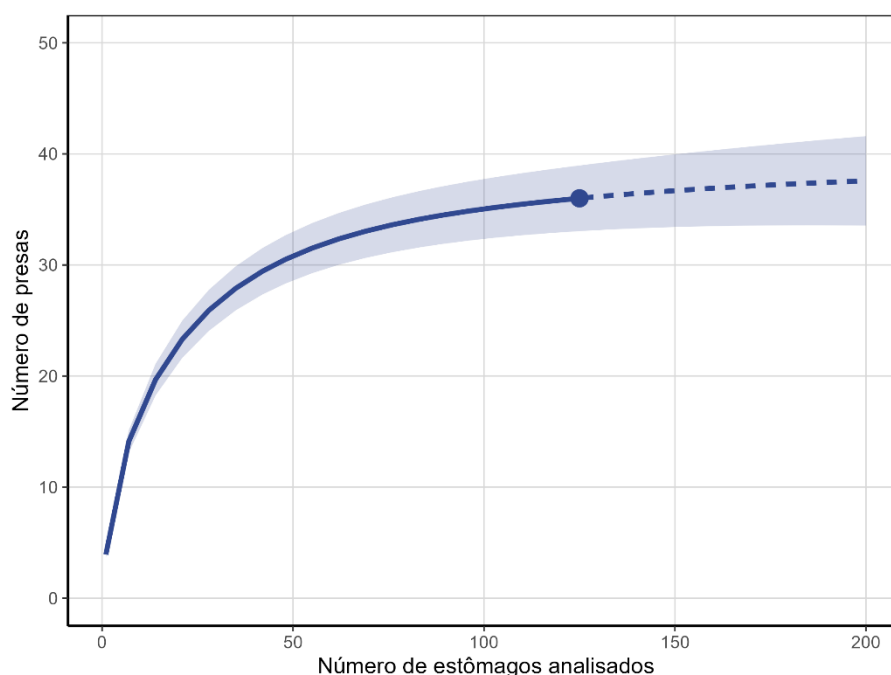


Figura 4. Curva de rarefação (linha contínua) e extrapolação (linha tracejada) do número de presas em função do número de estômagos analisados para *Benthobatis krefftii*. A área sombreada representa o intervalo de confiança.

Foram identificados 35 tipos de presas (Tabela 1). Para cada presa foi calculado o %W individual e ao nível taxonômico de Ordem, com exceção de Polychaeta, para o qual foi considerado o valor total da Classe. A dieta foi composta por invertebrados bentônicos, sendo Polychaeta (W=37,70%), Crustacea NID (W=27,31%) e Tanaidacea (W=14,35%) as categorias mais representativas.

A amplitude de nicho trófico de *B. krefftii* foi de $B_i = 0,15$, enquanto a posição trófica média estimada foi de $PT = 3,58$.

Tabela 1. Tipos de presas identificados na dieta de *Benthobatis kreffti*, com seus respectivos valores de frequência de ocorrência (%FO), abundância específica por peso de presa (%PW), e índice composto (%W). NID = Não identificados.

Tipos de presas	%FO	%PW	%W
ANNELIDA			
Polychaeta NID	40,80	30,68	12,51
Eunicida	39,20	47,87	18,76
<i>Pherusa</i> sp.	4,80	21,26	1,02
Oweniidae	4,80	27,14	1,30
Glyceridae	5,60	9,55	0,53
<i>Hemipodus</i> sp.	1,60	16,52	0,26
Goniadidae	9,60	14,99	1,43
<i>Goniada</i> sp.	2,40	6,45	0,15
<i>Goniadides</i> sp.	2,40	8,13	0,19
Sipuncula	4,00	38,98	1,55
Total Polychaeta		221,57	37,70
CRUSTACEA			
Crustacea NID	56,8	48,09	27,31
Tanaidacea NID	50,4	27,99	14,10
Apseudidae	2,40	9,73	0,23
Paratanaididae	1,60	1,46	0,02
Total Tanaidacea		39,18	14,35
Isopoda NID	10,40	12,56	1,30
Paranthuridae	4,00	4,62	0,18
<i>Paranthura</i> sp.	0,80	6,25	0,05
<i>Bathynathia</i> sp.	3,20	25,82	0,82
<i>Gnathia</i> sp.	2,40	6,96	0,16
Anthuroidea	18,2	3,83	0,49
Cirolanidae	7,20	30,90	2,22
Serolidae	5,60	6,79	0,38
Aegidae	0,80	25,35	0,20
Total Isopoda		97,26	5,80
Amphipoda NID	16,00	9,16	1,46
Gammaridae	4,00	15,74	0,62
Liljeborgiidae	18,40	6,27	1,15
Corophiidae	0,80	41,42	0,33
Total Amphipoda		72,59	3,56
Ingolfiellida	4,00	6,12	0,24
Cumacea	12,80	5,64	0,72
Mysida	0,80	24,27	0,19
Copepoda	2,4	8,36	0,20
Stomatopoda	4,80	6,88	0,33
Ovos de invertebrados	10,40	10,32	1,07
NEMATODA	38,4	20,19	7,75
MATERIAL ORGÂNICO NID	1,60	0,45	0,01

