

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM BIOLOGIA  
MARINHA E COSTEIRA**

**ANNA CLARA ARBOITTE DE ASSUMPÇÃO**

**VARIAÇÃO DO TAMANHO CORPORAL ENTRE MARISCOS-BRANCOS,  
*AMARILLADESMA MACTROIDES* (REEVE, 1854), ATUAIS E PRETÉRITOS NA  
COSTA SUL DO BRASIL: contribuição dos sambaquis à Paleobiologia da Conservação**

**IMBÉ  
2019**

**ANNA CLARA ARBOITTE DE ASSUMPÇÃO**

**VARIAÇÃO DO TAMANHO CORPORAL ENTRE MARISCOS-BRANCOS,  
*AMARILLADESMA MACTROIDES* (REEVE, 1854), ATUAIS E PRETÉRITOS NA  
COSTA SUL DO BRASIL: contribuição dos sambaquis à Paleobiologia da Conservação**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas com Ênfase em Biologia Marinha e Costeira na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Matias do Nascimento Ritter.

**IMBÉ**  
**2019**

### CIP - Catalogação na Publicação

Assumpção, Anna Clara Arboitte  
Variação do tamanho corporal entre  
mariscos-brancos, *Amarilladesma mactroides* (Reeve,  
1854), Atuais e pretéritos na costa sul do Brasil:  
contribuição dos sambaquis à Paleobiologia da  
Conservação / Anna Clara Arboitte Assumpção. -- 2019.  
38 f.  
Orientador: Matias do Nascimento Ritter.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto  
de Biociências, Curso de Ciências Biológicas: Biologia  
Marinha e Costeira, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Moluscos. 2. Arqueobiologia da Conservação. 3.  
Registros geo-históricos. 4. Litoral Norte do Rio  
Grande do Sul. I. Ritter, Matias do Nascimento,  
orient. II. Título.

**ANNA CLARA ARBOITTE DE ASSUMPÇÃO**

**VARIAÇÃO DO TAMANHO CORPORAL ENTRE MARISCOS-BRANCOS,  
*AMARILLADESMA MACTROIDES* (REEVE, 1854), ATUAIS E PRETÉRITOS NA  
COSTA SUL DO BRASIL: contribuição dos sambaquis à Paleobiologia da Conservação**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas com Ênfase em Biologia Marinha e Costeira na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Matias do Nascimento Ritter.

Aprovada em:     /     /

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Matias do Nascimento Ritter  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Fernando Erthal  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Hugo Schmidt Neto  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Dedico à toda minha família,  
principalmente meus avós, pais e irmão.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, meu irmão e à minha família por sempre me darem amor e condições para seguir meus sonhos, me ensinarem a gostar e respeitar os seres vivos. Amo vocês!

Aos meus amigos que fizeram parte de toda essa jornada acadêmica com muito esforço. E principalmente ao meu amigo de outras vidas Giuseppe Pierluigi Volpato Marcon.

A todos gatos, cachorros, patos, gansos, galinhas e outros animais que passaram pela minha vida e me alegraram. Em especial à Princesa.

Ao meu orientador, Matias do Nascimento Ritter, pela confiança, incentivo, conselhos e convivências espetaculares. Vamos fazer muito ainda!

Aos professores Felipe Caron, Fernando Erthal, Hugo Schmidt Neto, Leonir André Colling e ao pesquisador Raphael Mathias Pinotti pelas contribuições valiosas a este trabalho.

Aos funcionários e terceirizados pelo trabalho árduo que fazem e estão sempre dispostos a ajudar. Principalmente à Márcia Nogueira, à Marlene Jung, à Isabel Scherer à Indira DiMattos e à Ruth Sutello.

Às universidades, ao Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR) e aos professores pela oportunidade e aprendizados que levarei para vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Iniciação Científica (processo nº 112297/2019-6) e pelo projeto “Paleobiologia da Conservação: combinando programas ecológicos de longa duração com a Paleontologia” (processo nº 422766/2018-6).

## RESUMO

Os sambaquis são estruturas construídas por grupos de pescadores-coletores entre 10.000 a 1.000 anos atrás e distribuem-se por praticamente todo o litoral do Brasil. São constituídos principalmente por conchas de moluscos e, em menor quantidade, por ossos de vertebrados e artefatos. Uma das espécies marinhas mais encontradas nos sambaquis do Litoral Norte do Rio Grande do Sul é o marisco-branco, *Amarilladesma mactroides*, que possui hábito infaunal e ainda hoje são utilizados na culinária, bem como isca de pesca. O tamanho dessas conchas nos sambaquis revela como fatores abióticos e bióticos os influenciava e, ao comparar com o tamanho das conchas atuais, pode-se verificar a variação deste parâmetro ao longo do tempo. Isso agrega dados à Paleobiologia da Conservação, temática que está cada vez mais em voga e cuja premissa é utilizar registros geo-históricos, observando perspectivas a longo prazo na dinâmica de espécies até ecossistemas. Assim, o objetivo deste trabalho é comparar o tamanho corporal do marisco-branco nos sambaquis de  $\pm 3.000$  anos com espécimes atuais da costa do Rio Grande do Sul. Para tal, foi mensurado o tamanho corporal de valvas coletadas nos Sambaquis Ibicuí e da Marambaia, Litoral Norte do RS (volume total de 298,46 cm<sup>3</sup>), na praia entre as cidades de Tramandaí e Palmares do Sul (conchas recentes), e entre o Naufrágio do Navio Altair e Farol do Sarita em Rio Grande (coleta de indivíduos vivos no ano de 2011). O tamanho corporal dos moluscos foi comparado aos pares (entre sambaquis, coletas na costa atual e entre os sambaquis e os atuais) através do teste  $t$  ( $\alpha=0,05$ ), em que foram utilizados apenas aqueles maiores que 43 mm (adultos) e valvas esquerdas, com reamostragem sem substituição das localidades com maior  $n$  amostral. Os testes de assimetria e curtose foram feitos para melhor entender a distribuição de frequência dos tamanhos dos bivalves. A média do tamanho corporal nos diferentes tempos foi significativamente maior nos sambaquis ( $p < 0,05$ ), um padrão já reportado em trabalhos similares. O teste de assimetria e curtose mostraram que há enviesamento para esquerda dos dados (maior frequência de indivíduos maiores) e homogeneização da frequência no recente. O uso de perspectivas geo-históricas permite avaliar alterações populacionais sob um enfoque temporal mais amplo, em uma escala muito superior do que a utilizada na maioria dos estudos ecológicos de longa duração. Assim, o valor dos sambaquis à Paleobiologia da Conservação fica aqui evidenciado.

**Palavras-chave:** Moluscos. Arqueobiologia da Conservação. Registros geo-históricos. Litoral Norte do Rio Grande do Sul.

## ABSTRACT

The shell mounds are structures built by groups of fisher-gatherers around 10,000 to 1,000 years ago and are widely distributed along practically the entire Brazilian coast. They are constituted mostly of mollusk's shells, but vertebrate bones and artifacts used to be easily found. One of the most common marine species found in north coast of Rio Grande do Sul shell mounds is the infaunal yellow clam, *Amarilladesma mactroides*, which is still nowadays used for cooking as well as for fishing bait. The size of these shells in the shell mounds can reveals how abiotic and biotic factors influenced them, and when comparing with the size of the modern shells, it is possible to verify the variation of this parameter over time. This enhances information to Conservation Paleobiology, a theme that is increasingly in vogue and whose premise is to use geohistorical records, observing long-term perspectives on species dynamics to ecosystems. Thus, the objective of this work is to compare the body size of yellow clam in shell mounds of roughly  $\pm 3,000$  years old with modern specimens gathered from Rio Grande do Sul coast. The body size of individually valves collected in the Ibicuí and Marambaia shell mounds, lying in the northern coast of Rio Grande do Sul (total volume of 298.46 cm<sup>3</sup>), was compared to modern shells gathered from beach sectors between the cities of Tramandaí and Palmares do Sul (recent shells), and between the Naufrágio do Navio Altair and the Farol do Sarita in Rio Grande city (collection of living individuals in 2011). The body size of the mollusks was pair-compared (between the shell mounds, between the collections on the modern, and between the shell mounds and the modern ones) using the *t* test ( $\alpha = 0.05$ ). In this analysis, only left valves larger than 43 mm (adults) were used. Resampling without replacing of the locations with the largest *n* sample was carried out too. The asymmetry and kurtosis tests were made to better understand the frequency distribution of shell sizes. The average body size at different times was significantly higher in shell mounds ( $p < 0.05$ ), a pattern already reported in similar studies. The asymmetry and kurtosis test displayed that there is left bias of the data (higher frequency of larger individuals) and frequency homogenization in the recent one. The use of geohistorical perspectives allows population changes to be assessed from a broader temporal approach, on a much larger scale than that used in most long-term ecological studies. Thus, the value of shell mounds to Conservation Paleobiology is here demonstrated.

