



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
MARINHA E AMBIENTES COSTEIROS**

**CRUSTÁCEOS DO SAMBAQUI DA TARIoba (RIO DAS
OSTRAS, RIO DE JANEIRO, BRASIL): DIVERSIDADE
DE BRACHYURA E SUA EXPLORAÇÃO NO
HOLOCENO RECENTE**

FELIPE BARTA RODRIGUES

**NITERÓI
JULHO DE 2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
MARINHA E AMBIENTES COSTEIROS**

CRUSTÁCEOS DO SAMBAQUI DA TARIOBA (RIO DAS OSTRAS, RIO DE JANEIRO, BRASIL): DIVERSIDADE DE BRACHYURA E SUA EXPLORAÇÃO NO HOLOCENO RECENTE

FELIPE BARTA RODRIGUES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros, Departamento de Biologia Marinha, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros.

Orientadores:
Dra. Michelle Rezende Duarte
Dr. Edson Pereira da Silva

**NITERÓI
JULHO DE 2020**

R696c Rodrigues, Felipe Barta
 CRUSTÁCEOS DO SAMBAQUI DA TARIOBA (RIO DAS OSTRAS, RIO DE
 JANEIRO, BRASIL): : DIVERSIDADE DE BRACHYURA E SUA EXPLORAÇÃO
 NO HOLOCENO RECENTE / Felipe Barta Rodrigues ; Michelle
 Duarte, orientadora ; Edson Silva, coorientador. Niterói,
 2019.
 55 f. : il.

 Dissertação (mestrado)-Universidade Federal Fluminense,
 Niterói, 2019.

 DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PBMAC.2019.m.14972845708>

 1. Artrópode. 2. Biodiversidade. 3. Zooarqueologia. 4.
 Produção intelectual. I. Duarte, Michelle, orientadora. II.
 Silva, Edson, coorientador. III. Universidade Federal
 Fluminense. Instituto de Biologia. IV. Título.

CDD -

CRUSTÁCEOS DO SAMBAQUI DA TARIOBA (RIO DAS OSTRAS, RIO DE JANEIRO, BRASIL): DIVERSIDADE DE BRACHYURA E SUA EXPLORAÇÃO NO HOLOCENO RECENTE

FELIPE BARTA RODRIGUES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros, Departamento de Biologia Marinha, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros.

Banca Examinadora:

Dra. Michelle Rezende Duarte
Departamento de Biologia Marinha - Universidade Federal Fluminense

Dr. Flavio da Costa Fernandes
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Dr. Daniel José Marcondes Lima
Departamento de Biologia Marinha - Universidade Federal Fluminense

Dr. Aguinaldo Nepomuceno Marques Junior
Departamento de Biologia Marinha - Universidade Federal Fluminense

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos trabalhadores do Brasil que financiaram a construção e manutenção desta Universidade, este programa de pós-graduação e minha bolsa de estudos. Especialmente aqueles que a partir da luta conquistaram e garantiram nosso direito a educação pública gratuita e de qualidade que, por hora, ainda segue longe de ser universal.

Agradeço aqueles que alicerçaram minha jornada particular, especialmente minha mãe, meu pai, meu irmão, minha tia Janete e Luisa. Sem vocês eu não chegaria aqui. Obrigado por todo carinho, dedicação e orgulho.

Aos meus orientadores, Edson e Michelle, por toda contribuição durante minha formação acadêmica, das graduações até a finalização deste documento. Obrigado por todo compromisso, companheirismo e amizade.

Aos companheiros do LGME, por toda cooperação e amizade. Sempre foi muito leve trabalhar com vocês. Destaco aqui aqueles de maior convivência nesta etapa: Maíra, Luca, Jéssica, Tainara, Breno, Tate e Sara.

A todos os pesquisadores que cooperaram com este trabalho. Especialmente aqueles que me assessoraram no Laboratório de Biogeoquímica de Ambientes Aquáticos, principalmente ao professor Dr. Aguinaldo, Dra. Conceição, Vinícios, Leandro e o Gabriel. Um agradecimento enorme ao Dr. Daniel Lima, pelo grande suporte no processo de identificação das espécies e pela recepção no MZUSP. Igualmente ao professor Dr. Marcos Tavares. Ao Dr. Fábio Pitombo por ter identificado as cracas com tamanha solicitude. Agradeço também a Ana e Izabela, pela competência no exercício da administração, sempre que precisei foram prestativas e eficientes.

Um abraço a todos os meus amigos que me possibilitaram momentos de alienação, de grande importância para descansar dos noticiários que foram de mal a pior. Foi árduo ver nossa ciência, que nunca chegou a ter um orçamento digno do tamanho deste país, perder tanto em tão pouco tempo durante a ascensão desses terraplanistas, entreguistas e mesquinhos. A estes deixo aqui o meu desagrado.

SUMÁRIO

| | |
|---|-------------|
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| RESUMO | ix |
| ABSTRACT | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 7 |
| 2.1. <i>Objetivo geral</i> | 7 |
| 2.2. <i>Objetivos específicos</i> | 7 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 8 |
| 3.1. <i>Área de Estudo</i> | 8 |
| 3.2. <i>Dados físico-químicos</i> | 9 |
| 3.3. <i>Triagem, classificação e quantificação dos vestígios zooarqueológicos</i> | 10 |
| 3.4. <i>Descrição da diversidade zooarqueológica e Análises estatísticas</i> | 11 |
| 4. RESULTADOS | 16 |
| 4.1. <i>Dados físico-químicos</i> | 16 |
| 4.2. <i>Vestígios zooarqueológicos</i> | 19 |
| 4.3. <i>Descrição da diversidade zooarqueológica</i> | 22 |
| 4.4. <i>Análises estatísticas</i> | 23 |
| 5. DISCUSSÃO | 30 |
| 5.1. <i>Paleoambiente e exploração de crustáceos</i> | 30 |
| 5.2. <i>Diversidade de Brachyura do Holoceno</i> | 34 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Dados referentes à concentração dos isótopos de carbono $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (disponíveis em Macario <i>et al.</i> 2014) e $\delta^{18}\text{O}$ (disponíveis em Aguilera <i>et al.</i> 2016) por camada cultural, nomeadas sequencialmente como C1 até C4. A datação está expressa em A.P. (antes do presente) seguida da margem de erro. A sigla T°C refere-se à temperatura em graus Celsius. | 15 |
| Tabela 2. Fósforo orgânico, inorgânico e total, expressos por porcentagem no sedimento. As camadas culturais foram denominadas sequencialmente de C1 até C4. | 18 |
| Tabela 3. Espécies identificadas e sua classificação taxonômica, Abundâncias (MNI/NISP) de cada espécie por camada cultural (denominadas sequencialmente por C1 até C4), seguido da frequência de ocorrência (F) e dos números dos <i>vouchers</i> depositados na Coleção de subfósseis de sambaquis do Laboratório de Genética Marinha e Evolução-UFF. | 19 |
| Tabela 4. Riqueza de espécie, índice de diversidade de Simpson e Shannon, média da distinção taxonômica (Delta+) e variação da distinção taxonômica (Lambda+) por camada cultural (denominadas sequencialmente de C1 até C4). | 20 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do Sambaqui da Tarioba (Rio das Ostras - RJ, Brasil) (Modificado de Souza *et al.* 2010a). A área demarcada em cinza representa a Região dos Lagos. _____ 8
- Figura 2.** Estratigrafia do setor HS-B4-d do Sambaqui da Tarioba, as camadas culturais estão demarcadas e denominadas sequencialmente de C1 até C4 (Fotografia por Rosa Cristina Corrêa Luz de Souza). _____ 9
- Figura 3.** Histograma por camada cultural (denominadas sequencialmente de C1 até C4) com a distribuição dos grãos por faixa de tamanho e curva com a porcentagem de grãos acumulados. _____ 17
- Figura 4.** Perfil de diversidade da série de Rényi para todas as camadas culturais (denominadas sequencialmente de C1 até C4). No eixo x estão os índices de diversidade, quanto maior número do índice maior é o peso atribuído para equitabilidade. _____ 22
- Figura 5.** Média da distinção taxonômica (A) e variação da distinção taxonômica (B) do Sambaqui da Tarioba. As camadas do Sambaqui da Tarioba foram comparadas entre si e estão denominadas sequencialmente como C1 até C4. A lista de espécies de C4 foi igual à lista de espécies do Sambaqui da Tarioba e por isto os marcadores foram agrupados. O funil representa o intervalo de confiança de 95%. _____ 23
- Figura 6.** Análise de agrupamento das camadas culturais (denominadas sequencialmente de C1 até C4) com base nos dados de MNI. No nó de cada agrupamento estão os resultados do *bootstrap* em porcentagem. _____ 24
- Figura 7.** Análise de componentes principais, utilizando as variáveis MNI, índices de diversidade, datação, temperatura, fósforo e granulometria. As camadas culturais foram denominadas sequencialmente de C1 até C4. _____ 25
- Figura 8.** Média da distinção taxonômica (A) e variação da distinção taxonômica (B) do Sambaqui da Tarioba. Nessa análise, as camadas do Sambaqui da Tarioba foram comparadas com a diversidade taxonômica do presente. O funil representa o intervalo de confiança de 95%. _____ 27

RESUMO

Os crustáceos estão entre os primeiros recursos aquáticos consumidos pelos seres humanos. No entanto, devido ao baixo potencial de preservação de seus vestígios zooarqueológicos inerente à anatomia desse grupo taxonômico, seu papel na paleoeconomia dos caçadores-coletores-pescadores é pouco conhecido. Buscando avaliar a importância dos crustáceos na alimentação de um povo construtor de um sambaqui, vestígios zooarqueológicos obtidos ao longo do perfil estratigráfico de um sítio arqueológico foram analisados. O sítio estudado foi o Sambaqui da Tarioba, localizado na cidade de Rio das Ostras e o setor escavado foi dividido em quatro camadas culturais. Os espécimes de crustáceos foram separados do sedimento e dos demais vestígios zooarqueológicos e, posteriormente, descritos quanto a sua densidade, abundância (número de espécimes identificados e número mínimo de indivíduos), taxonomia e diversidade. Índices de diversidade próprios da ecologia foram calculados para cada camada cultural. Com o objetivo de caracterizar o ambiente no período de construção do sítio, dados físico-químicos foram compilados da literatura e o sedimento constituinte do sambaqui foi analisado quanto à concentração de fósforo e granulometria. Foram identificadas e classificadas 16 espécies de crustáceos, das quais 13 são braquiúros, dois cirrípedes e um anomuro. A primeira camada apresentou particularidades quanto à diversidade de braquiúros, concentração de fósforo e granulometria, diferindo-se das demais camadas. Os resultados de abundância demonstraram que os braquiúros foram explorados recorrentemente ao longo de centenas de anos e que eles foram importantes na dieta dos construtores deste sítio, especialmente no início da ocupação, quando a população dos caçadores-coletores possivelmente tinha menor tamanho demográfico. Esses dados reforçam a hipótese de que a relevância dos crustáceos na paleoeconomia de povos caçadores-coletores pode estar sendo subestimada. Mais ainda, os valores obtidos a partir dos índices ecológicos apontam que esses vestígios zooarqueológicos são relevantes também para estudos relacionados à diversidade de crustáceos no período estudado, visto que não foram encontradas diferenças significativas entre a diversidade taxonômica do sítio estudado e a lista de espécies que ocorrem na mesma região atualmente.

