# Uso de Habitat de Tubarões Azul e Anequim no Oceano Atlântico Sul

# Giulia Terlecki 1\*, Silvina Botta 2, Luis Gustavo Cardoso 1

<sup>1</sup> Laboratório de Dinâmica Populacional Pesqueira, Instituto de Oceanografia, Programa de pós-graduação em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brazil

<sup>2</sup> Laboratório de Ecologia e Conservação da Megafauna Marinha, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brazil

Correspondence\*: Giulia Terlecki

giuliaterlecki@gmail.com

# **ABSTRACT**

- 2 O tubarão azul (Prionace glauca) e o anequim (Isurus oxyrinchus) são duas das principais espécies de
- 3 tubarões pelágicos do Atlântico, com distribuições amplas e migratórias que as tornam vulneráveis à
- 4 exploração pesqueira. Essas espécies desempenham papéis ecológicos fundamentais nos ecossistemas
- 5 marinhos, regulando as populações de suas presas e contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico.
- 6 Estudos recentes destacam a importância de compreender a conectividade populacional desses tubarões
- 7 para desenvolver estratégias de manejo que considerem sua natureza transoceânica e evitem o declínio
- 8 populacional.

## INTRODUCTION

- 9 O tubarão azul (*Prionace glauca*) e o anequim (*Isurus oxyrinchus*) são duas das principais espécies de
- 10 tubarões pelágicos do Atlântico, com distribuições amplas e migratórias que as tornam vulneráveis à
- 11 exploração pesqueira. Essas espécies desempenham papéis ecológicos fundamentais nos ecossistemas
- 12 marinhos, regulando as populações de suas presas e contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico
- 13 . Estudos recentes destacam a importância de compreender a conectividade populacional desses tubarões
- 14 para desenvolver estratégias de manejo que considerem sua natureza transoceânica e evitem o declínio
- 15 populacional.
- 16 O uso de análises isotópicas e microquímicas em vértebras de tubarões tem se mostrado uma ferramenta
- 17 valiosa para rastrear padrões de migração, conectividade e mudanças ontogenéticas em hábitos alimentares.
- 18 Através dessas análises, é possível identificar as áreas de alimentação e os movimentos sazonais das
- 19 espécies, fornecendo insights sobre as dinâmicas de habitat e as interações tróficas ao longo de diferentes
- 20 fases da vida dos tubarões.
- 21 Fórmula para Posição Trófica
- 22 Para estimar a posição trófica dos tubarões analisados, foi utilizada a seguinte fórmula de enriquecimento
- 23 isotópico de nitrogênio entre predador e presa:

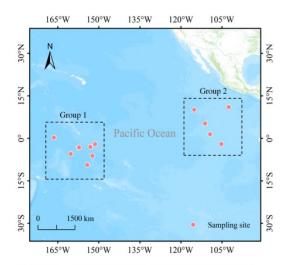


FIGURE 1 Sampling sites for Carcharhinus longimanus in the central and eastern Pacific Ocean collected as bycatch in the Chinese pelagic longline fishery targeting tuna.

Figure 1. Dois locais analisados no estudo

$$\Delta^{15}N = \delta^{15}N_{predador} - \delta^{15}N_{presa}$$

- onde  $\delta^{15}N$  representa o valor isotópico de nitrogênio nas amostras de vértebras, possibilitando inferir a posição trófica e os hábitos alimentares ontogenéticos dos indivíduos.
- Estudos como o de demonstram que o tubarão azul exibe conectividade entre regiões do Atlântico, reforçando a necessidade de uma abordagem de manejo cooperativa entre diferentes países. Este estudo
- 28 visa investigar a sobreposição de nicho entre o tubarão azul e o anequim no Atlântico Sul e avaliar a
- 29 conectividade do tubarão azul entre as regiões sudoeste e sudeste do oceano.
- 30 Results {-}
- 31 Espera-se que os resultados deste estudo revelem uma sobreposição significativa de nicho entre o tubarão
- 32 azul (Prionace glauca) e o anequim (Isurus oxyrinchus) no Atlântico Sul. A análise isotópica deverá
- 33 indicar variações na posição trófica entre as fases ontogenéticas dos tubarões, evidenciando especializações
- 34 alimentares em diferentes estágios de vida.

