

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – CCB  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA E ECOLOGIA - ECZ

Rafael de Carvalho

**Caracterização dos tamanhos corporais de *Carcharias taurus* (tubarão-mangona) pescados por povos pré-coloniais do litoral centro e norte de Santa Catarina.**

Florianópolis

2023

Rafael de Carvalho

**Caracterização dos tamanhos corporais de *Carcharias taurus* (tubarão-mangona) pescados por povos pré-coloniais do litoral centro e norte de Santa Catarina.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Renato Hajenius Aché de Freitas

Coorientador: Msc. Guilherme Burg Mayer.

Florianópolis

2023

## Ficha de Identificação da Obra

de Carvalho, Rafael

Caracterização dos tamanhos corporais de *Carcharias taurus* (tubarão-mangona) pescados por povos pré-coloniais do litoral centro e norte de Santa Catarina. / Rafael de Carvalho ; orientadora, Renato Hajenius Aché de Freitas, coorientadora, Guilherme Burg Mayer, 2023.

47 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. tubarões. 3. zooarqueologia. 4. vértebras. 5. litoral sul do Brasil. I. Freitas, Renato Hajenius Aché de. II. Mayer, Guilherme Burg. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Não poderia deixar de começar sem agradecer minha família, e todo o suporte que permitiu que eu tivesse condições necessárias para ir até o fim desta jornada que foi a graduação.

Por todos os amigos que fiz ao longo do curso, que não são poucos e não me arrisco a listar. Mesmo a correria da vida impedindo que eu os veja, toda vez que acontece qualquer reencontro eu percebo que a conexão se manteve intacta. Sem sombra de dúvidas, deixaram tudo mais leve.

Ao meu orientador Renato, que sempre se mostrou um professor que inspira seus alunos e demonstra grande preocupação e esforço no ensino. Por sempre ter deixado as portas do LABITEL abertas, e ter me ajudado toda vez que o procurei durante a graduação.

Ao meu coorientador Guilherme, que desde o início da jornada deste trabalho, foi extremamente disponível, atencioso e paciente. Sinto-me muito grato por toda a ajuda que me permitiu chegar ao final deste estudo.

A minha companheira Daniela, que desde que a conheci, deu-me todo o apoio do mundo. Você foi essencial para que eu finalizasse esta jornada, seja me motivando ou pela forma fácil e leve que você me influenciou a sempre ser melhor. Eu te admiro, e atualmente vejo muito de você em mim. Não é a primeira vez que digo isso, mas sinto-me muito sortudo de ter te conhecido.

Ao museu do Homem do Sambaqui, e à curadora Caroline. Sempre mantiveram as portas do museu abertas para mim, e deram-me toda a atenção que eu precisei.

Por fim, sinto-me muito grato por ter sido aluno da UFSC. Estudar em uma universidade pública, gratuita e de qualidade, me fez crescer e abrir a mente para entender diversas questões, muito além do curso de Ciências Biológicas em si. Eu tenho orgulho da pessoa que sou hoje, e devo muito isso à universidade pública.

## RESUMO

No litoral de Santa Catarina, povos que habitaram a região há mais de 4 mil anos eram ativos pescadores, centrando sua dieta principalmente em recursos marinhos. Devido a uma maior quantidade de carne, os tubarões despertavam bastante interesse e eram muito visados por parte da pesca destes povos, deixando para trás, um grande número de vestígios faunísticos em seus sítios arqueológicos. A partir destes vestígios, é possível identificar quais espécies habitavam essas regiões, e as faixas etárias que foram pescadas. Na região de Florianópolis, o tubarão-mangona (*Carcharias taurus*) já foi bastante registrado por parte da pesca recente, e possui grande número de vestígios em sítios arqueológicos associados aos povos que habitaram o litoral. Levando em consideração que a pesca atual possui uma preferência em termos de seletividade, por animais de tamanho corporal maior, foi analisado os tamanhos e faixas etárias de *C. taurus*, que foram pescados pelos povos que habitaram o litoral em 4 sítios arqueológicos, localizados no litoral centro e norte de Santa Catarina, sendo o do Pântano do Sul, da Armação do Sul, Rio do Meio e Enseada I. Agrupando os 4 sítios, é possível ter uma perspectiva de datações de 4500 anos A.P. até 750 anos A.P. Verificou-se também se a pressão da pesca nesta região afetou os tamanhos de *C. taurus* ao longo destes 4 milênios, partindo de uma possível sobrepesca e superexploração dos recursos marinhos, que poderia impactar na disponibilidade de presa deste predador de topo. Foi percebido que os animais mais pescados eram juvenis, com exceção do Rio do Meio, que apresentou animais maiores. No sítio da Enseada I, os animais apresentaram os menores tamanhos. Nos sítios arqueológicos do Pântano do Sul e da Armação do Sul, apesar de uma diferença temporal de dois milênios, não foi observado uma diferença significativa nas médias de tamanhos de *C. taurus* entre estes dois sítios, e inferimos que os povos que habitavam essa região, visavam os cardumes que esta espécie forma como comportamento.

**Palavras-chave:** tamanho corporal, sítios arqueológicos, vértebras, litoral sul do Brasil, tubarões, zooarqueologia.

## ABSTRACT

On the coast of Santa Catarina, people who inhabited the region for over 4 thousand years were active fishermen, focusing their diet mainly on marine resources. Due to a higher quantity of meat, sharks drew considerable interest and were highly targeted by the fishing practices of these people, leaving behind a large number of faunal remains in their archaeological sites. From these remains, it is possible to identify which species inhabited these regions and the age groups that were caught. In the Florianópolis region, the sand tiger shark (*Carcharias taurus*) has been extensively documented in recent fishing and has a significant number of remains in archaeological sites associated with the people who inhabited the coast. Considering that current fishing shows a preference in terms of selectivity for larger-bodied animals, the sizes and age groups of *C. taurus* caught by the people who inhabited the coast in 4 archaeological sites along the central and northern coast of Santa Catarina—Pântano do Sul, Armação do Sul, Rio do Meio, and Enseada I—were analyzed. By grouping the 4 sites, it is possible to gain a perspective on datings from 4500 years BP to 750 years BP. The study also investigated whether fishing pressure in this region affected the sizes of *C. taurus* over these 4 millennia, stemming from potential overfishing and overexploitation of marine resources, which could impact the prey availability of this top predator. It was observed that the most caught animals were juveniles, with the exception of Rio do Meio, which presented larger animals. In the Enseada I site, the animals exhibited smaller sizes. In the archaeological sites of Pântano do Sul and Armação do Sul, despite a temporal difference of two millennia, no significant difference in the average sizes of *C. taurus* was observed between these two sites, and we infer that the people who inhabited this region targeted the schools that this species forms as part of their behavior.

**Keywords:** body size, archaeological sites, vertebrae, southern coast of Brazil, sharks, zooarchaeology.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esqueleto humano resgatado em área de sepultamento no sítio arqueológico da Tapera (Rohr, 1966), Florianópolis, Santa Catarina. ....	14
<b>Figura 2.</b> Mapa de localização dos sítios arqueológicos. ....	18
<b>Figura 3.</b> Vértex presentes na coleção científica do Museu do Homem do Sambaqui, Pe. João Alfredo Rohr, SJ. ....	22
<b>Figura 4.</b> Dentes e vértebras provenientes dos sítios arqueológicos do Rio do Meio e Enseada I. ....	23
<b>Figura 5.</b> Densidade amostral para todos os comprimentos totais estimados no sítio arqueológico do Pântano do Sul. ....	26
<b>Figura 6.</b> Densidade amostral para todos os comprimentos totais estimados do sítio arqueológico da Armação do Sul. ....	27
<b>Figura 7.</b> Densidade amostral para todos os comprimentos totais estimados do sítio arqueológico do Rio do Meio. ....	28
<b>Figura 8.</b> Densidade amostral para todos os comprimentos totais estimados do sítio arqueológico Enseada I. ....	29
<b>Figura 9.</b> Densidade amostral de comprimento total para todos os sítios (Pântano, Armação, Enseada e Rio do Meio). ....	30
<b>Figura 10.</b> Variações de tamanho das faixas etárias entre sítios. ....	31
<b>Figura 11.</b> Modelo linear de comprimento total médio (TL <sub>cm</sub> ) de <i>Carcharias taurus</i> no decorrer das datações. ....	33

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Datações para cada profundidade na área 3 do sítio arqueológico do Pântano do Sul.....	19
<b>Quadro 2.</b> Relação de comprimento total para as faixas etárias .....	23
<b>Quadro 3.</b> Média dos comprimentos totais de <i>Carcharias taurus</i> para cada sítio.....	25
<b>Quadro 4.</b> Número de amostras para faixas etárias em cada sítio.....	31
<b>Quadro 5.</b> Relação das médias de tamanhos associadas às datações das amostras.....	32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1	A DIETA, A ZOOARQUEOLOGIA, E OS TUBARÕES. ....	11
1.2	OS POVOS DO LITORAL DE SANTA CATARINA E SUA DIETA.....	12
1.3	TUBARÃO-MANGONA E A PESCA. ....	14
1.4	O TAMANHO DO PREDADOR E A SELETIVIDADE DA PESCA .....	15
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
3.1	ÁREAS DE ESTUDO.....	17
3.1.1	Sítio arqueológico do Pântano do Sul .....	18
3.1.2	Sítio arqueológico da Armação do Sul .....	19
3.1.3	Sítio arqueológico Rio do meio .....	20
3.1.4	Sítio arqueológico Enseada I.....	20
3.2	PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	21
3.3	ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>24</b>
4.1	MÉDIAS E DENSIDADE AMOSTRAL DE COMPRIMENTO TOTAL.....	24
4.2	VARIAÇÕES DE TAMANHO DAS FAIXAS ETÁRIAS.....	30
4.3	TAMANHOS NO DECORRER DOS ANOS .....	32
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os Chondrichthyes surgiram há mais de 420 milhões de anos, no período Devoniano, da era Paleozóica (Compagno, 1990; Carrier *et al.*, 2022) e desde então, ocuparam um importante papel como predadores de topo em todos os oceanos (Compagno, 1990; 2002; Kriwet *et al.*, 2008). Os tubarões estão incluídos na classe dos Chondrichthyes, e diferentemente dos peixes ósseos, possuem escamas modificadas em dentículos dérmicos e esqueleto cartilaginoso (Helfman; Burgess, 2014). Essa classe é composta também pelas quimeras e raias, e em conjunto com as raias, os tubarões compõem a subclasse Elasmobranchii. Atualmente a subclasse dos Elasmobrânquios possui uma quantidade por volta de 1200 espécies conhecidas viventes, 633 da ordem das Raias (Last *et al.*, 2016) e 536 dos tubarões (Ebert; Dando; Fowler, 2021).

Os tubarões são predadores oportunistas, e muitas espécies demonstram uma grande capacidade migratória (Bonfil *et al.*, 2005; Brunnschweiler *et al.*, 2009; Bansemer; Bennett, 2011), permitindo-os ocupar ecossistemas marinhos em todo o mundo (Compagno, 1990; 2002). Esses animais podem ser encontrados em uma ampla variedade de ambientes, de regiões costeiras (Heupel *et al.*, 2004; Carlson *et al.*, 2008) a regiões oceânicas (Bonfil *et al.*, 2005 Brunnschweiler *et al.*, 2009), de manguezais (Escalle *et al.*, 2015;) a grandes profundezas (Bonfil *et al.*, 2005 Brunnschweiler *et al.*, 2009), e de estuários (Carlson *et al.*, 2008) a águas gélidas próximas aos pólos terrestres (MacNeil *et al.*, 2012; Nielsen, *et al.*, 2014).

Além de sua ampla distribuição geográfica e capacidade de adaptação a diversos ambientes marinhos (Compagno, 1990; 2002), os tubarões desempenham um importante papel nos ecossistemas aquáticos. Não somente predadores, os tubarões ocupam uma posição única da cadeia trófica como predadores de topo (Ellis; Pawson; Shackley, 1996; Bascompte; Melian; Sala, 2005). Neste cenário, estes animais exercem influência sobre a abundância e distribuição de animais presentes em seu cardápio (Ferretti *et al.*, 2010). A dieta dos tubarões pode variar amplamente entre as diferentes espécies, desde especialistas que têm preferências alimentares específicas, como o tubarão-frade (*Cetorhinus maximus*) (Futuyma; Moreno, 1988; Sims; Quayle, 1998) até generalistas que se alimentam de uma variedade de presas, como o tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*) (Dicken *et al.*, 2017). Essa diversidade

alimentar destaca sua importância ecológica como reguladores de populações de animais marinhos, devido sua grande conectividade na teia alimentar (Bascompte; Melian; Sala, 2005), contribuindo assim para a manutenção do equilíbrio nos ecossistemas aquáticos.

Apesar de serem predadores de topo de cadeia alimentar com grande adaptação a diferentes ambientes marinhos, os tubarões são bastante vulneráveis a mudanças no habitat, principalmente se for uma área que esses animais utilizam para algum propósito (e.g. berçário, acasalamento, forrageio) (Heupel; Hueter, 2002; Simpfendorfer; Heupel, 2004; Heupel; Carlson; Simpfendorfer, 2007; Chin *et al.*, 2010). Esta vulnerabilidade está relacionada a sua baixa taxa de reprodução (e.g. gestação longa e baixo número de prole) e maturação sexual tardia, e assim reduz muito sua capacidade de recuperação populacional (Compagno, 1990; 2002; Camhi *et al.*, 1998; Cortés, 2000; Simpfendorfer, 2000), frente a uma situação de sobrepesca.