**Keywords:** Mollusks. Conservation Archeobiology. Geohistorical records. North coast of Rio Grande do Sul.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo 3D do Sambaqui Ibicuí em vista aérea. As setas indicam as marcas de trânsito de veículos.....	13
Figura 2 - Valva direita de <i>Amarilladesma mactroides</i> retirada do Sambaqui Ibicuí.....	14
Figura 3 - Distribuição dos tipos de dados geo-históricos.....	17
Figura 4 - Localização da área de estudo.....	19
Figura 5 - Localização do transecto realizado entre Tramandaí e Palmares do Sul, RS. ....	21
Figura 6 - Localização transecto Naufrágio do Navio Altair e Farol do Sarita, Rio Grande – RS.....	22
Figura 7 - Face exposta do Sambaqui da Marambaia onde foi realizada coleta de material... 23	
Figura 8 - Carta imagem da área contendo os sambaquis em foco. Detalhe em A do Sambaqui da Marambaia e em B do Sambaqui Ibicuí.....	24
Figura 9 - Aspecto geral do Sambaqui Ibicuí.....	25
Figura 10 - Medidas do tamanho (altura – H; comprimento – C) das conchas de <i>Amarilladesma mactroides</i> em concha atual.....	27
Figura 11 - Histograma do tamanho corporal nos sambaquis e na costa atual, respectivamente. ....	30
Figura 12 - Boxplot do tamanho corporal nos sambaquis e na costa atual.....	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1 SAMBAQUIS .....	12
2.2 ORGANISMO ALVO .....	13
2.3 TAMANHO CORPORAL.....	15
2.4 PALEOBIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO.....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	19
<b>3.1.1 Planície Costeira do Rio Grande do Sul.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.3 Sambaqui da Marambaia.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2 Sambaqui Ibicuí .....</b>	<b>24</b>
3.2 AMOSTRAGEM DE CONCHAS NA COSTA ATUAL .....	25
3.3 AMOSTRAGEM NOS SAMBAQUIS.....	26
3.4 TAMANHO DAS CONCHAS .....	27
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os sambaquis (do tupi-guarani, *tamba*=concha, *ki*=amontoado) são estruturas construídas por grupos de pescadores-coletores entre 10.000 e mil anos atrás e, como o próprio nome diz, conchas de moluscos (Filo Mollusca) são o principal material constituinte (FERRASSO et al., 2016; FIGUTI, 2005; LIMA, 1999; SCHMITZ, 2006; WAGNER, [2009] a). Os sambaquis se distribuem por praticamente toda a costa do Brasil, sendo relativamente abundantes entre a costa do Espírito Santo e a do Rio Grande do Sul (FERRASSO et al., 2016; SILVA et al., 2017). No Sul do Brasil, destaca-se a região sul do litoral de Santa Catarina, onde os sambaquis são expressivos numericamente e são um componente geomorfológico da paisagem (ASSUNÇÃO, 2010). Nesses, a espécie mais abundante é o molusco bivalve *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767), popularmente conhecida como berbigão, ainda explorada até hoje (GIANINI et al., 2010).

Por outro lado, segundo Wagner et al. (2011), a espécie mais encontrada nos sambaquis do Litoral Norte do Rio Grande do Sul é um molusco bivalve, que ainda hoje se explora para alimentação humana e como isca de pesca: *Amarilladesma mactroides* (Reeve, 1854). Sua distribuição geográfica vai das praias arenosas do Rio de Janeiro, Brasil, até a Argentina, habita a zona infralitoral e sua posição (vertical e horizontal) no substrato varia conforme o estágio ontogenético (BERGONCI, 2005; FERRASSO et al., 2016; FIORI; MORSÁN, 2004).

O tamanho das conchas presentes nos sambaquis contém informações relevantes sobre como era o ambiente no seu tempo de vida. Segundo Campbell (2008), variáveis morfométricas podem refletir hábitos dos moluscos bivalves e gastrópodes, i.e., os fatores abióticos e bióticos que atuam sobre eles, o que pode acarretar aumento ou diminuição do tamanho dos indivíduos (ÁLVAREZ-FERNANDEZ et al., 2011; CAMPBELL, 2008; FIORI; CAZZANIGA, 1999; MANNINO; THOMAS, 2002).

Com as informações das conchas de *Amarilladesma mactroides* encontradas nos sambaquis é possível estabelecer uma linha de base de como era o tamanho corporal desta espécie antes de atividades humanas mais expressivas (e de seu declínio populacional), contribuindo com dados à Paleobiologia da Conservação (TYLER; SCHNEIDER, 2018; KUSNERIK et al., 2018). Essa temática faz uso de registros históricos para compreender mudanças na composição de espécies e dos ambientes ao longo de escalas temporais muito superiores do que aquelas normalmente empregadas em estudos ecológicos (DIETL;

FLESSA, 2011; TYLER; SCHNEIDER, 2018). Assim, ao comparar o tamanho das conchas pretéritas com as atuais, vêm à tona como a ação antrópica e outros fatores determinadores mudam a ecologia em termos de uma perspectiva temporal ampla (KUSNERIK et al., 2018), além de uma oportunidade de prever cenários futuros na gestão e conservação da biodiversidade marinha.

Neste contexto, o objetivo principal é comparar o tamanho das conchas de marisco-branco (*Amarilladesma mactroides*) dos sambaquis com as atuais encontradas na costa do Rio Grande do Sul. Especificamente, pretende-se avaliar como o tamanho das conchas varia em diferentes momentos temporais e ilustrar que os sambaquis podem prover informações à temática da Paleobiologia da Conservação, demonstrando, assim, que a proteção dos sambaquis é um tema pungente que carece de maior atenção. A hipótese é de que as conchas presentes no sambaqui terão maior tamanho corporal médio do que aquelas encontradas atualmente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SAMBAQUIS

Os sambaquis são constituídos principalmente por conchas de moluscos – em menor quantidade também pode se achar ossos de vertebrados, artefatos e outros vestígios – e eram feitos em camadas, sendo, assim, possível distinguir momentos de ocupação e desocupação pelos povos de pescadores-coletores, bem como períodos úmidos ou secos (FERRASSO et al., 2016; FIGUTI, 2005; LIMA, 1999; SCHMITZ, 2006; WAGNER, [2009] a). A altura e a idade dos sambaquis podem variar, respectivamente, de poucos metros a mais de 30 metros e de 10.000 AP (antes do presente) a 1.000 AP (FIGUTI, 2005; GIANNINI et al., 2010). Essas estruturas são encontradas na área costeira de praticamente todo o mundo, e no Brasil distribuem-se no litoral norte nos estados do Pará e Maranhão e no leste desde a Bahia até o Rio Grande do Sul – com maior expressividade entre Espírito Santo e Rio Grande do Sul (FERRASSO et al., 2016; SILVA et al., 2017).

Ainda há várias discussões acerca da provável origem do povo sambaquieiro e sobre a função dos sambaquis em si (FIGUTI, 2005; KLOKLER et al., 2018; LIMA, 1999; WAGNER, 2009 b), mas é bem sabido que os grupos se estabeleceram planejadamente em locais onde os recursos eram muito abundantes, como perto de lagoas, lagunas, mangues, baías, estuários e pântanos (DEBLASIS et al., 2007; LIMA, 1999; SCHMITZ, 2006). Assim, o material encontrado nesses conglomerados de conchas é uma junção de elementos marinhos, terrestres e dulceaquícolas (moluscos, crustáceos, peixes, mamíferos, aves, frutos, sementes, raízes e folhas) (DEBLASIS et al., 2007; SCHMITZ, 2006) e refletem sua localização, i.e. as características serão indicadoras da região (FIGUTI, 2005).

Os materiais encontrados nos sambaquis são uma amostra naturalmente enviesada da comunidade biológica natural, já que são artificiais e fatores como preferências culturais, tabus alimentares, descartes e nível da técnica afetam no que era de fato coletado (MENDES, 2017; SILVA, 2017). Mesmo assim, além de fornecerem informações antropológicas e arqueológicas de como era a cultura e hábitos de povos antigos (AFONSO, 2017; THOMÉ, 2010), os sambaquis – por conterem organismos e sedimentos que existiam no tempo de sua criação – servem como excelentes indicadores paleoambientais relacionados ao ambiente em que viviam, à biodiversidade, à biogeografia, à introdução de espécies exóticas e de como

mudanças climáticas e a antropização podem afetar os organismos (AFONSO, 2017; DIDHAM et al., 2005; FERRASSO et al., 2016; FROYD; WILLIS, 2008; MENDES, 2017; MENDES et al., 2019; SILVA, 2017; VILLAGRAN; GIANNINI, 2014).

Apesar de sua grande importância para a história brasileira, os sambaquis possuíam valor econômico e sofreram com maior expressividade pela exploração das conchas para fins industriais – o calcário é usado para construções –, até que na metade do século XX criaram leis de proteção (LIMA, 1999). Ainda assim, hoje eles são destruídos pela construção imobiliária, depredados pelo trânsito de veículos (Figura 1) e também pela coleta ilegal de material arqueológico como relicário (AFONSO, 2017; LIMA, 1999; WAGNER, [2009] a).

Figura 1 - Modelo 3D do Sambaqui Ibicuí em vista aérea. As setas indicam as marcas de trânsito de veículos.



Fonte: Felipe Caron (2019)

## 2.2 ORGANISMO ALVO

A espécie de bivalve marinho mais encontrada nos sambaquis do Litoral Norte do Rio Grande do Sul é a *Amarilladesma mactroides* (Reeve, 1854) (Figura 2), também conhecida como marisco-branco. Ela é filtradora, infaunal e habita o mesolitoral, em que os recrutas (até 1 cm) habitam preferencialmente o limite supralitoral-mesolitoral, os juvenis (de 1 cm a 4,3

cm) distribuem-se por toda a zona e os adultos (maiores que 4,3 cm) vivem no limite do mesolitoral-infralitoral (BERGONCI; THOMÉ, 2008). Ela é um dos maiores recursos malacológicos da costa atlântica da América do Sul tanto para a população humana – que a utiliza para consumo e como isca de pesca – quanto para outros animais que habitam a zona costeira – como crustáceos, peixes, moluscos gastrópodes e aves –, principalmente a ave *Haematopus palliatus*, Temminck 1820 (BERGONCI, 2005; DEFEO et al., 1992; PINOTTI, 2014).