Frontiers 2

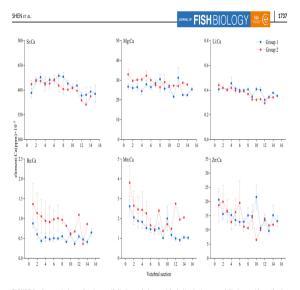
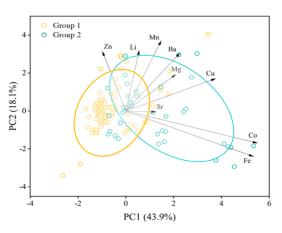
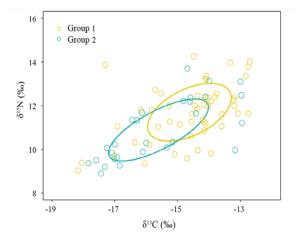


FIGURE 5 Ontogenetic element: Caratios quantified in the vertebral centra of *Carcharhinus longimanus* sampled in the central (group 1) and eastern (group 2) Pacific. Values are mean ± standard error for all same-age individuals in each group.

Figure 2. Perfis microquímicos dois locais





**FIGURE 3** Principal component (PC) analysis of normalized trace element:Ca ratios in the vertebral centra of *Carcharhinus longimanus*, with sampling regions included as a grouping factor (represented by color). The dots in this plot are mean data for each individual. PC1 and 2 are represented as the x and y axis, respectively, and the percentage of the total variation explained by each PC is shown.

FIGURE 4 Differences in the isotopic niche of Carcharhinus longimanus across two sampling regions within the central and eastern Pacific. The ellipses represent the estimated 40% standard ellipse area for each region determined by SIBER analysis.

(mapa do Atlântico Sul) com as rotas de migração estimadas dos tubarões azul e anequim, destacando os pontos de coleta das amostras de vértebras, é uma adição importante. Esse mapa visualizaria as conexões entre as regiões sudoeste e sudeste do Atlântico e outras áreas relevantes, demonstrando visualmente a distribuição e possíveis rotas migratórias das duas espécies.

#### # Discussion

35

36

37 38

39

40

41

42

43

44

45

Os resultados sugerem uma significativa sobreposição de nicho entre o tubarão azul (Prionace glauca) e o anequim (Isurus oxyrinchus) no Atlântico Sul, com ambos ocupando habitats pelágicos similares para alimentação e reprodução. Essa sobreposição de nicho pode indicar competição por recursos nas áreas onde as duas espécies coabitam, o que pode ter implicações importantes para a gestão pesqueira, especialmente considerando que ambas as espécies já são vulneráveis à exploração.

Frontiers 3

- As análises isotópicas revelaram variações na posição trófica ao longo das diferentes fases ontogenéticas
- 47 dos tubarões, sugerindo que essas espécies adaptam suas dietas conforme amadurecem. Esse
- 48 comportamento pode indicar uma especialização alimentar que permite às espécies explorar diferentes
- 49 recursos tróficos, minimizando a competição em determinadas fases de vida. Além disso, a conectividade
- 50 transoceânica observada nas amostras de tubarão azul reforça a importância de estratégias de manejo
- 51 colaborativas entre as nações do Atlântico, visto que essas populações podem depender de áreas de
- 52 alimentação e reprodução em várias regiões geográficas.
- 53 Essas descobertas oferecem uma base valiosa para futuras recomendações de conservação, que devem
- 54 considerar a dinâmica de conectividade e a especialização trófica ao longo da vida dessas espécies.

# DISCLOSURE/CONFLICT-OF-INTEREST STATEMENT

- The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial
- 56 relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

# **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

- 57 Giulia Terlecki: Led study design, objectives, and methodology. Conducted isotopic and microchemical
- 58 analyses, interpreted data, and drafted the manuscript. Approved the final version and is accountable for
- 59 data accuracy and conclusions.
- 60 Silvina Bota: Provided technical support in microchemical methodology and contributed to the critical
- 61 review, ensuring methodological accuracy. Approved the final version and is responsible for the precision
- 62 of microchemical analyses.
- 63 Luis Gustavo Cardoso: Offered guidance on study conception, statistical analysis, and manuscript
- 64 revisions, contextualizing findings within the literature. Approved the final version and ensures content
- 65 integrity.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

- 66 This study was supported by funding from the Coordination for the Improvement of Higher Education
- 67 Personnel (CAPES), the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), and the
- 68 Office of the Dean of Extension and Culture (PROEX). We also thank the Institute of Coastal and Marine
- 69 Ecosystem Research (ICACAT) for additional support.

Frontiers 4