São diversos os impactos que os tubarões sofrem por atividades humanas. Entre esses impactos destacam-se a degradação de habitat e a sobrepesca, que resulta em uma exploração excessiva dos tubarões, pela carne e especialmente pelo comércio de nadadeiras (Stevens *et al.*, 2000; Simpfendorfer *et al.*, 2002; Dudley; Simpfendorfer, 2006; Ferretti *et al.*, 2010; Clarke *et al.*, 2013). Em consequência disso, muitas populações de tubarões estão enfrentando altas taxas de declínio (Camhi *et al.*, 1998; Cortés, 2000; Simpfendorfer, 2000; Dulvy, 2014), principalmente em ecossistemas costeiros ao longo de séculos de ocupação humana em regiões litorâneas (Jackson *et al.*, 2001; Lotze., 2006; Ferretti *et al.* 2008).

## 1.1 A DIETA, A ZOOARQUEOLOGIA, E OS TUBARÕES.

Na arqueologia, o estudo da dieta desempenha um papel crucial na compreensão das culturas e estilos de vida dos povos pré-coloniais, inclusive sobre o entendimento desses povos em relação à biologia da megafauna marinha que habitava sua região (Binford, 1993). A análise dos restos faunísticos em sítios arqueológicos fornece importantes evidências das escolhas alimentares dessas sociedades antigas, revelando não apenas os tipos de alimentos consumidos, mas também as técnicas de obtenção, o grau de preferência de certas espécies, as práticas culinárias empregadas, e a economia (Crabtree, 1990; Figuti, 1993; Zohar *et*

*al.*, 2001; Wing, 2003; Castilho, 2005; Rosa, 2009; Lopes, 2016; Mingatos; Okumura, 2016; Mayer, 2017; 2022; Souza, 2019; Fossile *et al.*, 2019; 2020; Gilson; Lessa, 2019a; 2021a; 2021b). Através de restos faunísticos provenientes da dieta, é possível compreender aspectos comportamentais, culturais e religiosos, inferindo hierarquias sociais a partir de rituais funerários (De Masi, 2012), ou sobre questões estratégicas na decisão de quando e onde construir suas casas na exploração da megafauna marinha (Binford, 1993).

Vestígios de origens faunísticas, quando presentes em sítios arqueológicos, trazem luz aos estudos da Zooarqueologia, que se dedica à investigação das relações entre seres humanos e animais no passado (Reitz; Wing, 2008). Não obstante, nos possibilita também, identificar quais espécies de animais coexistiam naquela área em um determinado período histórico, inclusive aquelas que podem ter entrado em extinção ou não são mais observadas nos dias de hoje (Olimpio, 1995).

Tanto no cenário paleontológico quanto arqueológico, por serem animais com esqueleto cartilaginoso, pode se tornar difícil obter informações a respeito dos tubarões (Rick *et al.*, 2002), pois a presença de cálcio é crucial no processo de preservação de restos faunísticos. No entanto, certas partes do corpo desses animais, como as vértebras e os dentes, têm maior probabilidade de serem conservadas ao longo do tempo devido à presença de acúmulo de cálcio (Long, 2015). Os vestígios desses animais são bastante percebidos em sítios arqueológicos, associados a povos que habitavam o litoral do Brasil (Beck, 1972; Rohr, 1977; Schmitz, 1992; Fossari, 2004; Bastos *et al.*, 2015; Scherer; Lessa; Salles, 2015; Lopes *et al.*, 2016; Mayer, 2017; 2022; 2023; Souza, 2019; Gilson; Lessa, 2019a; 2021a; 2021b; 2021c; 2021d).

## 1.2 OS POVOS DO LITORAL DE SANTA CATARINA E SUA DIETA.

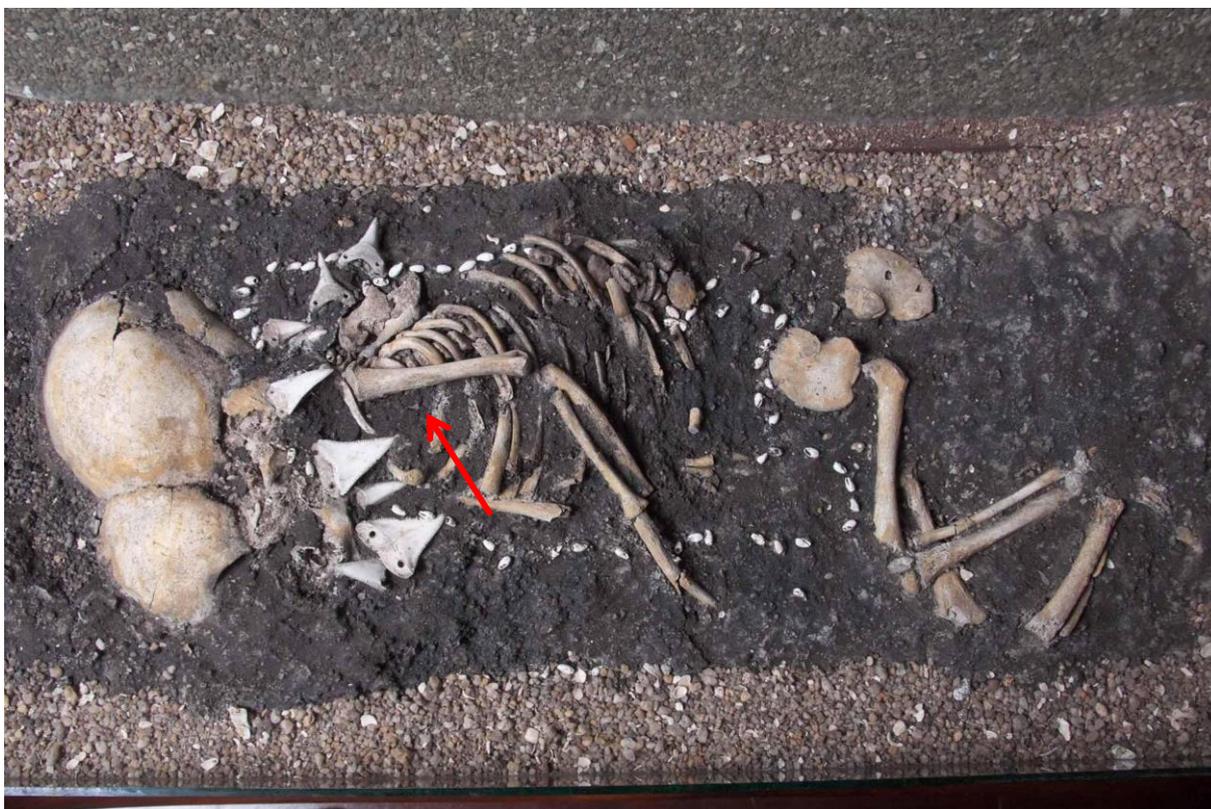
Para Santa Catarina há indícios de diversas ocupações ao longo do litoral (Beck, 1972; Schmitz, 1957; Schmitz *et al.*, 1992), assim como para a ilha de Florianópolis (Rohr, 1959; 1966; 1977; Silva *et al.*, 1990; Schmitz, 1992; Bastos, 1994; Schmitz; Bittencourt, 1996; De Masi, 2001; Fossari, 2004; Scherer; Lessa; Salles, 2015). As ocupações mais antigas estão associadas a depósitos antigos de vestígios faunísticos (e.g. conchas de moluscos, e ossos de peixes e mamíferos), associados a restos alimentares e deposição funerária de populações indígenas. Tais sítios são frequentes ao longo da costa do sul do Brasil, podendo datar até 7400 anos A.P.

(antes do presente; Giannini *et al.*, 2010). Na ilha de Florianópolis, uma das datações mais antigas está associada ao sítio arqueológico do Pântano do Sul ( $4515 \pm 100$  anos A.P.; Rohr, 1977; Schmitz; Bittencourt, 1996), e uma das datações mais recentes está associado ao sítio arqueológico do Rio do Meio (750 anos cal. A.P.; Fossari, 2004; Gilson; Lessa, 2020)

É evidente a presença de restos faunísticos em sítios arqueológicos de povos que habitavam o litoral, sugerindo uma dieta diversificada destes povos, incluindo a presença de animais terrestres e marinhos (Bastos, 1994; Rohr, 1966; 1977; Schmitz, 1992; De Masi, 2001). No entanto, estudos com análise de isótopos estáveis demonstram que para os antigos povos que habitavam o litoral catarinense, a dieta de origem marinha tinha maior peso que a dieta de alimentos terrestres (De Masi, 2009; Bastos, 2015; Oppitz, 2018). Principalmente na região da baía da Babitonga, que se mostraram pescadores bastante ativos (Fossile *et al.*, 2019; 2020; Toso *et al.*, 2021).

Estudos mostram, que entre uma alta diversidade de alimentos provenientes do mar por esses povos, estavam os tubarões, que concediam uma maior quantidade de biomassa disponível quando comparados a outros recursos marinhos, como os moluscos (Rick *et al.*, 2002; Gilson; Lessa, 2019a; 2021a). No entanto, os tubarões desempenhavam um papel significativo nas vidas destes povos, não apenas como fonte de alimento, mas como ferramentas e adornos para rituais de sepultamento a partir dos dentes destes animais (**Figura 1**; Rohr, 1977; Gilson; Lessa, 2021a; 2021c; 2021d). O interesse em tubarões, era expresso muitas vezes até pelo esforço na busca de espécies identificadas como oceânicas. Conforme discutido por Scherer, Lessa e Salles (2015) para os povos que habitavam o sítio da Tapera, localizado no sul da ilha de Florianópolis, o grande número de vestígios de espécies de tubarões, como *Carcharodon carcharias* (tubarão-branco) e *Prionace glauca* (tubarão-azul), só poderiam ser pescados distante da costa, e com a utilização de embarcações. Somando isso aos trabalhos de isótopos que indicam alto consumo de animais marinhos do topo da cadeia alimentar (Bastos, 2015; Silva *et al.*, 1990), Scherer, Lessa e Salles (2015) sugerem que o contato desses povos com estas espécies não seria por encalhes ocasionais. Algumas dessas espécies também foram identificadas no sítio do Rio do Meio (Fossari, 2004; Mayer, 2017), no sítio da Enseada I (Beck, 1972; Souza, 2019), no sítio Pântano do sul (Rohr, 1977; Schmitz; Bittencourt, 1996) e no sítio da Armação do Sul (Schmitz, 1992).

**Figura 1.** Esqueleto humano resgatado em área de sepultamento no sítio arqueológico da Tapera (Rohr, 1966), Florianópolis, Santa Catarina.



Seta apontando para dente de tubarão-branco (*Carcharodon Carcharias*) utilizado como adorno em ritual de sepultamento. Fonte da imagem: adaptado de Colégio Catarinense (Coleção Arqueológica).

Apesar da presença de espécies oceânicas, o alto número de restos faunísticos no sítio do Rio do Meio (Fossari, 2004; Mayer, 2017; Mayer *et al.*, 2022) e no presente estudo, associado a espécie *Carcharias taurus* (tubarão-mangona), que possui hábito costeiro (Compagno, 2002), sugere-se um alto consumo desta espécie por parte dos povos que habitaram o litoral, e uma presença abundante nos locais dos sítios.

### 1.3 TUBARÃO-MANGONA E A PESCA.

O tubarão-mangona, possui uma distribuição ampla em vários lugares do mundo, e na América do Sul, habita parte da costa do sudeste do Brasil, até parte do litoral da Argentina (Compagno 2002; ICMBio, 2018). Este animal, já foi bastante presente no litoral centro-norte de Santa Catarina (Martins; Tomazi; Brenuvinda, 2018) e na ilha de Florianópolis (Rohr, 1959; Faria, 2017; Santos; Faria-Junior; Freitas,

2019). O consumo da carne de tubarão-mangona existe há 180 anos no estado (Herbst *et al.*, 2023), e na região sul do Brasil, sofreu um aumento a partir de 1970 com grande interesse comercial na carne da espécie (ICMBio, 2018).

Atualmente, os registros da presença do tubarão-mangona na região são ínfimos, e há reconhecimento por parte da pesca artesanal, que esta espécie sofreu grande declínio por haver pescas em época reprodutiva desta espécie, inclusive de fêmeas grávidas (Faria, 2017; Santos; Faria-Junior; Freitas, 2019). Em registros da pesca industrial (UNIVALI, 2009), foi apontado que para os anos de 2000 a 2009, foi pescado mais de 844 toneladas deste animal em toda Santa Catarina.

É um animal bastante ameaçado pela sobrepesca, e que apresenta grande vulnerabilidade frente a impactos antrópicos, pois além de baixa taxa reprodutiva, e maturação sexual tardia, presente nos tubarões no geral, esta espécie apresenta canibalismo intra-uterino, havendo em média a natalidade de apenas um indivíduo por fecundação (Compagno, 2002; Gilmore *et al.*, 2005). Além disso, é uma espécie que é facilmente pescada por apresentar nado lento, e enquanto animais de pequeno a médio porte, formam cardumes de 20 a 80 indivíduos (Pollard; Lincoln Smith; Smith, 1996). Por essa facilidade na pesca, e por alto rendimento na carne, essa espécie facilmente virou alvo da pesca (ICMBio, 2018).

Atualmente o tubarão-mangona encontra-se na lista vermelha dos animais ameaçados de extinção da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) (Rigby, 2021), com a classificação de criticamente ameaçada (CR) e no Brasil também segue como Criticamente em Perigo (CR), sendo proibida a sua pesca e comercialização no país (ICMBio, 2018).

#### 1.4 O TAMANHO DO PREDADOR E A SELETIVIDADE DA PESCA

Em ambientes onde a presa é mais abundante, é esperado um aumento na taxa de predação, o que, por sua vez, pode levar a um maior desenvolvimento da massa corporal do predador (Griffiths, 1975; Carbone; Pettoelli; Stephens, 2011). A abundância de um predador, entre muitos fatores, também é definido pela disponibilidade de presa (Carbone; Gittleman, 2002). Logo, esperamos que locais com maior disponibilidade de presa, permita abrigar predadores maiores.