Palavras-chave: Artrópode, biodiversidade, caçadores-coletores, distinção taxonômica, índices de diversidade, zooarqueologia.

ABSTRACT

Crustaceans are among the first aquatic resources consumed by humans. However, due to their low preservation potential its role for the hunter-gatherer-fisherman's paleoeconomy is not well known. In this thesis, the importance of crustaceans as food resource for the hunter-gatherer-fisherman populations who built the "Sambaqui da Tarioba" (Rio de Janeiro, Brazil), located in the Southwestern Atlantic was studied. Zooarchaeological remains were obtained along four archaeological stratigraphic layers. The crustacean specimens were separated from the sediment and described in terms of density, abundance (number of identified specimens and minimum number of individuals), taxonomy and diversity. Ecological diversity indexes were used in order to describe biological diversity of the taxon. Physical-chemical data were compiled from literature and the shell midden sediment constitution was analyzed for concentration of phosphorus and granulometry. Sixteen crustacean's species were identified and classified (13 from the infraorder Brachyura, two from the infraorder Cirripedia and one from the infraorder Anomura). The first layer presented particularities regarding the brachyuran diversity, phosphorus concentration and granulometry. The abundance of the brachyuran vestiges indicated that they were repeatedly explored over hundreds of years constituting an important food resource, especially in the beginning of the sambaqui occupation, when the hunter-gatherer population possibly showed small demographic size. These data reinforce the hypothesis of the relevance of crustaceans for paleoeconomics of hunter-gatherer people may be underestimated. Ecological indexes results indicate that zooarchaeological remains can be used as a proxy for past diversity, since no significant differences were found between the phylogenetic diversity of crustacean found in the shell midden and those inhabit the same region nowadays.

Keywords: Arthropod, biodiversity, hunter-gatherers, taxonomic distinctness, diversity indexes, zooarchaeology.

1. INTRODUÇÃO

Os *shell middens* são sítios arqueológicos encontrados em ambientes costeiros, ribeirinhos e lacustres ao redor do mundo (Ceci 1984; Álvarez *et al.* 2011), a maioria dos quais data da época do Holoceno¹ (Bailey & Craighead 2003; Erlandson 2013), embora os sítios mais antigos tenham sido edificadas na época do Pleistoceno há cerca de 164.000 anos A.P.², no sul do continente africano (Parkington 2003; Jerardino & Marean 2010; Langejans *et al.* 2012; Henshilwood *et al.* 2014; Kyriacou *et al.* 2015). Esses sítios podem ser definidos como acumulações intencionais de conchas, ossos, carapaças e vestígios líticos feitas por populações humanas (Balbo *et al.* 2011). Assim, os *shell middens* foram construídos por diversos povos caçadores-coletores-pescadores de organizações sociais, complexas ou não, que viveram em locais e períodos muito distintos e, por este motivo, apresentam muitas diferenças quanto a sua forma, tamanho, material construtivo e padrão de deposição (Walter *et al.* 2000; Milner *et al.* 2007; Balbo *et al.* 2011; Orquera *et al.* 2011; Wagner *et al.* 2011). O estudo desses sítios é relevante para a compreensão da evolução do *Homo sapiens sapiens* (Will *et al.* 2019), suas rotas de dispersão (Álvarez *et al.* 2011), adaptação aos ambientes costeiros (Erlandson & Fitzpatrick 2006) e desenvolvimento de sociedades complexas (Rick *et al.* 2005).

Os vestígios zooarqueológicos encontrados nos *shell middens* são muito variados, contendo muitas espécies de animais vertebrados, como ossos de aves, peixes e mamíferos e diversos invertebrados, como conchas de moluscos e carapaças de crustáceos e equinodermos (Campbell & Schmidt 2001; Braje & Delong 2008; Álvarez-Fernández 2015; Best & Mulville 2016; Jew *et al.* 2016; Mendes *et al.* 2018; Pádua *et al.* 2019). Antes da década de 1980, acreditava-se que os recursos costeiros e aquáticos eram pouco importantes para a subsistência dos seres humanos que teriam obtido na caça de mamíferos terrestres sua principal fonte proteica (Quilter & Stocker 1983; Claassen 1991). Contudo, o estudo dos vestígios zooarqueológicos dos *shell middens* evidenciou que o consumo de animais marinhos também foi

¹ O Holoceno é uma subdivisão do período Quaternário, se iniciou há cerca de 11.650 A.P.²

²A.P. significa “antes do presente”, que, por convenção, é 1950. Trata-se de uma menção da descoberta da técnica de datação do Carbono 14, que se deu em 1952.

importante para o estabelecimento de altas densidades populacionais, favorecendo o desenvolvimento de sociedades complexas mesmo na ausência de práticas de agricultura (Rowley-Conwy 1983; Lightfoot 1993; Lima & Mazz 2000). Os vestígios zooarqueológicos indicam, ainda, que em diversas regiões, como no Ártico (Labrador, Canadá), Califórnia (Estados Unidos) e Austrália, os caçadores-coletores-pescadores focados em recursos marinhos chegaram a densidades populacionais maiores do que aquelas estimadas para os grupos que não tinham a economia direcionada aos ecossistemas costeiros (Yesner 1980). Essa hipótese foi reforçada por Keeley (1988) que, analisando dados etnográficos de 94 grupos de caçadores-coletores-pescadores ao redor do mundo, observou uma alta correlação negativa entre as variáveis densidade demográfica e índice de continentalidade³.

As conchas de moluscos, por sua grande abundância e volume, receberam maior atenção nos primeiros estudos dedicados à descrição dos vestígios zooarqueológicos dos *shell middens* (Bailey 1975). A interpretação dominante era que a abundância das conchas podia ser explicada pelo destaque que essas espécies tinham na dieta e economia dessas populações humanas que se estabeleceram no litoral (Hardy 1960). Apesar disso, o baixo retorno calórico obtido do consumo desses animais provocou a descrença sobre a viabilidade desse recurso para sustentar o desenvolvimento de sociedades complexas (Coles 1971; Waselkov 1987). Dessa forma, o papel destes animais na paleoeconomia dos povos construtores de *shell middens* passou a ser questionado como superestimado, devido ao impacto visual provocado pelo grande volume de conchas encontrado nesses sítios. A partir de então, muitos autores passaram a defender que os peixes e mamíferos marinhos teriam sido os principais recursos alimentares que sustentaram o desenvolvimento dessas sociedades (Erlandson 1991; Figuti 1994/1995; 1998; Kennett 2005) e, assim, os vestígios desses vertebrados marinhos passaram a receber maior atenção. Contudo, esse debate ainda está em aberto, pois algumas espécies de moluscos possuem grande valor nutricional em relação à quantidade de proteínas e, portanto, se combinadas com outras fontes de

³Índice meteorológico que a partir da variação de temperatura anual e latitude infere se o clima de uma região tem características continentais ou costeiras. Quanto maior é o índice calculado, maior é a associação ao clima continental.

carboidratos podem compor dietas nutritivas (Erlandson 1988; Spiess 2017). Além disso, os moluscos são um recurso de fácil captura e, por isso, poderiam ter maior relevância em períodos nos quais a caça e a pesca apresentassem um menor retorno energético. Destaca-se, ainda, que a coleta de moluscos pode facilmente ser exercida por diferentes segmentos populacionais, incluindo as crianças e é uma atividade que demanda menor investimento tecnológico (Orquera 1999; Spiess & Lewis 2001).

Muito por causa do exposto, os vestígios zooarqueológicos dos moluscos têm sido os mais estudados dentre os invertebrados presentes nos *shell middens*, enquanto dados a respeito dos demais grupos taxonômicos, como os crustáceos, são escassos (Jerardino & Navarro 2002; Losey *et al.* 2004). O pouco interesse nos vestígios dos crustáceos pode ser explicado pelo baixo volume de vestígios das espécies desse grupo nos *shell middens* quando comparado aos moluscos, bem como menor retorno energético quando comparado aos vertebrados. Tais fatores sugerem que esse grupo taxonômico tenha tido uma importância secundária para a economia dos caçadores-coletores-pescadores. Em decorrência disso, é comum que os vestígios zooarqueológicos de crustáceos sejam preteridos em muitas amostragens pelo direcionamento dos pesquisadores aos recursos considerados como de maior importância para a subsistência desses povos (Losey *et al.* 2004). Entretanto, é possível que a importância deste grupo seja subestimada em muitos casos, visto que a maior parte das estruturas anatômicas dos crustáceos é frágil e não resiste tanto aos processos pós-deposicionais quando comparados aos moluscos. Geralmente, os vestígios deste grupo se resumem a dácilios (estruturas mais resistentes compostas de quitina mineralizada com carbonato de cálcio que possuem maior calcificação do que outras partes do exoesqueleto) de caranguejos ou lagostas (Reitz & Wing 2008). Em alguns sítios também são encontrados cirrípedes que, em comparação aos demais crustáceos, possuem alto potencial de preservação (Álvarez-Fernández *et al.* 2013).

