

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Avaliação da composição batimétrica de elasmobrânquios demersais na Reserva
Extrativista Marinha do Arraial do Cabo-RJ

Isis Campos Gonçalves

São João del-Rei
2022

Isis Campos Gonçalves

Avaliação da composição batimétrica de elasmobrânquios demersais na
Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo-RJ

Orientador: Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro

Coorientador: Dr. Vicente Vieira Faria

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Ecologia da
Universidade Federal de São João del-Rei,
como requisito parcial à obtenção do título
de mestre.

São João del-Rei

2022

Nome: Isis Campos Gonçalves

Título: Avaliação da composição batimétrica de elasmobrânquios demersais na Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo-RJ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

Aprovado em: 11 de julho de 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro (Orientador)

Universidade Federal de São João del-Rei

Dra. Patricia Charvet (membro titular)

Universidade Federal do Ceará

Dr. Fernando Cesar Cascelli de Azevedo (membro titular)

Universidade Federal de São João del-Rei



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 4 / 2022 - PGE (13.08)

Nº do Protocolo: 23122.026870/2022-41

São João del-Rei-MG, 12 de julho de 2022.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL - REI / UFSJ ATA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO - M.Sc.

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ECOLOGIA



Aos 11 dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e dois, às 13:30h, pela plataforma Google meet (<https://meet.google.com/ywh-iifh-cmw>), foi instalada a banca examinadora de dissertação de mestrado da discente **Isis Campos Gonçalves**. A banca examinadora foi composta pelo professor Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro (UFSJ) presidente, pela professora Dra. Patrícia Charvet (UFC), examinadora externa, pelo professor Dr. Fernando Cesar Cascelli de Azevedo (UFSJ), examinador interno. O professor Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro, Presidente da Banca, fez a abertura dos trabalhos e, após apresentar os membros da banca examinadora e esclarecer a tramitação da defesa, solicitou à candidata que iniciasse a apresentação da dissertação, intitulada "**Avaliação da composição batimétrica da condrofauna de elasmobrânquios demersais na Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo - RJ**" marcando um tempo de até sessenta minutos para a apresentação. Concluída a exposição, o Prof. Andrey Leonardo Fagundes de Castro, presidente, passou a palavra à examinadora externa, Profa. Patrícia Charvet para arguir a candidata, e, em seguida, para o examinador interno Prof. Fernando C. C. de Azevedo para que fizesse o mesmo. Foi realizado o convite para o coorientador, Dr. Vicente Vieira Faria (UFC) para se manifestar sobre comentários que considerar oportunos, e estes foram feitos. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o resultado da avaliação da banca foi: **APROVADA COM a necessidade de alterações substanciais** na dissertação, conforme as normas vigentes na Universidade Federal de São João del-Rei. A versão final da dissertação deverá ser entregue ao programa no prazo de 30 (trinta) dias, a contar a partir da data da defesa, contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora durante o processo de arguição e encaminhados diretamente para a discente. A candidata não terá o título se não cumprir as exigências acima descritas.

(Assinado digitalmente em 15/07/2022 08:28)

ANDREY LEONARDO FAGUNDES DE
CASTRO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
PGE (13.08)
Matrícula: 1626222

(Assinado digitalmente em 12/07/2022 09:37)

FERNANDO CESAR CASCELLI DE
AZEVEDO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
PGE (13.08)
Matrícula: 1804372

(Assinado digitalmente em 12/07/2022 09:26)

PATRICIA CHARVET
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 836.612.209-34

(Assinado digitalmente em 13/07/2022 19:12)

ISIS CAMPOS GONÇALVES
DISCENTE
Matrícula: 2020101846

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **4**, ano: **2022**, tipo: **ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**, data de emissão: **12/07/2022** e o código de verificação: **240d8b9591**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB) e
Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ, com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gonçalves, Isis Campos.

G635a Avaliação da composição batimétrica de
elasmobrânquios demersais na Reserva Extrativista
Marinha do Arraial do Cabo-RJ / Isis Campos Gonçalves
; orientador Andrey Leonardo Fagundes de Castro;
coorientador Vicente Vieira Faria. -- São João del
Rei, 2022.
67 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Ecologia) -- Universidade Federal de São João del
Rei, 2022.

1. Elasmobrânquios. 2. Segregação Espacial. 3.
Reprodução. 4. Variação Climática. 5. Filopatria. I.
Castro, Andrey Leonardo Fagundes de , orient. II.
Faria, Vicente Vieira, co-orient. III. Título.

Financiamentos:



Apoio e Colaborações



Agradecimentos

A Deus por ter me dado forças para continuar meus estudos com todos os percalços que enfrentei ao encarar uma pandemia infinita.

Aos meus pais, Rosiris Maria Campos Gonçalves e João Antônio Gonçalves, e ao meu irmão, João Lucas Campos Gonçalves, por todo suporte emocional e estrutural que me proporcionaram na produção deste trabalho.

A minha psicóloga, Rosa Maria Camargo Angst que me ajudou a alinhar minhas as emoções que tenderam a se “liquefazer” em meio as expectativas e dúvidas geradas nessa etapa da minha formação que ocorreu inteiramente dentro do olho do “buraco negro” da pandemia do SARS-CoV-2.

A Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por terem financiado a minha pesquisa, pois sem isso esse trabalho jamais teria se concretizado.

Ao meu orientador, Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro, por toda a paciência, compreensão e colaboração na construção dos caminhos do meu processo de formação. Graças a você, eu me reconfigurei para uma melhor versão acadêmica de mim mesma.

Ao meu coorientador, Dr. Vicente Vieira Faria, que tornou possível a realização da minha pesquisa e pela pessoa maravilhosa e dedicada que você é, e pelos inúmeros momentos de reflexão que criou no EVOLVE.

Ao Dr. Davi Butturi-Gomes da UFSJ por ter me ajudado a realizar a organização inicial dos dados manuseados neste trabalho.

Ao Dr. Marcelo Rodrigues dos Anjos da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pessoa abençoada que tive a oportunidade de conhecer em meio ao caos da finalização deste trabalho. Obrigada por todos os momentos de reflexão e trabalho árduo aos finais de semana, pois estes contribuíram profundamente para uma nova visão das ferramentas de análises científicas que utilizamos na Academia.

Aos meus parceiros queridos, Thiago Alves de Souza e o MsC Fabiano Marcos de Lima do Programa de pós-graduação em modelagem matemática e computacional (PPGMMC-UFRRJ), ao MsC. Maurício de Carvalho (CEFET-RJ), ao Dr. Fabio Prior Caltabellotta da Universidade da Florida (UF), ao Dr. Marcos Vital (UFAL), ao Dr. Luis Macedo Soares (UFSC) pela troca de ideias produtivas e sugestões proporcionadas a fim de aprimorar este trabalho.

As minhas colegas de mestrado, Larissa, Paula, Luana, Maria Júlia e Sofia, aos colegas do EVOLVE e do LabIctio-UFSJ, que me ajudaram com palavras e pequenos gestos que fizeram toda a diferença no meu processo de formação.

A todos os pesquisadores que me mandaram seus trabalhos através da plataforma do ResearchGate que possibilitaram a formulação desse trabalho.

Aos meus amigos Maiara, Marcos, Anderson, Michelly que me proporcionaram momentos de distração da minha rotina exaustiva de formulação da dissertação.

E a todos aqueles que acompanharam e torceram para que esse trabalho fosse concluído da melhor maneira que eu consegui. A vocês o meu sincero agradecimento!

“Just keep swimming, just keep swimming, just keep swimming, swimming, swimming.

What do we do? We swim, swim”.

(Dory – Procurando Nemo, 2009)

Sumário

Resumo	11
Abstract	13
1. Introdução	15
2. Material e Métodos	19
2.1 <i>Área de Estudo</i>	19
2.2 <i>Amostragem</i>	20
2.3 <i>Análise de dados</i>	24
3. Resultados	26
3.1 <i>Abundância dos elasmobrânquios demersais</i>	26
3.2 <i>Distribuição de tamanhos corporais e tamanho de maturidade sexual dos elasmobrânquios demersais</i>	31
3.3 <i>Efeitos da sazonalidade e as variáveis ambientais na composição de elasmobrânquios demersais</i>	41
4. Discussão	47
5. Conclusão	53
6. Referências Bibliográficas	55

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização geográfica da área de estudo. O retângulo vermelho destaca o local de estudo que pertence ao estado do Rio de Janeiro. O retângulo amarelo representa a zona de coleta dos dados dentro da Resexmar-AC. Fonte: Mapa do Brasil: adaptado de Brasil Escola disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/mapa-do-brasil/>> ; Mapa da Resexmar-AC – Adaptado do Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo – ICMBIO, 2020.21
- Figura 2.** Área de coleta. O mapa mostra as três estações de coleta correspondentes as isóbatas (linhas no mapa correspondentes a cada profundidade amostrada) de **A** – 30 m, **B** – 45 m e **C** – 60 m, distantes da costa respectivamente em 0,7; 1,5 e 3,0 milhas náuticas. A numeração de **1º-6º** marca o início e o fim dos pontos de coleta de peixes e das variáveis ambientais da esquerda para a direita em cada estação de coleta com suas respectivas profundidades. Fonte: autoria própria.22
- Figura 3.** Representação ilustrativa da aparelhagem de pesca de arrasto. Fonte: pesca industrial praticada na Baía da Ilha Grande-RJ, disponível em: <<https://www.angra.rj.gov.br/spe-principaisartes.asp?IndexSigla=SEAAP&vNomeLink=Pesca%20Industrial>>.23
- Figura 4.** A condrofana demersal coletada na Resexmar-AC. **A:** *Zapteryx brevirostris*; **B:** *Rioraja agassizii*; **C:** *Atlantoraja cyclophora*; **D:** *Atlantoraja castelnaui*; **E:** *Atlantoraja platana*; **F:** *Bathytoshia centroura*; **G:** representante do gênero *Psammobatis* spp.; **H:** representante do gênero *Squatina* spp. **Fonte:** as fotos de **A-D** e **G** foram cedidas pelo Dr. Gonzalo Velasco Canziani – Universidade Federal do Rio Grande - FURG; **E** e **F** foram retiradas da plataforma FishBase disponível em: <<https://www.fishbase.se/home.htm>>; A foto **H** foi cedida pelo Dr. Eduardo Barros Fagundes Netto - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). ...27
- Figura 5.** Abundância total de elasmobrânquios capturados nas profundidades de 30, 45 e 60 m amostrados nas 105 campanhas de coletas no período de agosto de 1985 até outubro de 1988 na Resexmar-AC. No gráfico estão representadas as abundâncias dos seis gêneros e a porcentagem da abundância total em cada profundidade correspondente. Fonte: autoria própria.28
- Figura 6.** Distribuições das abundâncias das espécies de elasmobrânquios por profundidade. À Esquerda: *Rioraja agassizii* – *a*, *b* e *c* representam as diferenças entre as abundâncias em todas as profundidades; À direita: *Zapteryx brevirostris* – *a* e *b* representam as diferenças entre as abundâncias em 30 e 45 m. Fonte: autoria própria.30
- Figura 7.** Distribuição da abundância de *Zapteryx brevirostris* em relação as estações do ano. **I:** inverno; **O:** outono; **P:** primavera; **V:** verão. As letras *a* e *b* mostram a diferença das abundâncias de *Zapteryx brevirostris* entre o inverno e o verão.31
- Figura 8.** Distribuição das abundâncias de fêmeas e machos de *Zapteryx brevirostris* em relação a profundidade. À esquerda as abundâncias das fêmeas – *a* e *b* representam as diferenças entre as profundidades de 30 e 45 m. À direita as abundâncias de machos – *a* e *b* representam as diferenças entre as profundidades de 30 e 45 m. Fonte: autoria própria.32

Figura 9. Distribuição da abundância de machos de <i>Z. brevirostris</i> em relação as estações do ano. I: inverno; O: outono; P: primavera; V: verão. <i>A</i> e <i>b</i> mostram as diferenças entre inverno e verão. Fonte: autoria própria.	33
Figura 10. Distribuição das frequências dos comprimentos totais (CT) de fêmeas de <i>Zapteryx brevirostris</i> jovens e adultas. A: fêmeas jovens na profundidade de 30 m; B: fêmeas jovens na profundidade de 45 m; C: fêmeas adultas a 30 m; D: fêmeas adultas a 45 m. Fonte: autoria própria.	35
Figura 11. Distribuição das frequências dos comprimentos totais (CT) de machos de <i>Zapteryx brevirostris</i> jovens e adultos. A: machos jovens na profundidade de 30 m; B: machos jovens na profundidade de 45 m; C: machos adultos a 30 m; D: machos adultos a 45 m. Fonte: autoria própria.	36
Figura 12. Relação peso (g) e comprimento total (cm) de fêmeas de <i>Zapteryx brevirostris</i> por profundidade. A: fêmeas de <i>Z. brevirostris</i> a 30 m; B: fêmeas de <i>Z. brevirostris</i> a 45 m. Os valores dos Coeficientes de Determinação (r^2) indicam a relação positiva entre as variáveis em <i>A</i> e <i>B</i>	37
Figura 13. Relação peso (g) e comprimento total (cm) de machos de <i>Zapteryx brevirostris</i> na profundidade de 45 m. O valor do Coeficiente de Determinação (r^2) indica a relação positiva entre as variáveis.	37
Figura 14. Relação peso (g) e comprimento total (cm) de fêmeas de <i>Rioraja agassizii</i> por profundidade. A: fêmeas de <i>Rioraja agassizii</i> a 30 m; B: fêmeas de <i>Rioraja agassizii</i> a 45 m; C: fêmeas de <i>Rioraja agassizii</i> a 60 m. Os valores dos Coeficientes de Determinação (r^2) indicam a relação positiva entre as variáveis.	38
Figura 15. Distribuição das frequências dos comprimentos totais (CT) de jovens machos e fêmeas de <i>Atlantoraja cyclophora</i> . A: fêmeas jovens na profundidade de 45 m; B: fêmeas jovens na profundidade de 60 m; C: machos jovens a 45 m; D: machos jovens a 60 m. Fonte: autoria própria.	39
Figura 16. Relação peso (g) e comprimento total (cm) de fêmeas e machos jovens de <i>Atlantoraja cyclophora</i> por profundidade. A: fêmeas de <i>Atlantoraja cyclophora</i> a 45 m; B: fêmeas de <i>Atlantoraja cyclophora</i> a 60 m; C: machos de <i>Atlantoraja cyclophora</i> a 45 m; D: machos de <i>Atlantoraja cyclophora</i> a 60 m.	40
Figura 17. Diagrama de Shepard mostrando o modelo de projeção de melhor ajuste das cinco variáveis descritoras (meses do ano, profundidade (m), temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), salinidade (ppm)) utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis para o NMDS.	42
Figura 18. Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Paramétrico (NMDS), foi realizada a ordenação das abundâncias de elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies analisadas em função dos Month = meses do ano; Depth mts = profundidade (m); Temperature = temperatura (°C); Dissolved_O2 = oxigênio dissolvido (mg/L).	43
Figura 19. Análise de Classificação da distribuição espaço-temporal dos elasmobrânquios jovens e adultos na Resexmar-AC. O Dendrograma de similaridade foi gerado através da análise de agrupamento das abundâncias de elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies avaliadas, utilizando o índice de Bray-Curtis em função das profundidades, dos meses do ano, temperatura, Oxigênio dissolvido e salinidade. (Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,9025).	44
Figura 20. Representação gráfica do coeficiente de correlação de Spearman (r_s) entre variáveis descritoras demonstrando os valores significativos para associações não	

lineares e probabilidades bicaudais não correlacionadas (Month = meses; Depth mts = Profundidade em metros; Temperature = Temperatura em °C; Dissolved_O2 = Oxigênio dissolvido (mg/L); Salinity = Salinidade (ppm). No triângulo esquerdo estão representados os valores estatísticos e no triângulo direito os valores significantes demonstrando as probabilidades de não haver correlação.45

Figura 21. Análise de Componentes Principais (PCA) mostrando a correlação entre as variáveis descritoras e a influência para as abundâncias dos elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies analisadas coletados na Resexmar-AC, entre 1985 até 1988 (pontos correspondem as abundâncias das espécies capturadas no local. Pontos vermelhos = *Zapteryx brevirostris*; Pontos azuis = *Rioraja agassizii*; Pontos verdes = *Atlantoraja cyclophora*. A elipse vermelha representa o Intervalo de Confiança de 95% de confiança.45

Figura 22. Análise de Correspondência Canônica (CCA) das abundâncias de elasmobrânquios de jovens e adultos das seis espécies capturados registradas na pesca científica na Resexmar-AC (1985 até 1988), em relação às variáveis : meses, profundidade, temperatura, oxigênio dissolvido e a salinidade (Z_brevirostris = *Zapteryx brevirostris*; R_agassizi = *Rioraja agassizii*; A_cyclophora = *Atlantoraja cyclophora*; A_castlnai = *Atlantoraja castelnaui*; A_platana = *Atlantoraja platana*; B_centroura = *Bathytoshia centroura*. A elipse vermelha representa o Intervalo de Confiança de 95%.47

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Abundâncias totais das capturas das oito espécies de elasmobrânquios em função das três profundidades (30, 45 e 60 m), meses do ano e das três fases de coleta no período de 1985 até 1988 (**nt**= abundância total; **X** = média, **Md** = mediana; **DP** = desvio padrão; **V. Mín** = valor mínimo; **V. Máx.** = valor máximo; **CV** = coeficiente de variação em porcentagem; **C** = curtose..... 29
- Tabela 2.** Maturidade de fêmeas e machos de acordo com o comprimento total dos elasmobrânquios identificados a nível de espécie coletados na Resexmar-AC (**n** = abundância; **CT** = comprimento total do corpo em cm coletados na amostragem; **X** = média; **DP** = desvio padrão; **MV** = mínimo valor e máximo valor em cm)..... 34
- Tabela 3.** Teste post-hoc de Dunn de comparações múltiplas. P = profundidade (m); T = temperatura (°C); oxigênio dissolvido (OD); S = salinidade (ppm). 41
- Tabela 4.** Pontuações da Análise de Componentes Principais (PCA) entre as abundâncias de elasmobrânquios jovens e adultos e as variáveis descritoras, representadas pelos autovalores e proporção explicada pelos dois primeiros eixos para as abundâncias dos elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies da Resexmar-AC (1985-1988)..... 46
- Tabela 5.** Pontuação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a influência das variáveis descritoras nas abundâncias de elasmobrânquios de jovens e adultos das seis espécies analisadas na Resexmar-AC, entre 1985 até 1988. 46

Resumo

Elasmobrânquios possuem distribuição circumglobal (ao redor do globo), geralmente com maior diversidade de espécies marinhas costeiras, com diminuição de riqueza e diversidade conforme o aumento da latitude e profundidade. Atualmente, a maior ameaça ao grupo é a sobrepesca. No Brasil, os ambientes costeiros da região Sudeste-Sul apresentam locais com gradientes batimétricos (diferentes profundidades) importantes para a manutenção do ciclo de vida de espécies demersais, em diferentes estágios de maturação. Nos ambientes marinhos, variáveis como a luminosidade, temperatura, salinidade, pH e pressão mudam conforme a profundidade influenciando a distribuição dos organismos. Estudos de distribuição de espécies são importantes para identificar locais prioritários, tais como os locais de berçários, na elaboração de planos de manejo e conservação de uma área e também para fornecer informações sobre a biologia e ecologia das espécies estudadas, tais como reprodução, predação, filopatria, simpatria, migração e segregação espacial e uso do habitat. Este trabalho buscou avaliar, com base em dados obtidos pela pesca científica realizada no período de 1985-1988 na Reserva Extrativista do Arraial do Cabo (Resexmar-AC) localizada no estado do Rio de Janeiro, a relação entre as variáveis ambientais (profundidade, temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido) e padrões de distribuição batimétrica da abundância de espécies da comunidade de elasmobrânquios demersais da região. Duas hipóteses sobre a distribuição dos elasmobrânquios demersais amostrada na região foram testadas: (1) nas menores profundidades e maiores temperaturas haveriam a maior abundância de elasmobrânquios; (2) seria observada uma relação positiva entre o tamanho e peso do corpo e inversa com a profundidade. A análise do total de 436 indivíduos, previamente coletados a 30, 45 e 60 m de profundidade mostrou que a média de capturas em número de elasmobrânquios, pelo total de arrastos (CPUE), foi de aproximadamente 4 indivíduos (ind.)/arrasto, sendo que o máximo valor de captura foi de 37 ind./arrasto obtido em junho de 1988 a 45 m e o mínimo valor de 0 ind./arrasto. A média de capturas em profundidade por arrasto, foram de 8 ind./arrasto a 30 m, 4 ind./arrasto a 45 m e 1 ind./arrasto a 60 m. As espécies *Zapteryx brevirostris* e *Rioraja agassizii* foram as espécies mais abundantes na região. Dentre os 436 indivíduos amostrados, quatro deles não puderam ser sexados devido a degradação em campo. As análises mostraram que, de um total de 432 elasmobrânquios coletados (abundância total) 52% eram fêmeas que apresentaram maiores comprimentos totais (CT) do que os machos, podendo indicar que a região tenha finalidade de reprodução para as espécies de elasmobrânquios avaliadas. A partir da análise do CT das espécies amostradas e identificadas a nível de espécie, foi possível inferir, com base nas informações presentes na literatura, o estágio de maturação de apenas seis espécies. As espécies *Psammobatis* spp. e *Squatina* spp., foram excluídas dessa análise, e, portanto, apenas 403 indivíduos foram inseridos no modelo de análise multivariada. Através da análise multivariada foi possível avaliar a composição de jovens e adultos da comunidade de elasmobrânquios, usando as informações sobre as variáveis ambientais obtidas na época da coleta e as informações sazonais tais como: a temperatura (T: °C), o oxigênio dissolvido (OD: mg/L). As espécies *Z. brevirostris* e *R. agassizii*, tanto os jovens quanto os adultos, apresentaram correlação para as variações da temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e meses do ano. As espécies *Atlantoraja platana*, *Bathytoshia centroura* e *Atlantoraja platana* não apresentaram correlação para as variáveis ambientais. A profundidade foi a variável que mais influenciou a distribuição da abundância total dos elasmobrânquios amostrados na época em relação as informações de sazonalidade

(meses do ano, estação e fases de coletas) obtidas no estudo. A espécie *Z. brevirostris* (jovens e adultos) foram mais abundantes no inverno e menos abundantes na primavera e o inverso ocorreu com *A. cyclophora* (mais abundantes na primavera e menos no inverno). No caso de *Z. brevirostris*, por habitar águas mais rasas e pelo fato de ser influenciada pelas variáveis ambientais (T, OD, S), a espécie pode ser sensível as variações climáticas. Já *A. cyclophora*, o fato de serem mais abundantes no verão pode estar ligado ao seu ciclo de reprodução. Uma fêmea adulta de *Z. brevirostris* de 69 cm foi capturada com tamanho maior do que o descrito na literatura (66 cm), podendo indicar que a descrição foi feita já com a redução do tamanho pela pressão pesqueira. Apenas machos de *Psammobatis* spp. foram capturados na Resexmar-AC e isso pode estar ligado a segregação sexual temporal observado em espécies do mesmo gênero. A espécie *Rioraja agassizii* apresentou diminuição de abundância em relação as variáveis ambientais (T, OD, S) e meses do ano (sazonalidade), sendo capturada em todas as estações do ano e em todas as profundidades da Resexmar-AC, podendo ser considerada uma espécie residente da região.