Na prática da pesca artesanal, a estratégia de otimizar a seletividade com base no tamanho dos animais, visando maior quantidade de carne, existe há séculos

(Halliday; Pinhorn, 2002). O fenômeno de 'fishing down the food webs' observa que os níveis tróficos superiores são os maiores alvos da pesca atualmente (Pauly, 1998). A sobrepesca de predadores de topo, como tubarões, diminui as populações de peixes de nível trófico superior, reduzindo o tamanho médio dos capturados e limitando as espécies disponíveis para a pesca.

Nesse sentido, à medida que os maiores animais são exauridos, os tamanhos médios das espécies alvo diminuem, mesmo em cenários de alta disponibilidade de recursos. Na pesca pré-colonial, apesar da abundância maior de organismos presente no ambiente da época, alguns fatores (e.g. tecnologias limitadas, variáveis ambientais, disponibilidade local dos recursos, custo energético) poderiam dificultar a captura de animais de maior porte por parte dos povos que habitaram o litoral. Assim, os povos pré-coloniais poderiam se restringir a pescar tubarões juvenis e neonatos em áreas de berçário (Lopes *et al.*, 2016; Souza, 2017; Mayer *et al.*, 2022).

Visto isso, o objetivo deste estudo é descrever as frequências de tamanho corporal dos espécimes de *C. taurus* presentes nos sítios arqueológicos do Pântano do Sul, Armação do Sul, Rio do Meio e Enseada I, e avaliar se houve uma diminuição dos tamanhos de *C. taurus* do litoral centro-norte de Santa Catarina, ao longo dos 4 milênios que compreende as datações dos sítios.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Caracterizar e comparar as frequências de classes de tamanho do tubarão-mangona (*C. taurus*) de quatro sítios arqueológicos de Santa Catarina.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Estimar o tamanho médio de *C. taurus* pescado pelos povos que habitaram o litoral;
2. Verificar se houve pesca de indivíduos neonatos em áreas de berçário;

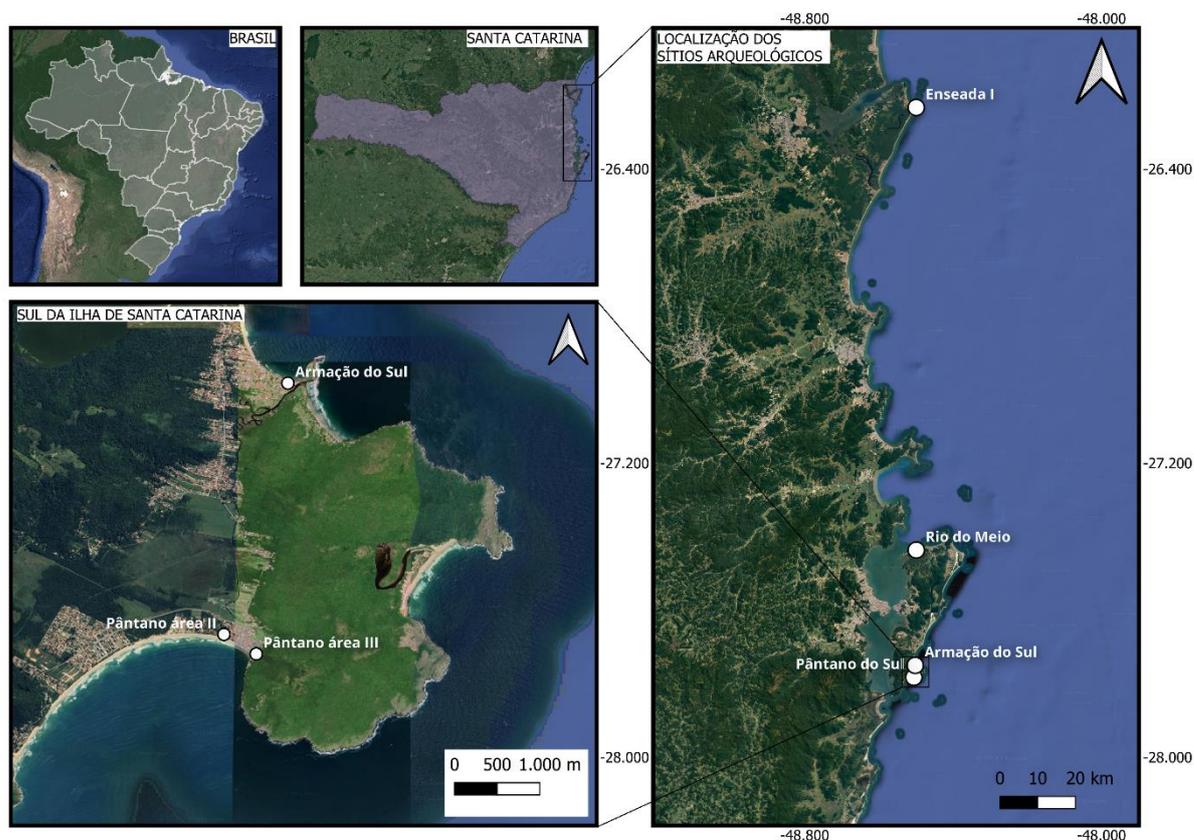
3. Contribuir com maior conhecimento a respeito da interação entre os povos pescadores-coletores e populações de *C. taurus*;
4. Avaliar se houve uma diminuição dos tamanhos de *C. taurus* ao longo dos 4 últimos milênios do litoral centro-norte de Santa Catarina.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 ÁREAS DE ESTUDO**

O presente estudo analisou o material proveniente de dois sítios arqueológicos, o sítio arqueológico do Pântano do Sul, e o sítio arqueológico da Armação do Sul. Para efeitos de comparação, foram incorporados dados de outros trabalhos, de outros dois sítios, sendo o sítio do Rio do Meio (Mayer, 2017) e o sítio Enseada I (Souza, 2019). Todos os quatro sítios estão situados em Santa Catarina (**Figura 2**).

**Figura 2.** Mapa de localização dos sítios arqueológicos.



### 3.1.1 Sítio arqueológico do Pântano do Sul

O sítio arqueológico do Pântano do Sul está localizado na ilha de Florianópolis (**Figura 2**), no bairro de mesmo nome, na região sudeste da cidade. O sítio foi delimitado pelo Pe. João Alfredo Rohr em 3 áreas (Rohr, 1977).

As escavações da área 1, iniciaram no dia 23 de agosto de 1975 e durou apenas até o dia primeiro de setembro de 1975. Rohr percebeu que havia perturbação em toda a profundidade desta área do sítio (Rohr, 1977; Schmitz; Bittencourt, 1996). Não foi visto vértebras de *C. taurus* proveniente da área 1.

A área 2 do sítio corresponde a uma escavação realizada nas dunas localizadas no extremo oeste do sítio arqueológico (Rohr, 1977; Schmitz; Bittencourt, 1996). Atualmente essa área é coberta por vegetação. O trabalho de escavação ocorreu em duas etapas: a primeira etapa ocorreu entre o dia 1º de setembro e o dia 17 de setembro, enquanto a segunda etapa foi retomada entre o dia 21 de outubro e o dia 15 de novembro do ano de 1975 (Rohr, 1977; Schmitz; Bittencourt, 1996).

Na camada arqueológica desta área, alcançando 150 cm de profundidade, coletou-se uma amostra de carvão (I-9214) da qual resultou em uma datação absoluta de  $4515 \pm 100$  anos A.P. (Rohr, 1977; Schmitz; Bittencourt, 1996). Para o material encontrado na camada mais profunda, foi considerada esta última datação, e para os que foram coletados em até 20 cm de profundidade, foi considerada uma datação relativa como “cultura atual”, se referindo à época da escavação. Para a área 3, Rohr (1977) considerou a camada mais superficial, como uma camada representativa da cultura atual.

A área 3 fica localizada na extremidade leste do sítio arqueológico, próximo ao cemitério da região (Figura 2). Esta área foi estaqueada de dois em dois metros, da mesma forma que a área 2 (Rohr, 1977; Schmitz; Bittencourt, 1996).

Para a área 3, Rohr (1977) discute as datações das camadas, sendo em alguns casos uma datação relativa, de "Cultura Atual" ou "Sem cultura atual". Outras 3 datações foram obtidas a partir de amostras de carvão (Rohr, 1977; Schmitz; Bittencourt, 1996). Para resumir e facilitar o entendimento das datações com suas respectivas profundidades, segue organizado conforme representado no **Quadro 1**.

**Quadro 1.** Datações para cada profundidade na área 3 do sítio arqueológico do Pântano do Sul.

Profundidade em centímetros da Área 3 (Pântano)	Datação
0 a 40	Cultura Atual
40 a 100	Sem cultura atual
100	$3735 \pm 100$ anos A.P.
200	$3850 \pm 105$ anos A.P.
300	$4460 \pm 100$ anos A.P.

### 3.1.2 Sítio arqueológico da Armação do Sul

O sítio arqueológico da Armação do Sul está localizado na região sudeste da ilha de Florianópolis, Santa Catarina, no bairro de mesmo nome, a poucos quilômetros do sítio do Pântano do Sul. Foi escavado pelo Pe. João Alfredo Rohr, em dois

momentos distintos. O primeiro ocorreu de junho a setembro de 1969, e o segundo momento foi de janeiro a março de 1974 (Schmitz, 1992).

Na primeira fase de escavação realizada em 1969, foram identificados sete estratos de camada nesse sítio arqueológico. No segundo estrato, observou-se a presença de pedras e entulhos relacionados à antiga estrutura da Armação, uma instalação estabelecida pelo governo imperial em 1772 com o propósito de explorar comercialmente a caça às baleias. É justamente esse histórico que confere à região o seu nome. Durante essa mesma fase de escavação, uma amostra de carvão foi coletada do estrato mais profundo do sítio, localizado entre 150 e 160 cm de profundidade. A análise dessa amostra resultou em uma datação de  $2.670 \pm 90$  anos A.P. (Schmitz, 1992).

Nesse contexto, as amostras analisadas deste sítio, utilizará das datações obtidas por Pe. João Alfredo Rohr, sendo da camada mais profunda, uma datação de  $2.670 \pm 90$  anos A.P., e da camada com material associado à antiga armação baleeira, temos uma datação relativa nomeada como “Brasil Império” (Schmitz, 1992).

### **3.1.3 Sítio arqueológico Rio do meio**

Localizado na praia de Jurerê, no norte da ilha de Florianópolis, Santa Catarina (**Figura 2**), o sítio arqueológico do Rio Meio foi identificado em 1987 pela equipe de arqueologia do Museu Universitário, atualmente denominado Museu de Arqueologia e Etnologia da UFSC. Sob a coordenação de Teresa Domitila Fossari o sítio foi objeto de pesquisa em caráter de salvamento nos anos de 1996 e 1998 (Fossari, 2004).

Conforme abordado na análise de Gilson & Lessa (2020), com 3 novas datações, além da antiga datação obtida para o sítio por Fossari (2004), indicou-se um período de ocupação que varia de 500 a 700 anos A.P. (após calibração). Essas informações corroboram a data estimada inicialmente em  $780 \pm 60$  anos A.P. (Fossari, 2004). Nesse contexto, optou-se por adotar a datação relativa de 750 anos A.P. para a amostra proveniente do sítio arqueológico do Rio do Meio neste estudo.

### **3.1.4 Sítio arqueológico Enseada I**

Segundo Beck (1972), as escavações foram realizadas em 3 etapas distintas. Sendo a primeira fase, dando início no dia 1º de setembro e terminando 30 de novembro de 1969. A segunda etapa começou em 1º de junho e estendeu-se até o dia 30 desse mesmo mês, em 1970. Por fim, a terceira etapa realizou as escavações do dia 12 de julho a 12 de agosto de 1971. Durante todo o processo de escavação, foram utilizados 120 dias de trabalho de campo para a realização das duas sondagens neste sítio.

As duas sondagens consistem no levantamento de duas ocupações temporalmente distintas neste sítio. A camada mais profunda possui datação de  $3920 \pm 40$  anos A.P. Nesta camada havia maior presença de conchas de moluscos. A camada mais rasa foi datada com  $1390 \pm 40$  anos A.P. Nesta camada havia também conchas de molusco, porém, a quantidade era muito menor quando comparada com restos de peixes. Entre essas duas camadas havia uma camada de húmus, sem presença de restos faunísticos e artefatos associados à cultura de ocupação desse sítio (Beck, 1972; Bandeira; Fossile, 2014). Por conta disso, sugere-se que ocorreu um período de abandono deste local por parte desses povos (Beck, 1972). Para as vértebras de tubarão provenientes deste sítio, será considerada a datação da camada mais rasa, por haver maior presença de restos de peixes.