Apesar do baixo número de publicações focadas nos vestígios zooarqueológicos dos crustáceos, eles estão entre os primeiros recursos aquáticos consumidos pelos hominíneos que se tem registro e estão presentes em sítios arqueológicos datando até 800.000 A.P. (Jerardino & Navarro 2002;

Ashkenazi *et al.* 2005), bem como nos *shell middens* mais antigos localizados na África do Sul (Parkington 2003; Jerardino & Marean 2010; Kyriacou *et al.* 2014). Nesse sentido, em alguns poucos casos, foi possível demonstrar que a coleta de caranguejos foi uma atividade importante para os povos construtores de *shell middens* (Rick *et al.* 2015). Aliado a isto, evidências etnográficas indicam que os crustáceos podem compor uma dieta altamente nutritiva se combinados com uma alimentação mais diversificada que inclua fontes de carboidratos, como é o caso de muitos vegetais (Meehan 1982; Erlandson 1988; Moss 1993; Erlandson 1994). Dessa forma, descrições dos vestígios zooarqueológicos de crustáceos são necessárias para investigar o papel deste grupo na subsistência dos caçadores-coletores-pescadores. Mais especificamente, a literatura carece de amostragens que permitam comparações do número de espécimes de cada grupo taxonômico por peso de material escavado, o que poderia representar melhor a contribuição dos crustáceos na composição geral dos *shell middens* (Losey *et al.* 2004).

No litoral brasileiro ocorrem vários *shell middens* denominados especificamente como sambaquis⁴. Esses *shell middens* foram edificadas aproximadamente entre 8.000 e 1.000 anos A.P. por caçadores-coletores-pescadores complexos e apresentam algumas particularidades como a presença recorrente de vestígios de rituais funerários e a grandeza física de sua estrutura que varia de dezenas de metros de diâmetro com altura entre 2 até 30 metros (DeBlasis *et al.* 1998; 2007; Lima 2000; Lima *et al.* 2002; 2003). Ao longo das últimas décadas, vários pesquisadores têm se dedicado a descrever as espécies registradas nos vestígios zooarqueológicos desses sítios (Figuti & Klokler 1996; Castilho & Lopes 2008; Klokler *et al.* 2010; Ricken *et al.* 2014; Pavei *et al.* 2015; Lopes *et al.* 2016; Mendes *et al.* 2018; Fossile *et al.* 2020), especialmente moluscos (Mello & Coelho 1989; Birckolz 2011; Souza *et al.* 2010a; 2012; Beauclair *et al.* 2016; Arruda *et al.* 2019). Contudo, de forma semelhante ao descrito para os demais *shell middens* estudados no mundo, os registros das espécies de crustáceos ocorrentes nos sambaquis são escassos na literatura e, quando estão presentes, normalmente não possuem identificação taxonômica em nível de espécies ou gênero. Quando ocorrem

⁴Sambaqui é uma palavra assimilada do Tupi, formada pela junção das palavras “tamba” (concha) com “ki” (amontado).

identificações dos vestígios de crustáceos, em geral se restringem à espécie *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) e ao gênero *Callinectes* sp. (Kneip *et al.* 1986; Gaspar 1991; Figuti 1993; Uchôa 2009; Klokler *et al.* 2010; Fischer 2012. Contudo, para exceções, ver Corrêa *et al.* 1987; Rodrigues *et al.* 2016a; 2018). Assim, a escassez de dados sobre os crustáceos de sambaquis, da mesma forma que para outros *shell middens* ao redor do mundo, dificulta avaliar a importância que esse grupo taxonômico pode ter tido dentro dos sistemas socioeconômicos dos povos construtores de sambaquis.

Dentre os sambaquis da costa brasileira, o Sambaqui da Tarioba é um sítio que, recentemente, vem sendo analisado quanto à diversidade de seus vestígios zooarqueológicos (Souza *et al.* 2010b; Faria *et al.* 2014). Esse sítio arqueológico está localizado no litoral sudeste do Brasil, na região do Atlântico Sudoeste Tropical. Quando da sua descoberta em 1967, encontrava-se bem conservado, no entanto, já no momento das primeiras escavações arqueológicas, que ocorreram apenas em 1998, 2/3 desse sítio já havia sido destruído devido ao processo de urbanização. No processo de escavação do Sambaqui da Tarioba foram encontradas ossadas de humanos, diversos vestígios zooarqueológicos, vestígios de fogueiras, carvão, utensílios de pesca e muitos outros materiais líticos (Dias 2001; Trindade 2004). Mais recentemente, em 2012, foram realizadas novas escavações em dois setores desse sítio e o material zooarqueológico recuperado nessa ocasião tem informações publicadas quanto a sua diversidade, especialmente para o primeiro setor escavado (Rodrigues *et al.* 2016a; 2018; Arruda *et al.* 2019).

Nesse trabalho, os vestígios zooarqueológicos de crustáceos obtidos ao longo do perfil estratigráfico do segundo setor do Sambaqui da Tarioba foram descritos quanto a sua diversidade, densidade e abundância. Esses dados foram investigados a partir de índices de diversidade (Média e Variação da Distinção Taxonômica, Índice de Simpson, Índice de Shannon e Riqueza de espécies) e análises exploratórias (Análise de Agrupamento e Análise de Componentes Principais). Além disso, foram realizadas análises físico-químicas (granulometria e fósforo) dos sedimentos constitutivos do sambaqui e compiladas informações referentes a datações de carbono 14 (^{14}C) e isótopos de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$). Os resultados obtidos foram utilizados para inferências sobre o papel dos crustáceos, especialmente da infraordem Brachyura, na

paleoeconomia dos construtores de sambaqui, bem como sobre o impacto das suas atividades sobre a diversidade de crustáceos durante os 500 anos do Holoceno Recente nos quais o Sambaqui da Tarioba foi construído.

2. OBJETIVOS

2.1. *Objetivo geral*

- Descrever a diversidade de crustáceos durante o período de ocupação do Sambaqui da Tarioba.

2.2. *Objetivos específicos*

- Inventariar as espécies de crustáceos presentes no setor HS-B4-d do Sambaqui da Tarioba;
- Qualificar e quantificar os vestígios zooarqueológicos de crustáceos;
- Inferir a importância dos crustáceos na paleoeconomia dos caçadores-coletores-pescadores que edificaram este sambaqui;
- Investigar a natureza do sedimento do setor HS-B4-d do Sambaqui da Tarioba a partir da sua composição granulométrica;
- Inferir a intensidade de ocupação do sambaqui a partir da composição de fósforo orgânico e inorgânico do seu material construtivo;
- Testar a hipótese nula de estabilidade da riqueza de espécies e sua abundância ao longo das camadas culturais do setor HS-B4-d do Sambaqui da Tarioba.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O Sambaqui da Tarioba está localizado na Região dos Lagos no Atlântico Sudoeste Tropical, Brasil ($22^{\circ}31'40''\text{S}$, $41^{\circ}56'22''\text{O}$) (Figura 1). O material analisado neste trabalho corresponde a 858,4kg de material obtido do setor HS-B4-d que é o segundo setor de dois que foram escavados em 2012.



Figura 1. Localização do Sambaqui da Tarioba (Rio das Ostras - RJ, Brasil) (Modificado de Souza *et al.* 2010a). A área demarcada em cinza representa a Região dos Lagos.

A escavação foi feita por camadas artificiais de 10 cm, totalizando 130cm de profundidade, sendo os últimos 10 cm relativos à camada original referente ao período antes do início da ocupação do sambaqui. A estratigrafia do setor escavado revelou quatro camadas culturais (Figura 2). As camadas foram denominadas sequencialmente de C1 até C4, sendo C1 a camada superficial. A terceira camada (C3) corresponde a uma intrusão na C2, que é a maior camada desse setor. O sedimento foi depositado em baldes após ser recolhido com pá, espátula e pincel.

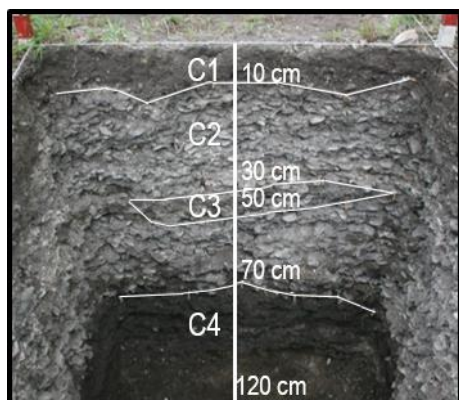


Figura 2. Estratigrafia do setor HS-B4-d do Sambaqui da Tarioba, as camadas culturais estão demarcadas e denominadas sequencialmente de C1 até C4 (Fotografia por Rosa Cristina Corrêa Luz de Souza).

3.2. Dados físico-químicos

O sedimento constitutivo do sambaqui foi analisado quanto a sua composição granulométrica. Para isto, as amostras foram desagregadas com auxílio de um gral e pistilo de porcelana, quarteadas manualmente e peneiradas em malha de 2mm. Os grãos menores que 2mm foram tratados com ácido clorídrico (concentração em 10%) para a retirada de carbonatos e, posteriormente, tratados com peróxido de hidrogênio (concentração em 30%) para a retirada da matéria orgânica. A etapa final da análise granulométrica foi a aplicação da solução dispersante hexametáfosfato de sódio, seguida da leitura das amostras através do analisador de partículas com laser ótico (CILAS 1180L). O sedimento constitutivo também foi analisado quanto a sua concentração de fósforo (P) orgânico, inorgânica e total, seguindo o protocolo proposto por Aspila e colaboradores (1976). Para isto, as amostras foram desagregadas com auxílio de um gral e pistilo de porcelana, peneiradas com peneira com malha de 100 μm e, em seguida, divididas para a determinação do fósforo inorgânico e fósforo total. A determinação final foi realizada com um espectrofotômetro, seguindo o método do molibdato (Grasshoff *et al.* 1999). Ambas as análises (granulometria e fósforo) foram realizadas no Laboratório de Biogeoquímica de Ambientes Aquáticos da Universidade Federal Fluminense (Niterói, Brasil).

Dados referentes à concentração dos isótopos de ^{14}C e $\delta^{18}\text{O}$ foram compilados da literatura (Macario *et al.* 2014; Aguilera *et al.* 2016, respectivamente). O radiocarbono foi utilizado para datar as camadas culturais,

enquanto $\delta^{18}\text{O}$ é uma medida da razão entre ^{18}O e ^{16}O , utilizada para estimar a paleotemperatura.

Em ambos os casos, os resultados foram obtidos a partir de análises realizadas com exemplares da espécie de molusco bivalve *Iphigenia brasiliensis* (Lamarck 1818) obtidos de cada camada cultural da escavação realizada no Sambaqui da Tarioba em 2012.