Palavras-chave: elasmobrânquios, segregação espacial, reprodução, variação climática, Análise Multivariada, filopatria.

Abstract

Elasmobranchs have a circumglobal distribution (around the globe), generally with a greater diversity of coastal marine species, with a decrease in richness and diversity with increasing latitude and depth. Currently, the biggest threat to the group is overfishing. In Brazil, the coastal environments of the Southeast-South region present places with bathymetric gradients (different depths) that are important for the maintenance of the life cycle of demersal species, in different stages of maturation. In marine environments, variables such as luminosity, temperature, salinity, pH and pressure change according to depth, influencing the distribution of organisms. Species distribution studies are important to identify priority sites, such as nursery sites, in the elaboration of management and conservation plans for an area and also to provide information on the biology and ecology of the studied species, such as reproduction, predation, philopatry, sympatry, migration and spatial segregation and habitat use. This work sought to evaluate, based on data obtained from scientific fishing carried out in the period 1985-1988 in the Extractive Reserve of Arraial do Cabo (Resexmar-AC) located in the state of Rio de Janeiro, the relationship between environmental variables (depth, temperature, salinity and dissolved oxygen) and patterns of bathymetric distribution of the abundance of species in the demersal elasmobranch community in the region. Two hypotheses about the distribution of demersal elasmobranchs sampled in the region were tested: (1) at lower depths and higher temperatures, there would be a greater abundance of elasmobranchs; (2) a positive relationship would be observed between body size and weight and an inverse relationship with depth. The analysis of a total of 436 individuals, previously collected at 30, 45 and 60 m depth, showed that the average number of elasmobranch captures, by total trawls (CPUE), was approximately 4 individuals (ind.)/trawl, and the maximum value of capture was 37 ind./drag obtained in June 1988 at 45 m and the minimum value was 0 ind./drag. The average depth catches per trawl were 8 ind./trawl at 30 m, 4 ind./trawl at 45 m and 1 ind./trawl at 60 m. The species *Zapteryx brevirostris* and *Rioraja agassizii* were the most abundant species in the region. Among the 436 individuals sampled, four of them could not be sexed due to degradation in the field. The analyzes showed that, from a total of 432 elasmobranchs collected (total abundance), 52% were females that presented greater total lengths (TC) than males, which may indicate that the region has a breeding purpose for the evaluated elasmobranch species. From the analysis of the CT of the species sampled and identified at the species level, it was possible to infer, based on the information present in the literature, the stage of maturation of only six species. The species *Psammobatis* spp. and *Squatina* spp., were excluded from this analysis, and therefore, only 403 individuals were included in the multivariate analysis model. Through multivariate analysis, it was possible to evaluate the composition of juveniles and adults of the elasmobranch community, using information on environmental variables obtained at the time of collection and seasonal information such as: temperature (T: °C), dissolved oxygen (OD : mg/L). The species *Z. brevirostris* and *R. agassizii*, both juveniles and adults, showed a correlation for variations in temperature, salinity, dissolved oxygen and months of the year. The species *Atlantoraja platana*, *Bathytoshia centroura* and *Atlantoraja platana* showed no correlation for environmental variables. Depth was the variable that most influenced the distribution

of the total abundance of elasmobranchs sampled at the time in relation to seasonality information (months of the year, season and collection phases) obtained in the study. The species *Z. brevirostris* (young and adults) were more abundant in winter and less abundant in spring and the opposite occurred with *A. cyclophora* (more abundant in spring and less abundant in winter). In the case of *Z. brevirostris*, as it inhabits shallower waters and is influenced by environmental variables (T, OD, S), the species may be sensitive to climatic variations. On the other hand, *A. cyclophora*, the fact that they are more abundant in the summer may be linked to their reproduction cycle. An adult female of *Z. brevirostris* measuring 69 cm was captured with a size larger than that described in the literature (66 cm), which may indicate that the description was already made with the reduction in size due to fishing pressure. Only males of *Psammobatis* spp. were captured at Resexmar-AC and this may be linked to the temporal sexual segregation observed in species of the same genus. The species *Rioraja agassizii* showed a decrease in abundance in relation to environmental variables (T, OD, S) and months of the year (seasonality), being captured in all seasons and in all depths of Resexmar-AC, and can be considered a resident species in the region.

Key-Words: elasmobranchs, spatial segregation, reproduction, climate variation, Multivariate Analysis, philopatry.

1. Introdução

Elasmobrânquios (tubarões e raias), possuem distribuição circumglobal (ao redor do globo), geralmente com maior diversidade de espécies marinhas e costeiras, havendo diminuição de riqueza e diversidade conforme o aumento da latitude e da profundidade (GOMES *et al.*, 2019). Comunidades de elasmobrânquios costeiras de ambientes epipelágicos (até 200 metros), sofrem impactos antrópicos seja por pressão pesqueira (PACOUREAU *et al.*, 2021), contaminação de poluentes orgânicos e inorgânicos (MARTINS *et al.*, 2020; DOMINGOS *et al.*, 2021), e mudanças climáticas (KAJIURA e TELLMAN, 2016; NIELLA *et al.*, 2020; TANAKA *et al.*, 2021). Essas ameaças somadas ao seu histórico de vida, ou seja, crescimento lento, maturação tardia com geração de poucos filhotes e alta longevidade (VOOREN e KLIPPEL, 2005; CAMPBELL *et al.*, 2020) são o suficiente para afetar negativamente a ocorrência e abundância de animais nessas regiões (DULVY *et al.*, 2021).

Constantemente, os elasmobrânquios têm sido capturados como fauna acompanhante nas pescarias comerciais com notória carência de dados nos relatórios oficiais de captura em todo o mundo, dificultando a construção de uma estatística pesqueira mundial que expresse a realidade em que se encontram os estoques pesqueiros (CASHION *et al.*, 2019). Estimativas recentes apontam que 32,6% dos Chondrichthyes (tubarões, raias e quimeras) estejam ameaçados de extinção de acordo com os critérios da União Internacional da Conservação da Natureza (UICN). Assim calcula-se que, 99,6% dos elasmobrânquios são alvos da pesca incidental e 67,3% unicamente da pesca direcional. No total, cerca de 37,5% estariam classificados como dados insuficientes, divididos em 8,5% animais costeiros e 18,4% demersais. Por fim, as raias foram indicadas como mais ameaçadas (36%) do que os tubarões (31,2%) (DULVY *et al.*, 2021).

Nos ambientes marinhos, variáveis como a luminosidade, temperatura, salinidade, pH e pressão mudam conforme a profundidade influenciando a distribuição dos organismos (SILVA, 2011; FRANCO e SANTOS, 2018). A disponibilidade e a intensidade de luz estão diretamente relacionadas com a profundidade, o que caracteriza a zona fótica oceânica (SILVA, 2011). A interação entre a disponibilidade e a intensidade de luz nas diferentes profundidades afeta a distribuição das espécies na coluna d'água, pois, a produção primária oceânica depende da luz e do seu potencial de penetração nas diferentes profundidades, o que acaba afetando toda a cadeia trófica do

local (FRANCO e SANTOS, 2018). Essa disponibilidade de luz varia também em relação a latitude, meses do ano/estação do ano, hora do dia, clima, e o tipo de material suspenso na água, o que por exemplo, pode aumentar a profundidade da zona trófica no verão e diminuir no inverno, devido ao clima ou à cobertura do sol causada por nuvens (RICKLEFS, 2015). Fatores que também afetam a distribuição vertical dos peixes são a transparência da água, quantidade de material particulado em suspensão, tipo de sedimento e a concentração de fitoplâncton (CASTRO e HUBER, 2003). Outro ponto que pode afetar a distribuição vertical dos peixes é o seu tamanho e peso, pois, os animais maiores e mais pesados tendem a afundar mais e mais rápido do que os menores e mais leves devido a relação superfície-volume (SCHMIDT-NIELSEN, 2018). Por fim, a variação da pressão com o aumento da profundidade pode influenciar a distribuição dos peixes (SCHMIEGELOW, 2011).

A temperatura do oceano tende a diminuir em relação à profundidade em regiões equatoriais e tropicais, e conforme aquece a camada superficial da água, forma-se uma estratificação na coluna d'água em que as águas mais frias e, portanto, mais densas, direcionam-se para regiões mais profundas (FIORUCCI e BENEDETTI-FILHO, 2005). Isso origina a termoclina, cuja temperatura diminui com o aumento da profundidade e o aumento da latitude, podendo haver uma termoclina sazonal em que no verão há o aumento da produtividade e biomassa de peixes e no inverno o contrário (BRANDINI *et al.*, 1997; BRAGA, 2001). A salinidade também contribui para o aumento da densidade da água, ou seja, altas concentrações de sais na água aumentam a densidade (SCHMIEGELOW, 2011). Geralmente, a salinidade é maior na superfície do oceano em regiões equatoriais e tropicais devido ao processo de evaporação da água, e tende a diminuir em maiores profundidades (SONG, 2019). Outro fator que é alterado pela temperatura é o oxigênio dissolvido, que apresenta maior solubilidade em temperaturas mais baixas (SCHMIEGELOW, 2011). Dessa forma, o oxigênio dissolvido penetra no oceano através da troca atmosférica e a sua distribuição horizontal e vertical no oceano é influenciada por processos biológicos juntamente ao transporte físico desse gás, o que significa que a concentração do oxigênio dissolvido é maior em águas mais frias de elevadas latitudes e menor nas águas quentes de baixas latitudes (SILVA, 2011). Todos esses fatores ambientais em conjunto são importantes para a manutenção do ciclo de vida dos peixes marinhos, por dependerem de fontes externas de calor para o bom funcionamento do metabolismo, respiração e na regulação osmótica para manter a flutuação na coluna d'água (SCHMIDT-NIELSEN, 2018). No

entanto, outros fatores também afetam a distribuição vertical dos organismos aquáticos como o hidrodinamismo das ondas, correntes marinhas e a circulação atmosférica que afeta as marés e permite a migração vertical de organismos na costa, e também, o campo eletromagnético (LABOREL-DEGUEN *et al.*, 2019).

Espécies demersais, aquelas que passam mais tempo próximas ao substrato oceânico, acabam sendo geralmente sedentárias, apresentam o corpo comprimido dorso-ventralmente, com um padrão de coloração escuro associado geralmente a profundidades elevadas (BIZERRIL e COSTA, 2001; ODDONE e VOOREN, 2004). Os elasmobrânquios demersais, como as raias, possuem tamanhos variados de 3 cm até 2,5 m e apresentam uma diversidade maior no talude superior (até 100 m) (STEVENS, 2010). Um estudo realizado na costa leste da Austrália com elasmobrânquios pelágicos, mostrou que há uma diminuição no tamanho do corpo e um aumento na proporção e abundância de fêmeas com o aumento da latitude, de modo que em latitudes altas (40° S) a população é dominada principalmente fêmeas jovens (STEVENS e WAYTE, 2008). Estudos apontaram que baixas temperaturas da água podem prolongar o tempo de incubação das espécies e alterar a taxa de postura de ovos e a fecundidade, tendo um efeito direto nas espécies de maior profundidade (KYNE e SIMPFENDORFER, 2010). No verão, espécies migratórias de elasmobrânquios podem ocupar habitats da plataforma continental e realizar extensas migrações verticais na coluna d'água para se alimentarem de espécies demersais (SIMS, 2010). As espécies demersais podem se movimentar na coluna d'água para predação organismos do zooplâncton, como por exemplo o camarão (DELLA-FINA *et al.*, 2020).

No Brasil, os ambientes costeiros da região Sudeste-Sul apresentam locais com gradientes batimétricos importantes para a manutenção do ciclo de vida de espécies demersais, em diferentes estágios de maturação (BATISTA, 1987; ODDONE e VOOREN, 2005; COLONELLO *et al.*, 2006; ODDONE *et al.*, 2006; ODDONE *et al.*, 2007).

A Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo (Resexmar-AC), localizada no município de Arraial do Cabo, no estado do Rio de Janeiro, foi criada por meio do Decreto Federal nº 98.897, de 30 de janeiro de 1990, entrado em vigor em 03 de janeiro de 1997, cujas práticas pesqueiras são permitidas e regulamentadas pelos órgãos ambientais. Além disso, a Resexmar-AC é reconhecida desde 1970 como “oásis coralíneo” devido à grande abundância e diversidade de espécies presentes por ser uma zona de transição entre a província tropical e subtropical no Brasil (LABOREL-

DEGUEN *et al.*, 2019). Nessa região ocorre o fenômeno de ressurgência causado pela circulação atmosférica e o movimento de massas de águas de condições físico-químicas particulares na plataforma continental regional. Com isso, no verão há uma estratificação vertical com a formação de termoclina e variação na salinidade, aumentando a produtividade fitoplanctônica e a biomassa pesqueira, inclusive de algumas espécies de tubarões. Já no inverno o fenômeno desaparece (BIZERRIL e COSTA, 2001).

Um importante estudo que fomentou a criação da Resexmar-AC, realizado entre 1985 e 1987, avaliou a oscilação estacional da ictiofauna demersal dessa região e a sua relação com o fenômeno de ressurgência (FAGUNDES-NETTO e GAELZER, 1991). Na Resexmar-AC, foram registradas 79 espécies de peixes, e foi observado que a profundidade de 45 m possuía a maior diversidade de espécies juvenis de peixes demersais. Nesse estudo, no entanto, o enfoque principal se manteve na comunidade de peixes como um todo, incluindo peixes ósseos e os elasmobrânquios demersais. Algumas lacunas sobre os elasmobrânquios demersais permaneceram, tais como: a) Existem diferenças batimétricas na distribuição de elasmobrânquios na Resexmar-AC?, b) Quais fatores ambientais melhor explicam a distribuição batimétrica de elasmobrânquios na Resexmar-AC?, c) Como variações sazonais podem afetar a distribuição batimétrica de elasmobrânquios?.

Assim, no presente estudo foram testadas hipóteses de distribuição de espécies de elasmobrânquios, em que se esperou que nas menores profundidades e maiores temperaturas foram observados uma maior abundância de elasmobrânquios; ou mesmo que houvesse uma relação positiva entre o tamanho e peso do corpo e inversa com a profundidade. Com isso, esse estudo teve como objetivo geral avaliar a distribuição batimétrica da composição de elasmobrânquios demersais na Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo-RJ, obtida no período de 1985 até 1988. Ao longo das três profundidades, foram avaliados: a distribuição de espécies de elasmobrânquios (abundância); a distribuição de tamanhos corporais de elasmobrânquios; como variáveis ambientais (temperatura, salinidade, e oxigênio dissolvido) afetam a composição dos elasmobrânquios demersais; e por fim, os efeitos da sazonalidade na composição dos elasmobrânquios demersais.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo será referida ao longo do texto como Resexmar-AC (ICMBIO, 2020) e fica localizada dentro da Região Sudeste-Sul do Brasil da Zona Economicamente Exclusiva (ZEE), no Município de Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro (Fig. 1A, B). A Resexmar-AC abrange um cinturão pesqueiro entre a praia de Massambaba, na localidade de Pernambuco e a praia do Pontal, na divisa com o município de Cabo Frio, incluindo a faixa marinha de três milhas da costa de Arraial do Cabo (Fig. 1B). A Reserva apresenta as seguintes coordenadas geográficas: limite oeste: Lat. Sul 22°56'21" – Long. Oeste 042°18'02"; Limite nordeste: Lat. Sul – 22°56'00" – Long. Oeste – 041°55'30"; Limite sudeste: Lat. Sul – 23°04'00" – Long. Oeste – 041°55'30"; Limite sudoeste: Lat. Sul – 23°04'00" – Long. Oeste – 042°18'02").

O clima é semiárido quente, com precipitação fraca de média entre 600-700 mm/ano, com duas estações bem definidas, sendo uma estação estival úmida e uma invernal seca com estiagem de cinco meses. No verão há predominância de ventos de direção NE e a temperatura varia de 25°C a 27°C e no inverno há períodos descontínuos de ventos S-SW com a subida de “frentes frias” e temperaturas de 22°C até 24°C (COE *et al.*, 2007). A salinidade varia de 36,5 ‰ e 37 ‰ e o oxigênio dissolvido de 3,5 a 5,4 mg/L (SCHMIEGELOW, 2011).

O padrão topográfico litorâneo da região é resultado do intenso hidrodinamismo das ondas e da ação eólica, cujas porções externa e interna apresentam predomínio do transporte de sedimentos pela ação do vento de direção NE para o mar (FERNANDEZ, 2018). A ação das ondas faz com que a porção interna do continente apresente um fundo lagunar raso e arenoso, revestido por arenitos, matéria orgânica e óxidos de ferro (MUEHE e VALENTINI, 1998). Já a porção externa marinha apresenta grande variabilidade topográfica com uma característica singular com predomínio de transporte de sedimentos pelo vento NE em direção ao mar formando dunas frontais (PEREIRA *et al.*, 2008). A praia de Massambaba recebe material orgânico e poluentes através de coletores de lama presentes de 50 a 100 de profundidade da baía de Guanabara e da baía de Sepetiba (MUEHE e VALENTINI, 1998). No local não há aporte terrígeno na porção marinha e a caracterização batimétrica do sedimento é

predominantemente de areia quartzosa com decréscimo granulométrico em direção a baía de Guanabara (*ibidem.*, 1998).

2.2 Amostragem

A área amostrada está localizada dentro da Resexmar-AC compreendida entre as coordenadas geográficas 22°57'S e 23°00'S e 42°07'W e 42°11'W (Fig. 1). As amostragens foram realizadas em campanhas de arrasto mensais, de 1985 até 1988 (1ª fase de agosto de 1985 até julho de 1986; 2ª fase de novembro de 1986 até outubro de 1987; 3ª fase de novembro de 1987 até outubro de 1988), em três profundidades aqui denominadas estações de coleta (**A** – 30 m, **B** – 45 m e **C** - 60 m), distantes da costa em 0,7, 1,5 e 3,0 milhas náuticas respectivamente (Fig. 2; mapa produzido no software *MATLAB*, versão 2017). Ao todo foram realizadas 36 campanhas totalizando 105 arrastos, sendo 34 arrastos a 30 m (por adversidades no campo não foram realizadas as coletas de novembro de 1985 e a de março de 1986), 36 arrastos a 45 m e 35 arrastos a 60 m (exceto março de 1987, pelos mesmos motivos). Todos os arrastos foram realizados pelo navio Aviso de Pesquisa Oceanográfica Suboficial Oliveira, com 22m de comprimento e motor de 260 HP, pertencente à Diretoria de Hidrografia e Navegação em parceria com o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) da Marinha do Brasil localizado em Arraial do Cabo-RJ. Cada arrasto teve duração de 20 min., a uma velocidade de 3 nós, totalizando 1.848 m² de área varrida por arrasto. Todas as coletas foram realizadas durante o dia.

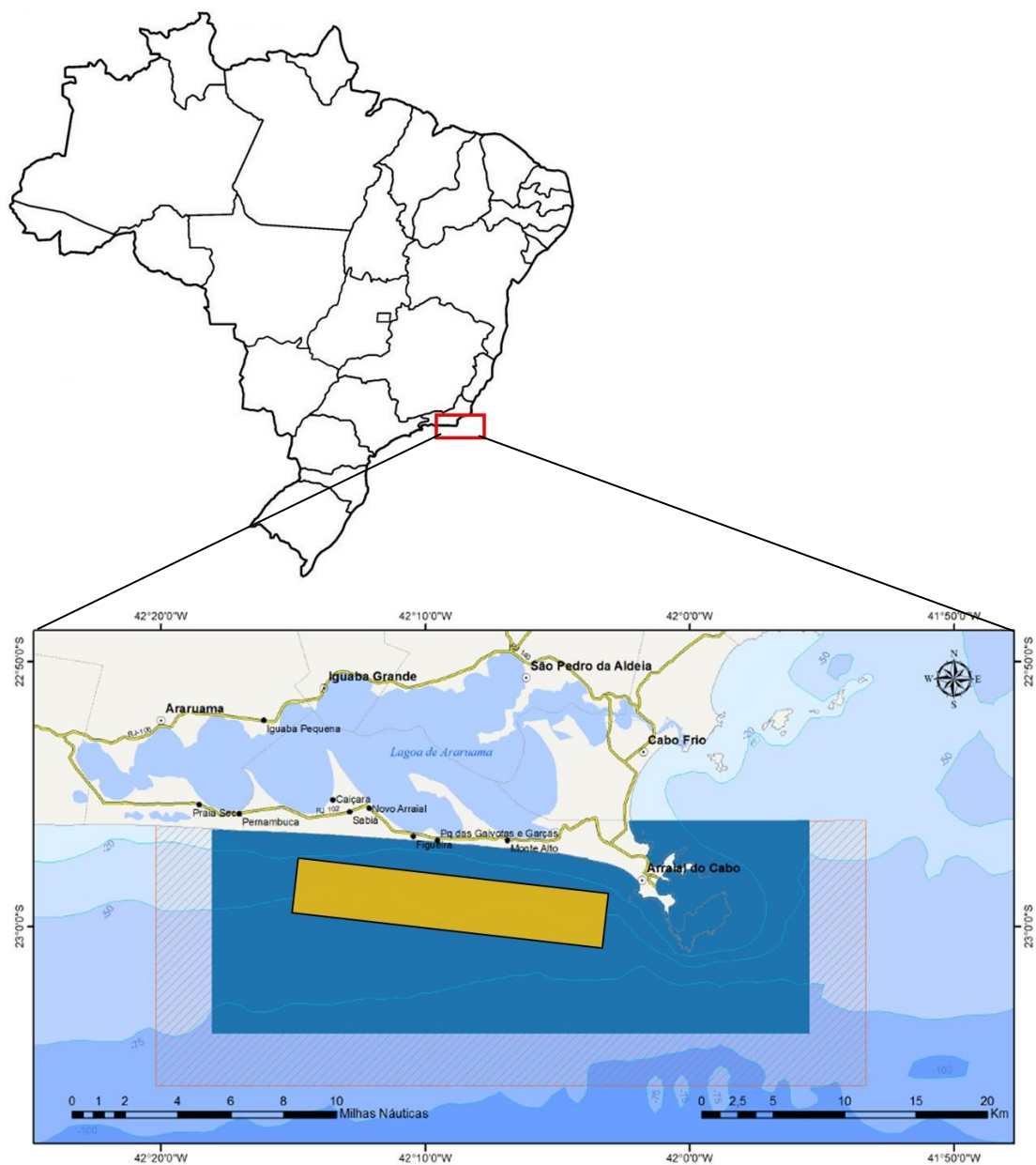


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo. O retângulo vermelho destaca o local de estudo que pertence ao estado do Rio de Janeiro. O retângulo amarelo representa a zona de coleta dos dados dentro da Resexmar-AC. Fonte: Mapa do Brasil: adaptado de Brasil Escola disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/mapa-do-brasil/>> ; Mapa da Resexmar-AC – Adaptado do Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo – ICMBIO, 2020.