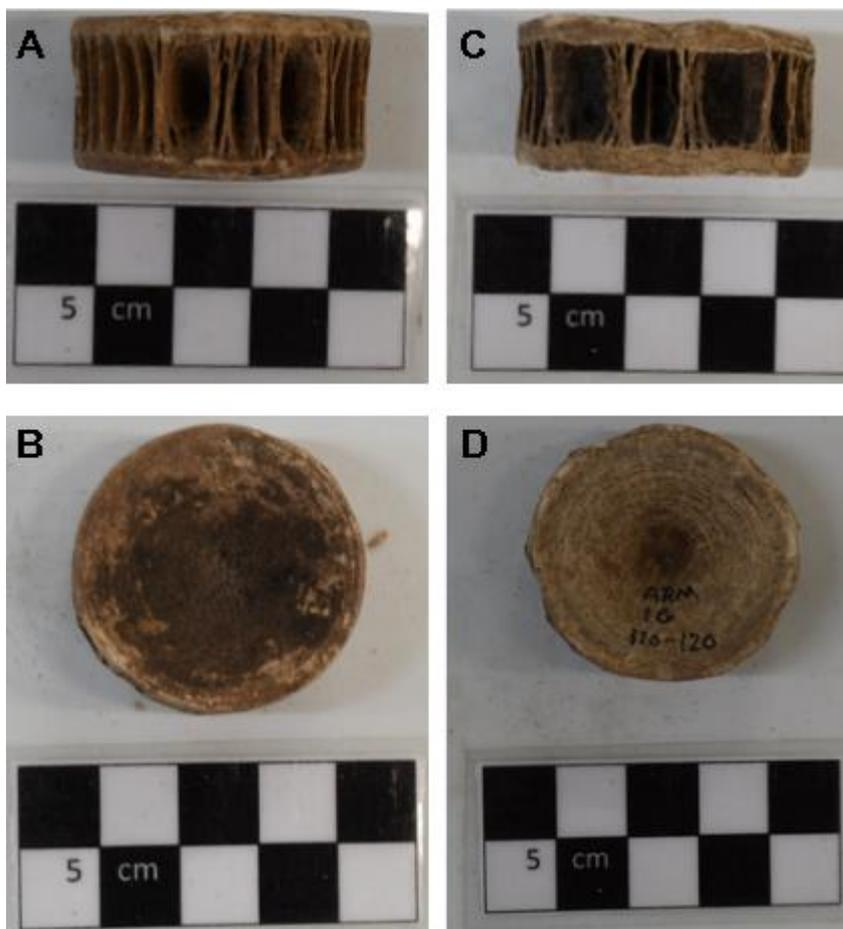
### 3.2 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

O material proveniente dos sítios arqueológicos do Pântano do Sul e da Armação do Sul encontram-se no Museu do Homem do Sambaqui, Pe. João Alfredo Rohr, SJ, localizado no Colégio Catarinense, em Florianópolis, Santa Catarina. Os restos associados a *C. taurus* analisados neste estudo tratam-se de vértebras. Optou-se por trabalhar somente com as vértebras, devido a uma baixa quantidade de dentes disponíveis no acervo. Este material está armazenado em aproximadamente 50 caixas (somando os 2 sítios) classificadas por "Ossos Faunísticos". Portanto, todas essas caixas passaram por uma triagem, para que fosse possível realizar a análise do material.

Após a realização da triagem das vértebras, foi utilizada morfologia comparativa e a metodologia de Kozuch & Fitzgerald (1989) para identificar as vértebras de *C. taurus* (**Figura 3**). E com o auxílio de um paquímetro eletrônico, a metodologia de regressão de tamanho de Goldman, Branstetter e Musick (2006) foi

utilizada para estimar o tamanho dos animais com base nas medidas da circunferência das vértebras. A metodologia consiste na fórmula:  $CT = 10,753 \times CR + 36,786$ . Onde CT é comprimento total, e CR é o raio de circunferência da vértebra. O comprimento total estimado é obtido a partir do resultado final desta fórmula.

**Figura 3.** Vértebras presentes na coleção científica do Museu do Homem do Sambaqui, Pe. João Alfredo Rohr, SJ.



A e B: Vértebras de *Carcharias taurus* provenientes do sítio arqueológico do Pântano do Sul. C e D: Vértebras de *Carcharias taurus* provenientes do sítio arqueológico da Armação do Sul, com anotações referente a quadrícula e camada estratigráfica do sítio.

Com o objetivo de comparação, foram utilizados dados de regressão de tamanho, ou seja, os tamanhos estimados dessa mesma espécie, oriundos de outros estudos. Sendo 51 dentes de *C. taurus* do sítio arqueológico do Rio do Meio (Mayer, 2017) e 43 vértebras da Enseada (Souza, 2019). Atualmente, os restos faunísticos provenientes de ambos os sítios (**Figura 4**) encontram-se no acervo do Museu de

Arqueologia e Etnologia da Universidade Federal de Santa Catarina (MARQUE/UFSC; Mayer, 2017; Souza, 2019).

**Figura 4.** Dentes e vértebras provenientes dos sítios arqueológicos do Rio do Meio e Enseada I.



Em A, da esquerda para a direita, são dentes de *Carcharias taurus*, *Carcharhinus plumbeus*, *Carcharodon carcharias*, *Galeocerdo cuvier* do sítio do Rio do Meio. Em B, vértebras de tubarão mangona do sítio Enseada I. Fonte: adaptado de Mayer (2017) e Souza (2019).

### 3.3 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A partir de dados da literatura, os tamanhos (comprimento total) de *C. taurus* podem alcançar no máximo 325 cm, no nascimento variam de 85 a 105 cm, e a maturação sexual pode diferenciar entre machos e fêmeas em relação ao comprimento total, sendo de 190 a 200 cm para machos, e 220 a 235 cm para fêmeas (Compagno, 2002; Henningsen *et al.* 2004; Gilmore, 1993; 2005; Dicken; Booth; Smale, 2008; Bansemer and Bennett, 2009; Lucifora; Menni; Escalante, 2002; Ebert; Dando; Fowler, 2021; Weigmann, 2016). Foi optado por classificar as faixas etárias, em relação ao comprimento, conforme o **Quadro 2**.

**Quadro 2.** Relação de comprimento total para as faixas etárias

Comprimento Total	Faixa Etária
Maior de 200 cm	Adulto
106 a 200 cm	Juvenil
85 a 105 cm	Neonato

Para cálculos estatísticos e análise dos dados, foi utilizado o software Rstudio (R Core Team, 2023). As principais aplicações seguem nos tópicos abaixo.

- 1. cálculos estatísticos de média e desvio padrão:** Para melhor entendimento da tendência central e a dispersão dos dados das amostras.
- 2. curva de densidade amostral:** Na análise dos dados da distribuição de tamanhos de regressão em diferentes sítios, utilizamos curvas de densidade amostral para visualizar a variação no comprimento total (eixo x) em relação à densidade amostral (eixo y). As curvas, representam a densidade de probabilidade dos tamanhos pescados, sendo a soma total igual a 1. Portanto, essas curvas oferecem uma representação das diferentes distribuições de tamanho observadas nos quatro sítios arqueológicos analisados.
- 3. Modelo de regressão linear:** Com o objetivo de avaliar as variações na distribuição de tamanhos de *C. taurus* ao longo do tempo, foi feito um modelo de regressão linear. Desta forma foi possível uma análise entre os tamanhos médios da espécie sob a perspectiva das datações associadas a cada sítio arqueológico.

## 4 RESULTADOS

O presente estudo analisou no total 654 vértebras de *C. taurus*, sendo 416 provenientes do sítio arqueológico da Armação e 238 do sítio arqueológico do Pântano do Sul. Também foram incluídas 43 vértebras da Enseada (Souza, 2019) e 51 dentes do Rio do Meio (Mayer, 2017) para fins comparativos. Com isso, o conjunto de restos faunísticos para os quatro sítios abordados nesta pesquisa totalizou 748 exemplares.

### 4.1 MÉDIAS E DENSIDADE AMOSTRAL DE COMPRIMENTO TOTAL

O comprimento total mínimo representado por uma vértebra foi de um indivíduo de 86,5 cm e o comprimento total máximo foi de um indivíduo de 264,7 cm, sendo a vértebra proveniente do sítio arqueológico do Pântano do Sul e o dente do sítio arqueológico do Rio do Meio, respectivamente. Entretanto, foram poucos os

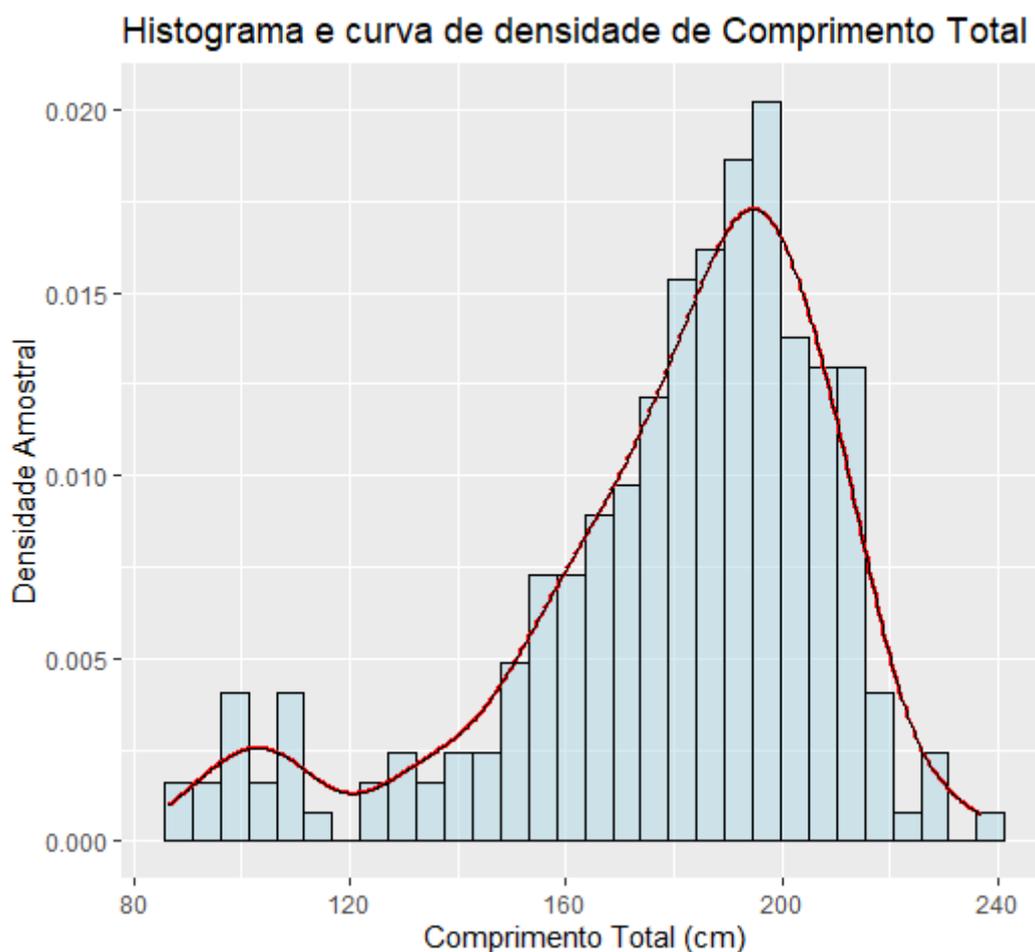
exemplares que representaram uma faixa de tamanho próximo a esses citados. Houve uma maior presença de vértebras que representam indivíduos juvenis, sendo 174,4 cm a média para toda a amostragem entre sítios, com um desvio padrão de  $\pm 29,4$ . Para cada sítio, os valores das médias de tamanho, segue conforme **Quadro 3**.

**Quadro 3.** Média dos comprimentos totais de *Carcharias taurus* para cada sítio

Sítio Arqueológico	Comprimento total médio	Desvio Padrão	N amostral
Pântano do Sul	179,6 cm	$\pm 30,3$ cm	238
Armação do Sul	169,2 cm	$\pm 24,8$ cm	416
Rio do Meio	211,2 cm	$\pm 28,6$ cm	51
Enseada	152,7 cm	$\pm 23,9$ cm	43

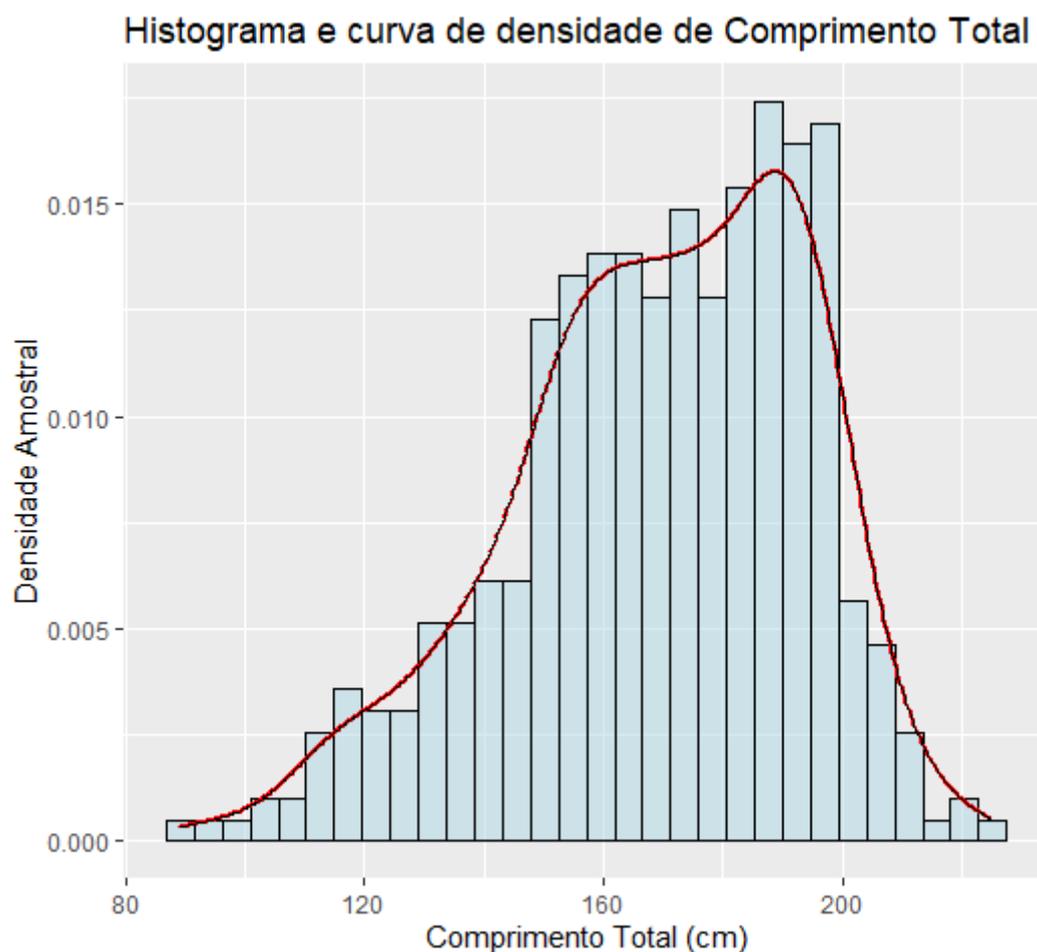
Em cada sítio arqueológico, foi observada uma curva de densidade amostral distinta. No caso do Pântano do Sul (**Figura 5**), foi observado um intervalo bastante acentuado em torno dos tamanhos de 190 cm. Portanto, este padrão sugere uma frequência maior de animais próximos a este porte para este local. Além disso, observou-se uma baixa representação de amostras que correspondem a animais com comprimentos inferiores a 105 cm e superiores a 220 cm.