4. DISCUSSÃO

Este estudo amplia o conhecimento sobre a ecologia trófica de *Benthobatis krefftii*, uma raia elétrica pouco conhecida, desprovida de visão e habitante de águas profundas da costa de São Paulo. O dimorfismo sexual em tamanho e peso aqui observado está possivelmente relacionado ao ciclo reprodutivo, em que fêmeas exibem maiores dimensões, padrão já descrito para a espécie e comumente observado em elasmobrânquios (Martins & Gadig, 2019). O grau de repleção estomacal indica um possível padrão de alimentação contínua, evidenciado pelo elevado número de estômagos com níveis intermediários de repleção. Entretanto, como as amostras foram coletadas em curto intervalo temporal, variações sazonais ou ciclos diários, não analisados neste estudo, podem influenciar a interpretação dos resultados obtidos. Além disso, a composição dos conteúdos estomacais também pode ter sido afetada por regurgitação induzida pelo estresse da captura. A análise dos conteúdos estomacais sugere que *B. krefftii* apresenta comportamento de predador invertívoro, explorando principalmente invertebrados bentônicos de baixa mobilidade associados à infauna, como poliquetas. Sua posição trófica média sugere que a espécie ocupa uma posição intermediária na cadeia alimentar, caracterizando-se como um mesopredador em ambientes bentônicos profundos.

O baixo valor de amplitude de nicho trófico observado para *B. krefftii* indica uma dieta relativamente estreita, marcada pelo consumo predominante de poucos grupos de presas. No entanto, como este estudo não avaliou diretamente a disponibilidade de recursos alimentares no ambiente, esse padrão não deve ser interpretado necessariamente como evidência de especialização alimentar no sentido estrito, mas como reflexo da dieta efetivamente observada nos indivíduos analisados. A predominância de invertebrados bentônicos de baixa mobilidade pode estar associada às características do habitat

batibentônico ocupado pela espécie, onde a composição e a disponibilidade de presas tendem a ser influenciadas pela profundidade e pelas condições locais do substrato. Nesse contexto, a baixa amplitude de nicho estimada pode refletir tanto restrições ambientais quanto a exploração recorrente dos recursos mais acessíveis no ambiente, sem que seja possível distinguir, com os dados disponíveis, entre seletividade alimentar e disponibilidade local de presas. Esse padrão é compatível com estudos sobre a biodiversidade bentônica no sudeste do Brasil, os quais indicam redução na diversidade de invertebrados com o aumento da profundidade, particularmente entre 300 e 500 m (Amaral & Rossi-Wongtschowski, 2005).

Resultados semelhantes foram observados em nove espécies de peixes (Teleostei) demersais, coletadas na mesma região entre 100 e 600 m de profundidade, nos quais os invertebrados também apresentaram grande importância na dieta da maioria das espécies analisadas (Muto *et al.*, 2005). Entre as presas registradas por Muto *et al.* (2005), isópodes, tanaidáceos, anfípodes, cumáceos, copépodes, misidáceos e estomatópodes, também foram observadas na dieta de *B. krefftii*. Além disso, os autores registraram variação na predominância de determinadas presas ao longo do gradiente batimétrico, com indivíduos da plataforma continental apresentando dietas dominadas por peixes, enquanto indivíduos do talude apresentaram dietas predominantemente compostas por crustáceos. Esse padrão sugere que, com o aumento da profundidade, os invertebrados bentônicos podem assumir maior importância na dieta de predadores demersais, possivelmente em associação com mudanças na composição dos recursos disponíveis nesses ambientes (Muto *et al.*, 2005).