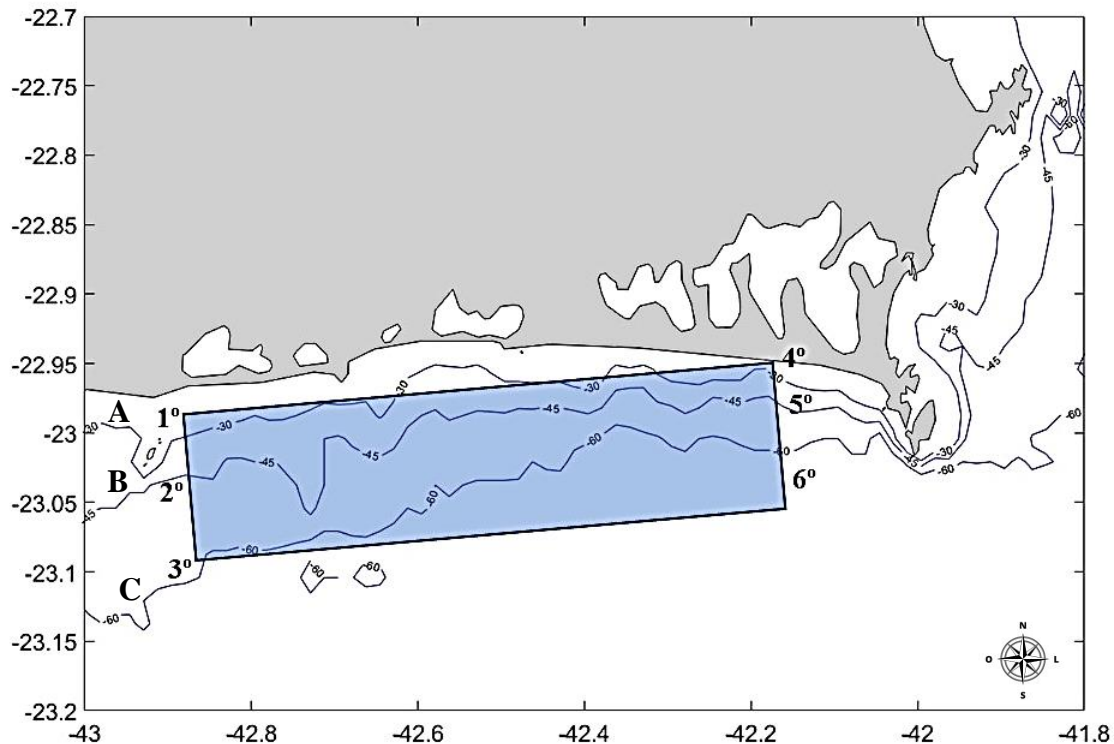


Figura 2. Área de coleta. O mapa mostra as três estações de coleta correspondentes as isóbatas (linhas no mapa correspondentes a cada profundidade amostrada) de **A** – 30 m, **B** – 45 m e **C** – 60 m, distantes da costa respectivamente em 0,7; 1,5 e 3,0 milhas náuticas. A numeração de **1º-6º** marca o início e o fim dos pontos de coleta de peixes e das variáveis ambientais da esquerda para a direita em cada estação de coleta com suas respectivas profundidades. Fonte: autoria própria.

Os arrastos foram realizados com redes de portas de polietileno, medindo 10 m de comprimento, 8 m de relinga superior e 10 m de relinga inferior. A malha era de 25 mm nas mangas e de 10 mm no ensacador, medidas entre nós adjacentes. As portas de polietileno mediam 1,10 m x 0,60 m cada e estavam ligadas a um cabo real de arrasto por um cabresto com 25 m de comprimento (Fig. 3). O esforço de captura foi similar para cada uma das três profundidades (30, 45 e 60 m) e a captura por unidade de esforço (CPUE) foi calculada em número de indivíduos (n) por arrasto.

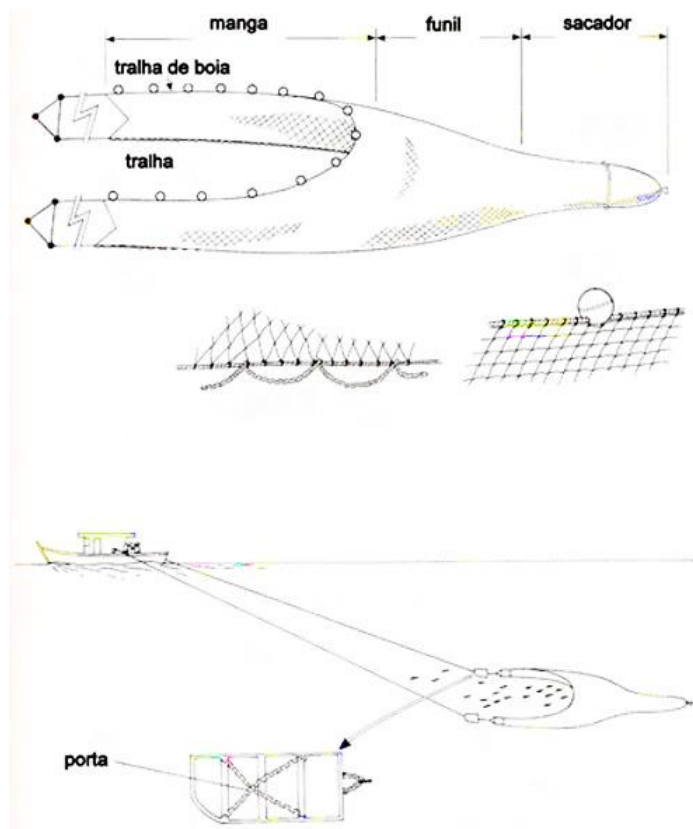


Figura 3. Representação ilustrativa da aparelhagem de pesca de arrasto. Fonte: pesca industrial praticada na Baía da Ilha Grande-RJ, disponível em: <<https://www.angra.rj.gov.br/spe-principaisartes.asp?IndexSigla=SEAAP&vNomeLink=Pesca%20Industrial>>.

Os elasmobrânquios coletados foram identificados subsequentemente às coletas, seguindo os trabalhos de Figueiredo (1977; 1981) e Fisher (1978). Revisões taxonômicas foram realizadas, utilizando referências atualizadas como Last *et al.* (2016), Gomes *et al.* (2019), assim como as plataformas World Register of Marine Species (WoRMS), Shark-references e FishBase. Os exemplares capturados tiveram registrados, em campo, os dados referentes ao comprimento total (CT), peso corporal total (PC), sexo (exceto quatro indivíduos) e o peso das gônadas (quando possível). A partir dos dados disponíveis na literatura quanto ao tamanho (CT) de maturação sexual para ambos os sexos de uma dada espécie, cada indivíduo foi classificado como juvenil ou adulto.

2.3. Análise de dados

A abundância total de elasmobrânquios e a abundância por espécies foram avaliadas por profundidade, meses e estações do ano e fases de coleta na Resexmar-AC, e apresentadas em valores médios, mínimos e máximos por espécies, além dos coeficientes de variação dos dados (expressa a variação dos dados em relação à sua média, ou seja, menores valores representam pequena dispersão dos dados) e curtose (verifica o grau de achatamento da curva de distribuição dos dados).

O teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO e WILK, 1965) foi utilizado para verificar a normalidade da distribuição das abundâncias de elasmobrânquios (totais - nt e específicas), abundâncias de machos e fêmeas (totais e específicas) e o teste de Levene para averiguar a homogeneidade das variâncias (ROMEU e OZTURK, 1993; MECKLIN e MUNDFROM, 2005). Posteriormente, foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (1952) e o *post-hoc* de Dunn (1964) para verificar a existência das diferenças significativas através dos valores de p entre as abundâncias totais, individuais e entre a maturação dos indivíduos em cada profundidade, meses do ano e fases de coletas. Os testes foram feitos no software R Core Team (2021). Apenas as espécies com abundâncias maiores do que cinquenta indivíduos, foram representadas graficamente nos resultados, para a melhor compreensão e visualização dos dados.

A partir das informações coletadas sobre a maturidade dos elasmobrânquios, foi feita a Estatística descritiva dos dados usando valores médios (X) e o desvio padrão (DP) do CT de cada espécie estudada. Uma análise de correlação entre o CT e o peso por profundidade das espécies *Z. brevirostris*, *R. agassizii* e *A. cyclophora* foi realizada. Os táxons *Squatina* spp. e *Psammobatis* spp. não foram avaliados quanto a maturação sexual, porque não foram identificados a nível de espécie, e, portanto, foram excluídos das análises de ordenação e classificação multivariadas.

As análises de ordenação e classificação foram adotadas a fim de avaliar a sazonalidade espaço-temporal de elasmobrânquios demersais jovens e adultos de seis espécies (*Zapteryx brevirostris*, *Rioraja agassizi*, *Atlantoraja cyclophora*, *Atlantoraja castelnaui*, *Atlantoraja platana* e *Bathytoshia centroura*), encontrados na Resexmar-AC, com a finalidade de reduzir a quantidade de informações a serem interpretadas e obter um agrupamento interpretativo. As duas técnicas multivariadas aplicadas no presente estudo foram: i) Escalonamento Multidimensional Não-Paramétrico (NMDS),

que produz ordenações a partir de matrizes de distâncias, mas, em vez de usar as distâncias reais, somente os postos (ranks) dessas distâncias são considerados (KENKEL e ORLÓCI, 1986; DIGBY e KEMPTON, 1996; BICUDO e BICUDO, 2007); ii) Análise de agrupamento ou “Clusters Analysis”, permitindo indicar a agregação das informações mais semelhantes e, com isso, possibilita comparações entre os dados (HAIR *et al.*, 2009).

O Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) foi utilizado para definir a sazonalidade espaço (profundidade) temporal (meses do ano) dos elasmobrânquios jovens e adultos analisados, permitindo a redução para determinado número de dimensões pela ordenação que minimiza a função de STRESS (Soma dos Quadrados dos resíduos - “Standardized Residual Sum of Squares”). Foi elaborada uma matriz quantitativa das abundâncias das seis espécies analisadas, na qual se utilizou a distância de Mahalanobis para determinar a distância geométrica no espaço multidimensional. Os padrões de ordenação diferem de acordo com o número de eixos de ordenação. Na validação do modelo criado, foi utilizado um teste de significância baseado no “modelo nulo” do método de permutação de Monte Carlo (CLARKE, 1993; DIGBY e KEMPTON, 1996), presentes no pacote estatístico PAST 4.05 (HAMMER, 2017).

Uma análise de classificação foi usada para determinar a similaridade dos elasmobrânquios jovens e adultos de acordo com a sazonalidade espaço (profundidade) temporal (meses do ano). Essa análise de classificação foi feita através da construção de uma matriz de dados quantitativos usando as profundidades (m), a temperatura (°C), o oxigênio dissolvido (mg/L), a salinidade (ppm) e os meses do ano, usando o índice de Bray-Curtis (BRAY e CURTIS, 1957). Também foi usado o método aglomerativo baseado na média do grupo (“Arithmetic Average Clustering” – UPGMA) indicado para diminuir a distorção da matriz original durante a construção do dendrograma (Valentin, 2000). O Coeficiente de Correlação cofenético, que avalia o grau de deformação provocado pela construção do dendrograma, foi usado como medida de validação do dendrograma contra a matriz original de dados (MCGARIGAL *et al.*, 2000).

Na avaliação do efeito das relações monotônicas (baseadas em uma variável descritora de cada vez) entre as variáveis descritoras, aplicou-se o coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para as seguintes variáveis: meses do ano, profundidade, temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade (PRESS *et al.*, 1992). A padronização das

variáveis consideradas foi obtida pela média da variável analisada (média = 0 e desvio padrão = 1). Posteriormente, foi feita a Análise em Componentes Principais (ACP), método de ordenação que associou as abundâncias dos elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies avaliadas e as variáveis descritoras, a partir da matriz de similaridade estabelecida em um conjunto de eixos perpendiculares. A análise de correspondência canônica (CCA) também foi utilizada para verificar a influência de cada variável na distribuição das abundâncias dos elasmobrânquios jovens e adultos de seis espécies analisadas (TER BRAAK, 1986; LEGENDRE e LEGENDRE, 2012). A fim de verificar se os centros dos grupos formados foram significativamente diferentes foi feita uma MANOVA (análise de múltipla variância) através da aplicação do teste Λ (lambda) de Wilks e o teste *Traço de Pillai*.

3. Resultados

3.1 Abundância dos elasmobrânquios demersais

A fauna de elasmobrânquios demersais amostrados na Resexmar-AC, ao longo das três fases de coletas, foi composta de oito espécies. Tal fauna, foi predominantemente constituída por raias (Fig. 4; A-G) e apenas um gênero de tubarão (Fig. 4H) (Tabela 1). Os táxons estavam distribuídos em quatro famílias, seis gêneros. Seis táxons foram identificados ao nível de espécie: *Zapteryx brevirostris* (Fig. 4A), ¹*Rioraja agassizii* (Fig. 4B), **Atlantoraja cyclophora* (Fig. 4C), ***Atlantoraja castelnaui* (Fig. 4D), ****Atlantoraja platana* (Fig. 4E) e ²*Bathytoshia centroura* (Fig. 4F). Os outros dois táxons foram identificados apenas ao nível de gênero: *Psammobatis* spp. (Fig. 4G) e *Squatina* spp. (Fig. 4H). No estado do Rio de Janeiro há presença de duas espécies de *Psammobatis* (*P. extenta* e *P. lentiginosa*) e três espécies de *Squatina* (*S. guggenheim*, *S. occulta* e *S. varii*) (GOMES *et al.*, 2019).

¹ *,**,*** *Rioraja agassizii*, *Atlantoraja cyclophora*, *Atlantoraja castelnaui*, *Atlantoraja platana* estavam descritas no mesmo gênero *Raja* (FAGUNDES-NETTO e GAELZER, 1991; FISHBASE, 2022).

² *Bathytoshia centroura*: essa espécie foi coletada como *Dasyatis centroura*, porém passou por uma atualização taxonômica mudando de gênero (LAST *et al.*, 2016).

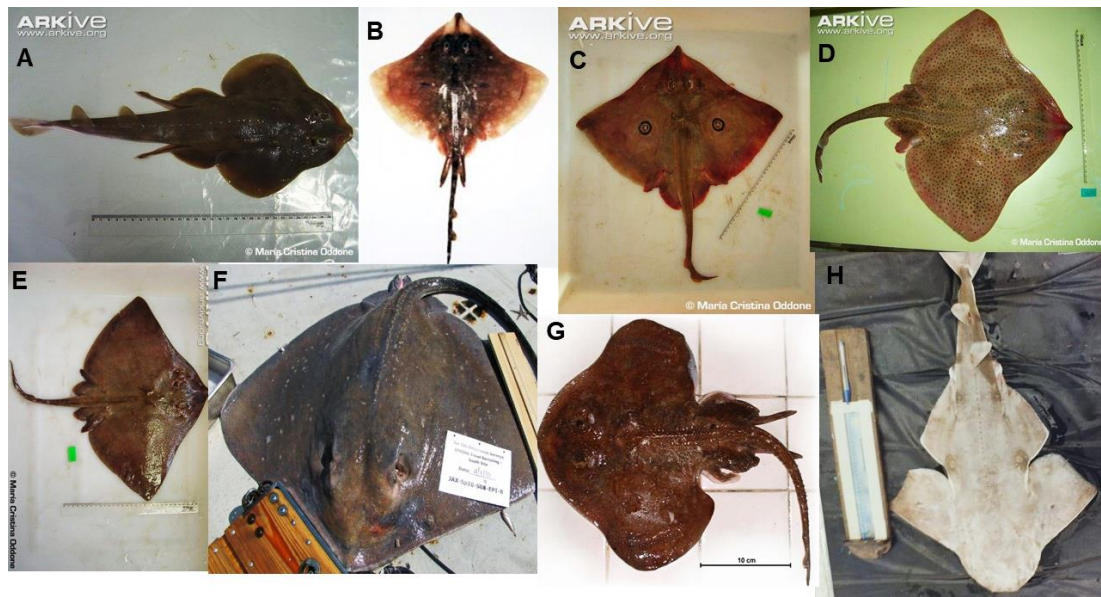


Figura 4. A condrofana demersal coletada na Resexmar-AC. **A:** *Zapteryx brevirostris*; **B:** *Rioraja agassizii*; **C:** *Atlantoraja cyclophora*; **D:** *Atlantoraja castelnaui*; **E:** *Atlantoraja platana*; **F:** *Bathytoshia centroura*; **G:** representante do gênero *Psammobatis* spp.; **H:** representante do gênero *Squatina* spp. **Fonte:** as fotos de **A-D** e **G** foram cedidas pelo Dr. Gonzalo Velasco Canziani – Universidade Federal do Rio Grande - FURG; **E** e **F** foram retiradas da plataforma FishBase disponível em: <<https://www.fishbase.se/home.htm>>; A foto **H** foi cedida pelo Dr. Eduardo Barros Fagundes Netto - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM).

Dados coletados de um total de 105 campanhas, foram avaliados, com coletas mensais que abrangeram arrastos em três profundidades, sendo coletados um total de 436 indivíduos, mostrando uma maior abundância total de elasmobrânquios a 30 m (Fig. 5). A diferença significativa nas distribuições das abundâncias em relação a todas as profundidades foi detectada pelo teste Kruskal-Wallis (KW: $p = 4,30 \cdot 10^{-9}$). O *post-hoc* de Dunn mostrou que as diferenças ocorreram em todas as profundidades (30 – 60 m: $p = 8,75 \cdot 10^{-9}$; 45 – 60 m: $p = 1,13 \cdot 10^{-5}$; 30 – 45 m: $p = 1,41 \cdot 10^{-1}$).

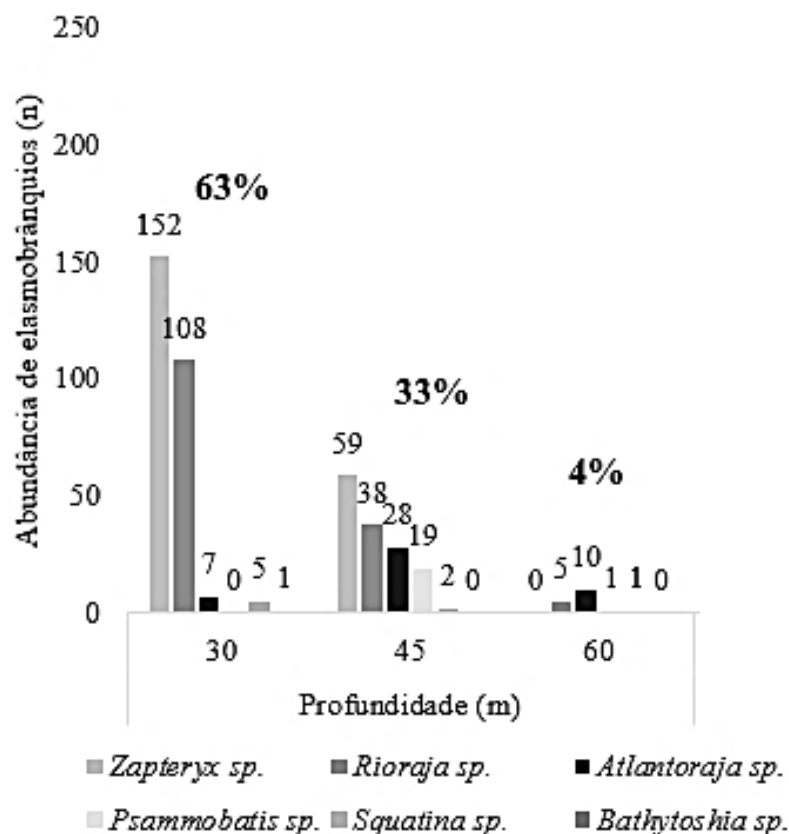


Figura 5. Abundância total de elasmobrânquios capturados nas profundidades de 30, 45 e 60 m amostrados nas 105 campanhas de coletas no período de agosto de 1985 até outubro de 1988 na Resexmar-AC. No gráfico estão representadas as abundâncias dos seis gêneros e a porcentagem da abundância total em cada profundidade correspondente. Fonte: autoria própria.

A média (\bar{X}) da captura em número de elasmobrânquios, pelo total de arrastos (CPUE), foi de aproximadamente 4 indivíduos (ind.)/arrasto, sendo que o máximo valor de captura foi de 37 ind./arrasto obtido em junho de 1988 a 45 m e o mínimo valor de 0 ind./arrasto (Tabela 1). A média de captura de elasmobrânquios diminuiu em número com a profundidade. Considerando as capturas em profundidade por arrasto, foram obtidas médias aproximadas de 8 ind/arrasto a 30 m, 4 ind/arrasto a 45 m e 1 ind/arrasto a 60 m.

A média de captura em número de elasmobrânquios por arrasto em meses do ano apresentou uma média superior no mês de junho ($\bar{X} \sim 7$; DP ~ 12) e inferior em março ($\bar{X} \sim 2$; DP ~ 3). A fase 3 de coleta (nov-1987 até out-1988) apresentou a maior média de capturas de elasmobrânquios por arrasto ($\bar{X} \sim 6$; DP ~ 9) e a fase 2 (nov-1987 até out-1988) mostrou a menor média de capturas de elasmobrânquios por arrasto ($\bar{X} \sim 2$; DP ~ 3). O teste de Shapiro-Wilk ($p = 2,20 \cdot 10^{-16}$) e o teste de Levene ($p = 5,82 \cdot 10^{-5}$) verificaram que os dados não seguem a normalidade e não apresentam

homogeneidade de variâncias. O teste de KW, não detectou diferença significativa entre as medianas de capturas de elasmobrânquios mensais (KW: $p=0,96$) e nem entre as três fases de coletas (KW: $p=0,27$).