Figura 2 - Valva direita de *Amarilladesma mactroides* retirada do Sambaqui Ibicuí.



Fonte: autor (2019). Escala de 1 cm.

Historicamente a população de *Amarilladesma mactroides* no Atlântico Sul teve dois declínios populacionais, o primeiro em 1953 (devido a superexploração) e o segundo entre 1993 a 1995, com redução do tamanho populacional em mais de 80%, levando os pesquisadores Fiori e Cazzaniga (1999) concluírem que a espécie estava ameaçada, sendo que seu status na lista da fauna vermelha da IUCN chegou a ser considerado em perigo nesta época.

Antes dessa mortandade, Defeo (1996) e Brazeiro e Defeo (1999) demonstraram, no Uruguai, que em um período de restrição de coleta, entre 1987 e 1989, fez com que a abundância de indivíduos adultos se recuperasse para níveis acima daqueles durante a exploração, porém ocorreu uma drástica redução no recrutamento; níveis adequados de exploração previnem o monopólio dos recursos pelos adultos e possibilitam um aumento no

recrutamento da população, maximizando os benefícios da exploração do marisco. Mas Ortega et al. (2012) mostra que no período sem pesca de 1994 a 2008 – por causa da mortalidade em massa – não se teve recuperação do estoque, principalmente dos indivíduos adultos, além de ter correlacionado o início da redução populacional com uma mudança de frio para quente no regime da Oscilação Multidecadal do Atlântico, que pode ter exacerbado a influência negativa de águas quentes sobre o marisco-branco, uma vez que são organismos de águas frias. Tudo isso mostra que fatores abióticos e bióticos influenciam na população de *Amarilladesma mactroides*, mas ainda não se sabe como agem diretamente sobre o tamanho corporal.

### 2.3 TAMANHO CORPORAL

O tamanho corporal é uma das principais características biológicas, ele é relacionado com a fisiologia, modo de vida e ecologia dos organismos, que determina a estrutura e funcionalidade de ecossistemas (NAWROT et al., 2017). Esse parâmetro é controlado por fatores abióticos (e.g. ação das ondas, temperatura, estação do ano, salinidade, turbidez) e bióticos, como a relação intraespecífica e pressão dos predadores (CAMPBELL, 2008).

A espécie humana, agindo como predadora, afeta tanto diretamente quanto indiretamente no tamanho corporal das espécies-alvo, uma vez que contribuimos para mudanças climáticas e introdução de espécies exóticas, bem como utilizamos muitas espécies de moluscos, seus predadores e outros recursos do ambiente em nossa alimentação, o que pode acarretar um efeito de diminuição do tamanho dos indivíduos (ÁLVAREZ-FERNANDEZ et al., 2011; CAMPBELL, 2008; FIORI; CAZZANIGA, 1999; MANNINO; THOMAS, 2002; THAKAR, 2011).

Por causa das características apresentadas acima, o tamanho corporal pode ser considerado um excelente *proxy* relacionado ao ambiente, ilustrando a adaptação das conchas ao longo do tempo em diferentes condições, quando se compara o tamanho das conchas pretéritas com as atuais, por exemplo (DIETL; FLESSA, 2009, 2011).

## 2.4 PALEOBIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO

A espécie humana vem modificando o ambiente desde suas origens, conseqüentemente, afetando os seres vivos de maneiras que podem ser irreparáveis. Por isso, conservacionistas estão estabelecendo uma linha de base para condições anteriores à alteração humana (ou para quando se tinha pouca interferência); assim observam como eram os ambientes, informações das espécies e como estas respondem a variações, para que possam elaborar planos de gestão mais eficazes e sem equívocos (CONSERVATION PALEOBIOLOGY WORKSHOP, 2012; DIETL; FLESSA, 2009, 2011; KOWALEWSKI, 2017; KUSNERIK et al., 2018; WILLIS; BIRKS, 2006).

O nome dado para essa técnica é Paleobiologia da Conservação, uma disciplina que ainda está em crescimento no Brasil e utiliza técnicas e teorias da Paleontologia – principalmente a Tafonomia – para solucionar problemas de conservação, restauração da biodiversidade e serviços ecossistêmicos, observando uma longa escala de tempo (DIETL; FLESSA, 2009, 2011). Para chegar nas inferências e conclusões, a Paleobiologia da Conservação faz uso de registros geo-históricos, como anotações e fotografias de naturalistas, fósseis, pólen e, neste caso, os sambaquis, que fornecem dados mais antigos do que é geralmente utilizado em estudos de conservação (DIETL; FLESSA, 2009, 2011; TYLER; SCHNEIDER, 2018).

Segundo Rick e Lockwood (2013), pode-se dividir os dados geo-históricos em três categorias: (i) história ambiental, que são os dados retirados de arquivos escritos, relatos de naturalistas e ilustrações, abrangendo os últimos 500 anos; (ii) arqueobiologia da conservação, onde os dados são os sambaquis, ossos, dentes, pólen e fitólitos, no qual o intervalo de tempo é de 10.000 BP até o presente; e (iii) paleobiologia da conservação, que usa a base da arqueobiologia da conservação expandida desde a origem da vida na Terra (Figura 3). Dietl e Flessa (2009, 2011), em contrapartida, categorizam os dados geo-históricos apenas em dois: (i) o tempo próximo que foca na parte mais recente do período geológico – geralmente dentro de dois milhões de anos; e (ii) o tempo profundo que foca em idades mais antigas que dois milhões de anos (Figura 3). Os sambaquis, portanto, estão inseridos na arqueobiologia da conservação e no tempo próximo, e fornecerem diferentes proxies ambientais baseados em geoquímica (isótopos), litologia (estrutura sedimentar, icnofósseis) e fósseis (distribuição geográfica, estrutura trófica, abundância relativa e tamanho corporal) (DIETL; FLESSA,

2011).

Figura 3 - Distribuição dos tipos de dados geo-históricos.



Fonte: autor (2019). Modificada de Tyler e Schneider (2018).

Apesar de ainda não ser aplicada popularmente em projetos de conservação, a Paleobiologia da Conservação já vem demonstrando muitos resultados promissores ao mostrar respostas bióticas a diversos fatores por utilizar longa escala temporal, bem como resolver questões, como por exemplo se uma espécie pode ser considerada exótica ou não e, se for, saber quando foi sua introdução (CONSERVATION PALEOBIOLOGY WORKSHOP, 2012; ERTHAL et al., 2011; KIDWELL, 2013; WILLIS; BIRKS, 2006): (i) diminuição da população de moluscos bivalves no estuário do Rio Colorado (EUA) por causa de barragens e desvio da água para cidades e plantações (KOWALEWSKI et al., 2000), como se dá a troca da comunidade de vegetação na Noruega ocidental por mudança climática rápida na transição Holoceno (BIRKS; BIRKS, 2008); (ii) redução do tamanho de gastrópodes por causa do aumento populacional entre a Idade da Pedra Média e Superior na África (KLEIN; STEELE, 2013); (iii) 157 espécies da flora britânica foram introduzidas pelos humanos de 4.000 a 500 anos atrás (PRESTON et al., 2004); e (iv) o aumento no nível de dióxido de carbono atmosférico que ocorreu antes do evento de aquecimento em 34 Ma, similar as atuais previsões de aumento da temperatura global para as próximas décadas (IPCC, 2018), fez