3.3. Triagem, classificação e quantificação dos vestígios zooarqueológicos

O material zooarqueológico foi organizado previamente no campo em nível de grandes grupos biológicos, embalado, etiquetado e, posteriormente, enviado para o Laboratório de Genética Marinha e Evolução da Universidade Federal Fluminense (LGME-UFF). No laboratório, os espécimes recuperados foram lavados e passados por uma peneira com malha de 4 mm, de onde os vestígios de crustáceos foram selecionados. Seguindo o protocolo proposto por Scheel-Ybert e colaboradores (2006), as amostras foram secas naturalmente, sem a ajuda de fornos com o objetivo de evitar fragmentações.

Os decápodes foram identificados através de comparações morfológicas com espécimes da Coleção de Subfósseis de Sambaquis do LGME-UFF (Rodrigues *et al.* 2016b) e da Coleção Carcinológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Os espécimes de cirrípedes foram identificados no Laboratório de Sistemática e Ecologia de Cirripedia da Universidade Federal Fluminense. A classificação das famílias foi baseada em Ng e colaboradores (2008) para a infraordem Brachyura, McLaughlin e colaboradores (2010) para a infraordem Anomura e, para a subordem Cirripedia, utilizou-se a classificação disponível no *WoRMS - World Register of Marine Species* (disponível em marinespecies.org). A classificação dos decápodos (braquiúros e anomuros) foi conferida e atualizada com base no site *WoRMS*. Após a identificação, os *vouchers* foram depositados na Coleção de Subfósseis de Sambaquis do Laboratório de Genética Marinha e Evolução da Universidade Federal Fluminense.

A abundância dos vestígios zooarqueológicos de crustáceos foi quantificada a partir do NISP e MNI. O NISP (Número de Espécimes Identificados) é a contagem do número total de elementos identificados para uma determinada espécie (Lyman 1994). Trata-se da quantificação mais simples da

abundância dos vestígios zooarqueológicos, adequada em casos nos quais os espécimes apresentam um estado de alta fragmentação. O MNI (Número Mínimo de Indivíduos) é o número mínimo de indivíduos necessários para explicar todos os espécimes identificados (Lyman 1994). Nessa estimativa é assumida uma postura conservadora, evitando extrapolações que possam superestimar o número de indivíduos. Preferencialmente, são utilizadas partes anatômicas que não se repetem num indivíduo e essas estruturas são tomadas como referência para que seja constatada a presença de um indivíduo. Quando não foi possível identificar uma estrutura anatômica com essa característica (caso mais recorrente neste trabalho), estruturas que pouco se repetem foram escolhidas e analisadas em conjunto. Foi considerado, ainda, o tamanho dos espécimes para avaliar se poderiam ou não pertencer ao mesmo indivíduo, bem como a localização do espécime dentro do sítio. Calculou-se, ainda, a densidade de vestígios por camada cultural, dividindo o número de vestígios zooarqueológicos pelo peso total de material recuperado na escavação.

3.4. Descrição da diversidade zooarqueológica e Análises estatísticas

A diversidade zooarqueológica foi descrita a partir da presença e ausência de espécies nos vestígios zooarqueológicos com base nas seguintes estimativas:

1) Riqueza de espécies (S) (McIntosh 1967) - número absoluto de espécies ocorrentes em cada camada cultural;

2) Riqueza de espécies relativa (S%) - número de espécies presentes em cada camada em relação ao número total de espécies encontradas no sambaqui (Gotelli & Colwell 2001);

3) Frequência de ocorrência de cada espécie (FO) - obtida pela divisão do número de camadas em que cada espécie ocorre pelo número total de camadas;

4) Média da distinção taxonômica, ou delta+ (Δ^+), é a distância média entre os nós da árvore taxonômica, calculada pela média da distância taxonômica entre todos os pares de espécies escolhidos aleatoriamente (Clarke & Warwick 1998). É definida matematicamente por:

$$\Delta^+ = [\sum_{i < j} \omega_{ij}] / [s(s-1)/2] \text{ (Equação 1)}$$

onde ω_{ij} é a distância taxonômica entre todos os pares de espécies (a primeira espécie representada por i e a segunda por j) e s é o número de espécies observadas na amostra. Para esse cálculo foi considerado a presença e ausência das espécies e a classificação taxonômica destas, considerando as seguintes categorias taxonômicas: espécie, gênero, família, superfamília, seção, subordem, infraordem, ordem, subclasse, classe e superclasse. O pressuposto assumido neste trabalho é que a diversidade taxonômica indica, também, diversidade filogenética.

5) Variação da distinção taxonômica, ou lambda+ (Λ^+), usa a variância da distinção taxonômica de todos os pares de espécie e fornece informações adicionais a respeito do quão representado está cada táxon nas amostras (Clarke & Warwick 1998). É definida matematicamente como:

$$\Lambda^+ = \sum_{i \neq j} (\omega_{ij} - \bar{\omega})^2 / s(s-1) \text{ (Equação 2)}$$

onde ω é a distância dos ramos entre os pares de espécies, $\bar{\omega}$ é a média da distinção taxonômica da amostra e s é o número de espécies observadas na amostra. Para esse cálculo foi considerada a presença e ausência das espécies e a classificação taxonômica utilizada no cálculo da média da distinção taxonômica. Tanto Δ^+ quanto Λ^+ são pouco influenciadas pelas diferenças de tamanho amostral.

Com base nas estimativas de MNI foram calculados os seguintes índices de diversidade:

6) Índice de Simpson (D) (Simpson 1949) - tem como variáveis riqueza de espécies (número absoluto de espécies) e equitabilidade (o quão uniformemente as espécies estão distribuídas em termos de abundância). Esse índice indica a probabilidade de um par de espécies, amostrado aleatoriamente, conter uma única espécie (He & Hu 2005). É definido matematicamente como:

$$D = 1 / \sum_{i=1}^s p_i^2 \text{ (Equação 3)}$$

onde s é o número de espécies na amostra, p_i é a abundância relativa de cada espécie i na amostra e \sum é a soma dos cálculos obtidos para todas as espécies da amostra.

7) Índice de Shannon (H') (Shannon 1948) com logaritmo na base 2 - assim como o Índice de Simpson, tem como variáveis a equitabilidade e a riqueza de espécies, contudo, confere maior peso à variável riqueza de espécies, atribuindo assim, maior efeito para a presença de espécies raras na estimativa da diversidade. É definido matematicamente como:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \log_2 p_i \text{ (Equação 4)}$$

onde s é o número de espécies, p_i é a abundância relativa de cada espécie (i) na amostra, \log_2 é o logaritmo na base 2 e \sum é a soma dos cálculos obtidos para todas as espécies da amostra.

8) Índice de Equabilidade de Pielou (J') (Pielou 1966) - Indica a uniformidade, ou homogeneidade, da distribuição de abundância de espécies em uma comunidade. Esse índice é altamente influenciado pela equitabilidade e é definido matematicamente como:

$$J' = H' / H_{\max}$$

onde H' é o índice de Shannon e H_{\max} o logaritmo (base 2) de S (número de espécies).

Foi produzido um perfil de diversidade de Rényi com base nos dados de MNI, o intuito foi avaliar como diferentes índices de diversidade descrevem as camadas culturais. Para tanto, foi elaborada uma curva contendo vários índices de diversidade que atribuem pesos distintos para as variáveis riqueza de espécies e equitabilidade. Os resultados dos índices foram expressos em um gráfico no qual o eixo Y corresponde à variável riqueza de espécie e o eixo X aos índices de diversidade, representados pela variável alpha. Alpha é uma escala de parâmetro, contruída com base nas variáveis equitabilidade e riqueza de espécies. Alpha=0 equivale ao número total de espécies, alpha=1 equivale a um índice proporcional ao índice de Shannon e alpha=2 equivale a um índice proporcional ao índice de Simpson (Rényi 1961). Assim, a lógica atribuída nesta representação é que, quanto menor for o valor de alpha, maior é o peso conferido à riqueza de

espécies. De modo contrário, quanto maior for o valor de alpha maior é o peso conferido à equitabilidade.

As camadas culturais também foram comparadas quanto à composição e abundância (MNI) a partir de uma análise de agrupamento com base na distância euclidiana entre elas. Para evitar distorções relativas a diferenças no número de espécimes entre as camadas culturais, a abundância utilizada foi a razão entre o MNI de cada espécie e o MNI da espécie mais abundante de cada camada cultural (medida de similaridade). Nessa análise, foi utilizado o algoritmo de *Ward* e o suporte estatístico de cada agrupamento formado foi estimado através de um *bootstrap* com 100.000 reamostragens (Milligan & Cooper 1987).

Foram realizados ainda testes de distinção taxonômica com o intuito de verificar se os níveis de diversidade taxonômica presentes nos vestígios zooarqueológicos de cada camada cultural diferiam significativamente entre si. Para isto, a classificação taxonômica de todas as espécies de crustáceos presentes no sítio foi compilada em uma nova matriz de dados, a qual foi denominada de “lista mãe”. Para esta lista, foram realizadas 1.000 reamostragens aleatórias para cada tamanho de amostra comparável ao número de espécies recuperado nas camadas do Sambaqui da Tarioba. De cada reamostragem calculou-se a média e a variação da distinção taxonômica e os resultados foram comparados com os resultados obtidos para cada camada cultural. Para tanto, foram construídos funis com limite de 95% de confiança com base nos valores obtidos em cada reamostragem, seguindo Clarke & Warwick (1998; 2001). Nesta abordagem, caso o valor mensurado para uma camada natural encontre-se fora dos limites do funil, não pode ser considerado estatisticamente representativo da “lista mãe”. Posteriormente, novos testes de distinção taxonômica foram realizados com o objetivo de comparar a diversidade filogenética encontrada no sambaqui com aquela observada nos dias de hoje para a Região dos Lagos, onde o sítio está localizado. Nesse caso, para compor a “lista mãe”, foram compiladas as informações taxonômicas das espécies presentes no Sambaqui da Tarioba e das espécies registradas para Região dos Lagos nos dias de hoje, seguindo a lista de espécies encontrada no *Catalogue of Crustacea of Brazil* (Young 1998). Durante o processo de compilação das espécies, excluíram-se aquelas que são características de ambientes de água doce e aquelas com ocorrência em profundidades superiores a 10 metros.