A média e a mediana (Md) das abundâncias das oito espécies de elasmobrânquios foram calculadas através dos totais obtidos por espécies de elasmobrânquios amostradas por profundidade, meses do ano e pelas três fases de coletas (Tabela 1). Com isso, observa-se mediana de captura de elasmobrânquios maior observadas para as espécies *Z. brevirostris* (21 indivíduos) seguida de *R. agassizii* (~11 indivíduos), superando os valores da CPUE por profundidade, meses do ano e fases de coletas. Os valores do coeficiente de variação (CV) indicam que a distribuição dos dados coletados é heterogênea (foi maior do que 30%) com base nos valores das médias (X de capturas por espécie e os desvios padrões (DP) referidos. Os valores de curtose (C) mostram o grau de achatamento da curva de distribuição das capturas por espécies de elasmobrânquios (assimetria) apontando que apenas *A. castelnaui* apresenta uma curva de distribuição leptocúrtica ($K < 0,26$), ou seja, a curva é mais afilada, o que indica uma frequência maior de capturas de indivíduos próximos a média de distribuição, enquanto que o resto das espécies apresentam curvas de distribuição platicúrticas ($K > 0,26$), de característica mais achatada e, portanto uma frequência de valores de capturas de indivíduos mais distantes da média de distribuição.

Tabela 1. Abundâncias totais das capturas das oito espécies de elasmobrânquios em função das três profundidades (30, 45 e 60 m), meses do ano e das três fases de coleta no período de 1985 até 1988 (**nt**= abundância total; **X** = média, **Md** = mediana; **DP** = desvio padrão; **V. Mín.** = valor mínimo; **V. Máx.** = valor máximo; **CV** = coeficiente de variação em porcentagem; **C** = curtose).

Elasmobrânquios demersais	nt	X	Md	DP	V. Mín.	V. Máx.	CV %	C
<i>Zapteryx brevirostris</i>	211	35,17	21	± 42,10	0	152	119,72	2,84
<i>Rioraja agassizii</i>	151	25,17	11,5	± 29,15	1	108	115,82	3,18
<i>Atlantoraja cyclophora</i>	30	5	2,5	± 6,28	0	20	125,56	1,06
<i>Psammobatis</i> spp.	20	3,33	0,5	± 5,79	0	19	173,71	3,60
<i>Atlantoraja castelnaui</i>	14	2,33	1,5	± 2,91	0	9	124,73	0,15
<i>Squatina</i> spp.	8	1,72	1	± 2,29	0	8	133,31	2,00
<i>Atlantoraja platana</i>	1	0,17	0	± 0,38	0	1	230,09	2,04
<i>Bathytoshia centroura</i>	1	0,17	0	± 0,38	0	1	230,09	2,04

Fonte: autoria própria.

Houve diferença na distribuição de quatro espécies em função da profundidade. A espécie *R. agassizii* (KW: $p=0,00$) mostrou a variação com diminuição de abundância de captura entre todas as três profundidades, enquanto a *Z. brevirostris*

entre as profundidades de 30 e 45 m (KW: $p = 5,82 \cdot 10^{-8}$; Fig. 6). As espécies *A. cyclophora* ($p = 0,01$) e *Psammobatis* spp. ($p = 0,03$), apresentaram diferenças apenas entre as profundidades de 30 e 45 m, havendo um aumento da abundância de captura com o aumento da profundidade. Não houve captura das espécies *A. cyclophora* e *Psammobatis* spp. em 30 m de profundidade e de *Z. brevirostris* a 60 m.

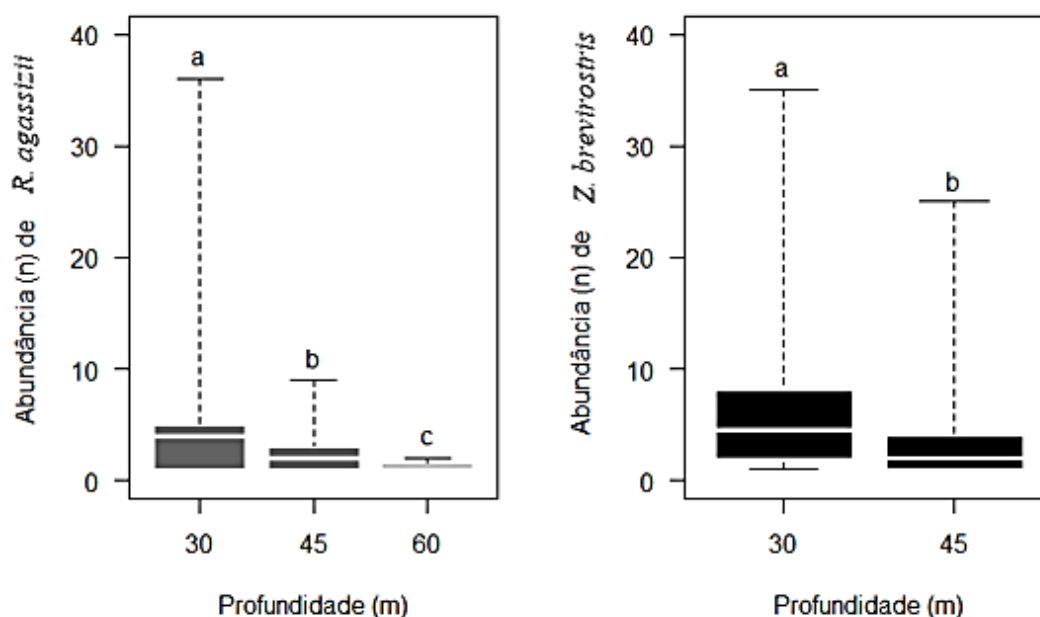


Figura 6. Distribuições das abundâncias das espécies de elasmobrânquios por profundidade. À Esquerda: *Rioraja agassizii* – a, b e c representam as diferenças entre as abundâncias em todas as profundidades; À direita: *Zapteryx brevirostris* – a e b representam as diferenças entre as abundâncias em 30 e 45 m. Fonte: autoria própria.

Em relação as estações do ano apenas *Z. brevirostris* apresentou diferença na distribuição de abundâncias (KW: $p = 0,04$), assim como *A. cyclophora* (KW: $p = 0,02$), sendo que a diferença para *Z. brevirostris* ocorreu apenas entre o inverno e verão ($p = 0,03$; Fig. 7) e para *A. cyclophora* entre o inverno e a primavera ($p = 0,04$). Não houve captura de *A. cyclophora* no inverno. As outras espécies não apresentaram valores significativos para as distribuições das abundâncias em relação as estações do ano.

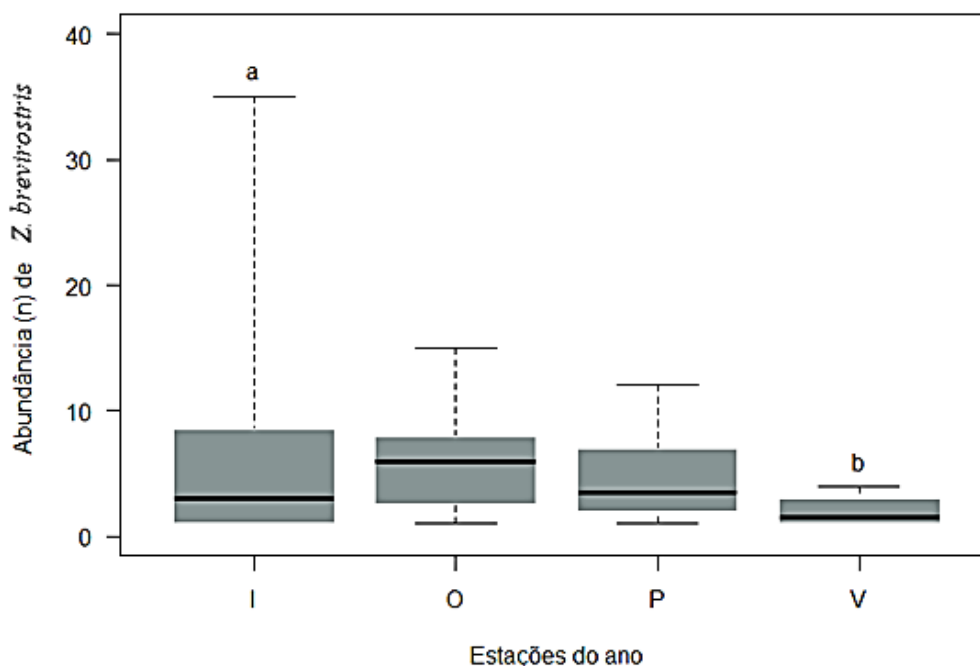


Figura 7. Distribuição da abundância de *Zapteryx brevirostris* em relação as estações do ano. **I:** inverno; **O:** outono; **P:** primavera; **V:** verão. As letras *a* e *b* mostram a diferença das abundâncias de *Zapteryx brevirostris* entre o inverno e o verão.

O táxon *Psammobatis* sp. apresentou diferença significativa na distribuição da abundância de captura em relação as fases de coletas (KW: $p = 0,02$) e a diferença ocorreu entre os anos 1985 e 1988 ($p = 0,03$). As outras espécies não apresentaram distribuições de abundâncias de capturas com diferenças em relação as três fases de coletas.

3.2 Distribuição de tamanhos corporais e tamanho de maturidade sexual dos elasmobrânquios demersais

Apenas o total de 436 elasmobrânquios coletados (abundância total) foram avaliados quanto a maturidade sexual. A maioria dos indivíduos amostrados eram fêmeas (52%). A abundância de fêmeas de elasmobrânquios reduziu com a profundidade (30 m – 34%; 45 m – 15,7 %, e 60 m – 2,3%; KW: $p = 4,93.10^{-6}$), sendo que o mesmo também ocorreu para os machos (KW: $p = 7,4.10^{-9}$). A razão sexual entre fêmeas e machos por profundidade não foi significativa (KW: $p = 0,14$).

Os dados não mostraram diferenças entre as abundâncias totais de machos e fêmeas de elasmobrânquios em relação aos meses do ano (machos: KW: $p = 0,96$; fêmeas: KW: $p = 0,89$), nem as estações do ano (machos: KW: $p = 0,89$; fêmeas KW:

$p = 0,45$), assim como as fases de coletas (machos: KW: $p = 0,20$; fêmeas KW: $p = 0,19$).

O padrão de redução da abundância nas profundidades de 30 e 45 m para ambos os sexos pode ser observado em *Z. brevirostris* (fêmeas: $p = 2,74.10^{-7}$ e machos: $p = 2,53.10^{-6}$; Fig. 8). Por outro lado, para *R. agassizii* a redução nas abundâncias de machos e fêmeas apresentou diferença apenas entre 30 e 60m (fêmeas: $p = 0,01$; machos: $p = 0,00$). Os dados não mostraram variações na abundância por sexo em relação as profundidades para as demais espécies.

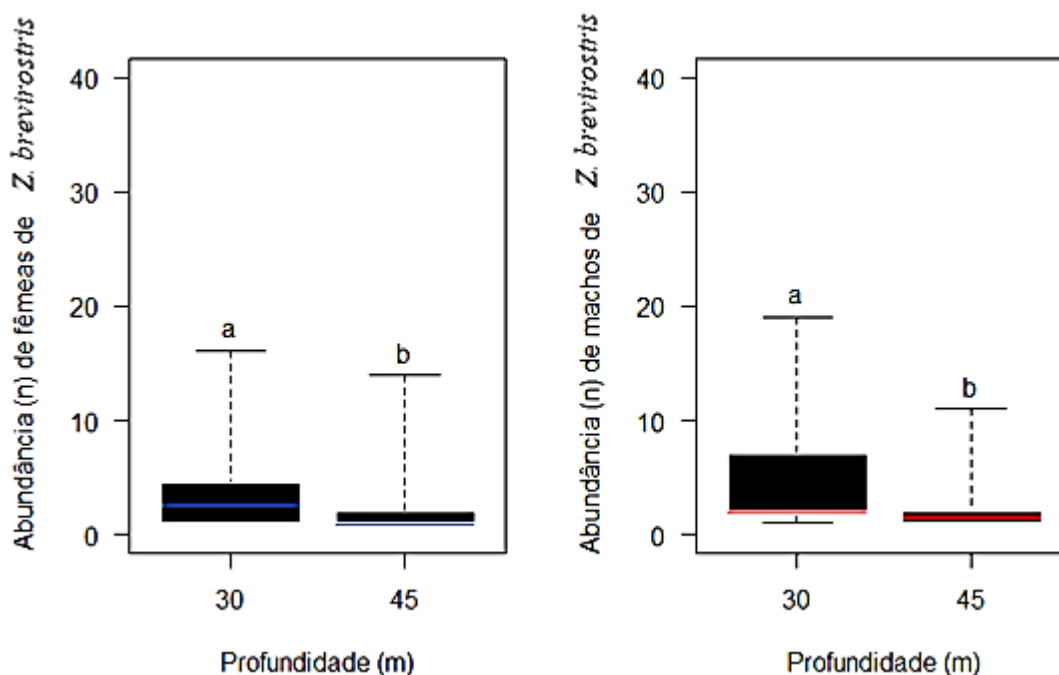


Figura 8. Distribuição das abundâncias de fêmeas e machos de *Zapteryx brevirostris* em relação a profundidade. À esquerda as abundâncias das fêmeas – *a* e *b* representam as diferenças entre as profundidades de 30 e 45 m. À direita as abundâncias de machos – *a* e *b* representam as diferenças entre as profundidades de 30 e 45 m. Fonte: autoria própria.

As abundâncias de machos e fêmeas das espécies de elasmobrânquios estudadas não apresentaram variações significativas em relação aos meses do ano. Em relação as estações do ano, apenas a abundância de machos de *Z. brevirostris* apresentou valores significativos ($p = 0,01$) entre inverno e verão (Fig. 9). As demais espécies não apresentaram variação significativa em suas abundâncias para os gêneros em relação as estações do ano.

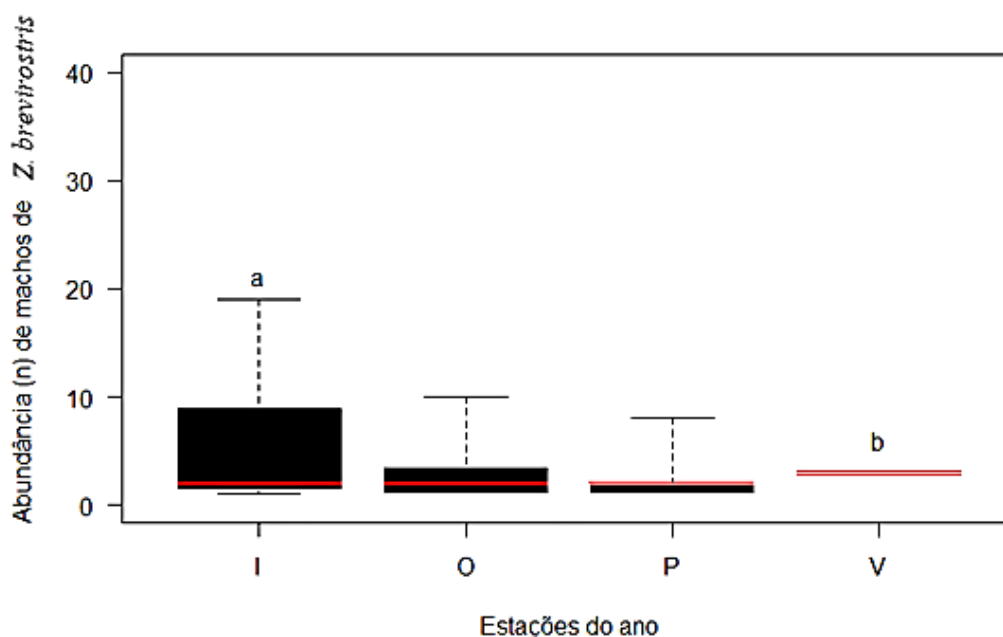


Figura 9. Distribuição da abundância de machos de *Z. brevirostris* em relação as estações do ano. **I:** inverno; **O:** outono; **P:** primavera; **V:** verão. *A* e *b* mostram as diferenças entre inverno e verão. Fonte: autoria própria.

A abundância de machos de *Psammobatis* spp. apresentou diferença significativa (KW: $p = 0,03$) entre as fases 1 e 3 de coletas. As outras espécies não apresentaram valores significativos na variação das abundâncias de machos e fêmeas em relação as fases de coletas.

A maturidade sexual dos elasmobrânquios capturados no estudo (Tabela 2) baseada no CT das espécies mostrou que a maioria das espécies amostradas registraram os CT menores do que 100 cm. Apenas as espécies *A. castelnaui* e *Bathytoshia centroura* se tornam maduras sexualmente em CT superiores a 1 m e, neste estudo, foi registrado somente um indivíduo jovem para ambas as espécies. As fêmeas adultas e jovens apresentaram maiores CT do que os machos, exceto para os jovens de *R. agassizii* cujos machos jovens eram maiores do que as fêmeas na mesma condição de maturação (Tabela 2). Apenas *Z. brevirostris* e *R. agassizii* apresentaram indivíduos adultos capturados na Resexmar-AC (Tabela 2).

Tabela 2. Maturidade de fêmeas e machos de acordo com o comprimento total dos elasmobrânquios identificados a nível de espécie coletados na Resexmar-AC (**n** = abundância; **CT** = comprimento total do corpo em cm coletados na amostragem; **X** = média; **DP** = desvio padrão; **MV** = mínimo valor e máximo valor em cm)

Espécies	Sexo	Maturidade	Comprimento total (cm)
<i>Zapteryx brevirostris</i>	Fêmeas n = 57	Juvenis	MV = 13,5 - 41,5
		< 42 cm	X = 23,6 +- DP = 6,4
	n = 48	Adultos	MV = 51,6 - 69,0
		42 ~ 51 cm	X = 50,6 +- DP = 4,56
	Machos n = 62	Juvenis	MV = 13,5 - 41,8
		< 43 cm	X = 21,45+- DP = 6,9
n = 42	Adultos	MV = 50,2 - 65	
	43 ~ 50 cm	X = 49,1+- DP = 3,2	
<i>Rioraja agassizii</i>	Fêmeas n = 21	Juvenis	MV= 12,0 - 32,2
		< 32,2 cm	X = 26,8 +- DP = 5,5
	n = 73	Adultos	MV = 32,4 - 58,6
		32,2 ~ 41,4 cm	X = 41,74 +- DP = 7,2
	Machos n = 14	Juvenis	MV = 17,8 - 32,2
		< 32,2 cm	X = 27,5+- DP = 4,2
n = 39	Adultos	MV = 32,5 - 46,8	
	32,2 ~ 41,4 cm	X = 39,3 +- DP = 4,5	
<i>Atlantoraja cyclophora</i>	Fêmeas n = 14	Juvenis	MV = 24,1 - 54,5
		< 53,0 cm	X = 43,3 +- DP = 8,6
	Machos n = 15	Juvenis	MV = 17,0 - 49,6
<i>Atlantoraja castelnaui</i>	Fêmeas n = 6	Juvenis	MV = 24,0 - 109
		< 110 cm	X = 62,5 +- DP = 33
	Machos n = 8	Juvenis	MV = 20,0 - 75,3
<i>Atlantoraja platana</i>	Fêmea n = 1	Juvenil	MV = 44,3
		< 73	
<i>Bathytoshia centroura</i>	Macho n = 1	Juvenil	MV = 56, 1
		< 140 cm	

Fonte: autoria própria.

Os dados do CT das seis espécies presentes na tabela 2 foram comparados com informações obtidas da literatura para classificar os indivíduos amostrados em jovens e adultos. A literatura consultada para classificar o estágio de maturação das espécies foi: Pollom e colaboradores (2020) para *Z. brevirostris*; Caltabellotta e colaboradores (2019) para *R. agassizii*; Wehitt e colaboradores (2018) para *A. cyclophora*; Gomes e colaboradores (2019) para as espécies *A. castelnaui*, *A. platana* e *B. centroura*.

A relação entre o CT das espécies de elasmobrânquios amostrados na Resexmar-AC e a profundidade foi avaliada apenas para as espécies *Z. brevirostris*, *R.*

agassizii e *A. cyclophora*. A espécie *Z. brevirostris* apresentou fêmeas jovens (Fig. 10A; $CT_{max} = 39,2$ cm) e adultas ($CT_{max} = 69$ cm; Fig. 10C) maiores a 30 m do que as fêmeas jovens (Fig. 10B) e adultas (Fig. 10D) capturadas na profundidade de 45 m. O CT dos machos de *Z. brevirostris* apresentaram o mesmo padrão das fêmeas por profundidade (Fig. 11A - $CT_{max} = 41,8$ cm; 11C - $Ct_{max} = 65,0$ cm).