**Figura 5.** Densidade amostral para todos os comprimentos totais estimados no sítio arqueológico do Pântano do Sul.



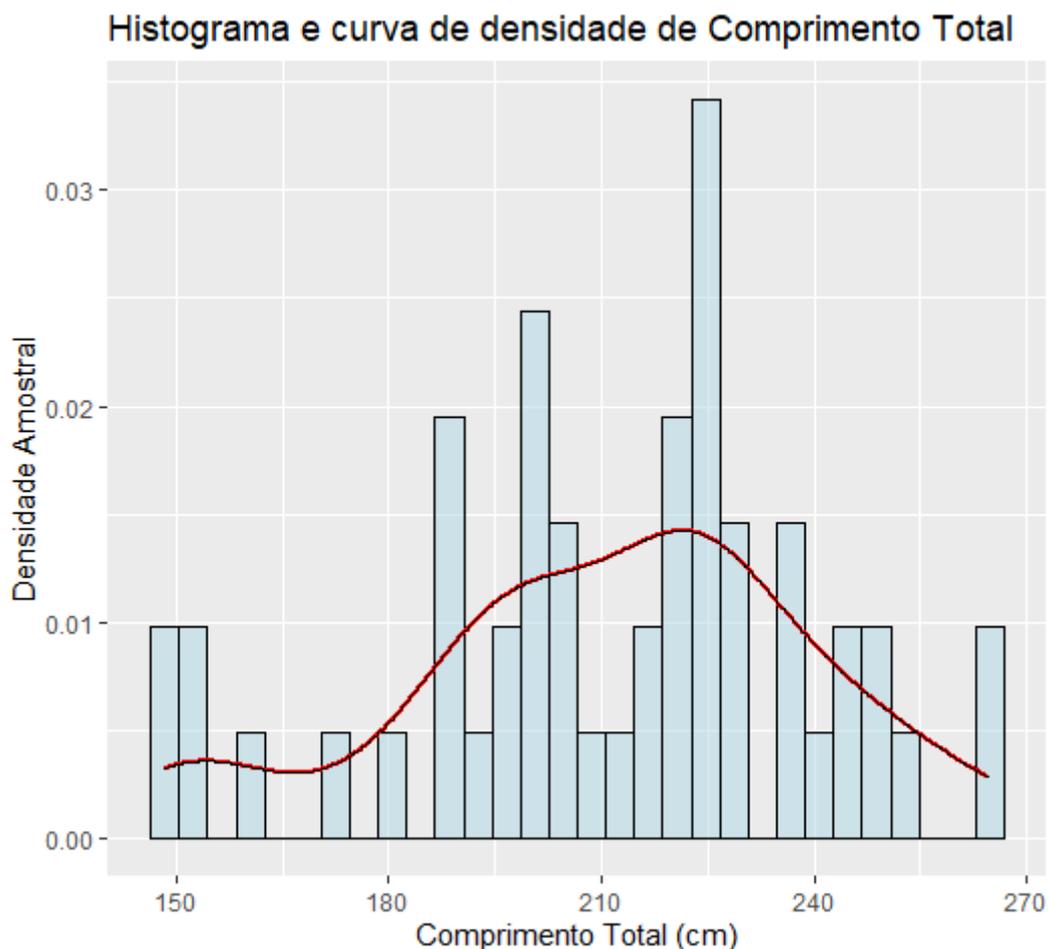
Diferente do Pântano, o sítio da Armação obteve uma curva de densidade amostral mais dispersa (**Figura 6**). Apesar disso, o ponto de densidade máxima aproximou-se significativamente do registrado no Pântano, situando-se em torno de 185 cm. A variação de tamanho ficou em uma faixa dispersa de 150 cm a 190 cm. Assim como no Pântano, houve uma pequena presença de tamanhos inferiores a 105 cm e superiores a 220 cm.

**Figura 6.** Densidade amostral para todos os comprimentos totais estimados do sítio arqueológico da Armação do Sul.



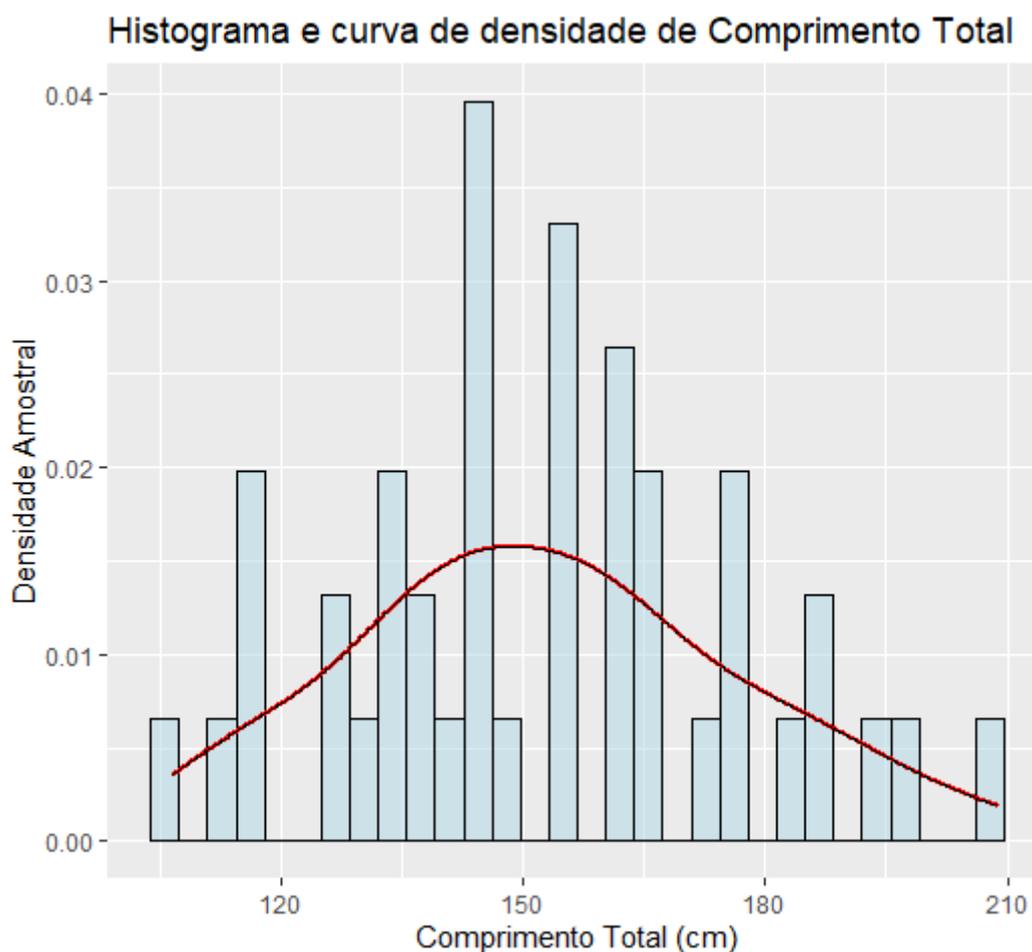
No contexto do sítio arqueológico do Rio do Meio, destaca-se uma curva de densidade relativamente dispersa (**Figura 7**). No que diz respeito ao comprimento total estimado, ocorreu um número maior de amostras na faixa de 185 cm a 220 cm, sendo esse último valor o mais frequente. Além disso, o maior comprimento total estimado neste estudo, ocorreu neste sítio, sendo 264,7 cm, e não houve tamanhos inferiores a 150 cm, como estava presente nos sítios do Pântano, Armação e Enseada. Neste contexto, há uma maior predominância de exemplares de grande porte neste sítio quando comparado aos demais.

**Figura 7.** Densidade amostral para todos os comprimentos totais estimados do sítio arqueológico do Rio do Meio.



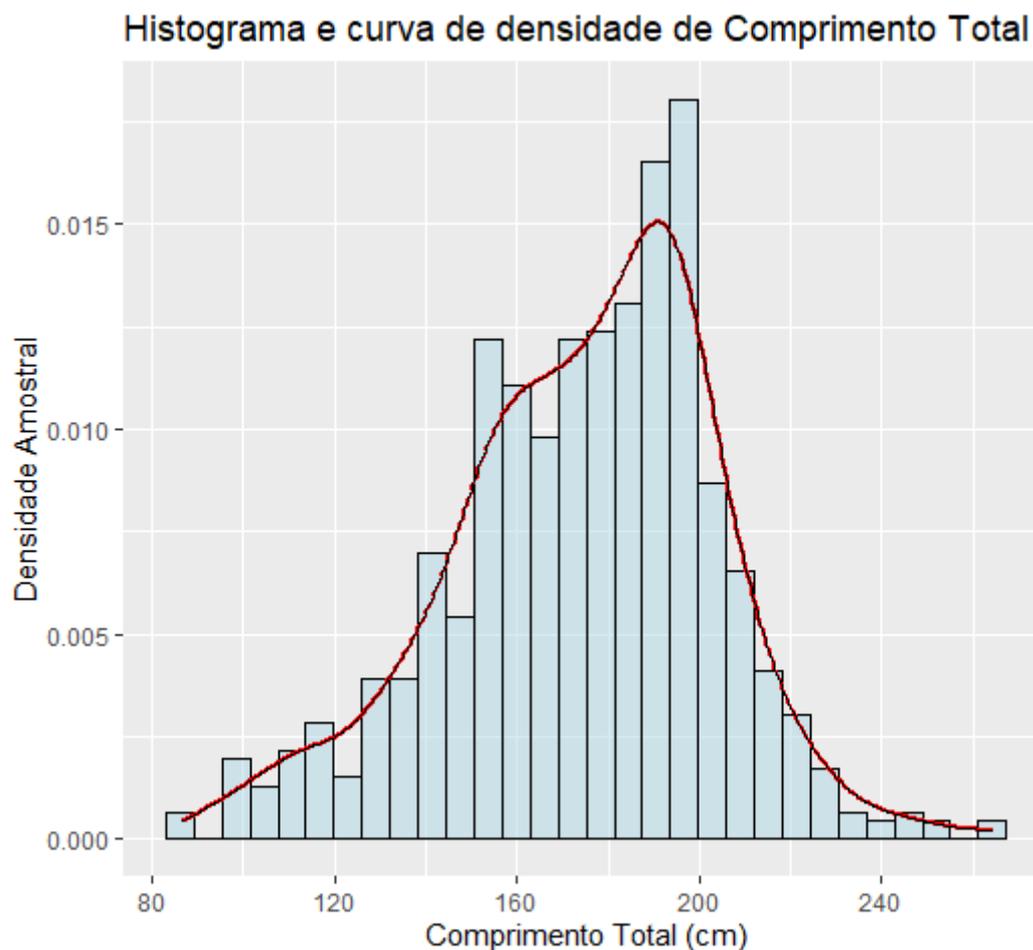
Para o sítio arqueológico da Enseada (**Figura 8**), notamos uma curva maior de densidade próxima aos 150 cm. Visto que, uma quantidade maior de amostras está presente na faixa de tamanhos que variam de 145 a 160 cm. É importante ressaltar que diferentemente dos sítios arqueológicos do Pântano do Sul e da Armação do Sul, não foram identificados indivíduos com comprimentos inferiores a 106 cm neste local. No entanto, é relevante mencionar que este sítio se caracteriza por apresentar animais de menor porte em comparação com os demais sítios, apesar da ausência de tamanhos reduzidos.

**Figura 8.** Densidade amostral para todos os comprimentos totais estimados do sítio arqueológico Enseada I.



Ao juntar os dados dos 4 sítios, obtivemos uma curva de densidade amostral mais próxima na representação de exemplares de 190 cm (**Figura 9**), sendo a média para todos os tamanhos (entre sítios) de 174,4 cm (desvio padrão  $\pm 29,4$ ), como representante dos tamanhos pescados em uma época pré-colonial, para o litoral centro-norte de Santa Catarina.