Além da baixa disponibilidade de presas, também o predomínio de invertebrados bentônicos na dieta de *B. krefftii* pode estar relacionado às limitações sensoriais decorrentes da ausência de visão. Em ambientes profundos, onde a luminosidade é

extremamente reduzida, muitos elasmobrânquios dependem de outros sistemas sensoriais para localizar presas (Kempster *et al.*, 2012; Haueisen & Reis, 2024). Nesse contexto, presas bentônicas de baixa mobilidade tendem a ser mais facilmente detectadas e capturadas, o que pode explicar sua predominância na dieta de *B. krefftii*, bem como a ausência de presas mais ativas, como peixes.

A comparação da dieta de *B. krefftii* com a de outras raia de águas profundas, como *Bathyrāja griseocauda* (Norman, 1937), *Bathyrāja cousseauae* Díaz de Astarloa & Mabragaña, 2004, *Bathyrāja multispinis* (Norman, 1937) e *Bathyrāja scaphiops* (Norman, 1937), que apresentam comprimentos totais variando de 191 a 922 mm e ocorrem ao longo da costa argentina em profundidades entre 77 e 403 m, mostra que, embora não sejam espécies sintópicas, essas raia apresentam dietas mais diversificadas do que *B. krefftii*. Essa diferença pode estar associada ao maior tamanho corporal e à maior capacidade locomotora, os quais influenciam a exploração de diferentes tipos de presas, resultando em um nicho trófico mais amplo e variável entre as espécies. Nesse grupo, *B. multispinis* não apresenta registros de consumo de peixes, com predominância de crustáceos decápodes, enquanto *B. cousseauae* e *B. scaphiops* apresentam peixes como principais presas, ao passo que em *Bathyrāja griseocauda* os anfípodes predominam. Embora os peixes sejam importantes em algumas espécies, os invertebrados bentônicos permanecem como um componente fundamental na dieta de raia de águas profundas (Belleggia *et al.*, 2008). Em contraste, *Gurgesiella dorsalifera* McEachran & Compagno, 1980, espécie sintópica e de menor porte (115 – 207 mm de largura de disco), apresenta dieta composta principalmente por pequenos peixes e crustáceos (misidáceos, copépodes e decápodes), diferindo de *B. krefftii* pela maior frequência de presas mais ativas (Rincón *et al.*, 2008).

Esses padrões indicam que, embora o tamanho corporal contribua para a variação na composição da dieta entre espécies de *Bathyraja*, essa variável, isoladamente, não explica a ausência de peixes na dieta de *B. krefftii*. Considerando espécies com sobreposição espacial e porte relativamente semelhante, como *B. krefftii* e *G. dorsalis*, as diferenças na composição da dieta parecem estar mais fortemente associadas a características funcionais relacionadas à morfologia e ao modo de forrageamento. Dessa forma, a ausência de peixes na dieta provavelmente não parece refletir apenas a disponibilidade de presas, mas também diferenças funcionais que podem moldar a estratégia alimentar da espécie.

Embora não haja dados robustos sobre aspectos anatômicos e funcionais da biologia sensorial de *B. krefftii*, tais informações sobre outras espécies de Narcinidae permitem inferir, de forma comparativa, sobre seu comportamento alimentar. Em *Narcine bancroftii* (Griffith & Smith, 1834), foi descrito um mecanismo de alimentação por sucção, no qual articulações mandibulares flexíveis se comprimem em direção ao centro da cabeça, permitindo a protrusão da mandíbula em até 100% do comprimento cefálico e a formação de um tubo oral cônico (Dean & Motta, 2004, 2008, como *Narcine brasiliensis*). Esse mecanismo permite escavar o sedimento, gerando pressão negativa para sugar presas da infauna, como poliquetas, e promove o peneiramento do substrato por movimentos repetidos de protrusão mandibular, retendo as presas nos dentes voltados para o interior da boca e evitando a ingestão direta do sedimento. Neste estudo, o sedimento presente nos estômagos de *B. krefftii* esteve sempre associado a presas detritívoras, sem partículas livres, sugerindo que um mecanismo semelhante de separação do alimento pode ocorrer nessa espécie. Ainda assim, são necessários estudos adicionais para elucidar aspectos comportamentais da alimentação de *B. krefftii*, uma vez que, embora pertença à mesma família que *N. bancroftii*, possivelmente ambas não

compartilham os mesmos padrões tróficos, dada a grande diferença nos parâmetros abióticos e características do ambiente onde cada espécie habita (costeiro de águas rasas para *N. bancrofti* e talude a grandes profundidades para *B. krefftii*).