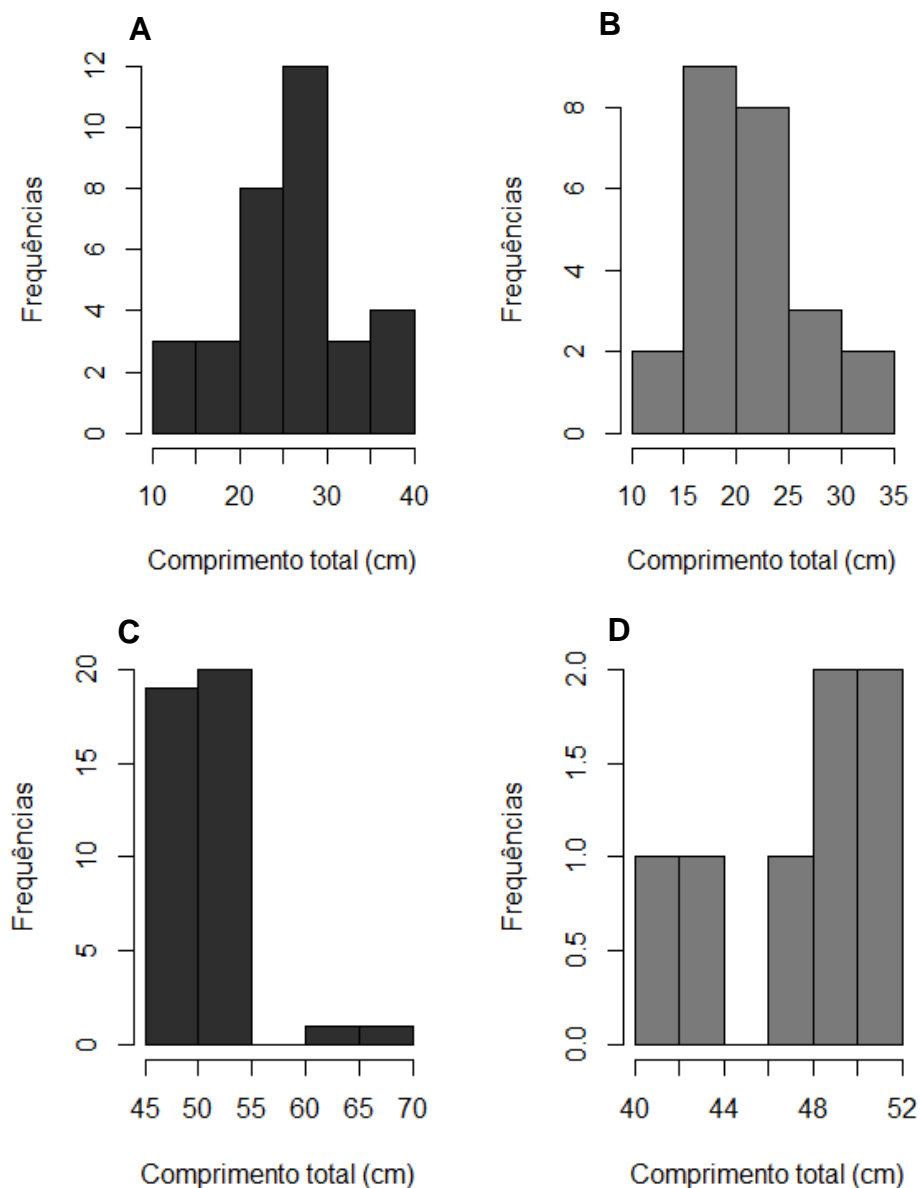


Figura 10. Distribuição das frequências dos comprimentos totais (CT) de fêmeas de *Zapteryx brevirostris* jovens e adultas. **A:** fêmeas jovens na profundidade de 30 m; **B:** fêmeas jovens na profundidade de 45 m; **C:** fêmeas adultas a 30 m; **D:** fêmeas adultas a 45 m. Fonte: autoria própria.

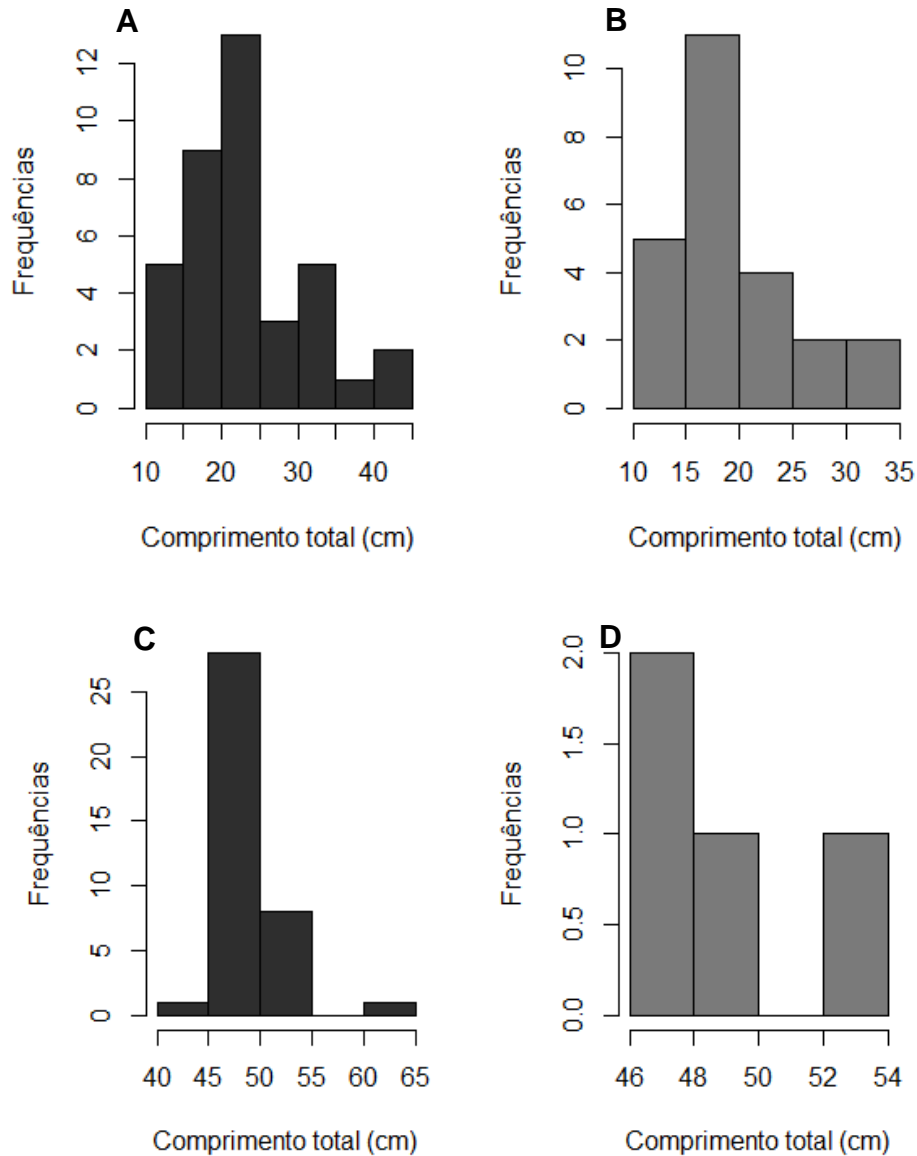


Figura 11. Distribuição das frequências dos comprimentos totais (CT) de machos de *Zapteryx brevirostris* jovens e adultos. **A:** machos jovens na profundidade de 30 m; **B:** machos jovens na profundidade de 45 m; **C:** machos adultos a 30 m; **D:** machos adultos a 45 m. Fonte: autoria própria.

As fêmeas de *Z. brevirostris* apresentaram uma relação positiva entre comprimento e peso nas profundidades de 30 e 45 m (Fig. 12A: $r^2 = 0,94$; Fig.12B: $r^2 = 0,95$) e os machos apenas foi possível observar essa relação a 45 m (Fig. 13: $r^2 = 0,94$).

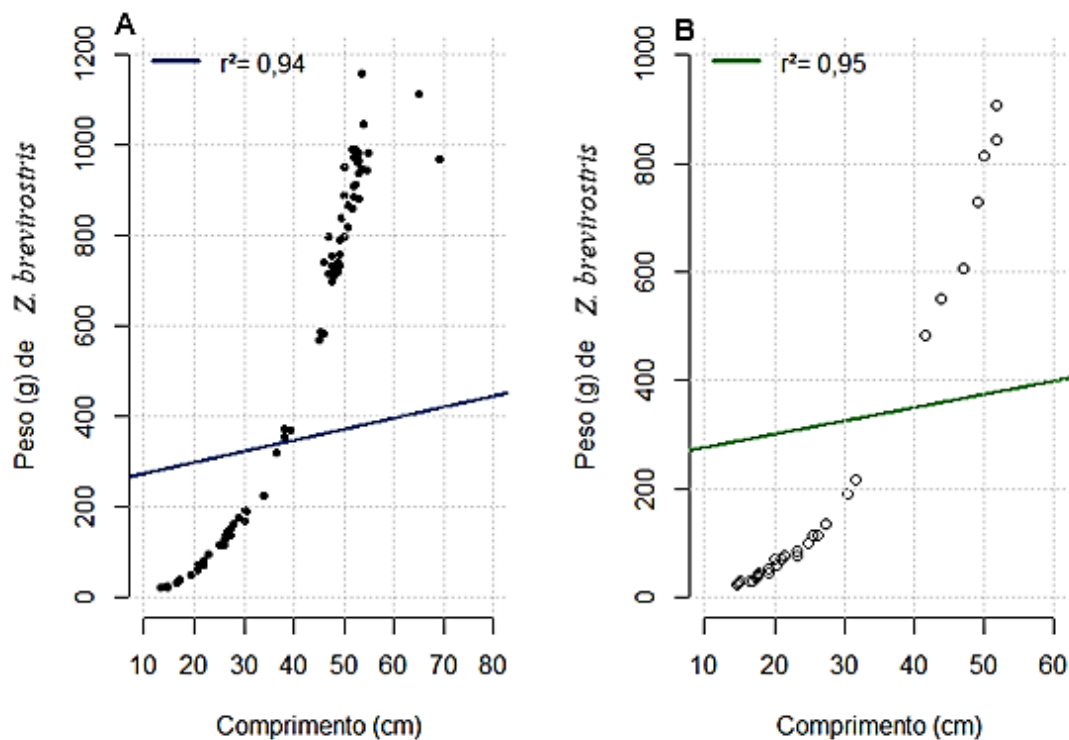


Figura 12. Relação peso (g) e comprimento total (cm) de fêmeas de *Zapteryx brevirostris* por profundidade. **A:** fêmeas de *Z. brevirostris* a 30 m; **B:** fêmeas de *Z. brevirostris* a 45 m. Os valores dos Coeficientes de Determinação (r^2) indicam a relação positiva entre as variáveis em A e B.

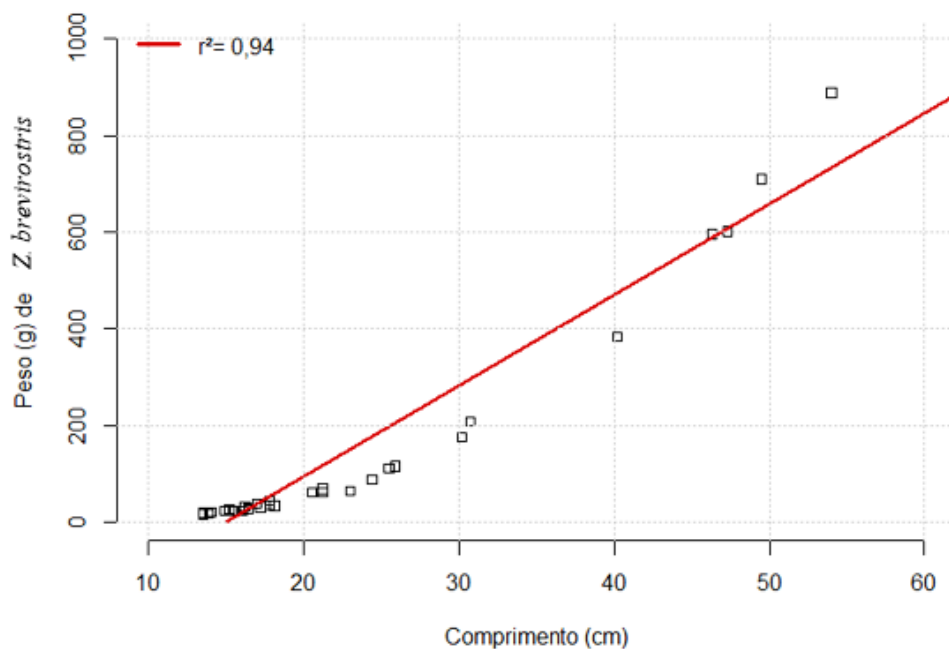


Figura 13. Relação peso (g) e comprimento total (cm) de machos de *Zapteryx brevirostris* na profundidade de 45 m. O valor do Coeficiente de Determinação (r^2) indica a relação positiva entre as variáveis.

A espécie *R. agassizii* apresentou CT menores em fêmeas jovens e adultas na profundidade de 60 m. O macho adulto de maior comprimento total foi encontrado a

30 m ($CT_{max} = 46,8$ cm). As fêmeas de *R. agassizii* apresentaram uma relação positiva entre comprimento total (cm) e peso (g) em todas as profundidades (Fig.14A: $r^2 = 0,90$; 14B/C: $r^2 = 0,91$). Entretanto, não foi possível observar uma relação entre CT e peso para os machos de *R. agassizii*.

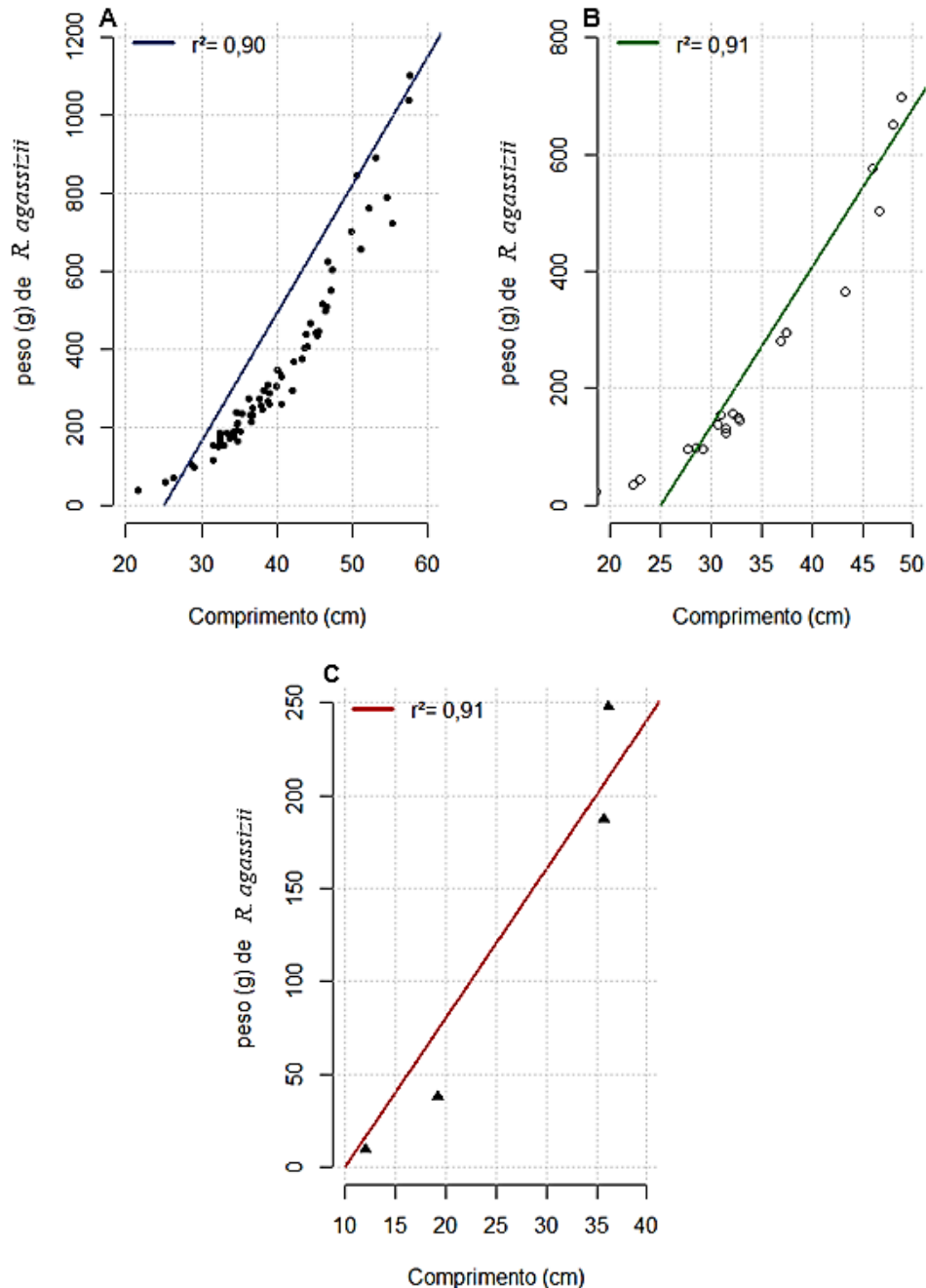


Figura 14. Relação peso (g) e comprimento total (cm) de fêmeas de *Rioraja agassizii* por profundidade. **A:** fêmeas de *Rioraja agassizii* a 30 m; **B:** fêmeas de *Rioraja agassizii* a 45 m; **C:** fêmeas de *Rioraja agassizii* a 60 m. Os valores dos Coeficientes de Determinação (r^2) indicam a relação positiva entre as variáveis.

A espécie *A. cyclophora* apresentou os maiores CT de machos e fêmeas jovens a 45 m (F = 54,5 cm; M = 49, 6 cm; Fig. 15A e C).

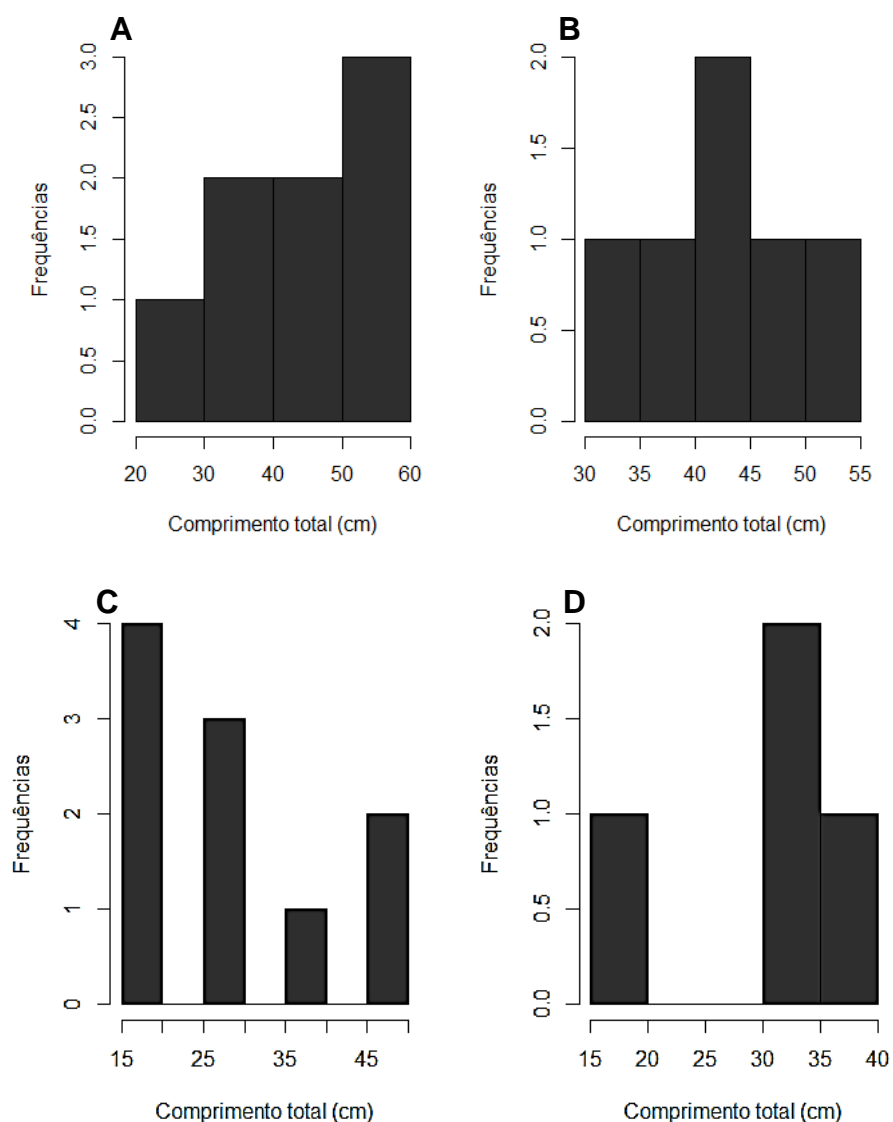


Figura 15. Distribuição das frequências dos comprimentos totais (CT) de jovens machos e fêmeas de *Atlantoraja cyclophora*. **A:** fêmeas jovens na profundidade de 45 m; **B:** fêmeas jovens na profundidade de 60 m; **C:** machos jovens a 45 m; **D:** machos jovens a 60 m. Fonte: autoria própria.

As fêmeas e machos jovens de *A. cyclophora* apresentaram uma relação positiva entre comprimento total (cm) e peso (g) nas profundidades de 45 m e 60 m (Fig. 16A: $r^2 = 0,86$; 16B: $r^2 = 0,95$; 16C: $r^2 = 0,93$; 16D: $r^2 = 0,95$).

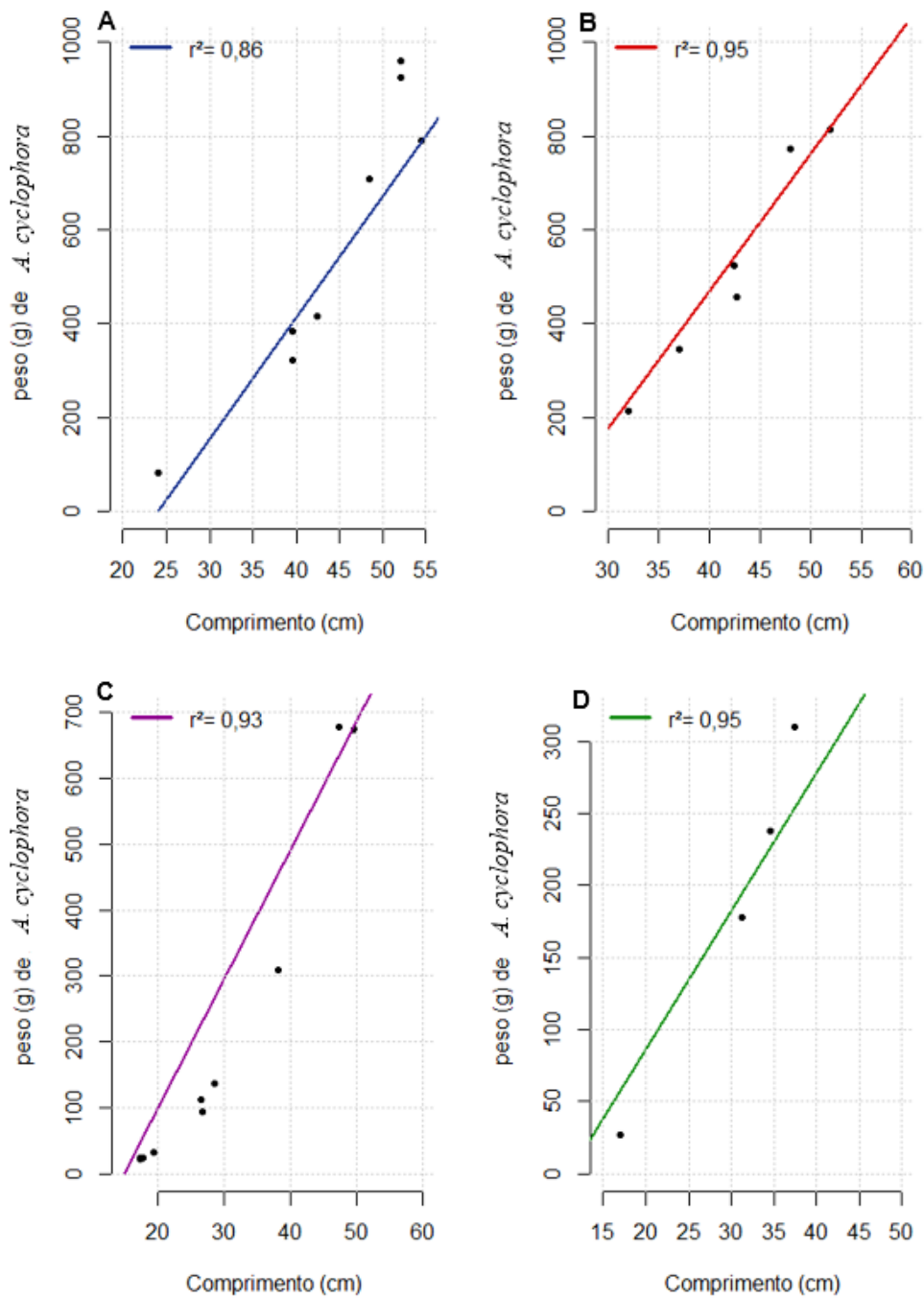


Figura 16. Relação peso (g) e comprimento total (cm) de fêmeas e machos jovens de *Atlantoraja cyclophora* por profundidade. **A:** fêmeas de *Atlantoraja cyclophora* a 45 m; **B:** fêmeas de *Atlantoraja cyclophora* a 60 m; **C:** machos de *Atlantoraja cyclophora* a 45 m; **D:** machos de *Atlantoraja cyclophora* a 60 m.