Os dados físico-químicos primários (granulometria e fósforo) e secundários (datação, temperatura) foram compilados em uma matriz em conjunto com os dados biológicos (MNI) e utilizados para realizar uma análise de componentes principais. Considerando que os braquiúros representaram a maior parcela de todas as amostras (99,4%), as estimativas de diversidade e as análises estatísticas foram realizadas somente considerando este grupo taxonômico objetivando evitar distorções devidas à ocorrência dos grupos raros. A frequência de ocorrência de cada espécie e a riqueza relativa de cada camada foram calculadas no *Microsoft Office Excel 2007*. Os índices de diversidade, perfil de diversidade, a análise de agrupamentos e a análise de componente principal foram realizadas a partir do *software PAST 2.08* (Hammer *et al.* 2001). Os índices de distinção taxonômica e os cálculos dos testes de distinção taxonômica foram realizados no *software PRIMER 5* (Clarke & Warwick 2001).

4. RESULTADOS

4.1. Dados físico-químicos

Os dados disponíveis na literatura quanto à datação por radiocarbono indicam um período de edificação do setor HS-B4-d do Sambaqui da Tarioba entre 4.043 A.P. \pm 26 e 3.473 A.P. \pm 25, apontando para uma ocupação permanente por um período maior do que cinco séculos (Tabela 1). Esses resultados não permitiram estabelecer uma cronologia sequencial entre as camadas culturais, visto que existem sobreposições entre os períodos datados para todas as camadas. Dessa forma, as camadas culturais foram interpretadas como se tivessem sido depositadas numa estratigrafia convencional, na qual as camadas mais profundas são as mais antigas. No entanto, a cronologia da edificação do sambaqui pode ter sido alterada durante os processos de sepultamentos que são comuns a este tipo de sítio e que também ocorreram no Sambaqui da Tarioba. Existe, ainda, a possibilidade de ter ocorrido alterações na estratigrafia durante intervenções contemporâneas, devido ao processo de urbanização. Com relação aos dados disponíveis na literatura de isótopos de oxigênio, eles indicam uma grande variação na temperatura média entre os períodos registrados pelas camadas culturais, o que sugere que a ressurgência costeira já exercia influência nas águas costeiras da região.

Tabela 1. Dados referentes à concentração dos isótopos de carbono $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (disponíveis em Macario *et al.* 2014) e $\delta^{18}\text{O}$ (disponíveis em Aguilera *et al.* 2016) por camada cultural, nomeadas sequencialmente como C1 até C4. A datação está expressa em A.P. (antes do presente) seguida da margem de erro. A sigla $^{\circ}\text{C}$ refere-se à temperatura em graus Celsius.

| DADOS SECUNDÁRIOS | | | | | | |
|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Camadas | Datação | | Oxigênio | | | |
| | Mais antiga | Mais recente | $\delta^{18}\text{O}$ | T $^{\circ}\text{C}$ (mínima) | T $^{\circ}\text{C}$ (máxima) | T $^{\circ}\text{C}$ (média) |
| C1 | 4.043 \pm 26 A.P. | 3.588 \pm 65 A.P. | 0,7 | 19,4 | 20,5 | 20,0 |
| C2 | 3.852 \pm 31 A.P. | 3.620 \pm 30 A.P. | 1,5 | 23,0 | 24,1 | 23,6 |
| C3 | 3.810 \pm 40 A.P. | 3.510 \pm 36 A.P. | 0,4 | 18,1 | 19,2 | 18,6 |
| C4 | 3.820 \pm 40 A.P. | 3.473 \pm 25 A.P. | 1 | 20,7 | 21,9 | 21,3 |

Os resultados da granulometria apontaram uma predominância de sedimentos areno-lamosos em todas as camadas culturais, com a camada C1 apresentando a particularidade de ter uma parcela maior de sedimentos finos (Figura 3). Nesta camada, os grãos de argila e silte somados representaram

29,82% do sedimento, os quais variaram entre 12,62% (C4) e 19,05% (C3) nas demais camadas. A granulometria das camadas culturais do sambaqui foi, provavelmente, resultante da condensação de grãos provenientes de vários ambientes circundantes ao Sambaqui da Tarioba e que foram explorados por seus construtores, tal como praias, estuários e manguezais. Portanto, a composição granulométrica de C1 deve ser atribuída a uma exploração do território diferenciada em relação às demais camadas. Em específico, o sedimento dessa camada parece ter tido maior influência de ambientes de baixa energia, como é o caso de estuários e manguezais. Outra particularidade físico-química de C1 foi a sua maior concentração de fósforo, o que indica maior atividade humana nesse período. De forma indireta, esses dados sugerem que a população dos construtores desse sambaqui encontrava-se num estado de maior densidade demográfica (Tabela 2).

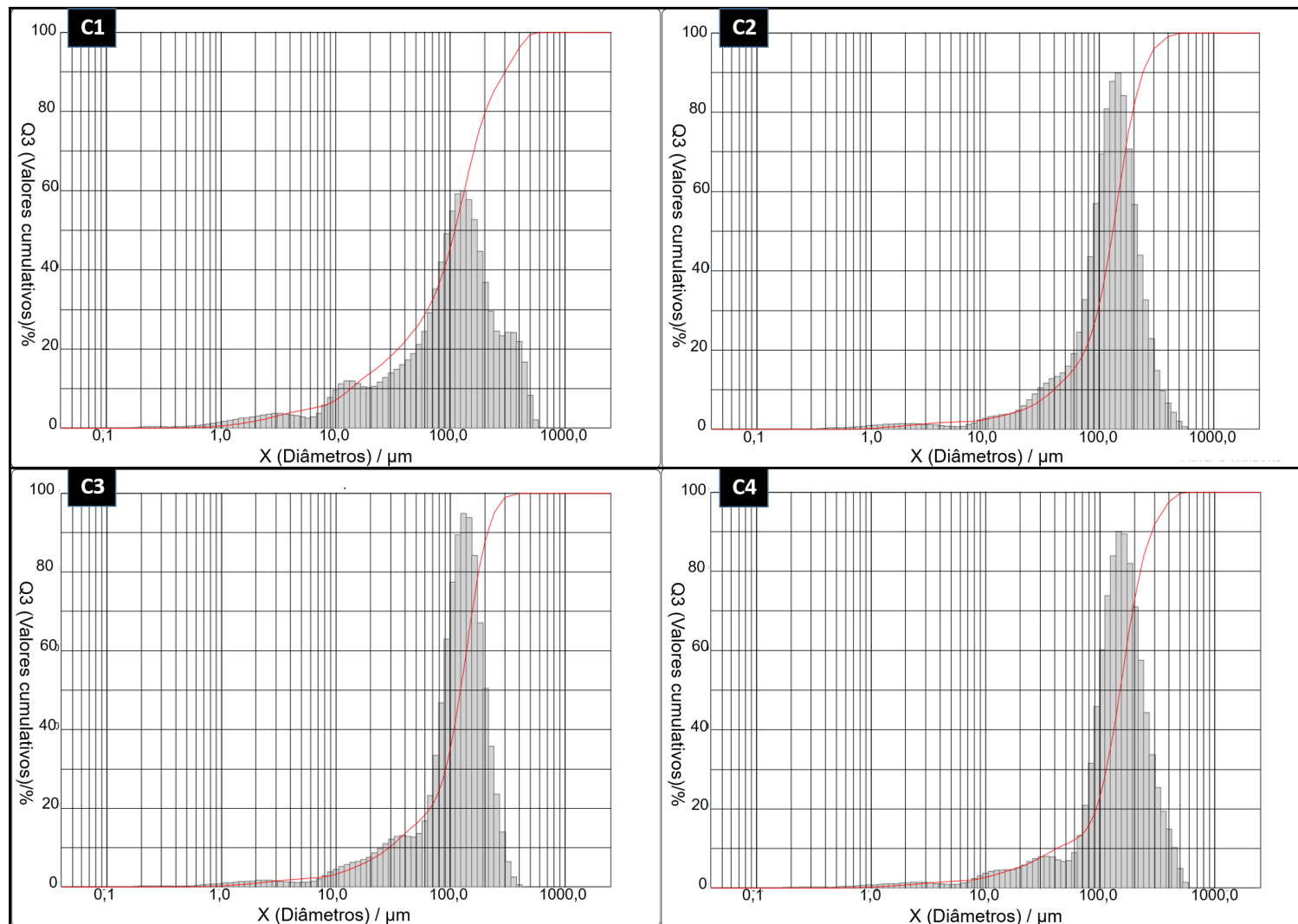


Figura 3. Histograma por camada cultural (denominadas sequencialmente de C1 até C4) com a distribuição dos grãos por faixa de tamanho e curva com a porcentagem de grãos acumulados.

Tabela 2. Fósforo orgânico, inorgânico e total, expressos por porcentagem no sedimento. As camadas culturais foram denominadas sequencialmente de C1 até C4.

| Camadas | P orgânico (%) | P inorgânico (%) | P Total (%) |
|---------|----------------|------------------|-------------|
| C1 | 0,0125 | 0,0269 | 0,0394 |
| C2 | 0,0056 | 0,0200 | 0,0256 |
| C3 | 0,0029 | 0,0123 | 0,0152 |
| C4 | 0,0078 | 0,0110 | 0,0187 |

4.2. Vestígios zooarqueológicos

Foram quantificados e qualificados 2.755 espécimes de crustáceos, dos quais 667 referem-se a fragmentos que não foi possível efetuar a identificação taxonômica. A grande maioria do material correspondeu a decápodes e eram majoritariamente fragmentos de quela (especialmente dátilo e poléx) ou dátilos de pereópodes. Também foram encontrados própodos, carpos, meros e outros fragmentos de carapaças. Além disso, foram encontrados capítulos completos de cirrípedes. A partir desses vestígios, foi possível identificar a presença de 16 espécies de crustáceos, das quais 14 foram identificadas em nível de espécie e duas em nível de gênero (Tabela 3). Essas espécies estão distribuídas nas classes Hexanauplia (duas espécies) e Malacostraca (14 espécies, distribuídas em 12 famílias). Todos os espécimes de Hexanauplia foram da infraclasse Cirripedia e da ordem Sessila. Quanto às espécies da classe Malacostraca, todas são representantes da ordem Decapoda, sendo uma espécie representante da infraordem Anomura (*Pagurus sp.*) e as demais da infraordem Brachyura.