A posição trófica (PT) média estimada *Benthobatis krefftii* (PT = 3,58) está dentro da faixa registrada por Ebert & Bizzarro (2007), que estimaram valores entre 3,48 e 4,22 para 60 espécies de raias. Nesse estudo, os maiores valores de PT foram associados a espécies que apresentaram peixes como componente importante da dieta, contribuindo para o aumento da posição trófica estimada. Por exemplo, *Bathyraja griseocauda* (PT = 4,09) apresentou valor superior ao registrado para *B. krefftii*, principalmente pelo consumo de presas de maior nível trófico, como peixes. Em contraste, espécies com valores de PT próximos aos de *B. krefftii* apresentaram dietas compostas predominantemente por invertebrados, com baixa ou nenhuma participação de presas de níveis tróficos mais elevados. Dessa forma, a posição trófica de *B. krefftii* é compatível com uma dieta baseada sobretudo em invertebrados, sendo relativamente inferior à de raias que incorporam peixes de forma mais expressiva na dieta.

As regiões de águas profundas apresentam características ambientais singulares, como alta pressão hidrostática, ausência quase completa de luz, baixas temperaturas e disponibilidade limitada de alimentos (Ramirez-Llodra *et al.*, 2010; Danovaro *et al.*, 2014). O substrato é predominantemente formado por sedimentos moles, e as comunidades de macrofauna bentônica associadas a esses ambientes estão entre as mais representativas em termos de área ocupada (Snelgrove, 1998; Gray, 2002). Em abundância e diversidade, destacam-se os poliquetas, crustáceos e moluscos, que exercem papéis fundamentais nos processos de produção secundária, bioturbação e bioirrigação dos sedimentos (Grassle & Maciolek, 1992; Snelgrove, 1998; Zhang *et al.*, 2010; Brandt *et al.*, 2018).

Considerando essa disponibilidade de presas e a posição trófica média estimada para *B. krefftii* (PT = 3,58), sua presença pode desempenhar um papel relevante na dinâmica da comunidade bentônica, contribuindo para o equilíbrio ecológico por meio da bioturbação associada à sua atividade alimentar. Essas perturbações no substrato são fundamentais para a estruturação das comunidades bentônicas, tanto pelo controle populacional de presas quanto pelo aumento do acesso de predadores secundários e pela criação de novos micro-habitats que favorecem processos de recolonização (Thrush *et al.*, 1994; O'Shea *et al.*, 2012). Nesse contexto, os resultados do presente estudo contribuem para a compreensão do papel ecológico de *B. krefftii* em ecossistemas profundos, fornecendo subsídios para a conservação de espécies e habitats ainda pouco conhecidos.

5. CONCLUSÃO

Benthobatis krefftii apresenta dieta predominantemente composta por invertebrados bentônicos de baixa mobilidade, caracterizando-se como mesopredador invertívoro. A baixa amplitude de nicho indica uma dieta relativamente estreita, marcada pelo consumo predominante de poucos grupos de presas, sem permitir distinguir se esse padrão resulta de seletividade alimentar ou da disponibilidade local de recursos. Esses resultados ampliam o conhecimento sobre a ecologia trófica da espécie e contribuem para a compreensão de seu papel ecológico em ecossistemas bentônicos profundos do Atlântico Sudoeste.

6. REFERÊNCIAS

Alcock, A. W. (1898). Natural history notes from H. M. Indian marine survey ship "Investigator," Commander T. H. Heming, R. N., commanding. Series II, No. 25. A note on the deep-sea fishes, with descriptions of some new genera and species, including

another probably viviparous ophidioid. *Annals and Magazine of Natural History, Series* 7, 2(8), 136–156.

Amaral, A. C. Z., & Nonato, E. F. (1996). *Annelida Polychaeta: Características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira*. Campinas, SP: Editora da UNICAMP.

Amaral, A. C. Z., & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (Coords.). (2005). *Biodiversidade bentônica da região Sudeste-Sul do Brasil: Plataforma externa e talude superior* (pp. 136–140). Edusp. (Série Documentos do REVIZEE – Score Sul).

Araújo-Silva, C. L., & Larsen, K. (2012). Tanaidacea from Brazil: III. New records and description of a new species collected from REVIZEE-NE Program. *Nauplius*, 20, 87–105.