As espécies *Psammobatis* sp. e *Squatina* sp. não puderam ser classificadas quanto a categoria de ameaça por não terem sido identificadas a nível de espécie.

As espécies *Z. brevirostris*, *A. cyclophora* e *A. platana* apresentaram indivíduos com gônadas desenvolvidas na primavera e *R. agassizii* e *B. centroura* no outono. Entretanto, pelo baixo número de indivíduos coletados na época sob essas condições de maturação, não foi possível testar estatisticamente esses dados.

3.3 Efeitos da sazonalidade e as variáveis ambientais na composição de elasmobrânquios demersais

A avaliação da composição de jovens e adultos da comunidade de elasmobrânquios (n = 403 indivíduos), foi realizada uma análise multivariada (AM) usando as informações das condições ambientais obtidas na época da coleta e as informações sazonais tais como: a temperatura (T: °C), o oxigênio dissolvido (OD: mg/L) e a salinidade (S: ppm) e os meses do ano e a profundidade. O teste multivariado não-paramétrico de análise de variância (uma extensão do teste univariado do Kruskal-Wallis) apresentou o valor de $p = 8,735.10^{-36}$, demonstrando que as medianas das variáveis analisadas apresentaram diferenças significativas. O teste *post-hoc* de Dunn de comparações múltiplas mostrou as diferenças significativas entre as variáveis (Tabela 3).

Tabela 3. Teste post-hoc de Dunn de comparações múltiplas. P = profundidade (m); T = temperatura (°C); oxigênio dissolvido (OD); S = salinidade (ppm).

	Meses	P (m)	T (°C)	OD (mL)	S (ppm)
Meses		*1,46.10 ⁻²³	*0,004	0,055	*2,20.10 ⁻⁶
Prof. (m)	*1,46.10 ⁻²³		*9,89.10 ⁻¹³	*8,97.10 ⁻³³	*1,36.10 ⁻⁷
T (°C)	*0,004	*9,89.10 ⁻¹³		*1,66.10 ⁻⁰⁶	0,063
OD (mL)	0,055	*8,97.10 ⁻³³	*1,66.10 ⁻⁶		*2,88.10 ⁻¹¹
Sal. (ppm)	*2,20.10 ^{-6*}	*1,36.10 ⁻⁰⁷	0,063	*2,88.10 ⁻¹¹	

Fonte: autoria própria.

Baseado nos valores das diferenças detectadas entre as variáveis ambientais e as informações das coletas, foi criado um modelo de projeção de melhor ajuste de análise de sazonalidade espaço-temporal em função das cinco variáveis descritoras (meses do ano, profundidade (m), temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L) e salinidade (ppm)). O índice de Similaridade de Bray-Curtis foi utilizado para o melhor ajuste do modelo de Escalonamento Multidimensional Não-Paramétrico (NMDS), demonstrado pelo diagrama de Shepard (Fig.17).

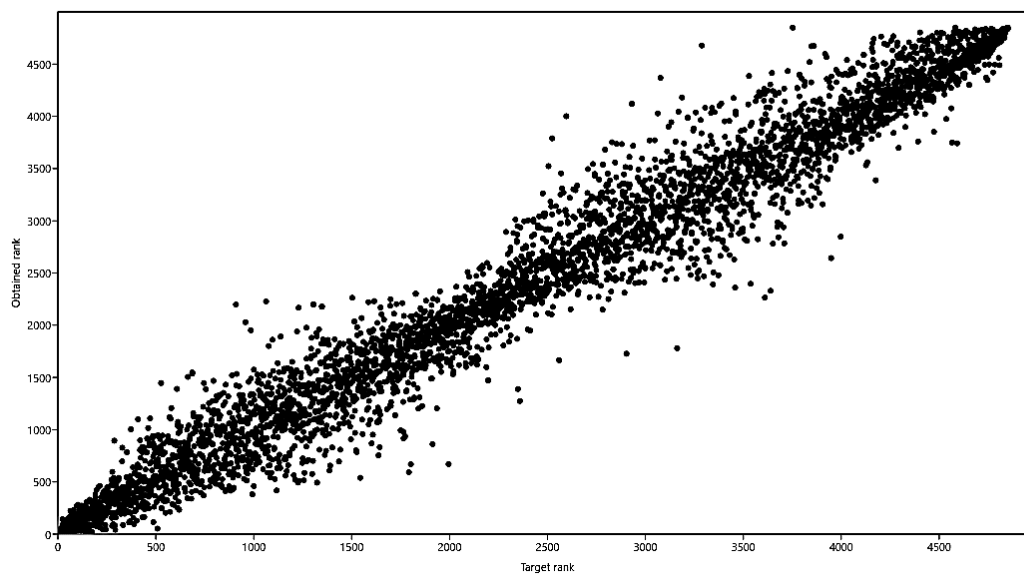


Figura 17. Diagrama de Shepard mostrando o modelo de projeção de melhor ajuste das cinco variáveis descritoras (meses do ano, profundidade (m), temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), salinidade (ppm)) utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis para o NMDS.

A análise de Escalonamento Multidimensional Não-Paramétrico (NMDS), apontou que uma parte das espécies, *Z. brevirostris*, *R. agassizii* e *A. cyclophora*, estão ligadas positivamente (mais abundantes) à profundidade (dimensões 1 e 2; Fig. 18). Um pequeno grupo das espécies *Z. brevirostris*, *R. agassizii* e *A. cyclophora*, está ligado negativamente (menos abundantes) às variáveis: meses do ano, temperatura e oxigênio dissolvido (dimensões 1 e 2). Nesse pequeno grupo, a espécie *R. agassizii* está ligada negativamente (menos abundante) a variável “meses do ano” e a espécie *Z. brevirostris* está ligada negativamente (menos abundante) a “temperatura” (Fig.18). O ajuste linear do NMDS para as abundâncias dos elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies capturadas, apresentou seu coeficiente de determinação R^2 , com valores para dimensão 1 = 0,7547; e para a dimensão 2 = 0,2577 e a soma dos quadrados dos resíduos (STRESS) igual = 0,09752. Isso valida a NMDS pelo fato dessas duas dimensões explicarem 99% da distribuição dos dados em função das variáveis analisadas.

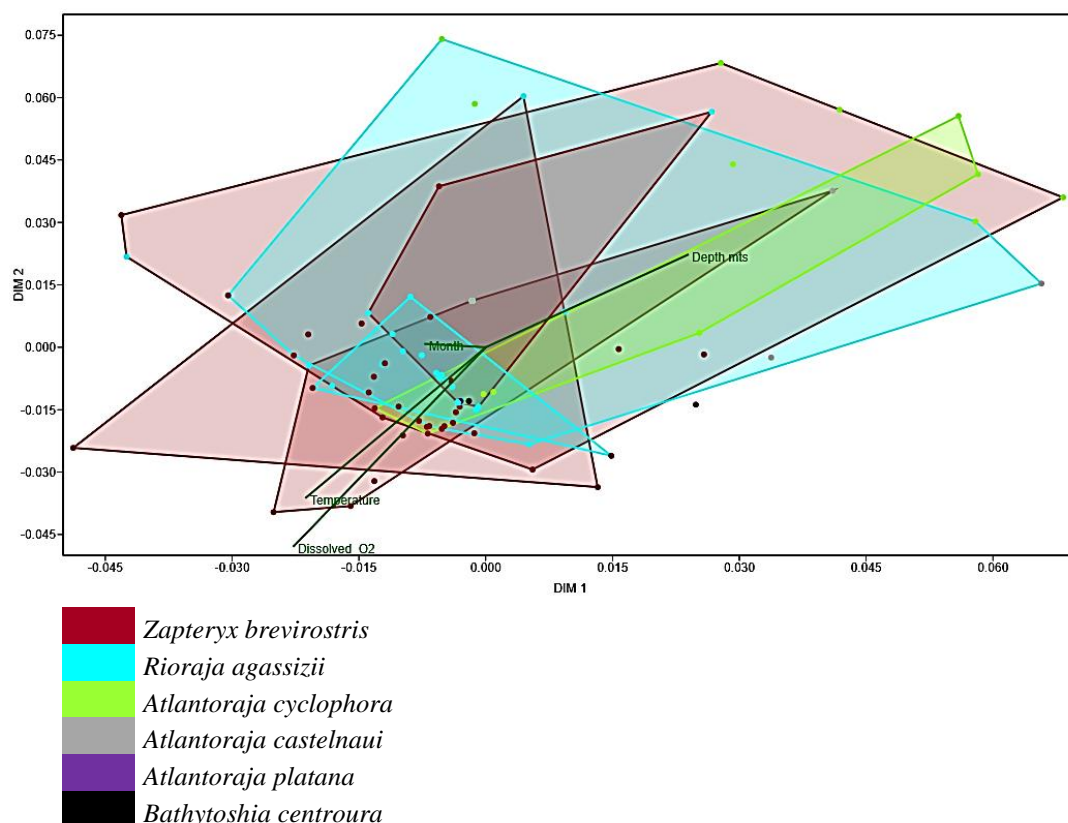


Figura 18. Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Paramétrico (NMDS), foi realizada a ordenação das abundâncias de elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies analisadas em função dos Month = meses do ano; Depth mts = profundidade (m); Temperature = temperatura (°C); Dissolved_O2 = oxigênio dissolvido (mg/L).

A análise de Classificação (“Cluster Analysis”), realizada por meio do Dendrograma de similaridade (Fig. 19), possibilitou identificar dois grupos com ajustes superiores a 65% em relação aos meses do ano, profundidade, temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade utilizando o índice de Bray-Curtis. O Coeficiente de Correlação Cofenética foi $> 0,9$ o que valida as informações apresentadas. O primeiro grupo foi formado pelas espécies mais abundantes *Z. brevirostris* e *R. agassizii*, seguido por indivíduos menos abundantes de *A. cyclophora*, *A. castelnaui*, *A. platana* e *B. centroura*. Já o segundo grupo obteve maior influência da abundância de *A. cyclophora*, seguido *Z. brevirostris*, *R. agassizii* e *A. castelnaui*.

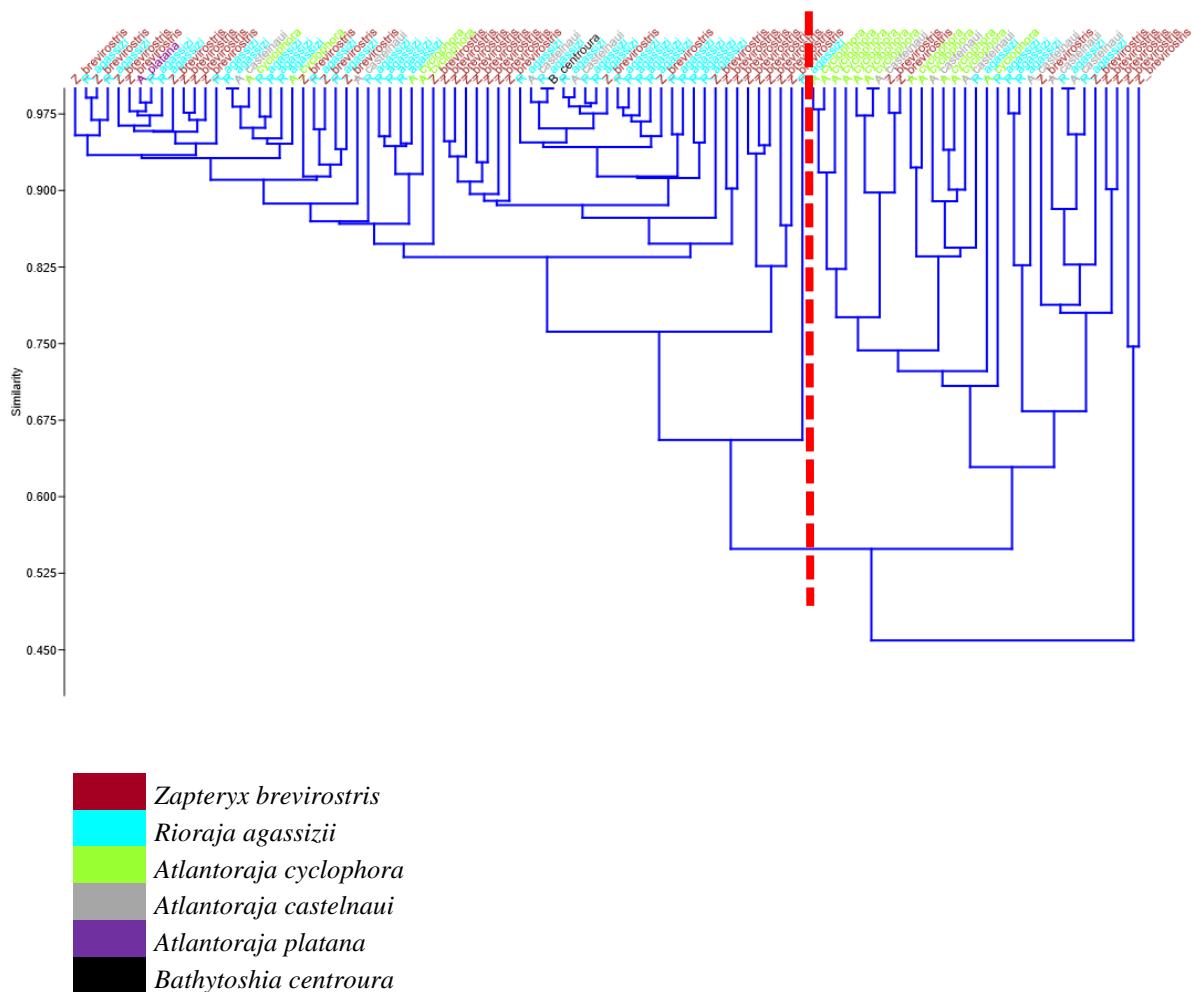


Figura 19. Análise de Classificação da distribuição espaço-temporal dos elasmobrânquios jovens e adultos na Resexmar-AC. O Dendrograma de similaridade foi gerado através da análise de agrupamento das abundâncias de elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies avaliadas, utilizando o índice de Bray-Curtis em função das profundidades, dos meses do ano, temperatura, Oxigênio dissolvido e salinidade. (Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,9025).

As relações monotônicas testadas para o coeficiente de correlação de Spearman (r_s) entre as variáveis descritoras apresentaram valores significativos para associações não lineares (Fig. 20).

A Análise de Componentes Principais (PCA) determinou as associações entre as variáveis descritoras analisadas com as abundâncias dos elasmobrânquios jovens e adultos, em dois primeiros eixos explicaram 91,48% das associações e foram representados pelos autovalores e a proporção explicada para cada eixo (Fig. 21; Tabela 4).

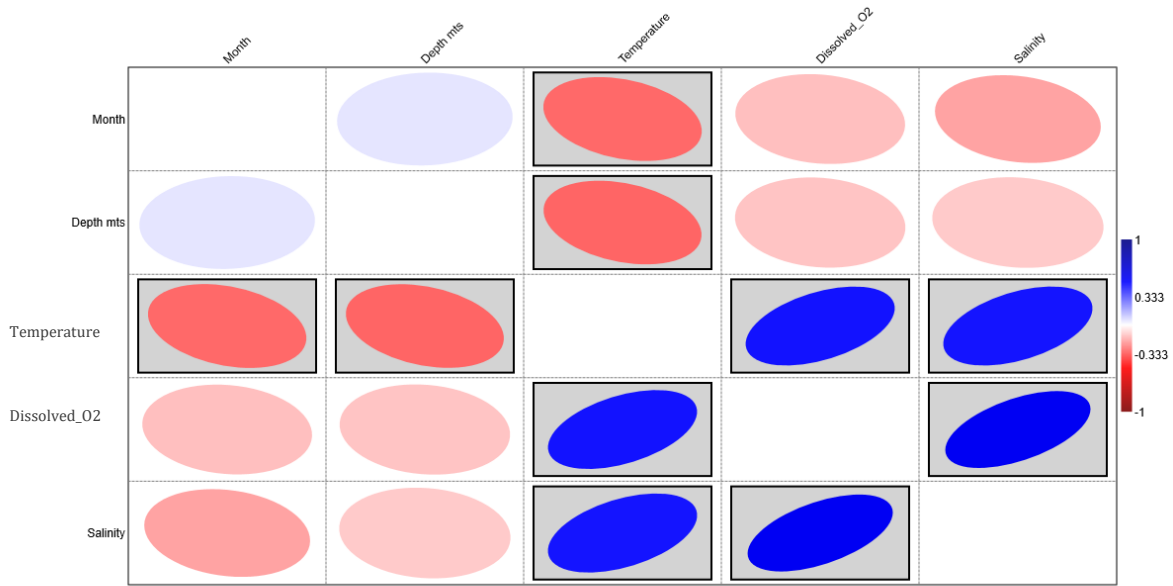


Figura 20. Representação gráfica do coeficiente de correlação de Spearman (r_s) entre variáveis descritoras demonstrando os valores significativos para associações não lineares e probabilidades bicaudais não correlacionadas (Month = meses; Depth mts = Profundidade em metros; Temperature = Temperatura em °C; Dissolved_O2 = Oxigênio dissolvido (mg/L); Salinity = Salinidade (ppm). No triângulo esquerdo estão representados os valores estatísticos e no triângulo direito os valores significantes demonstrando as probabilidades de não haver correlação.

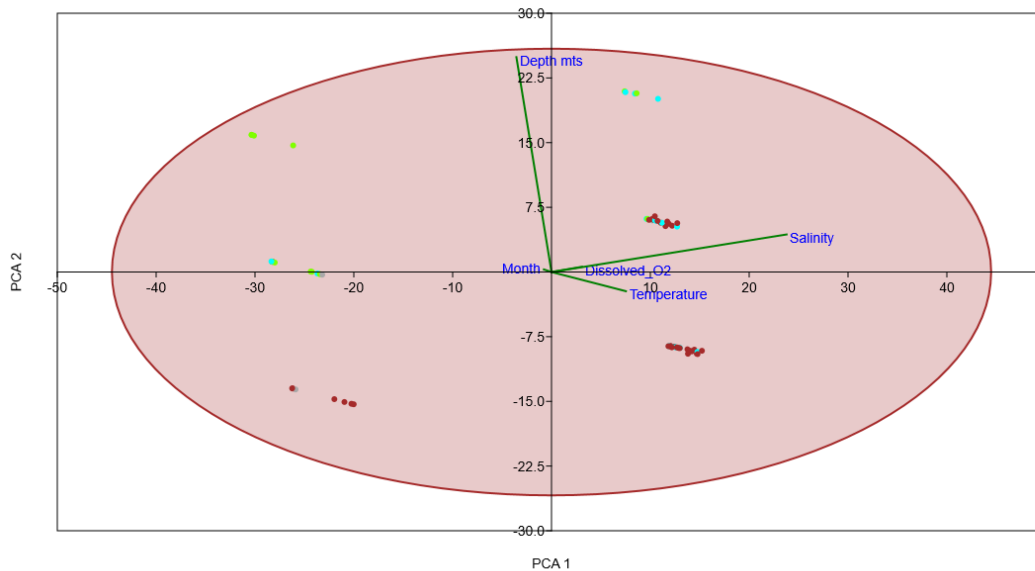


Figura 21. Análise de Componentes Principais (PCA) mostrando a correlação entre as variáveis descritoras e a influência para as abundâncias dos elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies analisadas coletados na Resexmar-AC, entre 1985 até 1988 (pontos correspondem as abundâncias das espécies capturadas no local. Pontos vermelhos = *Zapteryx brevirostris*; Pontos azuis = *Rioraja agassizi*; Pontos verdes = *Atlantoraja cyclophora*. A elipse vermelha representa o Intervalo de Confiança de 95% de confiança.

Tabela 4. Pontuações da Análise de Componentes Principais (PCA) entre as abundâncias de elasmobrânquios jovens e adultos e as variáveis descritoras, representadas pelos autovalores e proporção explicada pelos dois primeiros eixos para as abundâncias dos elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies da Resexmar-AC (1985-1988).

Componentes Principais	Autovalores (Eigen Value)	% Variância
1*	310.41	68.324
2*	105.202	23.156
3	255.262	56.186
4	12.365	27.217
5	0.816079	0.17963

Fonte: autoria própria.

As abundâncias de jovens e adultos de *Z. brevirostris* e os juvenis de *R. agassizi* apresentaram resposta negativa (menos abundantes) às variações da temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e meses do ano, enquanto as espécies *A. cyclophora*, *A. castelnaui* e adultos de *R. agassizi* e de *Z. brevirostris* foram negativamente (menos abundantes) influenciados pela profundidade.

Os dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica explicaram 91,70% da variação na distribuição batimétrica das espécies de elasmobrânquios. Os descritores considerados significativos na distribuição das abundâncias de elasmobrânquios jovens e adultos foram oxigênio dissolvido, meses do ano, temperatura e o profundidade (Tabela 5).

Tabela 5. Pontuação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a influência das variáveis descritoras nas abundâncias de elasmobrânquios de jovens e adultos das seis espécies analisadas na Resexmar-AC, entre 1985 até 1988.

Eixos descritores	Autovalores	%
*1	0,41639	81,24
*2	0,053609	10,46

Fonte: autoria própria.