A maior parte dos vestígios de crustáceos identificados foi encontrada em C2 (46,4%) e C4 (44,5%), que são as maiores camadas desse setor. Todas as espécies identificadas têm ocorrência no litoral do estado do Rio de Janeiro nos dias de hoje. As espécies mais abundantes (NISP) foram *Ucides cordatus* (37,5%), *Callinectes danae* Smith, 1869 (22,7%) e *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (19,3%). Dessa forma, *Callinectes* foi o gênero mais abundante e representou 43,2% dos espécimes identificados. As espécies com frequência de ocorrência 1 foram todas da infraordem Brachyura e a maioria delas são recursos pesqueiros nos dias de hoje. Dessa forma, os braquiúros representaram a maior parcela da amostra (99,4%) e os cirrípedes e o *Pagurus sp.* foram encontrados apenas em C4. Em decorrência disso, as estimativas de diversidade e as análises estatísticas foram realizadas somente considerando os dados referentes aos

braquiúros, objetivando evitar distorções em decorrência da rara presença dos outros grupos.

Tabela 3. Espécies identificadas e sua classificação taxonômica, abundâncias (MNI/NISP) de cada espécie por camada cultural (denominadas sequencialmente por C1 até C4), seguido da frequência de ocorrência (FO) e dos números dos *vouchers* depositados na Coleção de subfósseis de sambaquis do Laboratório de Genética Marinha e Evolução-UFF (LGME-UFF).

| Ordem | Infraclasse/Subordem | Família | Espécie | C1 | | C2 | | C3 | | C4 | | FO | Voucher |
|----------|----------------------|---------------|--------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|---------|
| | | | | NISP | MNI | NISP | MNI | NISP | MNI | NISP | MNI | | |
| Sessila | Subordem Cirripedia | Balanidae | <i>Amphibalanus sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0,25 | LGME10 |
| | | Tetraclitidae | <i>Tetraclita stalactifera</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0,25 | LGME11 |
| Decapoda | Infraordem Anomura | Paguridae | <i>Pagurus sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,25 | LGME12 |
| | Infraordem Brachyura | Aethridae | <i>Hepatus pudibundus</i> | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0,5 | LGME13 |
| | | Grapsidae | <i>Goniopsis cruentata</i> | 1 | 1 | 99 | 54 | 12 | 8 | 43 | 27 | 1 | LGME14 |
| | | Gecarcinidae | <i>Cardisoma guanhumi</i> | 1 | 1 | 13 | 9 | 3 | 2 | 16 | 11 | 1 | LGME15 |
| | | Menippidae | <i>Menippe nodifrons</i> | 2 | 2 | 10 | 10 | 1 | 1 | 22 | 16 | 1 | LGME16 |
| | | Majidae | <i>Mithrax hispidus</i> | 2 | 2 | 11 | 9 | 3 | 3 | 10 | 8 | 1 | LGME17 |
| | | Ocypodidae | <i>Ocypode quadrata</i> | 4 | 4 | 40 | 34 | 6 | 5 | 41 | 29 | 1 | LGME18 |
| | | Ucididae | <i>Ucides cordatus</i> | 23 | 7 | 325 | 104 | 44 | 17 | 394 | 105 | 1 | LGME19 |
| | | Panopeidae | <i>Panopeus austrobesus</i> | 0 | 0 | 6 | 6 | 4 | 3 | 12 | 12 | 0,75 | LGME20 |
| | | | <i>Panopeus rugosus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,25 | LGME21 |
| | | Portunidae | <i>Callinectes danae</i> | 19 | 10 | 247 | 95 | 29 | 15 | 204 | 83 | 1 | LGME22 |
| | | | <i>Callinectes sapidus</i> | 17 | 11 | 207 | 79 | 15 | 12 | 167 | 64 | 1 | LGME23 |
| | | Sesarmidae | <i>Sesarma rectum</i> | 0 | 0 | 12 | 8 | 1 | 1 | 5 | 3 | 0,75 | LGME24 |
| | | Varunidae | <i>Neohelice granulata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,25 | LGME25 |
| Total | | | | 69 | 38 | 973 | 411 | 118 | 67 | 993 | 377 | - | - |

4.3. Descrição da diversidade zooarqueológica

A maior riqueza de espécies dentre as camadas culturais foi mensurada para C4 (Tabela 4), que possui também a maior densidade de indivíduos estimados (MNI) considerando o peso de material bruto (1,57 por kg). Esses resultados, quando comparados com os obtidos para as demais camadas, indicam que a coleta de braquiúros no período registrado por C4 foi mais intensa. As espécies exclusivas dessa camada parecem ter sido resultado de capturas acessórias, isto é, sem intencionalidade. Por outro lado, nessa camada os vestígios de braquiúros apresentaram uma equitabilidade inferior ao estimado para as demais camadas. Assim, poucas espécies foram responsáveis por grande parte da abundância geral dos braquiúros. No caso, as três espécies mais abundantes (*Ucides cordatus* e as espécies do gênero *Callinectes* sp.) representaram 73,6% dos vestígios. Além disso, as espécies que são exclusivas dessa camada foram representadas por poucos espécimes, tratando-se, provavelmente, de captura acessória. Apesar de C4 ser a camada com maior Riqueza de Espécies, em decorrência da baixa equitabilidade, foi menos diversa do que C3 (Índices de Simpson e Shannon) e C2 (Índice de Simpson). Esses resultados indicam que a coleta de crustáceos no período registrado por C4 teve um papel mais central na alimentação da população que edificou o sambaqui e que o esforço de coleta foi mais concentrado nas três espécies de maior importância, como pode ser observado a partir da maior abundância relativa desse conjunto de espécies.

Tabela 4. Densidade de vestígios zooarqueológicos por quilograma de material escavado, riqueza de espécies absoluta (S) e relativa (S%), índice de diversidade de Simpson (D) e Shannon (H'), Equidade (J'), média da distinção taxonômica (Delta+) e variação da distinção taxonômica (Lambda+) por camada cultural (denominadas sequencialmente de C1 até C4).

| Camadas | Densidade | S | S% | D | H' | J' | $\Delta+$ | $\Lambda+$ |
|---------|-----------|----|-------|--------|-------|-------|-----------|------------|
| C1 | 0,62 | 8 | 0,615 | 0,795 | 2,539 | 2,811 | 39,29 | 112,48 |
| C2 | 1,08 | 11 | 0,846 | 0,8193 | 2,752 | 2,642 | 41,16 | 122,78 |
| C3 | 0,91 | 10 | 0,769 | 0,828 | 2,808 | 2,808 | 38,18 | 101,38 |
| C4 | 1,57 | 13 | 1 | 0,8183 | 2,786 | 2,501 | 39,63 | 131,33 |

As camadas C2 e C3 apresentaram algumas características em comum quanto à diversidade dos vestígios de braquiúros. Uma das semelhanças entre essas camadas foi a densidade de indivíduos estimados (1,08 por kg para C2 e 0,91 por kg para C3), menor do que a observada em C4 e maior do que a

observada para C1. Resultados que indicam que a coleta de braquiúros teve menor intensidade nesses períodos do que naqueles registrados por C4. Além disso, essas camadas possuem menor riqueza de espécies e maior equitabilidade que a camada C4. Tal contraste pode ser observado nos índices calculados e na sobreposição das curvas calculadas na série de Rényi (Figura 4). A equitabilidade encontrada nessas camadas (C2 e C3) deve ser resultado de coletas menos direcionadas às espécies preferenciais do que aquelas registradas por C4. Ou seja, os registros de braquiúros dessas camadas parecem ser resultantes de coletas com um caráter mais oportunista, nas quais todos os recursos de fácil acesso eram capturados. Ainda comparando com C4, esta coleta oportunista parece estar acompanhada de uma menor contribuição dos braquiúros na alimentação dos construtores deste sambaqui.

A camada C1 teve a menor densidade de indivíduos estimados (0,62 por quilograma), indicando baixa intensidade da coleta de braquiúros e a maior equitabilidade, o que sugere maior frequência de coletas de caráter oportunista. Apesar disso, devido ao baixo número de espécies encontradas em C1, os índices de diversidade indicam que essa foi a camada menos diversa. Esses resultados sugerem que este período se assemelhou com C2 e C3 quanto à estratégia de coleta e diferiu-se quanto à menor contribuição dos braquiúros para a subsistência dos construtores do Sambaqui da Tarioba.

4.4. Análises estatísticas

A Figura 4 apresenta a série de Rényi, que evidenciou as diferenças quanto à riqueza de espécies e equitabilidade dos vestígios zooarqueológicos ao longo do perfil estratigráfico. A maioria dos índices do perfil de diversidade aponta que C3 foi a camada mais diversa, com exceção daqueles que colocam um peso muito maior para a variável riqueza de espécies (Figura 4). À medida que os índices dão maior peso para a variável equitabilidade, C2 e C3 passam a ser mais diversas do que C4. Em todos os índices de diversidade C1 foi a camada menos diversa.

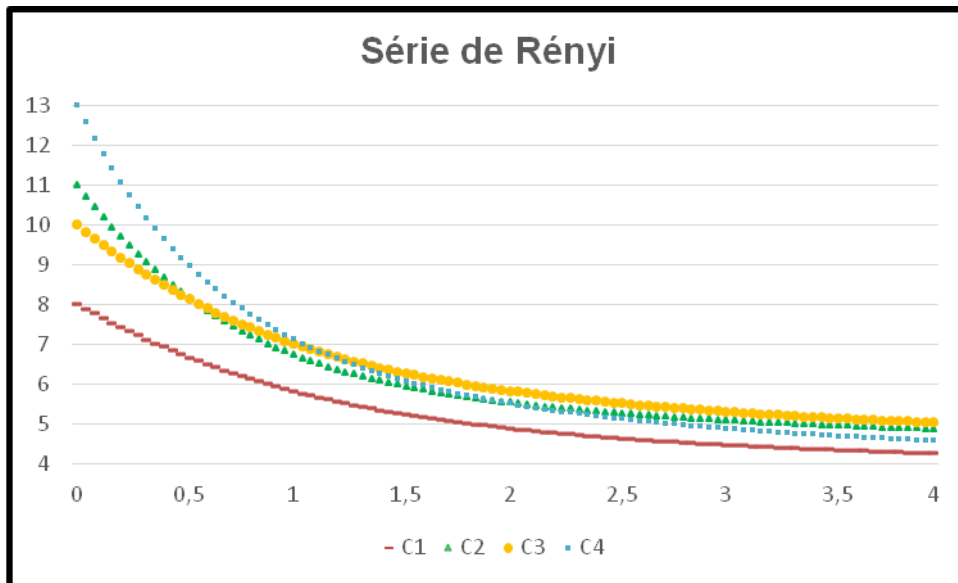


Figura 4. Perfil de diversidade da série de Rényi para todas as camadas culturais (denominadas sequencialmente de C1 até C4). O eixo y corresponde a riqueza de espécies e o eixo x ao parâmetro alpha que, equivale a índices de diversidade. Quanto maior o valor de alpha, maior é o peso atribuído para a variável equitabilidade.