Bean, B. A., & Weed, A. C. (1909). Descriptions of two new species of electric rays, of the family Narcobatidae, from deep water off the southern Atlantic coast of the United States. *Proceedings of the United States National Museum*, 36, 677–680.

Belleggia, M., et al. (2014). The diets of four *Bathyraja* skates (Elasmobranchii, Arhynchobatidae) from the Southwest Atlantic. *Cybium*, 38, 314–318.

Bendall, V. A., Hetherington, S. J., Ellis, J. R., Smith, S. F., Ives, M. J., Gregson, J., & Riley, A. A. (2011). Spurdog, porbeagle and common skate bycatch and discard reduction. *Fisheries science partnership*, 2012, 1-88.

Bigelow, H. B., & Schroeder, W. C. (1953). Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. In *Fishes of the Western North Atlantic* (Vol. 1, pp. 1–514). *Memoirs of the Sears Memorial Foundation for Marine Research*.

Bini Junior, Í. R., Dos Santos, C. M. H., & Gadig, O. B. F. (2015). Anatomical description of scapulocoracoid and gill arches of *Benthobatis kreffti*. *Universitas Scientiarum*, 20(3), 305-312. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC20-3.adsg>

Braga, R. R., Bornatowski, H., & Vitule, J. R. S. (2012). Feeding ecology of fishes: An overview of worldwide publications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22, 915–929. <https://doi.org/10.1007/s11160-012-9273-7>

Brandt, A., Frutos, I., Bober, S., Brix, S., Brenke, N., Guggolz, T., & Linse, K. (2018). Composition of abyssal macrofauna along the Vema Fracture Zone and the hadal Puerto Rico Trench, northern tropical Atlantic. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 148, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.07.014>

Brooks, E. J., Brooks, A. M., Williams, S., Jordan, L. K., Abercrombie, D., Chapman, D. D., Howey-Jordan, L. A., & Grubbs, R. D. (2015). First description of deepwater elasmobranch assemblages of the Exuma Sound, Bahamas. *Deep-Sea Research Part II*, 115, 81–91. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.01.015>.

Brown, S. C., Bizzarro, J. J., Cailliet, G. M., & Ebert, D. A. (2012). Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896). *Environmental Biology of Fishes*, 95(1), 3-20. <https://doi.org/10.1007/s10641-011-9959-z>

Bruce, N. L. (1981). Cirolanidae (Crustacea: Isopoda) of Australia: Diagnoses of *Cirolana* Leach, *Metacirolana* Nierstrasz, *Neocirolana* Hale, *Anopsilana* Paulin & Deboveville, and three new genera—*Natatolana*, *Politolana* and *Cartetolana*. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 32, 945–966.

Brusca, R. C., & Iverson, E. W. (1985). A guide to the marine isopod Crustacea of Pacific Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 33(S1), 1-77.

Camhi, M. (1998). *Sharks and their relatives: ecology and conservation* (No. 20). IUCN.

Carvalho, M. R. (1999). A synopsis of the deep-sea genus *Benthobatis* Alcock, with a redescription of the type species *Benthobatis moresbyi* Alcock, 1898 (Chondrichthyes, Torpediniformes, Narcinidae). In B. Séret & J.-Y. Sire (Eds.), *Proceedings of the 5th Indo-Pacific Fish Conference (Nouméa, 1997)* (pp. 231–255). Société Française d’Ichtyologie.

Carvalho, M. R., Compagno, L. J. V., & Ebert, D. A. (2003). *Benthobatis yangi*, a new species of blind electric ray from Taiwan (Chondrichthyes: Torpediniformes: Narcinidae). *Bulletin of Marine Science*, 72(3), 923–939.

Christensen, V., & Pauly, D. (1992). ECOPATH II—a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological modelling*, 61(3-4), 169-185.