Os resultados obtidos da Análise de Correspondência Canônica mostraram a influência dos descritores analisados na distribuição das abundâncias de elasmobrânquios jovens e adultos das seis espécies analisadas na Resexmar-AC. A análise sugeriu que as abundâncias de elasmobrânquios jovens e adultos de *Z. brevirostris* e juvenis de *R. agassizi* foram mais fortemente influenciadas pelos descritores “oxigênio dissolvido, salinidade, temperatura e meses do ano”, enquanto os adultos de *R. agassizi*; os juvenis *A. cyclophora* e *A. castelnaui* foi mais fortemente influenciado pela profundidade. As espécies *A. platana*, *B. centroura* e uma parte dos

indivíduos jovens de *A. castelnaui* não apresentaram correlação para as variáveis analisadas (Fig. 22). Uma MANOVA foi realizada através da aplicação do teste Λ (lambda) de Wilks ($\Lambda = 0,5126$) e o teste *Traço de Pillai* ($p = 0,00$) para verificar se os centros dos grupos apresentaram valores significativos. Os dois eixos são explicados na análise em função do valor de $p \leq 0,05$ (Tabela 5).

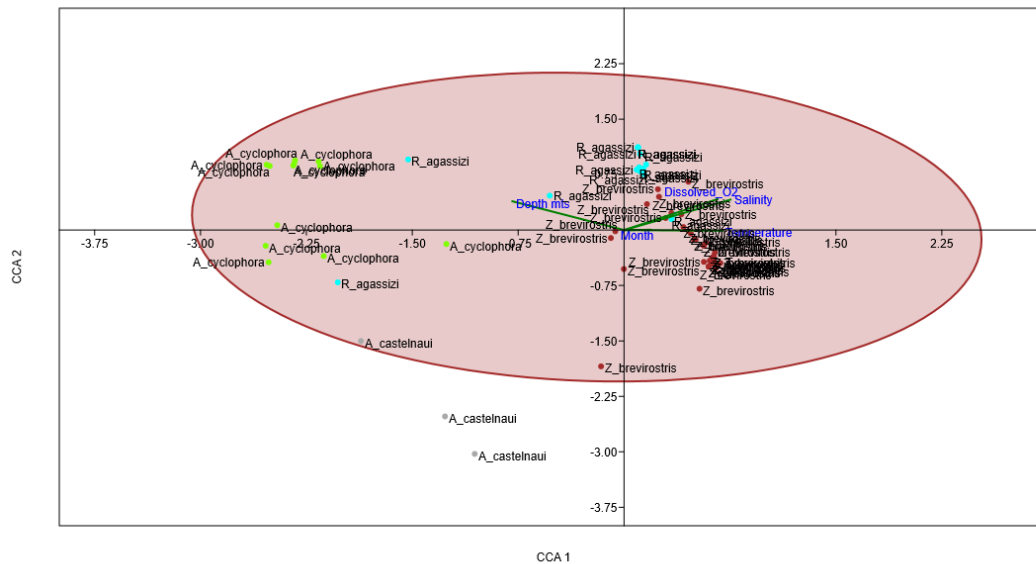


Figura 22. Análise de Correspondência Canônica (CCA) das abundâncias de elasmobrânquios de jovens e adultos das seis espécies capturados registradas na pesca científica na Resexmar-AC (1985 até 1988), em relação às variáveis : meses, profundidade, temperatura, oxigênio dissolvido e a salinidade (*Z_brevirostris* = *Zapteryx brevirostris*; *R_agassizi* = *Rioraja agassizii*; *A_cyclophora* = *Atlantoraja cyclophora*; *A_castelnaui* = *Atlantoraja castelnaui*; *A_platana* = *Atlantoraja platana*; *B_centroura* = *Bathytoshia centroura*). A elipse vermelha representa o Intervalo de Confiança de 95%.

4. Discussão

No presente estudo foi observado que a média de capturas de elasmobrânquios por arrasto diminuiu com o aumento da profundidade. Isso quer dizer que, essas espécies de elasmobrânquios demersais amostrados na Resexmar-AC, ocorreram em maiores abundâncias em águas mais rasas e quentes, conforme o esperado neste estudo. Entretanto, as espécies mais numerosas (*Z. brevirostris* e *R. agassizii*) mostraram fortemente esse padrão geral de diminuição por profundidade, podendo assim mascarar outros padrões observados das espécies menos abundantes nessa região. Por exemplo, as espécies *Psammobatis* sp. e *A. cyclophora*, menos abundantes na época, não foram capturadas a 30 m, mas apenas a partir dos 45 m de profundidade em águas mais frias. Essas duas espécies podem ocupar profundidades maiores para acessar melhores

refúgios e se protegerem de predadores em potencial, como o tubarão-martelo que ocorre na região (BIZERRIL e COSTA, 2001). Outro ponto observado é que, a coloração escura desses elasmobrânquios associada ao modo de vida demersal junto ao fundo arenoso da região de estudo, permite que eles fiquem imperceptíveis ao campo de visão de suas presas principais, no caso crustáceos.

As fêmeas apresentaram maiores abundâncias do que os machos na região por profundidade, e ambos os sexos seguiram o padrão de diminuição de abundâncias com o aumento das profundidades. No geral, as fêmeas dessas espécies apresentaram tamanhos maiores do que os machos em todas as profundidades, um padrão observado em várias espécies de elasmobrânquios (GOMES *et al.*, 2019). O CT determina o estágio de maturação dos indivíduos de elasmobrânquios, e, portanto, em relação a profundidade, os adultos foram dominantes em relação aos juvenis na profundidade de 30 m e os juvenis só se mostraram pouco mais abundantes do que os adultos a 60 m. Essa segregação espacial pode ter ocorrido devido ao ciclo de vida dos elasmobrânquios, que tendem a procurar locais mais rasos com maiores temperaturas para acelerar o processo de postura de ovos nesses ambientes (ODONNE *et al.*, 2008; STEVENS e WAYTE, 2008; SCHWINGEL, 2009). Além disso, os locais estuarinos sofrem menos ação do hidrodinamismo, garantindo a segurança dos ovos ali depositados e, conseqüentemente dos neonatos (recém-nascidos). Outro fator importante que pode explicar a segregação espacial, é que as fêmeas maduras podem migrar para profundidades mais rasas para evitar a competição intraespecífica com os juvenis (SANTOS *et al.*, 2006). Por fim, sabe-se que algumas espécies de elasmobrânquios apresentam o comportamento de filopatria, ou seja, eles apresentam fidelidade ao local de nascimento (CHAPMAN *et al.*, 2015), o que pode explicar a maior quantidade de fêmeas na região e os dois estágios de maturação observados nesse estudo.

Não foi observado um padrão de variações sazonais comum à todas as espécies quanto às capturas gerais dos elasmobrânquios nos arrastos realizados na Resexmar-AC. No entanto, as abundâncias das espécies *Z. brevirostris* e *A. cyclophora* mostraram um padrão de oposição em relação as estações do ano entre primavera e verão. Esse padrão observado, pode estar relacionado com o aumento da disponibilidade de presas consumidas pelas duas espécies na primavera e no inverno, com o ciclo reprodutivo de cada espécie, e, também, à tolerância térmica fisiológica dessas espécies. Wehitt *et al.* (2018) discutem que o ciclo reprodutivo de *A. cyclophora* possui falhas nos registros

de variações sazonais e, que isso pode ser explicado pelas fêmeas apresentarem um ciclo anual, comparando com os registros de altas atividades reprodutivas para outras espécies de raias costeiras que ocorrem em profundidades menores do que 50 m, como *A. castelnaui*, *Rioraja agassizi* e *Sympterygia bonapartii*.

No estudo de Caltabellotta *et al.* (2019 b), os autores discutem que entre setembro a novembro pode ocorrer o período de crescimento para *Z. brevirostris*, mas que não há estudos no Brasil que relacionam as formações das bandas de crescimento a variáveis ambientais, tais como variação da temperatura e dieta, fotoperíodo e mecanismos fisiológicos. Esses fatores ambientais parecem divergir de acordo com a latitude e influenciar na fisiologia do crescimento dessa espécie (CALTABELLOTTA *et al.*, 2019 b). Isso pode significar que o crescimento dos animais pode estar relacionado com condições ambientais, mas são necessárias investigações dessa relação entre o comprimento e as variáveis ambientais regionais que podem influenciar nessa investigação.

Um destaque desse conjunto de dados da Resexmar-AC, foi que a uma fêmea adulta de *Z. brevirostris* apresentou um comprimento máximo de 69 cm, maior do que o descrito na literatura (66 cm) (CALTABELLOTTA *et al.*, 2019 a; POLLOM *et al.*, 2020 a). Isso pode indicar que o tamanho máximo das espécies descritas na literatura, já pode ter sido relatado implicitamente com decréscimo do tamanho dos indivíduos, evidenciando a alta pressão pesqueira sobre essa espécie. Ambas as espécies *Z. brevirostris* e *A. cyclophora*, estão classificadas como “Em perigo” (EN) pela UICN (POLLOM *et al.*, 2020a; 2020c), e essas informações sobre a ocorrência sazonal delas na região, podem gerar medidas legais protetivas para o manejo e a pesca no local. Sabe-se que os grandes tubarões predadores de topo regulam, as espécies de mesopredadores (raias de posição intermediária na cadeia trófica), e a sua ausência pode causar o efeito de cascata trófica de cima para baixo (HEITHAUS *et al.*, 2008) e influenciar diretamente nas atividades pesqueiras comerciais da região. Entretanto, o efeito direto e indireto da redução dos mesopredadores e suas futuras implicações nas atividades pesqueiras da região, permanece desconhecido.

Em estudos de idade e crescimento de *R. agassizii*, machos e fêmeas geralmente não apresentam diferença estatisticamente significativa no crescimento, mesmo que as fêmeas sejam um pouco maiores. Tal fato pode ser explicado por haver mudanças ontogenéticas na dieta ou na temperatura, ou reabsorção de certos materiais na matriz cartilaginosa dos centros vertebrais (CALTABELLOTTA *et al.*, 2019 b). Porém, são

questões que requerem uma investigação direcionada. Caltabellotta *et al.* (2019 b) observaram que *R. agassizii* apresenta crescimento moderado, ou seja, em períodos distintos pode estar em um tamanho menor do que o adulto e ser pescada mesmo sem ter atingido a maturidade sexual. Esse crescimento moderado pode seguir intervalos definidos ainda desconhecidos, o que pode significar que esta espécie é mais vulnerável à pressão pesqueira da frota de arrasto ao longo da costa sudeste do Brasil. Os autores alertam para as diferenças nas taxas de crescimento registradas para *R. agassizii* que podem sofrer variações latitudinais, o que pode torná-la alvo de pescarias. Por exemplo, a temperatura varia latitudinalmente e isso pode afetar o crescimento dos elasmobrânquios em seus *habitats*. No estudo de Genner e colaboradores (2010), dados coletados das variações anuais da temperatura de apenas noventa e seis anos, mostraram que um acréscimo de 2°C na temperatura causou o declínio populacional de espécies das espécies com maiores tamanhos no local do estudo (Canal da Mancha) (GENNER *et al.*, 2010). Isso quer dizer que, as mudanças climáticas podem indiretamente aumentar as atividades pesqueiras na busca de indivíduos maiores, e assim, intensificar a pressão pesqueira sobre eles, causando uma pressão seletiva no meio resultando na existência de indivíduos cada vez menores.

Todas as espécies que foram avaliadas neste trabalho estão inseridas atualmente em uma categoria de ameaça da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN). As espécies *A. platana* está classificada como “Em perigo” (EN) (POLLOM *et al.*, 2020e), *Rioraja agassizii* e *Bathytobia centroura* como “Vulnerável” (VU) (POLLOM *et al.*, 2020b; CARLSON *et al.*, 2020), e, por fim, *A. castelnaui* como Criticamente em Perigo (CR) (POLLOM *et al.*, 2020d). Já dentre as três espécies de *Squatina* sp. da região, a espécie *S. varii* está classificada como “Pouco preocupante” (RINCON *et al.*, 2019), enquanto que *S. guggenheim* está como “Em Perigo” (ODDONE *et al.*, 2019) e *S. oculata* como *criticamente em perigo* (AWRUCH *et al.*, 2019). As duas espécies de *Psammobatis* sp., *P. extenta* e *P. lentiginosa* (POLLOM *et al.*, 2020f; 2020g), que ocorrem na região estão classificadas como “Pouco Preocupantes” pela UICN. O avanço da modernidade e a ampliação das atividades comerciais na região deverá se intensificar com a construção de portos de exploração de petróleo, gás natural e biocombustíveis aos arredores da Resexmar-AC (Maricá-RJ, Saquarema-RJ, Sepetiba-RJ (SALLES, 2022) com o afrouxamento das leis ambientais pelas autoridades governamentais estaduais e regionais, e isso deve reduzir ainda mais populações de elasmobrânquios da região. Assim, os dados pretéritos são necessários

para que haja o manejo efetivo para minimizar os efeitos das reduções populacionais não somente de elasmobrânquios na região, pois isso também afetará as atividades pesqueiras em pequena e grande escala que ocorrem na região dos lagos no RJ.

A sobrepesca direcional ou não é a principal ameaça que assombra os elasmobrânquios (DULVY *et al.*, 2021), que são desembarcados com várias artes de pesca em um gradiente latitudinal, muitas vezes classificando os animais em categorias genéricas incorretas que corroboram para a subestimação e incerteza na estimação das populações dessas espécies capturadas a cada ano (CASHION *et al.*, 2019; JORGENSEN *et al.*, 2022). A situação fica ainda mais complicada por haver problemas na classificação taxonômica da maioria das raias, e por isso acaba por sendo registradas gêneros com muitas espécies agregadas em categorias que dificulta ainda mais o monitoramento do setor pesqueiro. Por fim, isso dificulta avaliar o estado natural das populações e dificulta futuras avaliações sobre o estado de conservação de algumas espécies de elasmobrânquios. Resgatar informações dessas espécies em regiões ainda não estudadas, pode auxiliar para a compreensão dos diversos usos do ambiente e as interações dessas populações nos seus locais de ocorrência.

Mutlu e colaboradores (2022) realizaram um estudo na Turquia com o objetivo de apresentar informações básicas sobre a distribuição batimétrica e sazonal de elasmobrânquios e os padrões biométricos (densidade, características morfométricas e composição sexual) envolvidos em águas ultra-oligotróficas (pobres em nutrientes) do Mar mediterrâneo determinando a dinâmica biométrica e a relação espécie-ambiente existente na região. Nesse estudo, as variáveis categóricas “ano” e a “profundidade” sozinhos e em combinação, tiveram a maior influência na variação das abundâncias dos elasmobrânquios, padrão similar ao avaliado neste trabalho para a Resexmar-AC. No entanto, naquela região a riqueza de espécies diminuiu com o passar dos anos, diferindo do padrão encontrado neste estudo com dados da Resexmar-AC. Outro ponto observado no trabalho de Mutlu e colaboradores (2022), foi que houve diferença na distribuição de elasmobrânquios sendo que algumas espécies se mostraram mais abundantes em meses quentes (Maio-Agosto) e outras em meses frios (Fevereiro-Março), assim como observado sobre as abundâncias de *Z. brevirostris* e *A. cyclophora* na Resexmar-AC. Também foi observado que em profundidades maiores do que 50 m houve uma menor biomassa de elasmobrânquios, assim como mostraram os dados avaliados na época da amostragem realizada na Resexmar-AC.

Apenas as abundâncias de machos de *Psammobatis* spp. foram significativamente superiores às das fêmeas em relação as fases de coletas, além do mais houve diminuição na abundância de machos em relação as fases de coletas. Isso pode indicar que há segregação temporal entre machos e fêmeas na região como o que é observado para outra espécie de *Psammobatis bergi* (MARTIN *et al.*, 2007). A segregação temporal pode estar ocorrendo devido a disponibilidade de presas na região, que podem ser mais atrativas para os machos, que conseqüentemente são menores e, nessa zona de berçário, alimentam-se de animais menores, enquanto que as fêmeas podem migrar para regiões que apresentam presas maiores e, portanto, obterem um melhor aproveitamento energético de armazenamento de nutrientes para a reprodução. As duas espécies de *Psammobatis* spp. que ocorrem na região, *P. extenta* e *P. lentiginosa*, vivem em profundidades muito maiores do que 60 m, podendo alcançar 160 m de profundidade, e provavelmente nesses ambientes as fêmeas podem ser mais abundantes e encontrar refúgios mais seguros contra a predação interespecífica, assim como o canibalismo, comum entre as espécies de elasmobrânquios.

As espécies *A. platana*, *B. centroura* e uma parte dos indivíduos jovens de *A. castelnaui* parecem não apresentar uma correlação para as variáveis ambientais nesse estudo (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e meses do ano). Isso pode ter ocorrido pelo baixo número de indivíduos dessas três espécies amostrados ($n = 16$) na região, ou mesmo esses indivíduos coletados podem apresentar maior tolerância as variações ambientais da região. No entanto, mais indivíduos devem ser incluídos nessa futura investigação. Já as abundâncias de jovens e adultos de *Z. brevirostris* e os juvenis de *R. agassizi* foram maiores em altas temperaturas, salinidades, oxigênio dissolvido e em meses do ano. De acordo com os dados analisados, essas espécies podem ser mais sensíveis as variações climáticas, uma vez que suas abundâncias estão correlacionadas as variáveis ambientais específicas desses ambientes costeiros.

Estudar a relação entre as variáveis ambientais e a sua influência nas abundâncias dos elasmobrânquios é necessário para compreender a dinâmica do ambiente que esses animais habitam. Por exemplo, atualmente muito se fala sobre os impactos do aquecimento global nos oceanos (VILMAR e SANTO, 2022). O aumento da temperatura da terra pode causar a desoxigenação oceânica, um “novo” desafio para a sobrevivência dos elasmobrânquios em ambientes pelágicos e costeiros (SIMS, 2019). Portanto, compreender as taxas de consumo de oxigênio e as respostas adaptativas dos elasmobrânquios é importante para oferecer soluções para controlar os

efeitos dessa desoxigenação (BOUYOUCOS *et al.*, 2019). Assim, há uma necessidade de se compreender a desoxigenação em respostas adaptativas a nível populacional frente a problemática das ameaças climáticas (JORGENSEN *et al.*, 2022).

Esse estudo é o primeiro a relacionar as variáveis ambientais regionais (T, OD, S, meses do ano e profundidade) com as abundâncias de elasmobrânquios coletados na Resexmar-AC. Um novo estudo poderia ser realizado englobando toda a região dos lagos, para verificar se os padrões observados a partir desse conjunto de dados coletados na década de 1980, continuariam sendo os mesmos ou teriam sofrido mudanças na atualidade. No entanto, para futuras investigações sugere-se que sejam consideradas outras variáveis como a distância da costa, pontos de derramamento de esgotos, número de embarcações no local de coletas, presença de atividade portuária, latitude e outras mais que podem influenciar na distribuição de elasmobrânquios na Resexmar-AC.

5. Conclusão

- A abundância total de elasmobrânquios diminuiu com o aumento da profundidade na Resexmar-AC. Portanto, as espécies foram mais abundantes em menores profundidades com temperaturas mais altas. A maioria desses elasmobrânquios eram fêmeas de CT e peso maiores do que os machos. Isso pode estar relacionado com a reprodução que pode ser a causa da segregação espacial de elasmobrânquios jovens e adultos presentes na amostragem da Resexmar-AC.
- Uma fêmea adulta de *Z. brevirostris* de 69 cm foi capturada na Resexmar-AC com o comprimento maior do que o descrito na literatura (66 cm). Isso pode indicar que a descrição do tamanho máximo dessa espécie já sofria redução pela pesca.
- A estação do ano, influenciou as abundâncias das espécies *Z. brevirostris* (jovens e adultos mais abundantes no inverno e o inverso na primavera) e *A. cyclophora* (jovens menos abundantes no inverno). No caso de *Z. brevirostris*, isso pode ser explicado pelo fato dessa espécie habitar águas rasas e terem apresentado correlação para as variáveis ambientais (T, OD, S), sendo mais sensíveis as variações climáticas e talvez, preferindo climas mais amenos para reprodução. A espécie *A. cyclophora*, que ocorre em maiores profundidades de menores temperaturas, pode migrar para a Resexmar-AC no verão e as altas

temperaturas podem favorecer a postura de ovos e a continuidade do ciclo reprodutivo.

- Apenas machos de *Psammobatis* spp. ocorreram na Resexmar-AC e apresentaram uma diminuição das abundâncias ao longo das fases de coletas do estudo. A Resexmar-AC pode representar um local de segregação sexual temporal importante para os machos de *Psammobatis* spp. completarem o ciclo de vida.
- As variáveis ambientais (T, OD, S) e os meses do ano (sazonalidade) foram relacionadas a diminuição das abundâncias de jovens e adultos de *R. agassizii*, que foram capturados em todas as profundidades e em todos os meses do ano, podendo ser uma espécie residente da Resexmar-AC.

6. Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA DE BACIA PIONEIRA NA GESTÃO DAS ÁGUAS – AGEVAP
<<https://www.agevap.org.br/index.php>> Acesso em: 28 jul. 2021.
- AWRUCH, C.A., BARRETO, R., CHARVET, P., CHIARAMONTE, G.E., CUEVAS, J.M., DOLPHINE, P., FARIA, V., PAESCH, L. & RINCON, G. 2019. *Squatina occulta*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T39331A2899669. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T39331A2899669.en>. Accessed on 10 August 2022.
- BATISTA, V. S. Desenvolvimento sexual de *Zapterix brevirostris* (Müller & Henle, 1841), no litoral do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, n. 3, p. 301-307, ago. 1987.
- BINTORO, G.; LELONO, T. D.; SARI, N. L. K.; SETYANTO, A.; YULIANTO, E. S. Species, conservation status, and Reproductive Biology of Rays (BATOIDEA) caught by Purse Seine in Bali Strait, Indonesia. *JOURNAL OF SOUTHWEST JIAOTONG UNIVERSITY*, v. 56, n. 6, p. 820-832, dez. 2021. **DOI : 10.35741/issn.0258-2724.56.6.72**
- BIZERRIL, C. R. S. F.; COSTA, P. A. S. **Peixes Marinhos do Estado do Rio de Janeiro**. Ed: FEMAR-SEMADS, 2001. 234 p.
- BRAY, R. J.; CURTIS J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol Monogr*. 1957; 27: 325–349. <https://doi.org/10.2307/1942268>
- BOUYOUCOS, I. A.; SIMPFENDORFER, C. A.; RUMMER, J. L. (2019) Estimating oxygen uptake rates to understand stress in sharks and rays. **Rev Fish Biol Fish**, n. 29, p. 297–311
- CALTABELLOTTA, F. P.; SILVA, F. M.; MOTTA, F. S.; GADIG, O. B. F. Age and growth of the threatened endemic skate *Rioraja agassizii* (Chondrichthyes, Arhynchobatidae) in the western South Atlantic. **Marine and Freshwater Research**, 2019 a, 70, 84–92.
- CALTABELLOTTA, F. P.; SIDERS, Z. A.; MURIE, D. J.; MOTTA, F. S.; CAILLIET, G. M.; GADIG, O. B. F. Age and growth of three endemic threatened guitarfishes *Pseudobatos horkelii*, *P. percellens* and *Zapteryx brevirostris* in the western South Atlantic Ocean. *J Fish Biol*. 2019 b;1–13. <https://doi.org/10.1111/jfb.14123>
- CAMPBELL, M. J.; TONKS, M. L.; MILLER, M.; BREWER, D.T.; COURTNEY, A. J.; SIMPFENDORFER, C. A. Factors affecting elasmobranch escape from turtle excluder devices (TEDs) in a tropical penaeid-trawl fishery. **Fisheries Research**, v. 224, nov. 2020.
- CARNEIRO, M. H; FAGUNDES, L.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; SERVO, G. J. M. Produção pesqueira marinha do estado de São Paulo 1998-1999. Disponível em <[chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.pesca.sp.gov.br%2Fpropesq98-99.pdf&cflen=129951&chunk=true](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.pesca.sp.gov.br%2Fpropesq98-99.pdf&cflen=129951&chunk=true)> Acesso: ago. 2021
- CARLSON, J.; CHARVET, P.; AVALOS, C.; BRIONES BELL-LLOCH, A.; CARDENOSA, D.; ESPINOZA, E.; HERMAN, K.; MORALES-SALDAÑA, J. M.; NARANJO-ELIZONDO, B.; PACOUREAU, N.; PILAR BLASCO, M.; PÉREZ

- JIMÉNEZ, J. C.; SCHNEIDER, E. V. C.; SIMPSON, N. J.; TALWAR, B. S. 2020. *Bathytoshia centroura*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2020**: e.T104065040A3122808. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T104065040A3122808.en>. Accessed on 27 March 2022.
- CASTRO, P.; HUBER, M. E. **Marine Biology**. The McGraw-Hill companies. 4ª edição, 2003.
- CASHION, M. S.; BAILLYA, N.; PAULY, D. Official catch data underrepresent shark and ray taxa caught in Mediterranean and Black Sea fisheries. **Marine Policy**, v. 105, p. 1-9, feb. 2019.
- CHAPMAN, D. D.; FELDHEIM, K. A.; PAPASTAMATIOU, Y. P.; HUETER, R. E. There and Back Again: A Review of Residency and Return Migrations in Sharks, with Implications for Population Structure and Management. **Annu. Rev. Mar. Sci.** 2015. 7:547–70.
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust J Ecol.* 1993; 18: 117–143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- COLONELLO, J. H.; LUCIFORA, L. O.; MASSA, A. M. Reproduction of the angular angel shark (*Squatina guggenheim*): geographic differences, reproductive cycle, and sexual dimorphism. *ICES Journal of Marine Science*, v. 64, n. 1, p. 131-140, jan. 2007, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsl004>.
- COE, H., H. G.; CARVALHO, C. N.; SOUZA, L. O. F.; SOARES, A. Peculiaridades ecológicas da região de Cabo Frio-RJ. **Revista Tamoios**, v. 4, n. 2, jul./dez., 2007. ISSN 1980- 4490.
- DELLA-FINA, N.; PIVA-SILVA, B.; SOUZA, C. C. A.; BARRETO, R. R. P.; NEGRO, T. D.; AMORIM, A. F. Hábitos alimentares de *Atlantoraja castelnaui* (Elasmobranchii: Rajidae, Arhynchobatidae) no Sudeste-Sul do Brasil. **Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas 2: Editora Atena**, 2020.
- DOMINGOS, J. F. S.; PAIVA, B.; BRUNO, C. E. M.; AMORIM, A. F. Diet of elasmobranchs captured in the fishing of pink shrimp off souther of Brazil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 637-658 jan./mar. 2021.
- DUNN, O. J. Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics*. 1964; 6: 241-252. <https://doi.org/10.1080/00401706.1964.10490181>
- DUVLY, N. K.; PACOUREAU, N.; RIGBY, C. L.; POLLOM, R. A.; JABADO, R. W.; EBERT, D. A.; FINUCCI, B.; POLLOCK, C. M.; CHEOK, J.; DERRICK, D. H.; HERMAN, K. B.; SHERMAN, C. S.; VANDERWRIGHT, W. J.; LAWSON, J. M.; WALLS, R. H. L.; CARLSON, J. K.; CHARVET, P.; BINEESH, K. K.; FERNANDO, D.; RALPH, G. M.; MATSUSHIBA, J. H.; HILTON-TAYLOR, C.; FORDHAM, S. V.;
- SIMPLENDORFER, C. A. Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. **Current Biology**, v. 31, p. 1-15, nov. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.08.062>.
- FAGUNDES-NETTO, E. B.; GAEZLER, L. R. Associação de peixes bentônicos e demersais na Região do Cabo Frio, RJ, Brasil. **Nerítica**, Curitiba, n. 6, v. (1-2), p. 139-156, 1991.

- FERNANDEZ, G. B. Geomorfologia de dunas costeiras primárias e secundárias determinadas por imagens de alta resolução. *Revista de Geografia (Recife) Revista de Geografia (Recife)* V. 35, No. 4 (especial XII SINAGEO), 2018.
- FIGUEIREDO, J. L. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras.** Mus. Zool. Univ. São Paulo, 1977.
- _____. Estudo das distribuições endêmicas de peixes da Província Zoogeográfica Marinha Argentina. – **Tese de Doutorado**, Univ. de São Paulo, 1980, 121p.
- FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI-FILHO, E. A importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos. **Química nova na escola**, n. 22, nov. 2005.
- FISHER, W. (ed.) FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31), v. 1-7, Roma, FAO, pag. var. 1978.
- FRANCO, A. C. S.; SANTOS, L. N. Habitat-dependent responses of tropical fish assemblages to environmental variables in a marine-estuarine transitional system. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 211 (2018) 110e117.
- GASALLA, M. D. L. A.; VELASCO, G.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; HAIMOVICI, M.; MADUREIRA, L. S. P. Modelo de equilíbrio de biomassas do ecossistema marinho da Região Sudeste-Sul do Brasil entre 100-1000 m de profundidade. Instituto Oceanográfico – USP, 2007 (Série documentos Revizee: Score Sul).
- GENNER, M.J., SIMS, D.W., SOUTHWARD, A.J., BUDD, G.C., MASTERSON, P., MCHUGH, M., RENDLE, P., SOUTHALL, E.J., WEARMOUTH, V.J. and HAWKINS, S.J. (2010), Body size-dependent responses of a marine fish assemblage to climate change and fishing over a century-long scale. *Global Change Biology*, 16: 517-527. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02027.x>
- GOMES, U. L.; SANTOS, H. R. S.; GADIG, O. B. F.; SIGNORI, C. N.; VICENTE, M. M. Guia para a identificação dos tubarões, raias e quimeras do Estado do Rio de Janeiro (Chondrichthyes: Elasmobranchii e Holocephali). **Revista Nordestina de Biologia**, v. 27, n. 1, 2019.
- HAIR, J. R. J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman; 2009.
- HAMMER, O. Paleontological Statistics Version 3.15. Reference manual. Oslo: Natural History Museum, University of Oslo; 2017.
- HEITHAUS, M. R.; FRID, A.; WIRSING, A. J.; WORM, B. (2008). Predicting ecological consequences of marine top predator declines. **Trends Ecol. Evol.**, 4, 202–210.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. Resex Marinha do Arraial do Cabo. Disponível em <<https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2282-resex-marinha-do-arraial-do-cabo>> Acesso em: 15 mar. 2021.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo. set. 2020.
- JORGENSEN, S. J.; MICHELI, F.; WHITE, T. D.; HOUTAN, K. S. V.; ALFARO-SHIGUETO, J.; ANDRZEJACZEK, S.; ARNOLDI, N. S.; BAUM, J. K.; BLOCK, B.;

- BRITTEN, G. L.; BUTNER, C.; CABALLERO, S.; CARDÑOSA, D.; CHAPPE, T. K.; CLARKE, S.; CORTÉS, E.; DULVY, N. K.; FOWLER, S.; GALLAGHER, A. J.; GILMAN, E.; GODLEY, B. J.; GRAHAM, R. T.; HAMMERSCHLAG, N.; HARRY, A. V.; HEITHAUS, M. R.; HUTCHINSON, M.; HUVENEERS, C.; LOWE, C. G.; LUCIFORA, L. O.; MACKERACHER, T.; MANGEL, J. C.; MARTINS, A. P. B.; MCCAULEY, D. J.; MCCLENACHAN, L.; MULL, C.; NATANSON, L. J.; PAULY, D.; PAZMIÑO, D. A.; PISTEVOS, J. C. A.; QUEIROZ, N.; ROFF, G.; SHEA, B. D.; SIMPLFENDORFER, C. A.; SIMS, D. W.; WARD-PAIGE, C.; WORM, B.; FERRETTI, F. Emergent research and priorities for shark and ray conservation. **Endang Species Res**, v. 47, p. 171–203, fev. 2022.
- KAJIURA, S. M.; TELLMAN, S. L. Quantification of Massive Seasonal Aggregations of Blacktip Sharks (*Carcharhinus limbatus*) in Southeast Florida. **PLOS ONE**, v. 11, n. 3, mar., 2016, DOI:10.1371/journal.pone.0150911.
- KENKEL NC, ORLÓCI L. Applying metric and nonmetric multidimensional scaling ecological studies: some new results. *Ecology*. 1986; 67 (4): 919-928.
<http://dx.doi.org/10.2307/1939814>
- KYNE, P. M.; SIMPFENDORFER, C. A. Deepwater Chondrichthyans in CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation. 2010.
- KRUSKAL WH, WALLIS WA. Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. *J Am Stat Assoc*. 1952; 47: 583-621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- LABOREL-DEGUEN, F.; CASTRO, C. B.; NUNES, F. L. D.; PIRES, D. O. **Recifes Brasileiros: o legado de Laborel** “Les Peuplements de Madréporaires des Côtes Tropicales du Brésil” Jacques Larobel, 1970 (traduzido e comentado). Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2019.
- LAST, P. R., WHITE, W. T., DE CARVALHO, M. R., SÉRET, B., STEHMANN, M. F. W.; NAYLOR, G. J. P. **Rays of the world**. Clayton South, VIC: CSIRO, 2016.
- LEGENDRE P.; LEGENDRE, L. *Numerical Ecology*. USA: Elsevier; 2012.
- MACNEIL, M.A., CHAPMAN, D.D., HEUPEL, M. *et al.* Global status and conservation potential of reef sharks. **Nature**, n. 583, p. 801–806 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2519-y>
- MARTIN, M. J. S.; BRACCINI, J. M.; TAMINI, L. L.; CHIARAMONTE, G. E.; PEREZ, J. E. Temporal and sexual effects in the feeding ecology of the marbled sand skate *Psammobatis bergi* Marini, 1932. **Mar Biol** (2007) 151:505–513 DOI 10.1007/s00227-006-0499-6
- MARTINS, F. M.; COSTA, P. G.; BIANCHINI, A. Contaminant screening and tissue distribution in the critically endangered Brazilian guitarfish *Pseudobatos horkelii*. **Environmental Pollution** v. 265, 2020.
- MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.; STAFFORD, S. *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. New York: Springer-Verlag; 2000.
- MECKLIN, C. J.; MUNDFROM, D.J. A Monte Carlo comparison of the Type I and Type II error rates of tests of multivariate normality. *J Stat Comput Simul*. 2005; 75(2): 93–107. <https://doi.org/10.1080/0094965042000193233>

- MOSER, G. A. O.; GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F. Biological and Oceanographic upwelling indicators at Cabo Frio (RJ). *Rev. bras. oceanogr.*, v. 45, n. 1-2, p. 11-23, 1997.
- MUEHE, D.; VALENTINI, E. **O litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental**. Rio de Janeiro: FEMAR, 1998.
- MUTLU, E.; DEVAL, M.C.; MIGLIETTA, C.; SAYGU, I.; MEO, I. Biometrical distribution of sharks in a low Elasmobranchs-diversified shelf, the eastern Mediterranean Sea. *Acta Biologica Turcica*, v. 35, n. 2, A2: p. 1-22, mar. 2022.
- NIELLA, Y.; SMOOTHY, A. F.; PEDDEMORS, V., HARCOURT, R. Predicting changes in distribution of a large coastal shark in the face of the strengthening East Australian Current. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v. 642, p. 163–177, 2020.
- ODDONE, M. C.; VOOREN, C. M. Distribution, abundance and morphometry of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) (Elasmobranchii: Rajidae) in southern Brazil, Southwestern Atlantic. *Neotropical Ichthyology*, v. 2, n. 3, p. 137-144, 2004.
- ODDONE, M. C.; VOOREN, C. M. 2005. Reproductive biology of *Atlantoraja cyclophora* (Regan 1903) (Elasmobranchii: Rajidae) off southern Brazil. *Journal of Marine Science*, v. 62, p. 1095-1103, 2005.
- ODDONE, M. C.; MESA, A.; AMORIM, A. F. The egg capsule of *Rioraja agassizi* (Müller & Henle) (Elasmobranchii, Rajidae), endemic to the SW Atlantic. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v.1, n. 2, p. 43-48, 2006.
- ODDONE, M. C.; AMORIM, A. F.; MANCINI, P. L.; NORBIS, W.; VELASCO, G. The reproductive biology and cycle of *Rioraja agassizi* (Müller and Henle, 1841) (Chondrichthyes: Rajidae) in southeastern Brazil, SW Atlantic Ocean. *SCIENTIA MARINA* v. 71, n.3, p. 593-604. set. 2007.
- ODDONE, M., AWRUCH, C.A., BARRETO, R., CHARVET, P., CHIARAMONTE, G.E., CUEVAS, J.M., DOLPHINE, P., FARIA, V., PAESCH, L., RINCON, G. & VOOREN, C.M. 2019. *Squatina guggenheim*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T130393378A130393975. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T130393378A130393975.en>. Accessed on 10 August 2022.
- ORLANDO, L.; PEREYRA, I.; PAESCH, L.; NORBIS, W. Size and sex composition of two species of the genus *Atlantoraja* (Elasmobranchii, Rajidae) caught by the bottom trawl fisheries operating on the Uruguayan continental shelf (Southwestern Atlantic Ocean). *Brazilian journal of oceanography*, v. 59, n. 4, p. 357-364, 2011
- PACOUREAU, N.; RIGBY, C. L.; KYNE, P. M.; SHERLEY, R. B.; WINKER, H.; CARLSON, J. K.; FORDHAM, S. V.; BARRETO, R.; FERNANDO, D.; FRANCIS, M. P.; JABADO, R. W.; HERMAN, K. B.; KWANG-MING, L.; MARSHALL, A. D.; POLLOM, R. A.; ROMANOV, E. V.; SIMPFENDORFER, C. A.; YIN, J. S.; KINDSVATER, H. K.; DULVY, N. K. Half a century of global decline in oceanic sharks and rays. *Nature*, v. 589, n. 28, jan. 2021.
- PEREIRA, T. G.; ROCHA, T. B.; FERNANDEZ, G. B. Geomorfologia e Morfodinâmica Costeira da Planície entre Cabo Frio e Arraial do Cabo - RJ. *Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia/ II Encontro Latino Americano de Geomorfologia*, Belo Horizonte. 2008.

- POLLOM, R.; BARRETO, R.; CHARVET, P.; CHIARAMONTE, G. E.; CUEVAS, J. M.; FARIA, V.; HERMAN, K.; MARCANTE, F.; MONTEALEGRE-QUIJANO, S., MOTTA, F.; PAESCH, L.; RINCON, G. 2020a. *Zapteryx brevirostris*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2020**: e.T61419A3104442. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T61419A3104442.en>
- POLLOM, R.; BARRETO, R.; CHARVET, P.; CUEVAS, J. M.; FARIA, V.; HERMAN, K.; MARCANTE, F.; MONTEALEGRE-QUIJANO, S.; MOTTA, F.; PAESCH, L.; RINCON, G. 2020b. *Rioraja agassizii*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2020**: e.T63109A3118640. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T63109A3118640.en>. Accessed on 27 March 2022.
- POLLOM, R.; BARRETO, R.; CHARVET, P.; CHIARAMONTE, G. E.; CUEVAS, J. M.; FARIA, V.; MONTEALEGRE-QUIJANO, S.; MOTTA, F.; PAESCH, L. 2020c. *Atlantoraja cyclophora*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2020**: e.T61398A3103491. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T61398A3103491.en>. Accessed on 27 March 2022.
- POLLOM, R.; BARRETO, R.; CHARVET, P.; CHIARAMONTE, G. E.; CUEVAS, J.M.; FARIA, V.; HERMAN, K.; MOTTA, F.; PAESCH, L.; RINCON, G. 2020d. *Atlantoraja castelnaui*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2020**: e.T44575A152015479. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T44575A152015479.en>. Accessed on 27 March 2022.
- POLLOM, R.; BARRETO, R.; CHARVET, P.; CHIARAMONTE, G. E.; CUEVAS, J. M.; FARIA, V.; HERMAN, K.; MONTEALEGRE-QUIJANO, S.; MOTTA, F.; PAESCH, L.; RINCON, G. 2020e. *Atlantoraja platana*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2020**: e.T63110A3118881. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T63110A3118881.en>. Accessed on 27 March 2022.
- POLLOM, R., BARRETO, R., CHARVET, P., CHIARAMONTE, G.E., CUEVAS, J.M., HERMAN, K., MONTEALEGRE-QUIJANO, S., MOTTA, F., PAESCH, L. & RINCON, G. 2020. *Psammobatis extenta*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*f: e.T44583A2996319. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T44583A2996319.en>. Accessed on 10 August 2022.
- POLLOM, R., BARRETO, R., CHARVET, P., CHIARAMONTE, G.E., CUEVAS, J.M., FARIA, V., HERMAN, K., MONTEALEGRE-QUIJANO, S., MOTTA, F., PAESCH, L. & RINCON, G. 2020g. *Psammobatis rutrum*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*: e.T63101A3117368. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T63101A3117368.en>. Accessed on 10 August 2022.
- PRESS, W. H.; TEUKOLSKY, S. A.; VETTERLING, W. T.; FLANNERY, B. P. Numerical recipes in C: The art of scientific computing. Cambridge: Cambridge University Press; 1992.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso em: mai. 2021.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.
- RINCON, G., BARRETO, R., CHARVET, P., FARIA, V., MARCANTE, F., MONTEALEGRE-QUIJANO, S., MOTTA, F. & NUNES, J. 2019. *Squatina*

- varii*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T130389813A130390548. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T130389813A130390548.en>. Accessed on 10 August 2022.
- ROMEU JL, OZTURK A. A Comparative Study of Goodness-of-Fit Tests for Multivariate Normality. *J Multivar Anal.* 1993; 46(2): 309–334. <https://doi.org/10.1006/jmva.1993.1063>
- SALLES, STÉFANO. Arrecadação brasileira com royalties do petróleo subirá 80% em 2022, prevê federação. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/arrecadacao-brasileira-com-royalties-do-petroleo-subira-80-em-2022-preve-federacao/#:~:text=A%20arrecada%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20com%20royalties,reservas%20brasileiras%20provadas%20da%20commodity.>> Acesso: ago. 2022
- SANTOS, C.; CORTELLETE, G. M.; ARAÚJO, K. C. B.; SPACH, H. L. Estrutura populacional da raia-viola *Zapteryx Brevirostris* (CHONDRICHTHYES, RHINOBATIDAE), na plataforma adjacente à baía de Paranaguá, PR. *Acta Biologica Leopondensia*, 28(1):32-37, janeiro/abril 2006
- SHAPIRO SS, WILK MB. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika.* 1965; 52(3-4): 591–611, <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- SILVA, C. A. R. **Oceanografia química**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- SIMS, D. W. Tracking and Analysis Techniques for Understanding Free-Ranging Shark Movements and Behavior in CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. *Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation*. 2010.
- SIMS, D. W. The significance of ocean deoxygenation for elasmobranchs. In: LAFFOLEY, D.; BAXTER, J. M. (eds) *Ocean deoxygenation: everyone's problem—causes, impacts, consequences and solutions*. IUCN, Gland, p 431–448, 2019.
- STEVENS, J. D.; WAYTE, S. S. (1999) *A Review of Australia's Pelagic Shark Resources*. Final Report, Project 89/107. Fisheries Research and Development Corporation, Deakin West, Australian Capital Territory, Australia, 64 pp.
- STEVENS, J. D. Epipelagic Oceanic Elasmobranchs in CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. *Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation*. 2010
- SCHMIDT-NIELSEN, Knut. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**. 5. ed. ed. São Paulo: Santos, 2018.
- SCHMIEGELOW, J. M. M. **O planeta azul: uma introdução às Ciências Marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- SCHWINGEL, P. R.; ASSUNÇÃO, R. Hábitos alimentares da raia *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) (Elasmobranchii, Rajidae) no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* (2009), 4(4):446-455
- SONG, H.; WIGNALL, P. B.; SONG, H.; DAI, X.; CHU, D. Seawater temperature and Dissolved Oxygen over the past 500 million years. *Journal of Earth Science*, v. 30, n. 2, p. 236–243, abr. 2019.

- TER-BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate gradient analysis. *Ecology*. 1986; 67: 1167-1179. <https://doi.org/10.2307/1938672>
- TANAKA, K. R.; HOUTAN, K. S. V.; MAILANDER, E.; DIAS, B. S.; GALGINAITIS, C.; O'SULLIVAN, J.; LOWE, C. G.; JORGENSEN, S. J. North Pacific warming shifts the juvenile range of a marine Apex predator. *Nature*, v. 11, n. 3373, 2021.
- VALENTIN, J. L. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência; 2000.
- VILMAR, M., DI SANTO, V. Swimming performance of sharks and rays under climate change. *Rev Fish Biol Fisheries* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11160-022-09706-x>
- VOOREN, C. M.; KLIPPEL, S. **Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil**. Porto Alegre: Igaré, 2005.
- WEHITT, A.; COLONELLO, J. H.; MACCHI, G. J.; GALÍNDEZ, E. Reproductive biology of the eyespot skate *Atlantoraja cyclophora* (Elasmobranchii: Arhynchobatidae) an endemic species of the Southwestern Atlantic Ocean (34°S - 42°S). *Neotropical Ichthyology*, 16(2), 2018.