Por sua vez, os testes de distinção taxonômica não revelaram diferenças significativas entre as camadas culturais do Sambaqui da Tarioba (Figura 5). A média da distinção taxonômica variou entre 39,29 e 41,16 para as camadas culturais e foi de 39,63 para o Sambaqui da Tarioba como um todo. Os valores calculados para as camadas culturais não diferem significativamente de reamostragens aleatórias a partir da lista mãe (probabilidades variando entre 0,154 e 0,929). Os resultados da variação da distinção taxonômica variaram entre 101,38 e 131,33 para as camadas culturais e foi de 131,33 para o Sambaqui da Tarioba. Novamente, os valores calculados para as camadas culturais não diferiram significativamente daqueles obtidos através de reamostragens aleatórias tomadas da lista mãe (probabilidades variando entre 0,217 e 0,699). Esses resultados apontam para a estabilidade da diversidade filogenética nos vestígios de braquiúros coletados ao longo das camadas culturais.

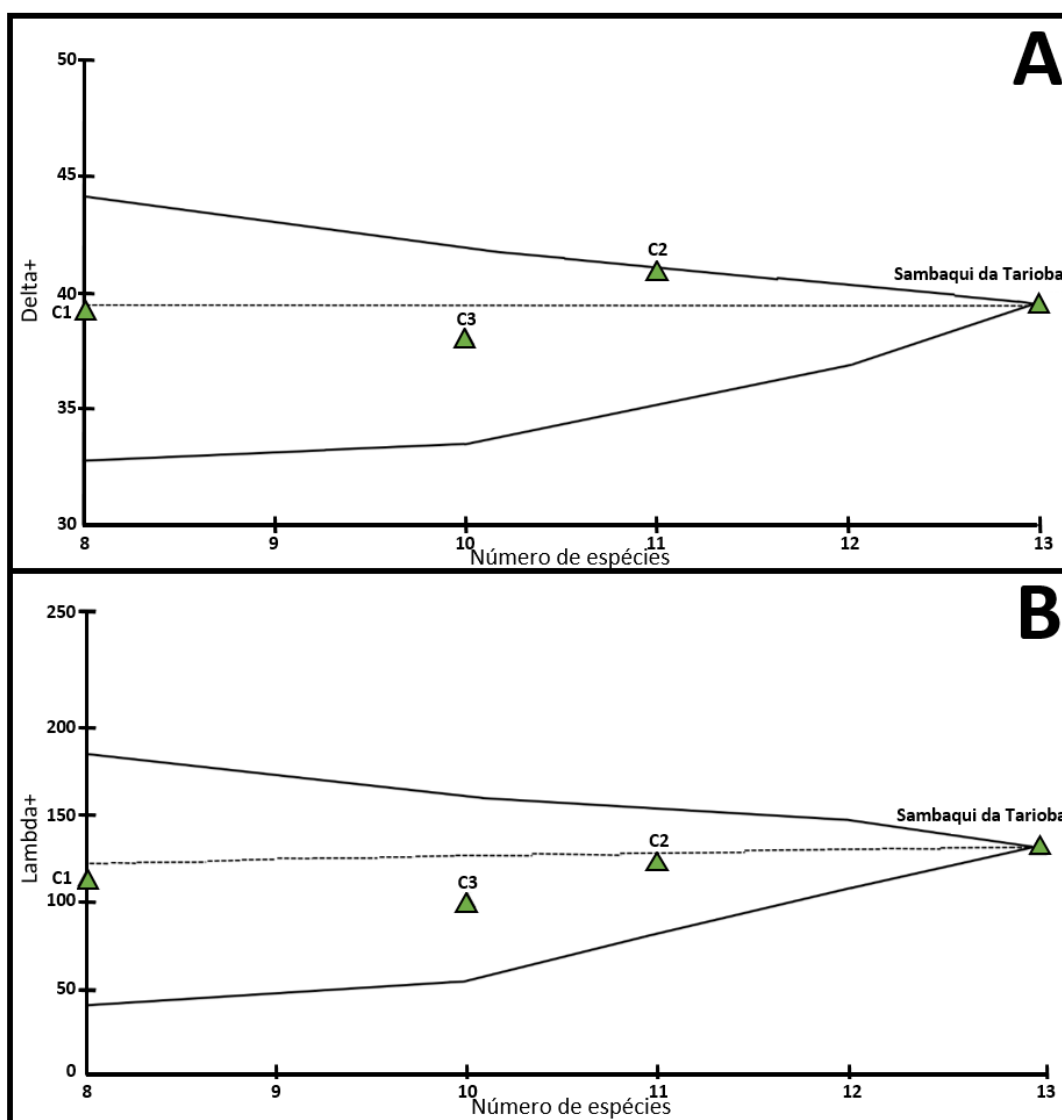


Figura 5. Média da distinção taxonômica (A) e variação da distinção taxonômica (B) do Sambaqui da Tarioba. As camadas do Sambaqui da Tarioba foram comparadas entre si e estão denominadas sequencialmente como C1 até C4. A lista de espécies de C4 foi igual à lista de espécies do Sambaqui da Tarioba e por isto os marcadores foram agrupados. O funil representa o intervalo de confiança de 95%.

A figura 6 apresenta o dendrograma de similaridade entre as camadas culturais baseado nos dados de composição de espécies e abundância de cada uma delas. O resultado apontou alta similaridade para as camadas C2 e C3, reforçando a hipótese de que elas possuem uma identidade quanto à diversidade dos vestígios zooarqueológicos de braquiúros. A camada que apresentou maior singularidade foi C1, provavelmente em decorrência de algumas particularidades como seu menor número de espécies e a maior equitabilidade dos vestígios, além de diferenças na abundância relativa das espécies (apenas nesta camada *Ucides*

cordatus não foi o principal recurso). Todos os agrupamentos formados tiveram alto suporte estatístico (entre 89 e 100%).

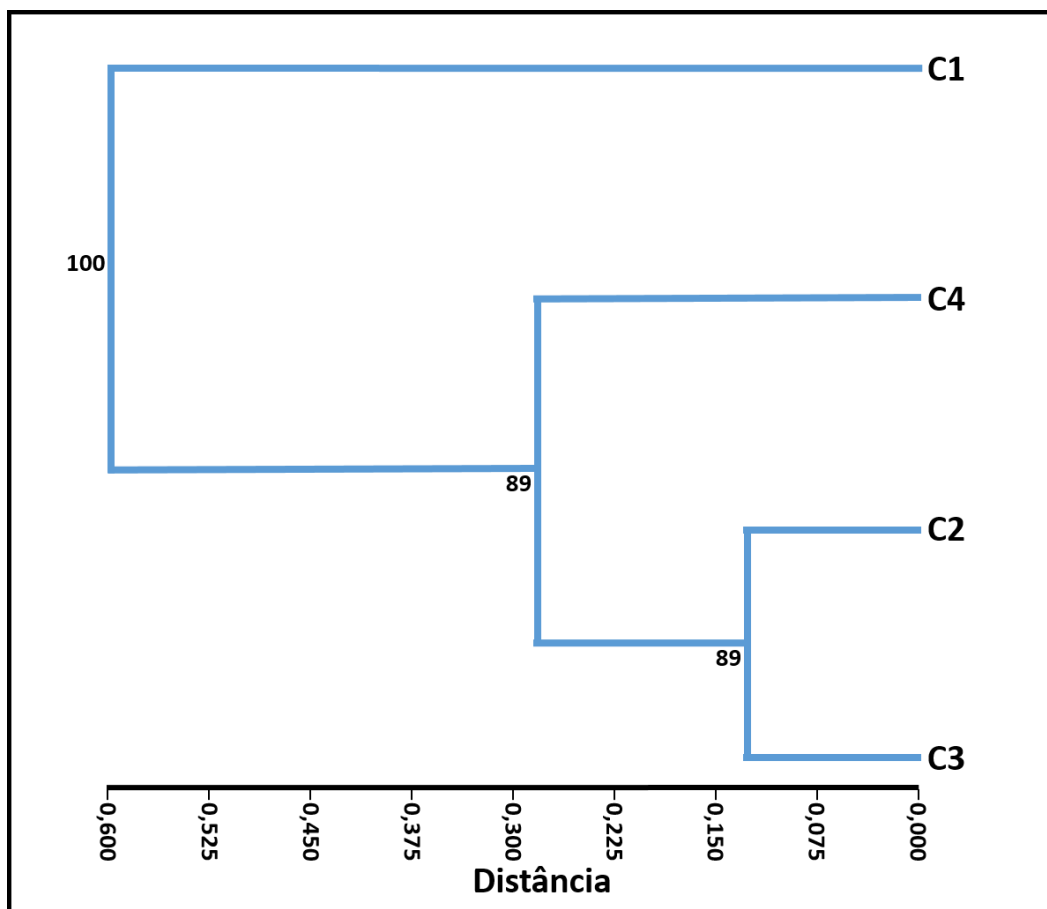


Figura 6. Análise de agrupamento das camadas culturais (denominadas sequencialmente de C1 até C4) com base nos dados de MNI. No nó de cada agrupamento estão os resultados do *bootstrap* em porcentagem.

A análise de componentes principais (Figura 7) mostrou um padrão congruente com a análise de agrupamento. Resultado que demonstra que C1 é singular tanto em relação à composição dos vestígios de braquiúros quanto à composição físico-química. O primeiro componente principal apresentou grande correlação com a variável concentração de fósforo. O segundo componente principal separou as camadas C2 e C3 de C4 e teve maior influência da composição de espécies, especialmente quanto à presença de espécies exclusivas na C4.