Currie, D. J. (1991). Energy and large-scale patterns of animal and plant species richness. *The American Naturalist*, 137, 27–49. <https://doi.org/10.1086/285144>

Danovaro, R., Snelgrove, P. V., & Tyler, P. (2014). Challenging the paradigms of deep-sea ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(8), 465–475. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.06.002>

Dean, M. N., Ramsay, J. B., & Schaefer, J. T. (2008). Tooth reorientation affects tooth function during prey processing and tooth ontogeny in the lesser electric ray,

Narcine brasiliensis. *Zoology*, 111(2), 123–134.
<https://doi.org/10.1016/j.zool.2007.05.004>

Dean, M. N., & Motta, P. J. (2004). Anatomy and functional morphology of the feeding apparatus of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Batoidea). *Journal of morphology*, 262(1), 462–483. <https://doi.org/10.1002/jmor.10245>

Ebert, D. A., & Bizzarro, J. J. (2007). Standardized diet compositions and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environmental Biology of Fishes*, 80, 221–237. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9703-4_8

Estes, J. A., Tinker, M. T., Williams, T. M., & Doak, D. F. (1998). Killer whale predation on sea otters: Linking oceanic and nearshore ecosystems. *Science*, 282(5388), 473–476.

Haueisen, M., & Reis, R. E. (2024). High resolution in turbid waters: Ampullae of Lorenzini in the daggernose shark *Carcharhinus oxyrinchus* (Valenciennes, 1839) (Elasmobranchii: Carcharhinidae). *Journal of Fish Biology*, 105(6), 1540–1554. https://doi.org/10.1111/jfb.15583?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle

Heithaus, M. R., & Vaudo, J. J. (2004). Predator-prey interactions. *Biology of sharks and their relatives*, 17, 487–521.

Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451–1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>

Kempster, R. M., McCarthy, I. D., & Collin, S. P. (2012). Phylogenetic and ecological factors influencing the number and distribution of electroreceptors in elasmobranchs. *Journal of Fish Biology*, 80(5), 2055–2088. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03214.x>

Keppeler, F. W., Giarrizzo, T., Montaña, C. G., Adite, A., Akın, Ş., Angelini, R., Arantes, C. C., Benedito, E., Bokhutlo, T., El-Sabaawi, R., Garcia, A., Gonzalez-Bergonzoni, I., Hoeinghaus, D., Hoffman, J., Jensen, O. P., Jeppesen, E., Kopf, R. K., Layman, C. A., Lopez, E. O., ... Winemiller, K. O. (2026). What determines trophic niche breadth? A global analysis of freshwater fishes using isospaces. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 36(1), Article 13. <https://doi.org/10.1007/s11160-025-10023-2>

Lowry, J. K., & Myers, A. A. (2017). A phylogeny and classification of the Amphipoda with the establishment of the new order Ingolfiellida (Crustacea: Peracarida). *Zootaxa*, 4265(1), 1-89. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4265.1.1>

Martins, M. F., & Gadig, O. B. F. (2019). Reproductive biology of the Brazilian blind electric ray *Benthobatis krefftii* (Chondrichthyes: Narcinidae). *Neotropical Ichthyology*, 17(1), e180093. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20180093>

McEachran, J. D., & Carvalho, M. R. (2002). Batoid fishes. In K. E. Carpenter (Ed.), *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras* (FAO species identification guide for fishery purposes; Vol. 1, pp. 508–589). FAO.

Müller, H. G. (1993). Marine isopoda from Martinique, French Antilles: Cirolanidae and Gnathidae (Crustacea: Cymothoidea). *Cahiers de Biologie Marine*, 34, 29–42. <https://doi.org/10.21411/cbm.a.dddd15f6>

Muto, E. Y., Silva, M. H. C., Vera, G. R., Leite, S. S. M., Navarro, D. G., & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (2005). *Alimentação e relações tróficas de peixes demersais da plataforma continental externa e talude superior da região Sudeste e Sul do Brasil*. Edusp. (Série Documentos do REVIZEE – Score Sul).

Norse, E. A., Brooke, S., Cheung, W. W. L., Clark, M. R., Ekeland, I., Froese, R., ... Watson, R. (2012). Sustainability of deep-sea fisheries. *Marine Policy*, 36(2), 307–320. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.06.008>

O'Shea, O. R., Thums, M., Van Keulen, M., & Meekan, M. (2012). Bioturbation by stingrays at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine and Freshwater Research*, 63(3), 189–197. <https://doi.org/10.1071/MF11180>

Pace, M. L., Cole, J. J., Carpenter, S. R., & Kitchell, J. F. (1999). Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. *Trends in ecology & evolution*, 14(12), 483-488. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01723-1](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01723-1).