**Figura 9.** Densidade amostral de comprimento total para todos os sítios (Pântano, Armação, Enseada e Rio do Meio).

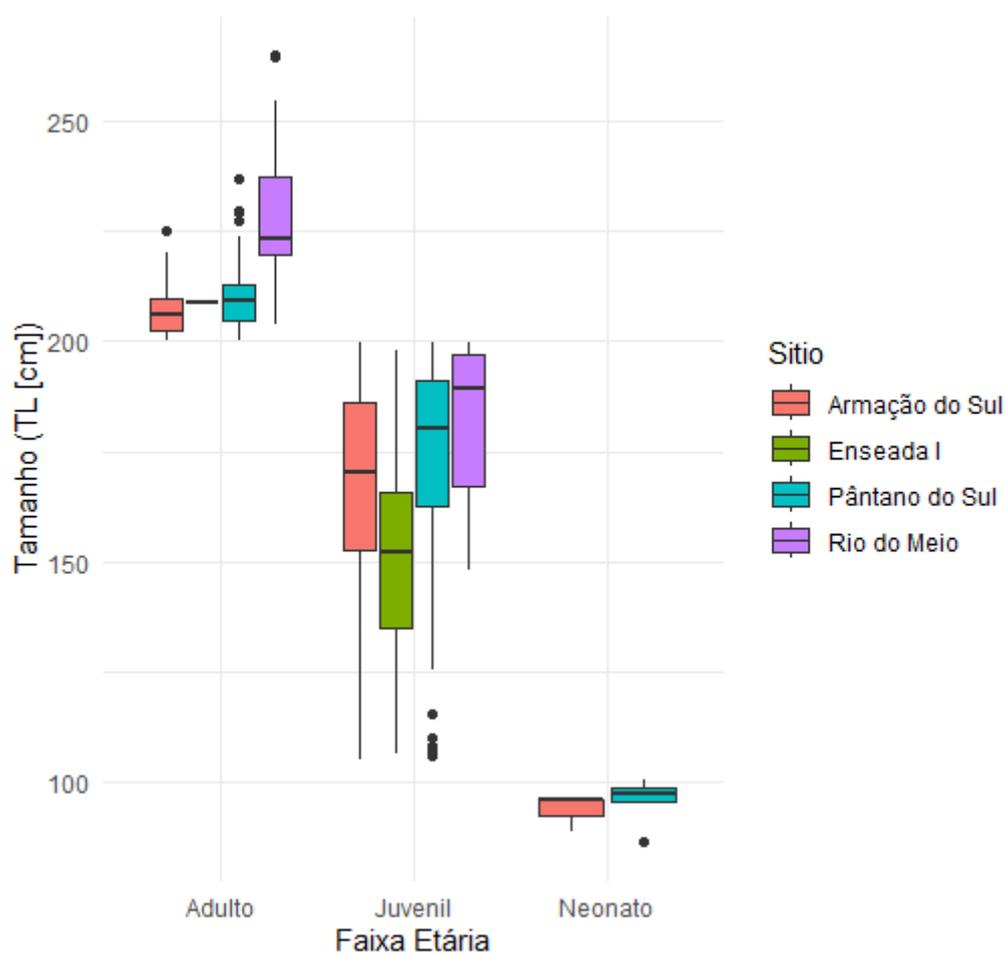


#### 4.2 VARIAÇÕES DE TAMANHO DAS FAIXAS ETÁRIAS

Em termos de faixa etária, os sítios apresentaram maior presença de vértebras que representam indivíduos juvenis, com exceção do sítio do Rio do Meio (**Quadro 4**). No Rio do Meio (**Figura 10**) houve uma maior variação de tamanho de adultos e uma menor variação de tamanho de juvenis. A média de tamanhos dentro destas duas faixas etárias foi maior quando comparado aos demais sítios, sendo assim, os maiores indivíduos pescados de *C. taurus* nesta localidade.

**Quadro 4.** Número de amostras para faixas etárias em cada sítio.

Faixa Etária	Pântano do Sul	Armação do Sul	Rio do Meio	Enseada	Total
Adulto	58	27	32	1	118
Juvenil	171	386	19	42	618
Neonato	9	3	0	0	12
Total	238	416	51	43	748

**Figura 10.** Variações de tamanho das faixas etárias entre sítios.

A presença de vértebras que representam indivíduos neonatos, ocorreu somente nos sítios arqueológicos do Pântano do Sul e da Armação do Sul. A menor

vértebra representa um indivíduo com comprimento total estimado em 86,5 cm. O Pântano do Sul e a Armação do Sul tiveram valores mais medianos em comparação aos outros dois sítios. Entretanto, o Pântano do Sul obteve animais pouco maiores que a Armação do Sul, para as 3 faixas etárias.

O sítio da Enseada I, apresentou animais de menor porte pescados em comparação aos demais, dentro de uma faixa etária exclusivamente de juvenis.

#### 4.3 TAMANHOS NO DECORRER DOS ANOS

Em termos de datação, as médias de tamanho de *C. taurus* foram organizadas conforme o **Quadro 5**, sob uma perspectiva de tamanhos pescados na costa centro-norte catarinense ao longo desses 4,5 milênios.

**Quadro 5.** Relação das médias de tamanhos associadas às datações das amostras.

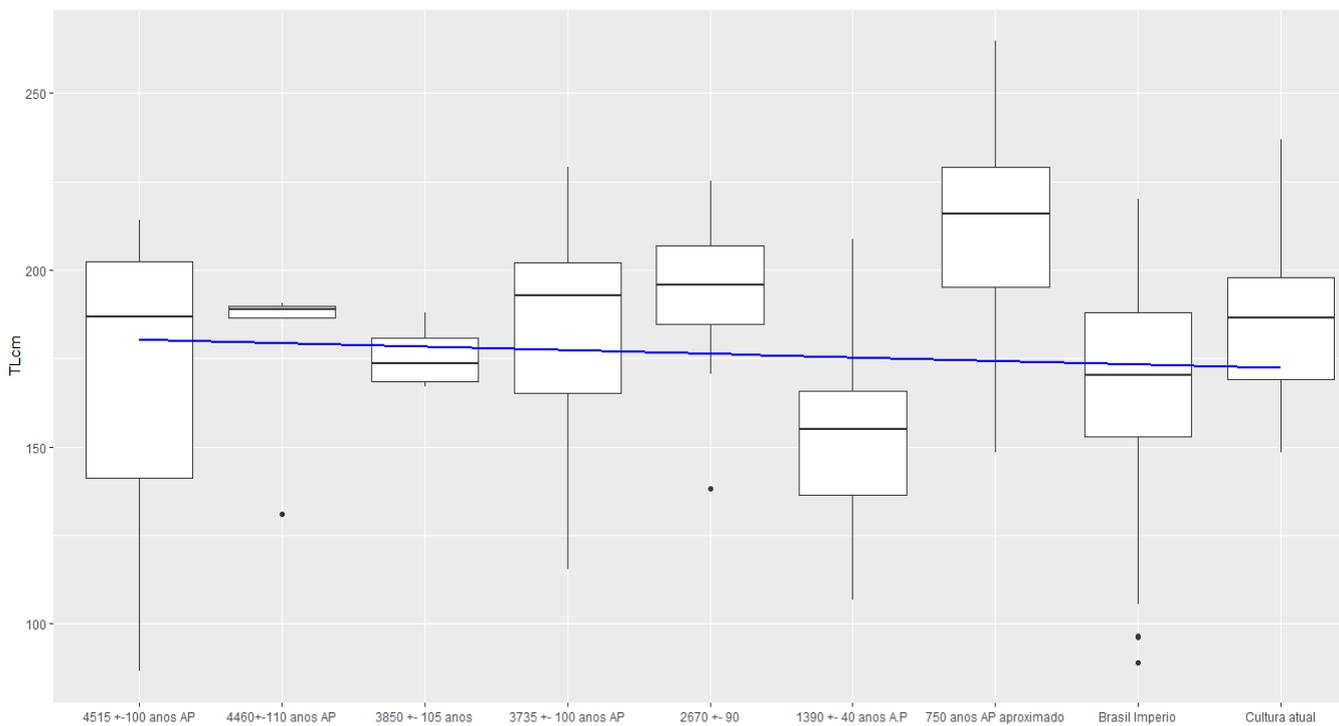
Datação	Comprimento total médio	Desvio padrão	N amostral	Sítio
4515 ± 100 anos A.P.	167,2 cm	± 43,4 cm	43	PS
4460 ± 110 anos A.P.	177,4 cm	± 25,9 cm	5	PS
3850 ± 105 anos A.P.	175,5 cm	± 9,7 cm	4	PS
3735 ± 100 anos A.P.	184,1 cm	± 24,9 cm	81	PS
2670 ± 90 anos A.P.	194,7 cm	± 16,4 cm	32	AS
1390 ± 40 anos A.P.	152,7 cm	± 24 cm	43	En

750 anos A.P.	211,2 cm	± 28,6 cm	51	RM
Brasil Império	167,5 cm	± 24,2 cm	358	AS
Cultura atual	185,9 cm	± 21,4 cm	36	PS

Para as siglas dos sítios, PS: Pântano do Sul; AS: Armação do Sul; En: Enseada; RM: Rio do Meio.

O modelo de regressão linear (**Figura 11**) utilizando os tamanhos médios para determinadas datações não foi estatisticamente significativo com um valor de p de  $2,2 \cdot 10^{-16}$  e apresentou um  $R^2$  de 0,24 o que significa que cerca de 24% da variabilidade das médias de tamanho é explicada pelas datações incluídas no modelo.

**Figura 11.** Modelo linear de comprimento total médio (TLcm) de *Carcharias taurus* no decorrer das datações.



TLcm significa comprimento total (Total Length) em centímetros.

É relevante observar que as médias de tamanho representadas no modelo, não seguiu a orientação decrescente da linha azul, como mostrado explicitamente nas datações de  $1390 \pm 40$  anos A.P. e 750 anos A.P.

## 5 DISCUSSÃO

Nosso estudo demonstrou que para todos os sítios (exceto Rio do Meio), em grande parte, os indivíduos de *C. taurus* pescados eram juvenis (**Quadro 4**). Entre os sítios do Pântano do Sul e da Armação, houve uma diferença baixa entre as médias de tamanhos observadas, próximo de 10 cm (**Quadro 3**). A grande presença de juvenis pode ser devido ao comportamento que esta espécie tem enquanto animais de pequeno a médio porte, apresentando nado lento e cardumes de 20 a 80 indivíduos (Pollard; Lincoln Smith; Smith, 1996), facilitando a pesca pelos povos desta região com a utilização de redes (Rohr, 1977; Schmitz, 1992). No sítio do Rio do Meio, obteve-se os indivíduos maiores pescados, sugerindo uma alta disponibilidade de presas nesta localidade. No sítio da Enseada I, foram observados os menores indivíduos pescados entre os sítios, possivelmente como reflexo da alta exploração dos recursos marinhos e sobrepesca histórica na região (Fossile *et al.*, 2019; 2020; Toso *et al.*, 2021).

No museu do Homem do Sambaqui, Pe. João Alfredo Rohr SJ., durante a triagem do material proveniente dos sítios arqueológicos da Armação e do Pântano do Sul, foi evidente uma maior quantidade de vértebras de *C. taurus* quando comparado aos dentes. O mesmo ocorre na Enseada I (Souza, 2019). No entanto, no caso do sítio do Rio do Meio, observou-se uma grande quantidade de dentes de *C. taurus* (Fossari, 2004), em uma proporção maior em relação às vértebras (Gilson; Lessa, 2019a). Considerando que este último local desempenhou um papel fundamental como estação de pesca (Fossari, 2004), servindo como base para a captura e processamento de pescados (Gilson; Lessa, 2021b), a explicação mais provável é que a cabeça dos tubarões tenha sido descartada no local, enquanto o corpo e as vértebras eram transportados para outro lugar (Souza, 2019; Gilson; Lessa, 2019a). Em contrapartida, vestígios faunísticos associados a uma maior quantidade de carne, quando encontrados em sítios arqueológicos, também indicam estabilidade em determinada habitação (Castilho, 2005). Como pontuado para a Enseada I (Souza,

2019) os troncos dos tubarões foram levados em maior quantidade para o local de habitação, e a alta presença de vértebras é reflexo disto. O mesmo ocorre para os sítios da Armação e do Pântano do Sul, devido a uma maior predominância no número de vértebras coletadas nas escavações, em relação ao número de dentes. O que indica também o descarte da cabeça destes animais em um local fora do sítio.

Apesar da diferença temporal na datação dos sítios arqueológicos do Pântano do Sul (máximo de  $4515 \pm 100$ , mínimo de  $3735 \pm 100$  anos A.P.) e da Armação do Sul ( $2650 \pm 90$  anos A.P.), a pesca direcionada ao *C. taurus*, não impactou no tamanho médio representado dos animais que frequentavam aquela localidade, havendo uma diferença de 10,4 centímetros entre a média do Pântano e da Armação (**Quadro 3**). Levando em consideração que os povos que habitavam a localidade destes sítios, poderiam conseguir caçar baleia-franca (*Eubalaena australis*), devido ao seu comportamento lento e costeiro, com o uso de arpões (Castilho; Simões-Lopes, 2008), apresentavam plena capacidade de pescar indivíduos maiores de *C. taurus*. Neste cenário, a alta pesca de indivíduos juvenis (**Quadro 4**) de *C. taurus*, possivelmente era realizada como uma estratégia oportunista, feita por rede (Rohr, 1977; Schmitz, 1992), como era feito por parte da pesca artesanal do sul do Brasil (ICMBio, 1996), visando os cardumes de juvenis (Pollard; Lincoln Smith; Smith, 1996). A baixa presença de vértebras no Pântano do Sul e na Armação que representam neonatos como no caso do exemplar de 86,5 cm, que indica o exato tamanho mínimo de um neonato (Henningesen *et al.*, 2004; Gilmore; Dodrill, 2005; Dicken *et al.*, 2008; Bansemer; Bennett 2009), não é suficiente para classificar a área como um berçário, segundo os critérios estabelecidos por Heupel, Carlson e Simpfendorfer (2007). Visto que a ocorrência de neonatos, ou uma possível fêmea grávida nessa região não parece seguir uma regra precisa, mas, em vez disso, parece ser resultado do acaso.