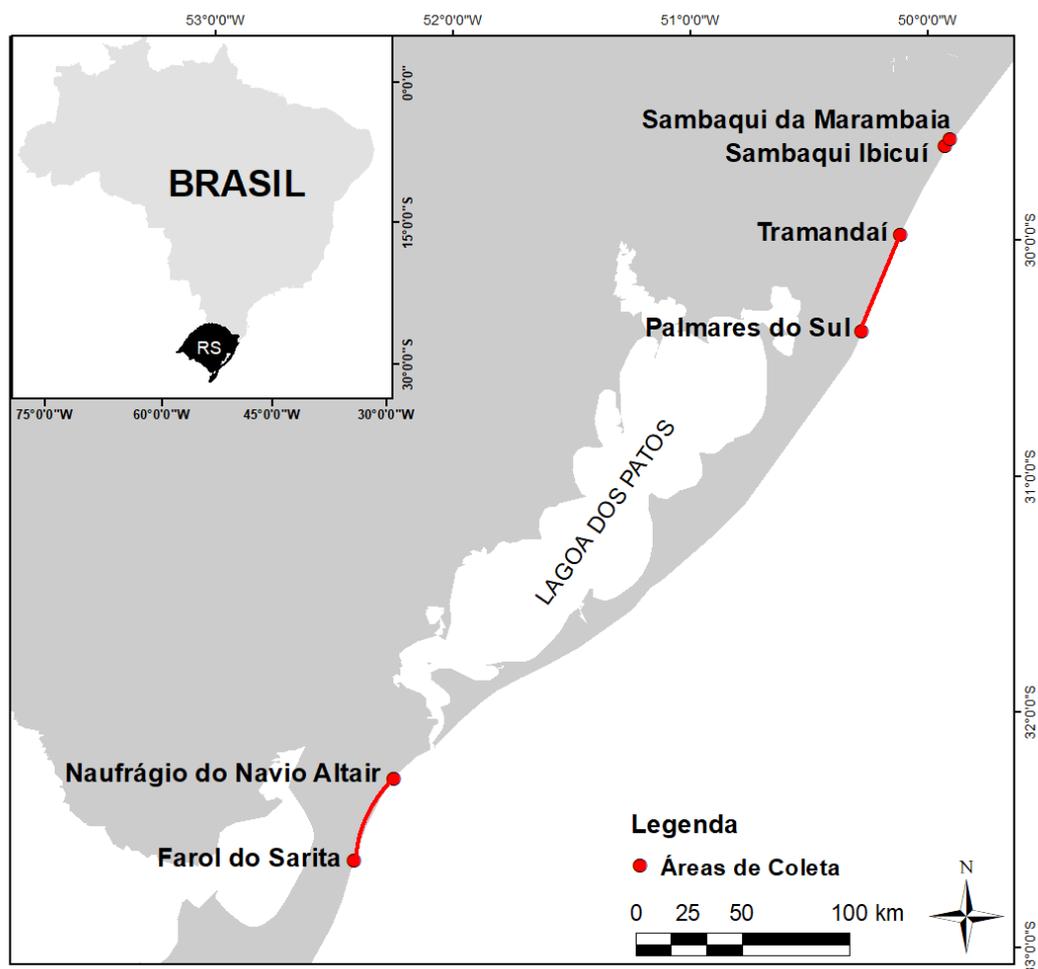
naquele momento os cocolitoforídeos serem globalmente distribuídos e mais abundantes, além de serem maiores e mais calcificados (HANNISDAL et al., 2012). Através dessas informações, pode-se entender melhor a resposta da biota com perspectivas para o presente e futuro, além de contribuir para questões-chave na conservação (CONSERVATION PALEOBIOLOGY WORKSHOP, 2012; WILLIS; BIRKS, 2006).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

Esta seção está dividida em Planície Costeira do Rio Grande do Sul – inclui os transectos de coleta das conchas atuais entre as praias de Tramandaí e Dunas Altas e entre o Naufrágio do Navio Altair e o Farol do Sarita em Rio Grande – e os sambaquis da Marambaia e Ibicuí (Figura 4). No primeiro se apresenta os aspectos da costa, bem como seu desenvolvimento e na parte dos sambaquis, tem-se suas características e informações relevantes.

Figura 4 - Localização da área de estudo.



Fonte: autor (2019).

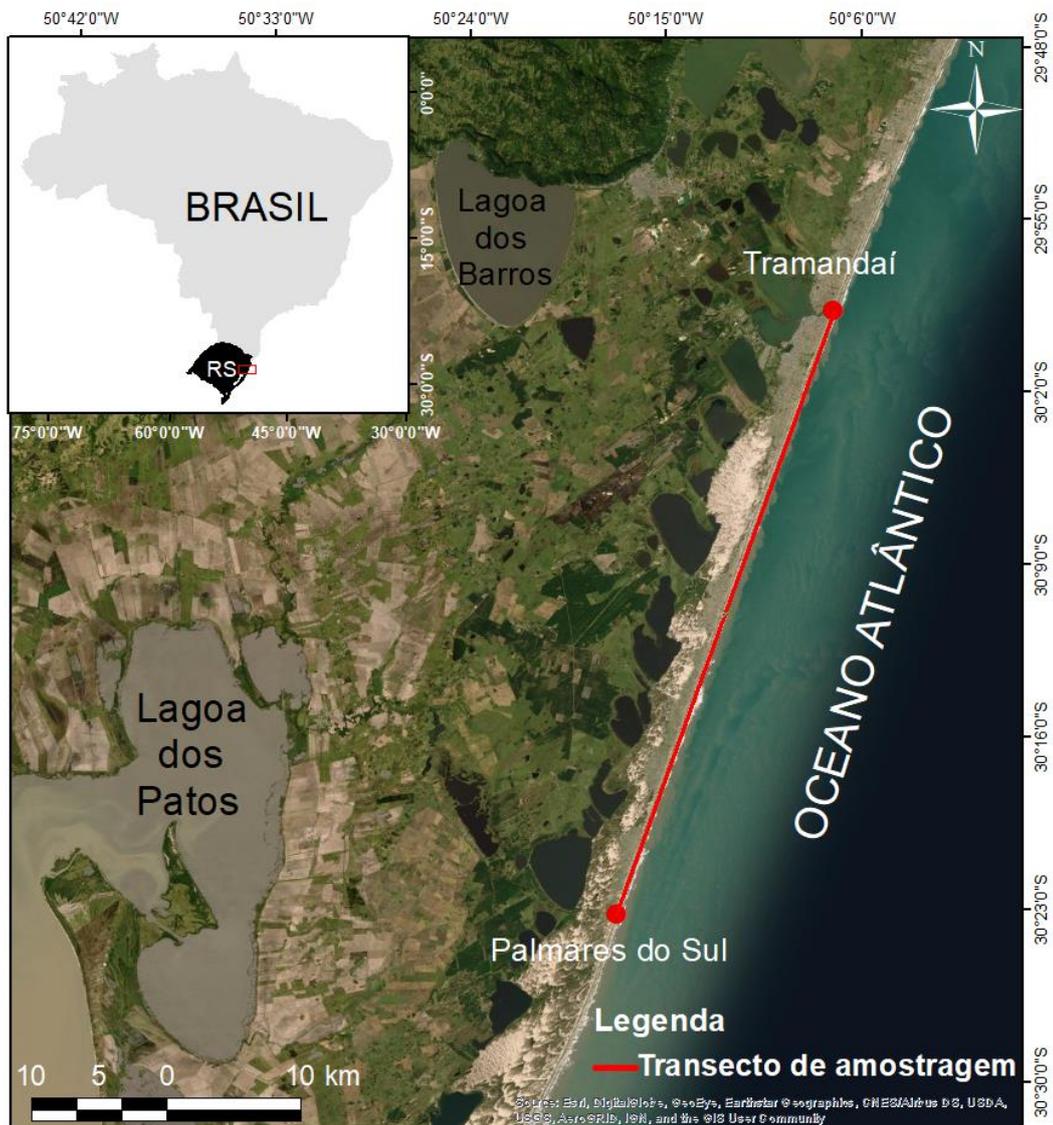
### 3.1.1 Planície Costeira do Rio Grande do Sul

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) é formada por quatro sistemas deposicionais do tipo Laguna-Barreira representando picos de uma transgressão seguido de regressão, controlados pelos ciclos de Milankovitch (VILLWOCK; TOMAZELLI, 2007). O sistema deposicional Laguna-Barreira IV, o mais recente (Holoceno) e externo, desenvolveu-se como consequência da última transgressão, cerca de 6.500 AP – alcançando sua altitude máxima em torno de 2-4 m – para depois cair até o nível atual (DILLENBURG et al., 2005). Este último sistema é constituído por corpos aquosos costeiros, sistemas aluviais, sistemas deltaicos e paludiais (VILLWOCK; TOMAZELLI, 2007) que fornecem condições favoráveis para o estabelecimento de várias espécies, inclusive a humana.

A PCRS possui cerca de 620 km de extensão – do Arroio Chuí, em Santa Vitória do Palmar, ao Rio Mampituba, em Torres – sua forma é levemente ondulada e tem orientação SW-NE (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1992). A praia é arenosa do tipo dissipativa, controlada por um regime de micromarés e o vento predominante é o de NE (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1992). A areia é de granulação fina a muito fina, mas no trecho entre Rio Grande e Chuí os cascalhos bioclásticos são importantes constituintes dos sedimentos (CALLIARI; KLEIN, 1993; VILLWOCK, 1972). Os parâmetros oceanográficos encontrados na costa são influenciados por dois sistemas, um na margem externa dominado pela Corrente do Brasil que traz águas quentes ( $> 22,7$  °C) e salgadas (salinidade  $> 36,76$ ) e outro na margem interna dominado pelas massas Água Costeira Subtropical e pela Pluma do Rio do Prata – que vem pela Corrente Costeira do Brasil –, com temperaturas que variam de 10-21 °C no inverno e 15-26 °C no verão (NAGAI et al., 2014). O clima litorâneo, segundo Kuinchtner e Buriol (2001), é do tipo Cfa pela classificação climática de Köppen, ou seja, clima temperado úmido de verão quente, chuva bem distribuída, úmido o ano todo e temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C.