Queiroz, N., Humphries, N. E., Couto, A., Vedor, M., da Costa, I., Sequeira, A. M. M., ... Sims, D. W. (2019). Global spatial risk assessment of sharks under the footprint of fisheries. *Nature*, 572, 461–466. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1444-4>

Ramírez-Llodra, E., Brandt, A., Danovaro, R., De Mol, B., Escobar, E., German, C. R., Levin, L. A., Martinez Arbizu, P., Menot, L., Buhl-Mortensen, P., Narayanaswamy, B. E., Smith, C. R., Tittensor, D. P., Tyler, P. A., Vanreusel, A., & Vecchione, M. (2010). Deep, diverse and definitely different: Unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences*, 7, 2851–2899. <https://doi.org/10.5194/bg-7-2851-2010>

Rincón, G. F. R. (1997). Taxonomia, alimentação e reprodução da raia elétrica *Benthobatis* sp. (Torpediniformes: Narcinidae) no sul do Brasil [Dissertação de Mestrado, Universidade do Rio Grande]. Universidade do Rio Grande. (87 p.)

Rincón, G., Mazzoleni, R. C., Palmeira, A. R. O., & Lessa, R. (2017). Deep-water sharks, rays and chimaeras of Brazil. In L. F. Rodrigues-Filho & J. B. L. Sales (Eds.), *Chondrichthyes: Multidisciplinary approach* (pp. 83–112). London: Intech.

Rincón, G., Stehmann, M. F. W., & Vooren, C. M. (2001). Results of the research cruises of the FRV “Walter Herwig” to South America. LXXIV. *Benthobatis krefftii* n. sp. (Chondrichthyes, Torpediniformes, Narcinidae), a new deep-water electric ray from off South Brazil and the third species of the genus. *Archive of Fishery and Marine Research*, 49(1), 45–60.

Rincón, G., Vaske-Junior, T., & Vooren, C. M. (2008). Stomach contents and notes on the reproduction of the onefin skate *Gurgesiella dorsalifera* (Chondrichthyes: Rajidae) off southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 6(4), 689–692. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252008000400019>

Simpfendorfer CA, Heupel MR, White WT, Dulvy NK. (2011) The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. *Marine & Freshwater Research* 62, 518-527. <https://doi.org/10.1071/MF11086>

Simpfendorfer, C. A., & Kyne, P. M. (2009). Limited potential to recover from overfishing raises concerns for deep-sea sharks, rays and chimaeras. *Environmental Conservation*, 36(2), 97–103. <https://doi.org/10.1017/S0376892909990191>

Snelgrove, P. V. (1998). The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity & Conservation*, 7(9), 1123-1132. <https://doi.org/10.1023/A:1008867313340>

Thrush, S. F., Pridmore, R. D., Hewitt, J. E., & Cummings, V. J. (1994). The importance of predators on a sandflat: interplay between seasonal changes in prey densities and predator effects. *Marine Ecology Progress Series*, 211-222. <https://doi.org/10.3354/meps107211>

Van Dover, C. L. (2011). Tighten regulations on deep-sea mining. *Nature*, 470(7332), 31–33. <https://doi.org/10.1038/470031a>.

Walls, R. H. L., & Dulvy, N. K. (2020). Eliminating the dark matter of data deficiency by predicting the conservation status of Northeast Atlantic and Mediterranean Sea sharks and rays. *Biological Conservation*, 246, 108459. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108459>

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

Werner, E. E., & Gilliam, J. F. (1984). The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15, 393–425. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.15.110184.002141>

Zhang, L., Gu, X., Fan, C., Shang, J., Shen, Q., Wang, Z., & Shen, J. (2010). Impact of different benthic animals on phosphorus dynamics across the sediment water interface. *Journal of environmental Sciences*, 22(11), 1674-1682. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(09\)60305-3](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(09)60305-3)

577.77
V692e

Vidal, Thomas Alves.

Ecologia trófica da raia-elétrica-cega brasileira *Benthobatis krefftii* (Torpediniformes: Narcinidae) em águas profundas do Atlântico Sudoeste / Thomas Alves Vidal.

2026.

36 f.

Orientador: Dra. Ursulla Pereira Souza.

Coorientador: Dr. Otto Bismarck Fazzano Gadig.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Santa Cecília, Programa de pós-graduação em Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2026.

1. Elasmobrânquios. 2. Invertebrados bentônicos. 3. Posição trófica. 4. Ecologia de águas profundas. I. Souza, Ursulla Pereira. II. Ecologia trófica da raia-elétrica-cega brasileira *Benthobatis krefftii* (Torpediniformes: Narcinidae) em águas profundas do Atlântico Sudoeste.