O sítio Rio do Meio apresentou a maior média (211,2 cm) de tamanho (**Quadro 3**), e houve uma predominância maior de animais de 220 cm (**Figura 7**). É importante considerar que este gráfico, assim como os outros, representa tamanhos de animais que serviram como alimento para estes grupos humanos, e não representa toda a variedade que provavelmente existia naquela região e época. Um dos possíveis fatores que permitiu que exemplares de *C. taurus* nesta localidade alcançasse tamanhos maiores, quando comparado aos outros sítios, seria uma alta disponibilidade de presas nesta região. Considerando que os indivíduos de *C. taurus* são predadores oportunistas de topo de cadeia que possuem uma ampla variedade

de presas, incluindo peixes, raias e outras espécies marinhas (Compagno, 2002; Gelsleichter; Musick; Nichols, 1999; Lucifora; Menni; Escalante, 2002). A disponibilidade e a distribuição dessas presas podem variar significativamente de um local para outro. Sítios localizados em regiões que possuem presas mais abundantes ou com uma maior diversidade de presas, podem atrair indivíduos maiores desta espécie, que possui uma alta capacidade de locomoção com preferência em regiões costeiras (Compagno, 2002; Bansemer; Bennett, 2011). Um dos animais que fazem parte do cardápio de *C. taurus*, é a corvina (*Micropogonias furnieri*), que apresenta grande número de vestígios faunísticos neste sítio, e é muito visado pela pesca artesanal durante sua temporada, nesta mesma região (Compagno, 2002; Cattani *et al.*, 2016; Ribas, 2016; Gilson; Lessa, 2019a; 2021a). Outro possível fator que permitiu a visualização de maiores animais pescados para este sítio, seria uma melhor técnica, e tecnologia por parte dos povos que habitavam este local. Um grande exemplo da capacidade destes povos, é a pesca de espécies oceânicas como *Carcharodon carcharias* (tubarão-branco) de tamanhos bastante próximos a 3 metros (Mayer, 2017) e, provavelmente, com utilização de embarcações (Scherer; Lessa; Salles, 2015), e utilização de pontas de arpões e flechas feitas com ossos de mamíferos e dentes de tubarões (Fossari, 2004; Gilson; Lessa, 2021d). Algumas técnicas descritas por grupos nativos do Brasil, descritas por cronistas do século XVI, também podem ser aplicadas a grupos pré-coloniais na captura de tubarões (Gilson; Lessa, 2019b; 2021a). A representação de exemplares maiores de *C. taurus* neste sítio provavelmente não se resume a estes fatores. Outros fatores como mudanças no clima sobre uma perspectiva de diferentes épocas, ou uma baixa exploração dos recursos marinhos também poderiam estar associados aos tamanhos aqui representados. Entretanto, seriam necessário outros estudos para avaliar melhor essas questões. Em resumo, sob o ponto de vista comparativo é importante destacar que cada sítio exibe uma interação complexa de variáveis ecológicas, geográficas, históricas, ambientais e culturais.

No caso da Enseada I (**Figura 8**), houve uma ocorrência de animais de menor porte quando comparado aos demais sítios, representado por uma média de tamanho (**Quadro 3**) de 152,7 cm ( $\pm 23,9$ ). Um dos fatores que pode explicar isto, foi a intensa pressão da pesca nesta região. Esta região possui a maior concentração de sítios arqueológicos de povos pescadores-coletores do litoral do Brasil, havendo uma alta exploração dos recursos marinhos em aproximados 6 milênios, com uma quantidade

de pescados que se assemelham à pesca da segunda metade do século XX (Fossile, 2019; 2020). A grande quantidade de peixes encontrados em sítios arqueológicos desta região (Fossile, 2019; 2020), ou seja, pescados pelos povos pré-coloniais, pode ter diminuído a disponibilidade de alimentos para a população de *C. taurus*. Em soma a isto, esta área desempenhou um papel fundamental como berçário para essa espécie (Mayer *et al.*, 2022), o que sugere uma maior presença de indivíduos desta espécie em estágios iniciais e intermediários de desenvolvimento. Os povos desta região apresentavam uma alta atividade de pesca (Fossile *et al.*, 2019; 2020; Toso *et al.*, 2021), e apresentavam plena capacidade de pescar outras espécies de tubarões de 2 a 3 metros de comprimento (Souza, 2019). Apesar da alta atividade pesqueira nesta região, os vestígios de *C. taurus* neste sítio foram pouco em comparação a outras espécies de tubarão (Souza, 2019), o que sugere que esta espécie não era uma das mais visadas. Em um cenário de exploração intensiva dos recursos marinhos e a captura de tubarões em áreas de berçário como um possível sinal de sobrepesca por antigos povos que habitavam o litoral (Lopes, 2016; Fossile, 2019; 2020; Mayer *et al.*, 2022), torna-se evidente que isso possa ter efeito nas médias de tamanho desses animais. Neste contexto, e por razões de, provavelmente, tanto impacto antrópico quanto fatores ecológicos, a diversidade nos tamanhos de *C. taurus* se estabeleceram em tamanhos menores nesta região em comparação às localidades dos outros sítios.

Sobre uma perspectiva regional (a junção de todos os sítios), a média de tamanhos entre os sítios foi de 174,4 cm ( $\pm 29,4$ ), e com uma curva de densidade de amostral bastante acentuada em 190 cm (**Figura 9**). Neste cenário, sugerimos que *C. taurus* já foi alvo da pressão pesca em um cenário pré-colonial nos últimos 4 milênios, considerando que estes animais atingem a maturidade sexual acima de 190 cm (Compagno, 2002; Gilmore, 1993; Lucifora; Menni; Escalante, 2002; Ebert; Dando; Fowler, 2021; Weigmann, 2016). Entretanto, apesar da espécie ser altamente pescada antes de se reproduzir, esta prática não foi suficiente para dizimar a espécie, que foi altamente capturada pela pesca industrial nos anos de 2000 a 2009, totalizando mais de 844 toneladas (UNIVALI, 2009).

O modelo de regressão linear (**Figura 11**) indica uma diminuição nos tamanhos de tubarão-mangona ao longo do tempo, porém não é estatisticamente significativa. As médias de tamanhos apresentadas pelas datações (**Quadro 5**), assim como no modelo, mostram tamanhos variados e fora de uma ordem cronológica. Como no caso da média de tamanho representado na datação de  $1390 \pm 40$  anos A.P.

para 750 anos A.P., sendo 152,7 cm e 211,2 cm respectivamente. Estas duas datações que estão lado a lado, são os sítios que representam as menores e maiores médias de tamanho.

Variações ecológicas e geográficas de cada região e comportamentais para cada grupo que habitava esses locais, podem ajudar a explicar os tamanhos pescados de *C. taurus*, como discutido anteriormente. Embora haja uma tendência global na pesca contemporânea de alvejar espécimes de tamanho corporal maior devido ao seu maior rendimento de carne (Pauly, 1998), é importante considerar que as condições eram diferentes na época pré-colonial. Nesse contexto, a disponibilidade de recursos marinhos, as limitações tecnológicas da pesca dos povos, e a dinâmica dos ecossistemas marinhos podem ter permitido uma pesca mais diversificada. Somando isso a presença de pequenas vértebras e dentes de tubarão em sítios arqueológicos, sugere-se que os povos pré-coloniais também pescavam exemplares juvenis, inclusive em áreas de berçário (Lopes *et al.*, 2016; Mayer *et al.*, 2022). Em resumo, isto pode ser interpretado como uma estratégia de diversificação dos recursos, na qual diferentes tamanhos e estágios de desenvolvimento dos tubarões eram explorados.

Embora tenhamos reconhecido a presença de pseudorréplicas devido à possibilidade de múltiplas vértebras pertencerem ao mesmo indivíduo, decidimos analisar o tamanho dos indivíduos como uma caracterização geral. Essa abordagem foi adotada devido às limitações práticas e à falta de informações precisas para identificar e separar as vértebras de um mesmo indivíduo. Portanto, optamos por considerar o tamanho médio, mínimo e máximo do tubarão-mangona como uma estimativa do tamanho dos indivíduos pescados no sítio arqueológico, entendendo que pode haver uma certa variabilidade intraespecífica nesses valores. Durante a interpretação dos resultados, foi essencial adotar uma postura cautelosa. Reconhecemos as limitações dos dados disponíveis, incluindo as pseudorréplicas das medições de tamanho e a falta de informações detalhadas sobre a posição exata das vértebras na coluna vertebral. Além disso, levamos em consideração as possíveis influências de variáveis não controladas, como a disponibilidade de indivíduos na época e os métodos de pesca utilizados pelos povos indígenas. Essas variáveis podem ter impacto na seleção dos tubarões pescados e, conseqüentemente, nos tamanhos observados. Portanto, interpretamos os resultados com prudência, reconhecendo que eles refletem uma caracterização geral e podem ser influenciados por fatores além da seleção de tamanho propriamente dita.

Em resumo, as diferenças nas médias e nos desvios padrão dos comprimentos totais, entre os sítios arqueológicos não podem ser atribuídas a um único fator. É provável que seja uma combinação complexa de fatores ecológicos, geográficos, históricos e ambientais que moldaram as características de tamanho populacional desses tubarões em cada época e localidade mostrada neste presente estudo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os povos que habitavam o sul da ilha de Florianópolis pescavam *C. taurus*, como um esforço oportunístico visando cardumes de juvenis.
- No sítio do Rio do Meio, exemplares maiores de *C. taurus* foram alvos da pesca, quando comparados aos outros sítios.
- No sítio arqueológico da Enseada I eram pescados animais de menor porte de *C. taurus*, quando comparado aos demais sítios. Provavelmente por ser área de berçário da espécie e haver uma alta exploração dos recursos marinhos naquela região.
- Nos sítios arqueológicos do sul da ilha de Florianópolis, apresentou uma baixa variação nas médias de tamanho de *C. taurus*. Sugerindo um baixo impacto nos tamanhos médios no decorrer dos anos que compreende os sítios.
- O tubarão-mangona era alvo de pesca por parte dos povos que habitaram o litoral sul, de forma que diferentes tamanhos e estágios de desenvolvimento dos tubarões eram explorados.

## REFERÊNCIAS

BANDEIRA, D. R.; FOSSILE, T. Alimentação, adaptação e origem no sambaqui Enseada I, São Francisco do Sul, SC. Patrimônio arqueológico pré-colonial de Santa Catarina. In: ZOCHE, J. J.; CAMPOS, J. B.; ALMEIDA, N. J. O.; RICKEN, C. **Arqueofauna e Paisagem**. Erechim: Habilis Press, 2014. p. 1–18.

BANSEMER, C. S.; BENNETT, M. B. Reproductive periodicity, localized movements and behavioural segregation of pregnant *Carcharias taurus* at Wolf Rock, southeast Queensland, Australia. **Marine Ecology Progress Series**, v. 374, p. 215–227, 2009.

BANSEMER, C. S.; BENNETT, M. B. Sex and maturity-based differences in movement and migration patterns of grey nurse shark, *Carcharias taurus*, along the eastern coast of Australia. **Marine and Freshwater Research**, v. 62, n. 6, p. 596, 2011.

BASCOMPTE, J.; MELIAN, C. J.; SALA, E. Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 102, n. 15, p. 5443–5447, 2005.

BASTOS, M. Q. **Dos sambaquis do sul do Brasil à diáspora africana: estudos de geoquímica isotópica de séries esqueléticas humanas escavadas de sítios arqueológicos brasileiros**. 2015. 158 p. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

BASTOS, M.Q.R, *et al.* Isotopic evidences regarding migration at the archeological site of Praia da Tapera: New data to an old matter. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 4, p. 588-595, 2015.

BASTOS, R. L. **A Utilização dos Recursos Naturais pelo Homem Pré-Histórico na Ilha de Santa Catarina**. 1994. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

BECK, A. **A variação do conteúdo cultural dos sambaquis no litoral de Santa Catarina**. 1972. 245 p. Tese (Doutorado em Ciências Humanas, Antropologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

BINFORD, L. R. Bones for stones: considerations of analogues for features found on the Central Russian plain. In: **From Kostenki to Clovis: Upper Paleolithic—Paleo-Indian adaptations**. Boston, MA: Springer US, 1993. p. 101-124.

CAMHI, M. *et al.* **Sharks and their Relatives: Ecology and Conservation**. 20. ed. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, 1998. 39 p.

CARBONE, C.; GITTLEMAN, J. L. A Common Rule for the Scaling of Carnivore Density. **Science**, v. 295, n. 5563, p. 2273–2276, 2002.

CARBONE, C.; PETTORELLI, N.; STEPHENS, P. A. The bigger they come, the harder they fall: body size and prey abundance influence predator–prey ratios. **Biology letters**, v. 7, n. 2, p. 312-315, 2011.

CARRIER, J. C. *et al.* **Biology of Sharks and Their Relatives**. 3. ed. CRC Press, 2022. p. 840.

CASTILHO, P. V. **Mamíferos Marinhos: Um Recurso de Populações Humanas Pré-Coloniais do Litoral Catarinense**. 2005. 194 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CASTILHO, P. V.; SIMÕES-LOPES, P. C. Sea mammals in archaeological sites on the southern coast of Brazil. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 18, p. 101-113, 2008.

CATTANI, A. P. *et al.* Fish assemblages in a coastal bay adjacent to a network of marine protected areas in southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. 3, p. 295–308, 2016.

CHIN, A.; *et al.* An integrated risk assessment for climate change: analysing the vulnerability of sharks and rays on Australia's Great Barrier Reef. **Global change biology**, v. 16, n. 7, p. 1936-1953, 2010.

COLÉGIO CATARINENSE. **Coleção Arqueológica**. Disponível em: <<https://www.colegiocatarinense.g12.br/colecao-arqueologica/>> Acesso em: 19 out. 2023.

COMPAGNO, L. J. V. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. **Environmental Biology of Fishes** 28: 33-75, 1990.

COMPAGNO, L. J. V. **Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date**. 1. ed. Roma: FAO, 2002.

CORTÉS, E. Life History Patterns and Correlations in Sharks. **Reviews in Fisheries Science**, v. 8, n. 4, p. 299–344, 2000.

DE MASI, M. A. N. Análise das Práticas Mortuárias e Hierarquia Social no Sambaqui Porto do Rio Vermelho II, Lagoa da Conceição, Ilha De Santa Catarina, SC. **Clio Arqueológica**, v. 27, n. 2, 2012.

DE MASI, M. A. N. Aplicações de isótopos estáveis de  $18/16O$ ,  $13/12C$  e  $15/14N$  em estudos de sazonalidade, mobilidade e dieta de populações pré-históricas no sul do Brasil. **Revista de Arqueologia**, v. 22, n. 2, p. 55-76, 2009.

DE MASI, M. A. N. Pescadores Coletores da Costa Sul do Brasil. **Pesquisas Antropologia**, n. 57, p. 1-133, 2001.

DICKEN, M. L.; *et al.* Diet and trophic ecology of the tiger shark (*Galeocerdo cuvier*) from South African waters. **PLOS ONE**, v. 12, n. 6, p. e0177897, 2017.