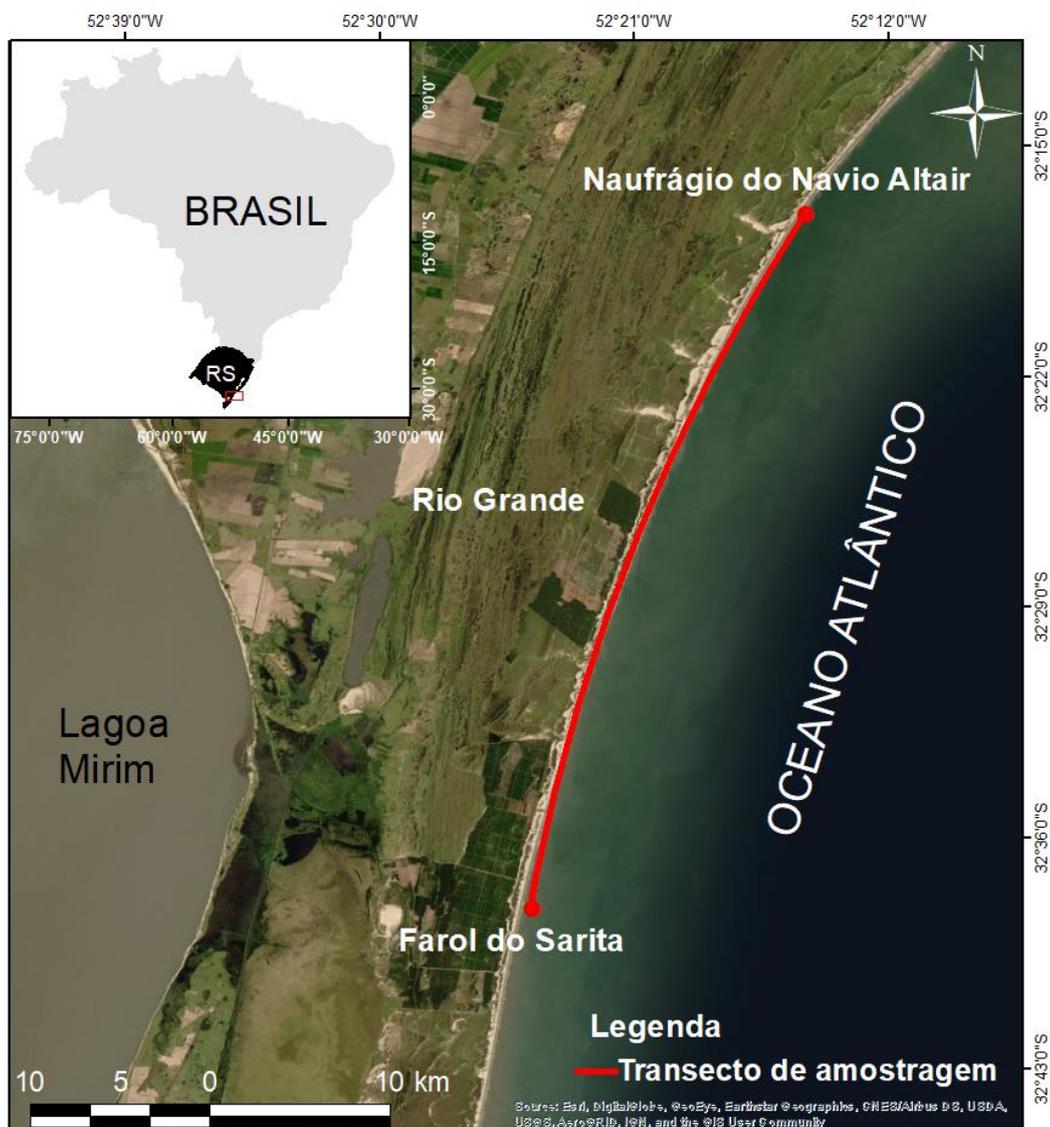
As coletas na costa atual se deram entre as praias de Tramandaí e Palmares do Sul (Figura 5) e entre o naufrágio do Navio Altair e Farol do Sarita em Rio Grande (Figura 6).

Figura 5 - Localização do transecto realizado entre Tramandaí e Palmares do Sul, RS.



Fonte: autor (2019). Basemap – ArcView.

Figura 6 - Localização transecto Naufrágio do Navio Altair e Farol do Sarita, Rio Grande – RS.



Fonte: autor (2019). Basemap – ArcView.

### 3.1.3 Sambaqui da Marambaia

O Sambaqui da Marambaia ( $29^{\circ}34'23.42''$  S,  $49^{\circ}54'34.11''$  O) (Figura 7) está localizado no município de Arroio do Sal, alinhado a um cordão de dunas (Figura 8). A praia fica ao leste a mais de 850 m, com moradias no entorno, sendo que no período deste estudo uma plataforma de madeira estava sendo construída em volta do sambaqui.

Quanto as dimensões, ele possui 75 m de comprimento, 45 m de largura e

aproximadamente 3,5 m a 4 m de altura (WAGNER, [2009] a). Nele se encontraram muitos artefatos líticos e alguns fragmentos de cerâmica Taquara, bem como restos de ossos e os moluscos *Amarilladesma mactroides*, *Donax hanleyanus* e *Olivancillaria* sp. (ROGGE; SCHMITZ, 2010).

Ao realizar uma escavação arqueológica neste sambaqui, Rogge e Schmitz (2010) visualizaram 14 camadas de estratificação, sendo que com o material da décima terceira (segunda camada mais antiga) fez-se a datação por  $^{14}\text{C}$  e uma idade de  $3.050 \pm 40$  BP foi obtida. Sabe-se, porém, que existe processo de *time-averaging* nos sambaquis, assim, a idade encontrada nessa camada não pode ser referida a todas as conchas que estão nela (PARKER et al., 2019).

Figura 7 - Face exposta do Sambaqui da Marambaia onde foi realizada coleta de material.



Fonte: Autor (2019).

Figura 8 - Carta imagem da área contendo os sambaquis em foco. Detalhe em A do Sambaqui da Marambaia e em B do Sambaqui Ibicuí.



### 3.1.2 Sambaqui Ibicuí

Assim como o sambaqui anterior, o Sambaqui do Ibicuí ( $29^{\circ}36'10.09''$  S,  $49^{\circ}55'48.39''$  O) (Figura 9) está localizado no município de Arroio do Sal, sobre o mesmo cordão de dunas (Figura 8). O Oceano Atlântico está a mais de 900 m para o leste, há um pequeno lago cerca de 500 m ao norte e a oeste tem uma zona de banhados.

Este sambaqui tem 58 m de tamanho no sentido leste-oeste e 102 m no sentido norte-sul, a camada conquiológica tem aproximadamente 50 cm e a superfície é misturada com sedimentos húmicos, por causa da decomposição da vegetação (WAGNER, [2009] a). Nele são encontrados restos ósseos de peixes, mamíferos e os moluscos: *Amarilladesma mactroides*, *Donax hanleyanus* e *Olivancillaria* sp. (ROGGE; SCHMITZ, 2010). Não há datação realizada neste sambaqui e ele vem sofrendo considerável degradação por ação

antrópica.

Figura 9 - Aspecto geral do Sambaqui Ibicuí.



Fonte: M. N. Ritter (2019).

### 3.2 AMOSTRAGEM DE CONCHAS NA COSTA ATUAL

No dia 08/04/2019, em onze pontos distantes 5 km um dos outros entre a cidade de Tramandaí (29°58'46.11"S, 50° 7'12.46"O) e a praia Dunas Altas (Palmares do Sul) (30°23'19.93"S, 50°17'2.98"O), conchas atuais (já mortas) de *Amarilladesma mactroides* foram coletadas e armazenadas em sacos plásticos com a identificação do ponto. Ao chegar no Laboratório de Sedimentologia (UFRGS-CECLIMAR), as amostras foram lavadas, colocadas em bandejas para secar e depois guardadas em potes com identificação.

Também se utilizou as conchas amostradas por Pinotti (2014) nos anos de 2010 e 2011, que estão armazenadas no Laboratório de Ecologia de Invertebrados Bentônicos do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). As amostras foram coletadas com um tubo de PVC de 20 cm de diâmetro (0,03 m<sup>2</sup>) e peneiradas em campo

com uma malha de 0,5 mm no Litoral Sul do Rio Grande do Sul, mais especificamente em áreas de praia retilínea, baías e cúspides nos 40 km entre o Naufrágio Altair (32°17'S, 52°15'O) e o Farol do Sarita (32°37'S, 52°25'O) (PINOTTI, 2014).

### 3.3 AMOSTRAGEM NOS SAMBAQUIS

Uma vez que a principal variável do estudo era o tamanho dos bivalves, suas conchas devem estar em condições boas de preservação, com quantidade suficiente de material, conchas pouco fragmentadas, acesso livre e fácil ao local. Com essa perspectiva, quarenta e dois sítios no Litoral Norte do Rio Grande do Sul foram previamente listados e localizados como possíveis para estudos, com base em Wagner ([2009] a).

As coordenadas de cada sambaqui foram plotadas no software *Google Earth* e realizou-se uma avaliação visual pré-campo de suas condições. Vinte e três sambaquis mostraram-se plausíveis e, após um campo exploratório (01/12/2018), oito sítios ainda poderiam ser aptos para realização de coleta, mas apenas o Sambaqui do Ibicuí e o Sambaqui da Marambaia tiveram condições favoráveis, sendo estes, portanto, o alvo desta pesquisa.

A primeira coleta foi realizada no dia 30/01/2019, através de um corte vertical da face norte exposta do Sambaqui Ibicuí, onde retirou-se dois blocos inteiros de volume 37,31 cm<sup>3</sup> cada, sem separação de material em campo.

Em um outro momento (27/05/2019) coletou-se mais 74,62 cm<sup>3</sup> de volume nesse sambaqui e um volume de 149,24 cm<sup>3</sup> no Sambaqui da Marambaia, porém se separou no local as conchas possíveis de se realizar a morfometria. Ambos os sambaquis tiveram o mesmo esforço amostral em termos de volume de amostra, totalizando 298,46 cm<sup>3</sup>.

As amostras foram então transportas para o Laboratório de Sedimentologia (UFRGS-CECLIMAR), onde foram lavadas para retirada de sedimentos e material vegetal com o auxílio de uma peneira de malha de 1 mm. O material que ficou retido na peneira foi seco naturalmente em bandejas plásticas no laboratório. Após isso, as conchas foram armazenadas em potes devidamente identificados quanto a data de coleta, nome do sambaqui e caixa de coleta. Fragmentos de vertebrados foram separados para possíveis estudos futuros. Artefatos de cerâmica não foram encontrados.

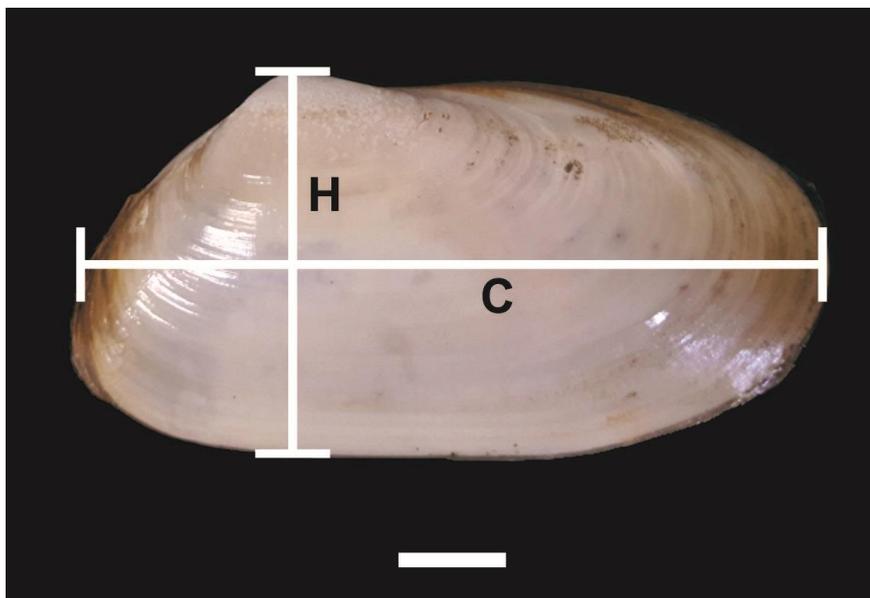
### 3.4 TAMANHO DAS CONCHAS

Todas as conchas de *Amarilladesma mactroides* tiveram suas medidas de comprimento e altura (em milímetros) (Figura 10) tomadas através de um paquímetro digital, com erro de até 0,1 mm. Neste trabalho, foi utilizado o tamanho corporal dos bivalves, o qual será estimado com base no comprimento máximo (C), na altura máxima (H) e no tamanho da amostra ( $n$ ), utilizando a média geométrica, considerada a forma mais fiel de estimativa do tamanho corporal para moluscos (KOSNIK et al., 2006):

$$C \times H^{\frac{1}{n}}$$

O tamanho corporal, ao invés do comprimento ou simplesmente da altura, tem sido utilizado em diversos trabalhos a nível mundial e ao longo do tempo geológico, pois é um importante variável ecológico comparativo também entre diferentes níveis taxonômicos (e.g., HEIM et al., 2017).

Figura 10 - Medidas do tamanho (altura – H; comprimento – C) das conchas de *Amarilladesma mactroides* em concha atual.



Fonte: autor (2019). Escala de 1 cm.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises basearam-se apenas em valvas esquerdas (valva com maior número comparadas às direitas) e em indivíduos adultos (maiores que 4,3 cm – MASSELO; DEFEO, 1986), uma vez que nos sambaquis os indivíduos juvenis são raros ou não foram preservados devido, provavelmente, à dissolução química – apontado como o principal fator que diminui a preservação de conchas de moluscos em ambientes costeiros (RITTER et al., 2013). Tais cuidados asseguram de que um mesmo indivíduo não seja contabilizado duplamente, reduzindo, assim, possíveis enviesamentos nos resultados.

Os tamanhos corporais dos bivalves foram comparados entre pares de localidades (e.g., entre sambaquis, entre os atuais e sambaquis vs. atuais) através do teste *t*. Entretanto, como o teste *t* é sensível ao *n* amostral (e.g., Holland, 2019), o número de espécimes das amostras foram reamostrados (sem substituição) à localidade com o menor número de indivíduos. Em todas as análises um valor de  $\alpha=0,05$  foi adotado. Isto significa que valores de *p* resultantes das análises empregadas menores que 0,05 são considerados estatisticamente válidos, indicando que o resultado rejeita a hipótese nula (i.e., conchas dos sambaquis e atuais não diferem no tamanho corporal).

Visualmente, o tamanho corporal é ilustrado a partir de gráficos de dispersão (box plots), bem como histogramas. O valor de assimetria (*b*) foi quantificado visando avaliar a distribuição da frequência de tamanho em termos de simetria: se inclinado à esquerda ( $b < 0$ ), à direita ( $b > 0$ ) ou simétrico ( $b = 0$ ); bem como o valor de curtose (*k*) para analisar se a curva de frequência se ajusta comparativamente a uma distribuição normal (mesocúrtica,  $k = 0$ ), afilada (leptocúrtica,  $k > 0$ ) ou mais achatada (platicúrtica,  $k < 0$ ). Todas as análises e gráficos foram realizados no ambiente estatístico livre R (R Core Team, 2019).

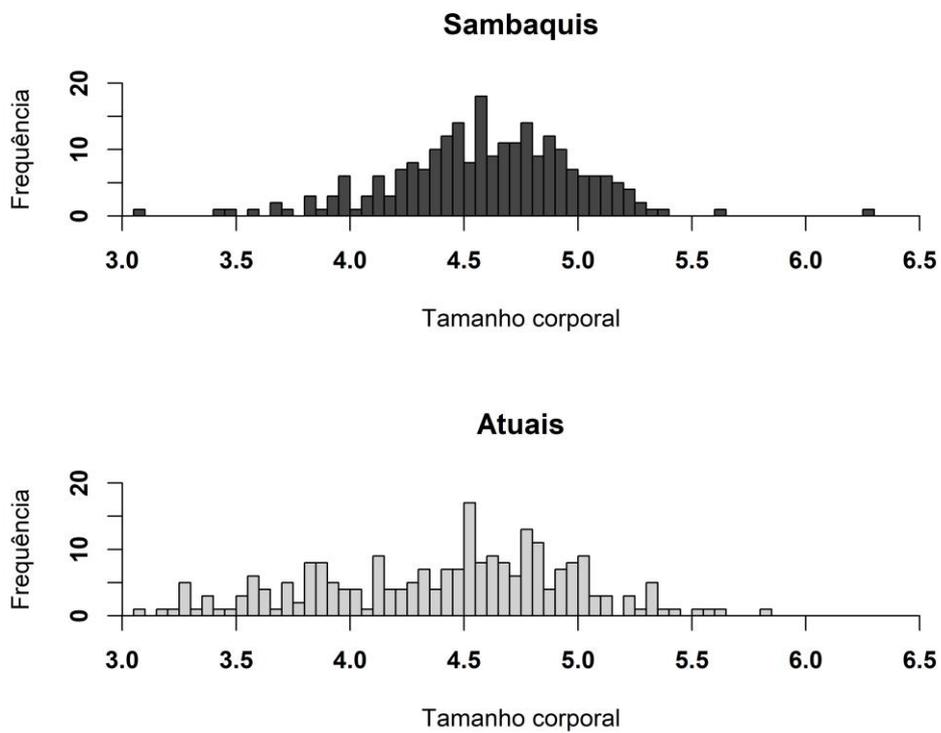
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao total, foram medidas 465 valvas nos sambaquis (Sambaqui da Marambaia = 171; Sambaqui Ibicuí = 294) e 1087 valvas atuais (Tramandaí-Palmares do Sul = 517; Naufrágio Altair-Farol Sarita = 570). Quando apenas os adultos ( $> 4,3$  cm) e valvas esquerdas são consideradas, os valores foram de 233 nos sambaquis (Sambaqui da Marambaia = 90; Sambaqui Ibicuí = 143) e 543 atuais (Tramandaí-Palmares do Sul = 293; Naufrágio Altair-Farol Sarita = 250). O tamanho corporal foi calculado para todos os dados e para cada comparação através do teste  $t$ , realizou-se uma reamostragem sem substituição com repetição de mil vezes da localidade com maior  $n$  amostral, para os comparativos terem o mesmo número de valores ( $n$  equivalentes).

Fazendo a comparação entre o tamanho corporal entre os sambaquis, não se encontrou diferença significativa ( $p > 0,05$ ); a média no Sambaqui da Marambaia foi de 4,60 cm e no Sambaqui Ibicuí foi de 4,62 cm. Também não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre as amostragens Tramandaí-Palmares do Sul (4,44 cm) e Naufrágio Altair-Farol Sarita (4,36 cm), o que demonstra que, mesmo Fiori e Morsán (2004) indicarem relação negativa do tamanho de *Amarilladesma mactroides* com a latitude, essa tendência não foi perceptível nos transectos amostrados.