DICKEN, M.; BOOTH, A. J.; SMALE, M. J. Estimates of juvenile and adult raggedtooth shark (*Carcharias taurus*) abundance along the east coast of South Africa. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 65, n. 4, p. 621–632, 2008.

DUDLEY, S. F. J; SIMPFENDORFER, C. A. Population status of 14 shark species caught in the protective gillnets off KwaZulu–Natal beaches, South Africa, 1978–2003. **Marine and freshwater research**, v. 57, n. 2, p. 225-240, 2006.

DULVY, N. K. *et al.* Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. **eLife**, n.3, p. 1–34, 2014.

EBERT, A. D.; DANDO, M.; FOWLER, S. **Sharks of the World: A Complete Guide**. Princeton, Nj: Princeton University Press, 2021.

ELLIS, J. R.; PAWSON, M. G.; SHACKLEY, S. E. The Comparative Feeding Ecology of Six Species of Shark and Four Species of Ray (Elasmobranchii) In The North-East Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 76, n. 1, p. 89–106, 1996.

ESCALLE, L.; *et al.* Restricted movements and mangrove dependency of the nervous shark *Carcharhinus caudatus* in nearshore coastal waters. **Journal of Fish Biology**, v. 87, n. 2, p. 323–341, 2015.

FARIA, H. M. **Conhecimentos Tradicionais de Pescadores sobre Populações de Tubarões na Ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil**. 2017. 102 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

FERRETTI, F. *et al.* Loss of Large Predatory Sharks from the Mediterranean Sea. **Conservation Biology**, v. 22, n. 4, p. 952–964, 9 jun. 2008.

FERRETTI, F. *et al.* Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. **Ecology Letters**, v. 13, n. 8, 2010.

FIGUTI, L. O homem pré-histórico, o molusco e o sambaqui: considerações sobre a subsistência dos povos sambaquieiros. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 3, p. 67-80, 1993.

FOSSARI, T. D. **A População pré-colonial Jê na paisagem da ilha de Santa Catarina**. Tese de Doutorado. Florianópolis, 311 pp. 2004.

FOSSARI, T. D. **O salvamento arqueológico do sítio Rio do Meio**. Relatório n. I. Instituto do patrimônio histórico e artístico Nacional, IPHAN, Florianópolis, 1998.

FOSSILE, T. *et al.* Pre-Columbian fisheries catch reconstruction for a subtropical estuary in South America. **Fish and Fisheries**, v. 20, n. 6, p. 1124-1137, 2019.

FOSSILE, T. *et al.* Integrating zooarchaeology in the conservation of coastal-marine ecosystems in Brazil. **Quaternary International**, v. 545, p. 38–44, abr. 2020.

FUTUYMA, D. J.; MORENO, G. The evolution of ecological specialization. **Annual review of Ecology and Systematics**, v. 19, n. 1, p. 207-233, 1988.

GASPAR, M. D. Aspectos da Organização Social de Pescadores-Coletores: Região compreendida entre a Ilha Grande e o delta do Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. **Pesquisas Antropologia**, n. 59, p. 162, 2003

GELSLEICHTER, J.; MUSICK, J. A.; NICHOLS, S. Food habits of the smooth dogfish, *Mustelus canis*, dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, and the sand tiger, *Carcharias taurus*, from the northwest Atlantic Ocean. **Environmental Biology of Fishes**, v. 54, n. 2, p. 205–217, 1999.

GILMORE, R. G. Reproductive biology of lamnoid sharks. **Environmental Biology of Fishes**, v. 38, n. 1-3, p. 95–114, 1993.

GILMORE, R. G.; DODRILL, J. W. Oophagy, intrauterine cannibalism and reproductive strategy in lamnoid sharks. In: **Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids and Chimaeras**. Enfield, NH: Science Publishers, 2005. p. 435–462.

GILSON, S. P.; LESSA, A. Dinâmica de Ocupação do Sítio Rio do Meio: análise estratigráfica e espacial de um assentamento diferenciado na paisagem da ilha de Santa Catarina/SC. **Cadernos do LEPAARQ: Textos de Antropologia, Arqueologia e Patrimônio**, p. 125-145, 2021b.

GILSON, S. P.; LESSA, A. Human-Sharks interaction in chroniclers' accounts from the XVIth and XVIIth centuries: A rich source of information for Brazilian zooarchaeological studies. **Archaeofauna**, v. 28, p. 157-167, 2019b.

GILSON, S. P.; LESSA, A. Shark teeth used as tools: An experimental archaeology study. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 35, p. 102733, 2021d.

GILSON, S.P.; LESSA, A. Arqueologia do Sítio Rio do Meio [SC]: discutindo estilo de vida de pescadores-caçadores-coletores através de uma abordagem ecossistêmica. **Revista de Arqueologia**, v. 34. p 217-248, 2021a.

GILSON, S.-P.; LESSA, A. Capture, processing and utilization of sharks in archaeological context: Its importance among fisher-hunter-gatherers from southern Brazil. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 35, p. 102693, 2021c.

GOLDMAN, K.J.; BRANSTETTER, S; MUSICK, J.A. A re-examination of the age and growth of sand tiger sharks, *Carcharias taurus*, in the western North Atlantic: the importance of ageing protocols and use of multiple back-calculation techniques. **Environmental Biology Fishes** 77, 241-252. 2006.

GRIFFITHS, D. Prey Availability and the Food of Predators. **Ecology**, v. 56, n. 5, p. 1209–1214, 1975.

HALLIDAY, R. G.; PINHORN, A. T. A review of the scientific and technical bases for policies on the capture of small fish in North Atlantic groundfish fisheries. **Fisheries Research**, v. 57, n. 3, p. 211-222, 2002.

HAZEN, E. L. *et al.* Marine top predators as climate and ecosystem sentinels. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 17, n. 10, p. 565–574, 4 nov. 2019.  
HELFMAN, G. S.; BURGESS, G. H. **Sharks: The Animal Answer Guide**. Maryland: Johns Hopkins University Press Books, 2014.

HENNINGSEN, A. D. *et al.* Captive breeding and sexual conflict in elasmobranchs. In: **the Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays and their Relatives**. Columbus, OH: Ohio Biological Survey, p. 237–244, 2004.

HERBST, D.F. *et al.* 180 years of marine animal diversity as perceived by public media in southern Brazil. **PloS one**, v. 18, n. 6, p. e0284024, 2023.

HEUPEL, M. R.; HUETER, R. E. Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) within a coastal nursery area. **Marine and Freshwater Research**, v. 53, n. 2, p. 543, 2002.

HEUPEL, M.; CARLSON, J.; SIMPFENDORFER, C. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. **Marine Ecology Progress Series**, v. 337, p. 287–297, 2007.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI - Peixes**. 1. ed. Brasília, DF. 2018

KOZUCH, L.; FITZGERALD, C. A. guide to identifying shark centra from Southeastern archaeological sites. **Southeastern Archaeology**, v. 8, n. 2, 1989.

KRIWET, J. *et al.* First direct evidence of a vertebrate three-level trophic chain in the fossil record. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 275, n. 1631, p. 181–186, 2007.

LAST, P. R. *et al.* **Rays of the World**. CSIRO Publishing, 2016.

LONG, J. A. et al. First Shark from the Late Devonian (Frasnian) Gogo Formation, Western Australia Sheds New Light on the Development of Tessellated Calcified Cartilage. **PLOS ONE**, v. 10, n. 5, p. e0126066, 28 maio 2015.

LOPES, M. S. et al. The path towards endangered species: prehistoric fisheries in southeastern Brazil. **PLOS ONE**, v. 11, n. 6, 2016.

LOTZE, H. K. Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas. **Science**, v. 312, n. 5781, p. 1806–1809, 23 jun. 2006.

LUCIFORA, L.; MENNI, R. C.; ESCALANTE, H. Reproductive ecology and abundance of the sand tiger shark, *Carcharias taurus*, from the southwestern Atlantic. **ICES Journal of Marine Science**, v. 59, n. 3, p. 553–561, 2002.

MACNEIL, M. A. et al. Biology of the Greenland shark *Somniosus microcephalus*. **Journal of fish biology**, v. 80, n. 5, p. 991-1018, 2012.

MARTINS, T. M.; TOMAZI, A. L.; BRENUVIDA, W. W. **A importância dos elasmobrânquios para a qualidade dos ecossistemas marinhos a partir do conhecimento local**. Blumenau, 2018. 79 p.

MAYER, G. B. et al. South Brazil pre-colonial sharks: Insights into biodiversity and species distributions. **Journal of Fish Biology**, v. 100, n. 3, p. 811–819, 2022.

MAYER, G. B. **Identificação de restos faunísticos de tubarões no sítio arqueológico Rio do Meio - Florianópolis e suas implicações ecológicas e antropológicas**. 2017. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

NETO, J. D. **Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de elasmobrânquios sobre-explotados ou ameaçados de sobre-explotação no Brasil**. IBAMA. Brasília, 2011. 154p.

NIELSEN, J.; et al. Distribution and feeding ecology of the Greenland shark (*Somniosus microcephalus*) in Greenland waters. **Polar Biology**, v. 37, n. 1, p. 37–46, 2013.

OPPITZ, G. et al. Pensando sobre Mobilidade, Dieta e Mudança Social: Análises Isotópicas no Sítio Armação do Sul, Florianópolis/SC. **Cadernos do LEPAARQ** Vol XV, 30., p. 237-266, 2018.

PAULY, D. et al. Fishing down marine food webs. **Science**, v. 279, n. 5352, p. 860-863, 1998.

POLLARD, D. A.; LINCOLN SMITH, M. P.; SMITH, A. K. The biology and conservation status of the grey nurse shark (*Carcharias taurus* Rafinesque 1810) in New South

Wales, Australia. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 6, n. 1, p. 1-20, 1996.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 10 out. 2023.

REITZ, E. J.; WING, E. S. **Zooarchaeology**. Cambridge University Press, 2008.

RIBAS, L. C. C. **Que peixe é este?: o sabor da pesca artesanal na Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: IFSC, 2016.

RICK, T. C.; ERLANDSON, J. M. Evaluating the Economic Significance of Sharks, Skates, and Rays (Elasmobranchs) in Prehistoric Economies. **Journal of Archaeological Science**, v.29, no.2, p. 111–122. 2002.

RIGBY, C. L.; et al.. ***Carcharias taurus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021**: e.T3854A2876505. Acesso em: 06 Set. 2021.

ROHR, J. A. Pesquisas Arqueológicas em Santa Catarina I: Exploração sistemática do sítio de Praia de Tapera. **Pesquisas Antropologia**, n. 15, p. 1-21. 1966

ROHR, J. A. Pesquisas Páleo-Etnográficas na Ilha de Santa Catarina. **Pesquisas Antropologia**, n. 3, p. 119-173, 1959.

ROHR, J.A. Pesquisas paleo-etnográficas na Ilha de Santa Catarina. **Pesquisas**, O sítio arqueológico do Pântano do Sul SC - F - 10. Florianópolis: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 1977.

SANTOS, M. C.; FARIA-JUNIOR, E.; FREITAS, R. H. A. Reconhecimento Etnoecológico sobre o Tubarão-Mangona *Carcharias taurus* sob a Perspectiva de Pescadores Artesanais da Grande Florianópolis-SC, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 27, no. 1, 2019.

SCHERER, L. Z.; LESSA, A.; SALLES, A. D. Alterações entésicas e mobilidade terrestre em grupos pré-coloniais litorâneos do sul do Brasil. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 25: 21-44, 2015.

SCHMITZ, P. I. *et al.* Escavações Arqueológicas do Pe. João Alfredo Rohr: O Sítio da Praia das Laranjeiras II, Uma Aldeia de Tradição Ceramista Itararé. **Pesquisas Antropologia**, n. 49, p. 1-174, 1993.

SCHMITZ, P. I. Um paradeiro guarani no alto Uruguai. **Pesquisas Antropologia**, n. 1, p. 122-142, 1957.

SCHMITZ, P. I.; BITENCOURT, A. L. V. **O sítio arqueológico Pântano do Sul, SC.** Pesquisas Antropologia, no. 53, p. 77-119. 1996.

SCHMITZ, P.I. *et al.* **O sítio arqueológico da Armação do Sul.** Pesquisas Antropologia, Nº 48, p. 11-214. 1992.

SILVA, S. B; *et al.* Escavações arqueológicas do Pe. João Alfredo Rohr. O sítio arqueológico da Praia da Tapera: um assentamento Itararé e Tupiguarani. **Pesquisas Antropologia**, n. 45, p. 209. 1990.

SIMPFENDORFER, C. A. *et al.* Results of a fishery-independent survey for pelagic sharks in the western North Atlantic, 1977–1994. **Fisheries Research**, v. 55, n. 1-3, p. 175–192, 2002.

SIMPFENDORFER, C. A. Predicting population recovery rates for endangered western Atlantic sawfishes using demographic analysis. **Environmental Biology of Fishes**, v. 58, p. 371-377, 2000.

SIMPFENDORFER, C. A.; HEUPEL, M. R. Assessing habitat use and movement. In: CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. **Biology of Sharks and Their Relatives**. Boca Raton: CRC Press, 2004. p. 553–572.

SIMS, D. W.; QUAYLE, V. A. Selective foraging behaviour of basking sharks on zooplankton in a small-scale front. **Nature**, v. 393, n. 6684, p. 460–464, 1 jun. 1998.

SOUZA, E.C. **Análise comparativa entre a biodiversidade de tubarões do sambaqui Enseada I e a fauna atual com base na identificação de restos faunísticos.** 44p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

STEVENS, J. D. *et al.* The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. **ICES Journal of Marine Science**, v. 57, n. 3, p. 476–494, 2000.

TOSO, A. *et al.* Fishing intensification as response to Late Holocene socio-ecological instability in southeastern South America. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 2021.

WEIGMANN, S. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. **Journal of Fish Biology**, v. 88, n. 3, p. 837–1037, 2016.