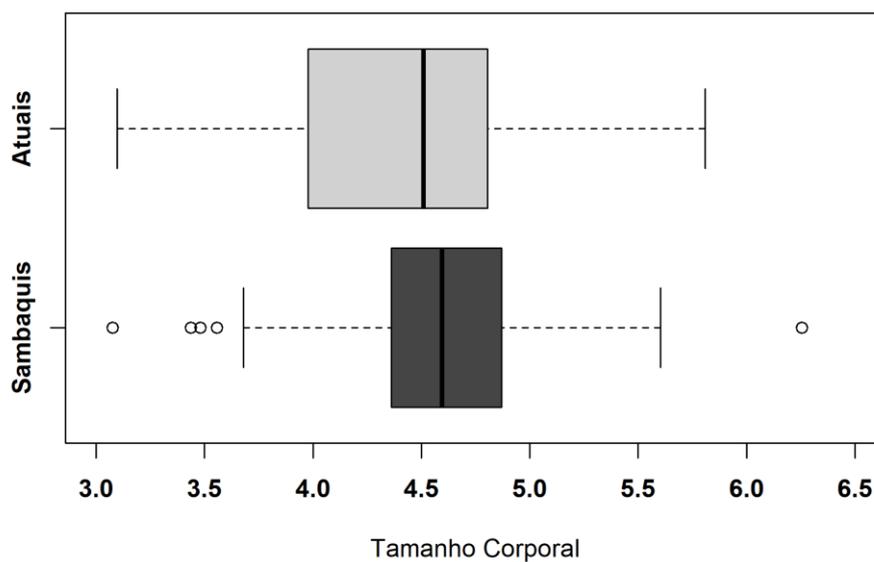
Como não houve diferença significativa entre os dois sambaquis e entre as localidades recentes, agrupou-se os dados para comparar o conjunto das valvas dos sambaquis com o conjunto das atuais. O  $n$  amostral padrão foi de 233 e obteve-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores médios de tamanho corporal nos sambaquis (média = 4,60 cm; min = 3,08 cm; máx = 6,25 cm; mediana = 4,60 cm) e na costa atual (média = 4,42 cm; min = 3,10 cm; máx = 5,81 cm; mediana = 4,51 cm) (Figura 11 e Figura 12), indicando que as conchas nos sambaquis, na média, são maiores do que as encontradas atualmente.

Figura 11 - Histograma do tamanho corporal nos sambaquis e na costa atual, respectivamente.



Fonte: autor (2019).

Figura 12 - Boxplot do tamanho corporal nos sambaquis e na costa atual.



Fonte: autor (2019).

Uma vez que inexistem estudos similares no Brasil com esse viés e nem com a espécie-alvo, o resultado obtido aqui corrobora com estudos realizados em outros locais do mundo, com o emprego de diferentes espécies: (i) Álvares-Fernandez et al. (2011) estudaram depósitos arqueológicos de conchas no norte da Espanha e mostraram que o comprimento das lapas *Patella vulgata*, *P. Depressa*, *P. ulyssiponensis* e a altura de *Osilinus lineatus* diminuíram entre 6.800-5.600 cal BC e 5.000-2.600 cal BC, provavelmente por causa de mudança climática ou ação humana; (ii) Klein e Steele (2013) demonstraram que houve redução do comprimento de *Turbo sarmaticus*, *Scutellastra argenvillei* e *Cymbula oculus* da Idade da Pedra Média (120.000-60.000 AP) para a Tardia (12.000-1.000 AP) coletados em depósitos conquiológicos na África do Sul; a explicação mais parcimoniosa foi a de que a população humana cresceu e passou a explorar os recursos mais intensivamente; (iii) ao comparar o tamanho de *Crassostrea virginica* entre fósseis do Pleistoceno com dados de ostras coloniais e modernas da região de Chesapeake Bay (EUA), Kusnerick et al. (2018) observaram um decréscimo do comprimento ao longo do tempo, bem como o truncamento da distribuição da frequência do tamanho no lado direito do gráfico, indicando baixa densidade de adultos grandes em direção ao Recente devido a fatores ambientais, à doenças e à super-exploração.

Ao contrário do que foi encontrado por Kusnerick et al. (2018), o resultado de assimetria do tamanho corporal das valvas nos sambaquis ( $b = -0,2399$ ) e na costa atual ( $b = -0,1845$ ) comprova uma assimetria à esquerda, ou seja, maior frequência de indivíduos maiores (Figura 11). Porém a curtose nos sambaquis ( $k = 1,4960$ ) foi do tipo leptocúrtica e mais acentuada, enquanto na atual ( $k = -0,6376$ ) foi platicúrtica, que talvez possa indicar uma leve homogeneização da frequência em comparação com os sambaquis. Para comprovar, seria interessante comparar o tamanho corporal com registros mais antigos da espécie, monitorar a espécie no futuro e procurar as causas dessa diminuição relativa de tamanho, já que foi assinalado em outros trabalhos a influência da exploração e clima na abundância de *Amarilladesma mactroides* (BRAZEIRO; DEFEO, 1999; DEFEO, 1996; ORTEGA et al., 2012).

## 5 CONCLUSÃO

As informações biológicas preservadas nos sambaquis são relevantes não apenas à Arqueologia, mas também à Paleobiologia da conservação, por conterem distintos organismos e informações do período de sua construção. Com essa perspectiva, pode-se estabelecer uma linha de base, como por exemplo o caso desse trabalho, muito anterior do que àquelas utilizadas em estudos ecológicos no que tange à avaliação sobre como espécies podem se adaptar a diferentes condições e pressões. Aqui ilustramos que o tamanho corporal da espécie *Amarilladesma mactroides* foi significativamente maior nas valvas encontradas nos sambaquis ( $p < 0,05$ ) do que as encontradas na costa de praia atual, um possível sinal de alteração desse parâmetro, ilustrando a importância dos sambaquis em estudos com essa temática.

Esse trabalho, inédito, fornece informações importantes à temática da Paleobiologia da Conservação e pode servir como um começo para aumentarem os estudos e o aprofundarem, uma vez que não sabemos a causa dessa diminuição de tamanho.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, M. C. Arqueologia dos sambaquis no litoral de São Paulo: análise da distribuição dos sítios e cronologia. **Especiaria - Cadernos de Ciências Humanas**, São Paulo, v. 17, n. 30, p. 203-227, jan/jun. 2017.
- ÁLVAREZ-FERNANDEZ, E. et al. Mollusc shell sizes in archaeological contexts in Northern Spain (13 200 to 2600 cal BC): new data from la Garma A and los Gitanos (Cantabria). **Archaeometry**, v. 53, n. 5, p. 963-985, 2011.
- ASSUNÇÃO, D. C. **Sambaquis da paleolaguna de Santa Marta: em busca do contexto regional no litoral sul de Santa Catarina**. 2010. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BERGONCI, P. E. A. **Aspectos da dinâmica populacional do marisco branco *Mesodesma mactroides* Deshayes, 1854 (Mollusca, Bivalvia) em praia arenosa exposta do Rio Grande do Sul**. 2005. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- BERGONCI, P. E. A.; THOMÉ, J. W. Vertical distribution, segregation by size and recruitment of the yellow clam *Mesodesma mactroides* Deshayes, 1854 (Mollusca, Bivalvia, Mesodesmatidae) in exposed sandy beaches of the Rio Grande do Sul state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 2, p. 297-305, 2008.
- BIRKS, H. J. B.; BIRKS, H. H. Biological responses to rapid climate change at the Younger Dryas—Holocene transition at Kråkenes, western Norway. **The Holocene**, v. 18, n. 1, p. 19-30, 2008.
- BRAZEIRO, A.; DEFEO, O. Effects of harvesting and density dependence on the demography of sandy beach populations: the yellow clam *Mesodesma mactroides* of Uruguay. **Marine Ecology Progress Series**, v. 182, p. 127-135, 1999.
- CALLIARI, L. J.; KLEIN, A. H. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. **Pesquisas em geociências**, v. 20, n. 1, p. 45-56, 1993.
- CAMPBELL, G. Beyond means to meaning: using distributions of shell shapes to reconstruct past collecting strategies. **Environmental Archaeology**, v. 13, n. 2, p. 111-121, 2008.
- CONSERVATION PALEOBIOLOGY WORKSHOP. 2012. **Conservation Paleobiology: Opportunities for the Earth Sciences**. Report to the Division of Earth Sciences, National Science Foundation. Paleontological Research Institution, Ithaca, New York, p. 32.
- DEBLASIS, P. et al. Sambaquis e paisagem: Dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. **Arqueologia Suramericana**, v. 3, n. 1, p. 29-61, 2007.
- DEFEO, O. et al. Growth, mortality and recruitment of the yellow clam *Mesodesma mactroides* on Uruguayan beaches. **Marine Biology**, n. 114, p. 429-437, 1992.

- DEFEO, O. Experimental management of an exploited sandy beach bivalve population. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 69, p. 605-614, 1996.
- DIDHAM, R. K. et al. Are invasive species the drivers of ecological change? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 9, p. 470-474, 2005.
- DIETL, G. P.; FLESSA, K. W. (Ed.). **Conservation Paleobiology: using the past to manage for the future**. **Lubbock: Paleontological Society**, v. 15, 2009.
- DIETL, G. P.; FLESSA, K. W. Conservation paleobiology: putting the dead to work. **Trends in ecology & evolution**, v. 26, n. 1, p. 30-37, 2011.
- DILLENBURG, S. R. et al. Modificações de longo período da linha de costa das barreiras costeiras do Rio Grande do Sul. **Gravel**, v. 3, n. 1, p. 4-9, 2005.
- ERTHAL, F. et al. Fidelity of molluscan assemblages from the Touro Passo Formation (Pleistocene–Holocene), southern Brazil: taphonomy as a tool for discovering natural baselines for freshwater communities. **Palaios**, v. 26, n. 7, p. 433-446, 2011.
- FERRASSO, S. et al. Identificação de remanescentes conchiliológicos de um assentamento holocênico na planície costeira do Rio Grande do Sul: contribuições sob o enfoque zooarqueológico. **Pesquisas, antropologia**, São Leopoldo, n. 72, p. 225-266, 2016.
- FIGUTI, L. A Recipe for a Sambaqui: considerations on Brazilian shell mound composition and building. **Early Human Impact on Megamollusks**, Venezuela, vol. 1, p. 67-80, January. 2005.
- FIORI, S. M.; CAZZANIGA, N. J. Mass mortality of the yellow clam, *Mesodesma mactroides* (Bivalvia: Maत्रacea) in Monte Hermoso beach, Argentina. **Biological Conservation**, v. 89, n. 3, p. 305-309, 1999.
- FIORI, S. M.; MORSÁN, E. M. Age and individual growth of *Mesodesma mactroides* (Bivalvia) in the southernmost range of its distribution. **ICES Journal of Marine Science**, v. 61, n. 8, p. 1253-1259, 2004.
- FROYD, C. A.; WILLIS, K. J. Emerging issues in biodiversity & conservation management: the need for a palaeoecological perspective. **Quaternary Science Reviews**, n. 27, p. 1723–1732, 2008.
- GIANNINI, P. C. F. et al. Interações entre evolução sedimentar e ocupação humana pré-histórica na costa centro-sul de Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 5, n. 1, p. 105-128, 2010.
- HANNISDAL, B. et al. Long-term evolutionary and ecological responses of calcifying phytoplankton to changes in atmospheric CO<sub>2</sub>. **Global Change Biology**, v. 18, n. 12, p. 3504-3516, 2012.

HEIM, N. A. et al. Hierarchical complexity and the size limits of life. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 284, n. 1857, p. 1-9, 2017.

HOLLAND, S. M. Estimation, not significance. **Paleobiology**, v. 45, n. 1, p. 1-6, 2019.

IPCC. **Global Warming of 1.5°C**. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. 2018.

KIDWELL, S. M. Time-averaging and fidelity of modern death assemblages: building a taphonomic foundation for conservation palaeobiology. **Palaeontology**, v. 56, n. 3, p. 487-522, 2013.

KLEIN, R. G.; STEELE, T. E. Archaeological shellfish size and later human evolution in Africa. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 27, p. 10910-10915, 2013.

KLOKLER, D. et al. Why clam? Why clams? Shell Mound construction in Southern Brazil. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 20, p. 856-863, 2018.

KOSNIK, M. A. et al. Quantifying molluscan body size in evolutionary and ecological analyses: maximizing the return on data-collection efforts. **Palaios**, v. 21, n. 6, p. 588-597, 2006.

KOWALEWSKI, M. et al. Dead delta's former productivity: two trillion shells at the mouth of the Colorado River. **Geology**, v. 28, n. 12, p. 1059-1062, 2000.

KOWALEWSKI, M. The youngest fossil record and conservation biology: Holocene shells as eco-environmental recorders. In: DIETL, G. P.; FLESSA, K. W. (Ed.). **Conservation Paleobiology: Science and Practice**. Chicago: The University of Chicago Press, 2017, p. 7-29.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

KUSNERIK, K. M. et al. Using the fossil record to establish a baseline and recommendations for oyster mitigation in the Mid-Atlantic US. In: TYLER, C. L.; SCHNEIDER, C. L. (Ed.). **Marine Conservation Paleobiology**. Suíça: Springer International Publishing, 2018, p. 75-103.

LIMA, T. A. Em busca dos frutos do mar os pescadores-coletores do litoral centro-sul do Brasil. **Revista Usp**, n. 44, p. 270-327, 1999.

MANNINO, M. A.; THOMAS, K. D. Depletion of a resource? The impact of prehistoric human foraging on intertidal mollusc communities and its significance for human settlement, mobility and dispersal. **World Archaeology**, v. 33, n. 3, p. 452-474, 2002.

MASELLO, A.; DEFEO, O. Determinación de la longitud de primera madurez sexual en *Mesodesma mactroides* (Deshayes 1854). **Comunicaciones Sociedad Malacológica del Uruguay**, v. 6, n. 51, p. 387-395, 1986.

MENDES, A. B. **Biodiversidade de peixes marinhos do Holoceno da costa sudeste brasileira**. 2017. 159 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros) - Universidade Federal Fluminense. Departamento de Biologia Marinha, Instituto de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros, Niterói, 2017.

MENDES, A. B. et al. Can sambaquis (shell mounds) be used as records of the Holocene marine fish biodiversity? **Biodiversity and Conservation**, p. 1-18, 2019.

NAGAI, R. H. et al. The southern Brazilian shelf. In: F. L. CHIOCCI, A. R. CHIVAS (Ed.). **Continental Shelves of the World: Their Evolution During the Last Glacio-Eustatic Cycle**. Bath: Geological Society of London, v. 41, p. 305–313, 2014.

NAWROT, R. et al. Climate change and body size shift in Mediterranean bivalve assemblages: unexpected role of biological invasions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 284, n. 1860, p. 20170357, 2017.

ORTEGA, L. et al. Effects of fishing, market price, and climate on two South American clam species. **Marine Ecology Progress Series**, v. 469, p. 71-85, 2012.

PARKER, W. G. et al. Scale of time-averaging in archaeological shell middens from the Canary Islands. **The Holocene**, p. 1-14, 2019.

PINOTTI, R. M. **A estrutura do macrozoobentos em uma praia arenosa no extremo sul do Brasil**: a influência da morfodinâmica de feições geomorfológicas e de eventos meteorológicos. 2014. 155 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal do Rio Grande. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica. Rio Grande. 2014.

PRESTON, C. D. et al. Archaeophytes in Britain. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 145, n. 3, p. 257-294, 2004.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

RICK, T. C.; LOCKWOOD, R. Integrating paleobiology, archeology, and history to inform biological conservation. **Conservation Biology**, v. 27, n. 1, p. 45-54, 2013.

RITTER, M. N. et al. Taphonomic signatures in molluscan fossil assemblages from the Holocene lagoon system in the northern part of the coastal plain, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Quaternary International**, v. 305, p. 5-14, 2013.

ROGGE, J. H.; SCHMITZ, P. I. Projeto Arroio do Sal: a ocupação indígena pré-histórica no

litoral norte do RS. **Pesquisas, Antropologia**, v. 68, p. 167-225, 2010.

SCHMITZ, P. I. (Ed.). **Arqueologia do Rio Grande do Sul, Brasil**. Rio Grande do Sul: UNISINOS, 2006.

SILVA, E. P. et al. Shell mounds of the Southeast coast of Brazil: recovering information on past malacological biodiversity. In: MONDINI et al. **Zooarchaeology in the Neotropics: Environmental Diversity and Human-Animal Interactions**. Suíça: Springer International Publishing, 2017. p. 47-60.

TOMAZELLI, L.; VILLWOCK, J. Considerações sobre o ambiente praias e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 19, n. 1, p. 3-12, 1992.

TOMAZELLI, L. J. et al. Significance of present-day coastal erosion and marine transgression, Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 70, p. 221-230, 1998.

THAKAR, H. B. Intensification of shellfish exploitation: Evidence of species-specific deviation from traditional expectations. **Journal of Archaeological Science**, v. 38, n. 10, p. 2596-2605, 2011.

THOMÉ, J. W. et al. **As conchas das nossas praias**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Redes, 2010. 224 p.

TYLER, C. L.; SCHNEIDER, C. L. An overview of conservation paleobiology. **Marine Conservation Paleobiology**, p. 1-10, 2018.

VILLAGRAN, X. S.; GIANNINI, P. C. F. Shell mounds as environmental proxies on the southern coast of Brazil. **The Holocene**, v. 24, n. 8, p. 1009-1016, 2014.

VILLWOCK, J. A. **Contribuição a Geologia do Holoceno da Província Costeira do Rio Grande do Sul-Brasil**. 1972. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, 1972.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. Planície costeira do Rio Grande do Sul: gênese e paisagem atual. In: BECKER, F. G.; Ricardo Aranha RAMOS, R. A.; MOURA, L. A. (Org.). **Biodiversidade: Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA/SBF, 2007, v. 1, p. 20-33.

WAGNER, G. P. **Sambaquis da Barreira da Itapeva: uma perspectiva geoarqueológica**. 2009. 241 f. Tese (Doutorado em História) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em História, Porto Alegre, [2009] a.

WAGNER, G. P. A evolução paleogeográfica e a ocupação dos sambaquis no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. In: RIBEIRO et al. (Org.). **Quaternário do Rio Grande do Sul**,

**integrando conhecimentos.** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2009b. p. 243-254.

WAGNER, G. P. et al. Sambaquis (shell mounds) of the Brazilian coast. **Quaternary international**, v. 239, n. 1-2, p. 51-60, 2011.

WILLIS, K. J.; BIRKS, H. J. B. What is natural? The need for a long-term perspective in biodiversity conservation. **Science**, v. 314, n. 5803, p. 1261-1265, 2006.