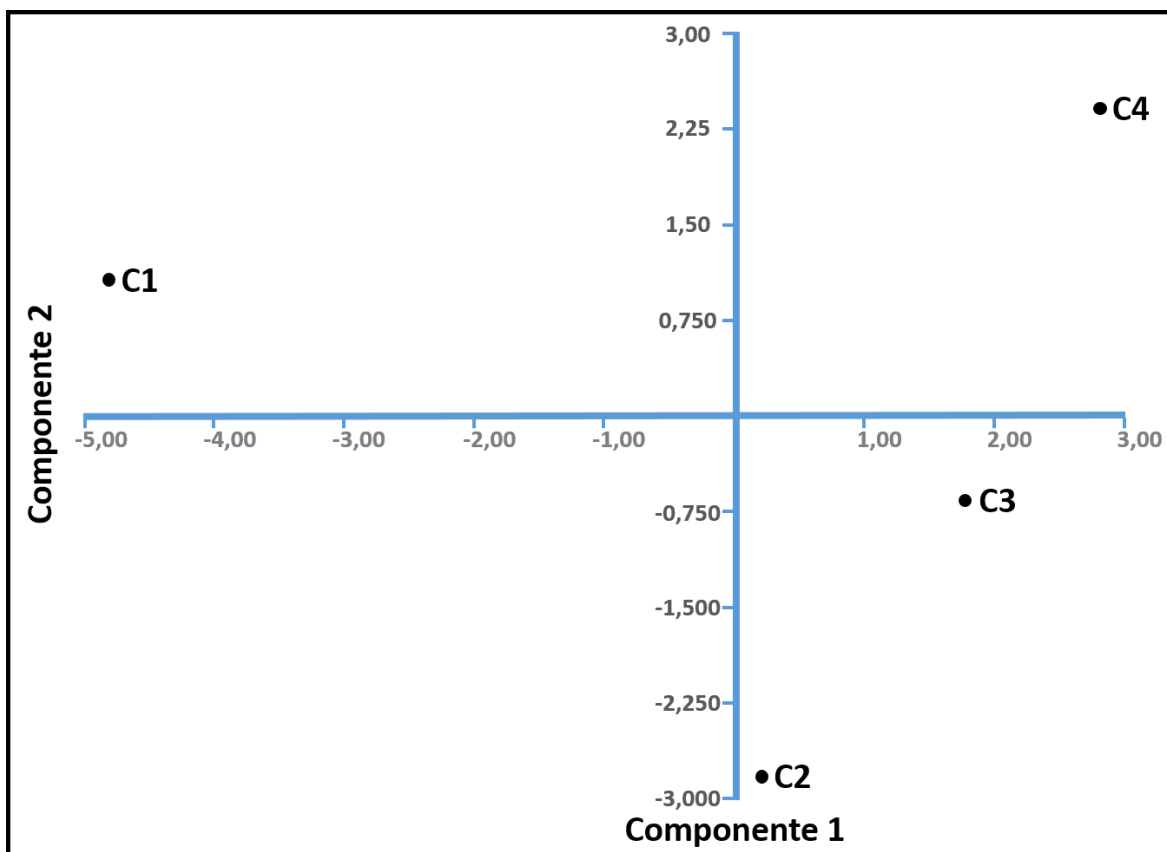


Figura 7. Análise de componentes principais, utilizando as variáveis MNI, índices de diversidade, datação, temperatura, fósforo e granulometria. As camadas culturais foram denominadas sequencialmente de C1 até C4.

Tomando esses resultados em conjunto, foram identificadas duas tendências da camada mais profunda até a mais superficial: 1) diminuição da densidade de indivíduos estimados (MNI por quilograma de material) e 2) aumento da equitabilidade dos vestígios de braquiúros. É possível que as tendências citadas estejam relacionadas com mudanças demográficas, visto que foi encontrada uma maior concentração de fósforo em C1. Dessa forma, um aumento populacional pode ter demandado níveis mais intensos de exploração dos recursos alimentares para que fossem asseguradas as necessidades energéticas e nutricionais dos seres humanos que edificaram este sambaqui. Assim, as mudanças observadas na estratégia de subsistência podem ser interpretadas como respostas às novas questões relativas à subsistência que teriam emergido de tais mudanças no cenário demográfico. Nessa conjectura, à medida que a população dos caçadores-coletores-pescadores cresceu, ela precisou investir mais na coleta de outros recursos alimentares, provavelmente aqueles capazes de prover maior retorno energético, como os peixes. Em

associação a essa reorientação alimentar, eles também teriam realizado a pesca adotando uma estratégia mais oportunista, explorando a diversidade de recursos da região. As mudanças observadas quanto à composição granulométrica reforçam este cenário, indicando que podem ter acontecido modificações na estratégia de subsistência, ao menos para C1, camada dotada também de maior singularidade quanto aos vestígios de braquiúros.

A comparação entre a diversidade de braquiúros da lista do Sambaqui da Tarioba com reamostragens da lista de braquiúros do presente não apresentou diferenças significativas nos testes de distinção taxonômica (Figura 8), com probabilidade associadas de 0,12 para a média da distinção taxonômica e 0,34 para a variação da distinção taxonômica. A média da distinção taxonômica calculada a partir da lista de espécies do Sambaqui da Tarioba foi de 41,16 e a calculada para o presente foi de 44,10, enquanto a variação da distinção taxonômica foi de 131,33 para o Sambaqui da Tarioba e de 169,84 para o presente. Ou seja, o conjunto de espécies de braquiúros coletado pelos construtores do Sambaqui da Tarioba e resistente aos processos tafonômicos não diverge em termos de diversidade filogenética de amostragens aleatórias das espécies que ocorrem no presente para a mesma região. Esse resultado evidencia a estratégia oportunista de obtenção de recursos praticada pelos construtores desse sambaqui.

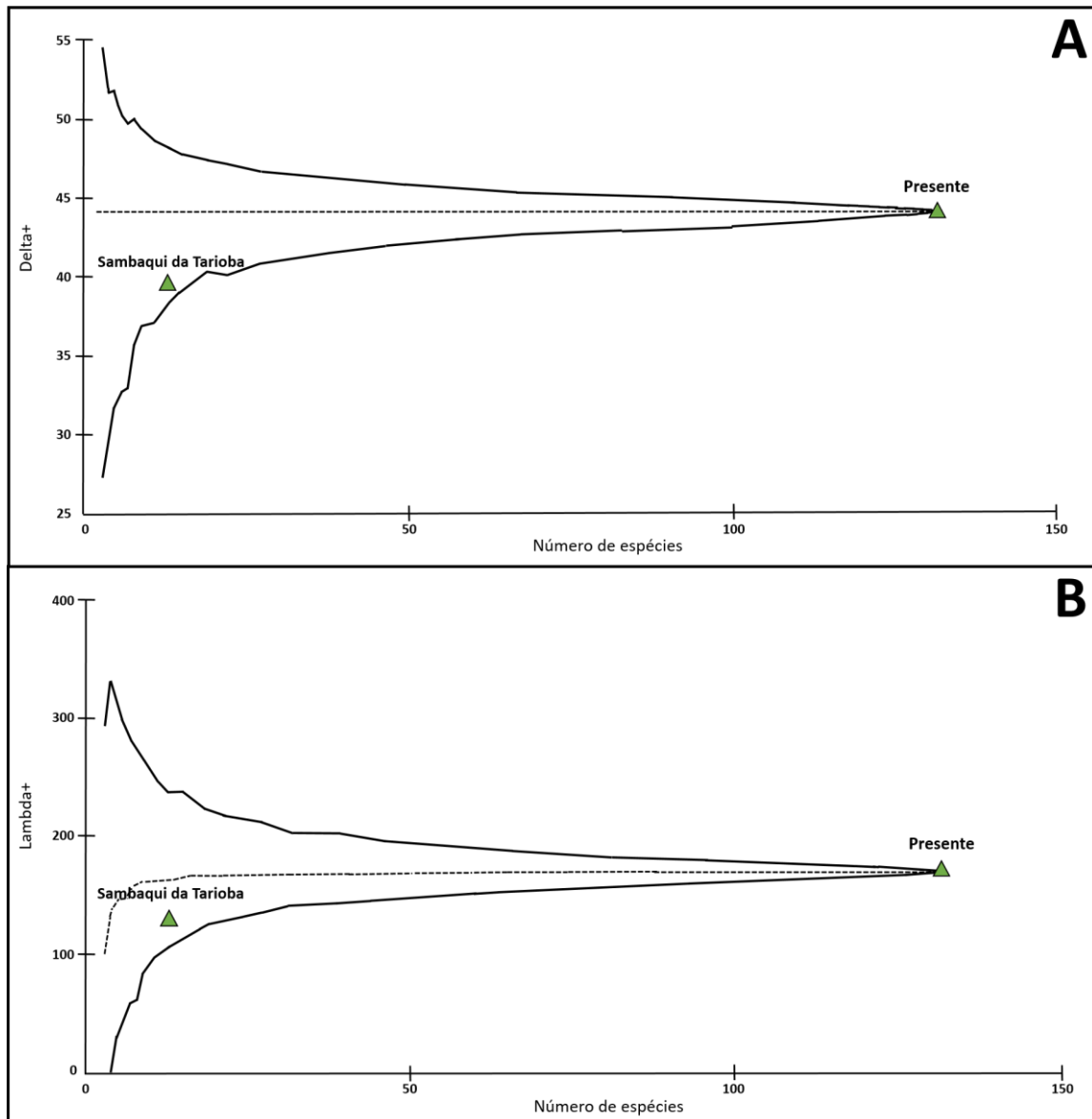


Figura 8. Média da distinção taxonômica (A) e variação da distinção taxonômica (B) do Sambaqui da Tarioba. Nessa análise, as camadas do Sambaqui da Tarioba foram comparadas com a diversidade taxonômica do presente. O funil representa o intervalo de confiança de 95%.

5. DISCUSSÃO

Em geral, o conhecimento produzido a respeito dos vestígios zooarqueológicos de sambaquis foi resultante de pesquisas arqueológicas que buscaram elucidar questões relativas a aspectos culturais e paleoeconômicos (Kneip 1994; Gaspar *et al.* 2007; Klokler *et al.* 2010). Poucos estudos, até o momento, utilizaram esses vestígios faunísticos para investigar o cenário paleoambiental e a biodiversidade do período em que esses sítios foram edificadas. Apesar disso, as faunas dos sítios arqueológicos são importantes fontes de dados a respeito dos ambientes e da biodiversidade nos quais os seres humanos estavam inseridos, constituindo-se, portanto, como fontes fundamentais para a ecologia histórica (Rick & Lockwood 2013). Partindo dessa premissa, as sessões abaixo tiveram o objetivo de expor apontamentos a respeito das condições paleoambientais e da biodiversidade nas quais viveram os construtores do Sambaqui da Tarioba e a relação dessas condições com os vestígios de crustáceos preservados neste sítio.

5.1. *Paleoambiente e exploração de crustáceos*

A maioria dos sambaquis foi construída no período entre 6.000 a 2.000 A.P. (Prous 1992; Lima 2000; Wagner *et al.* 2011) e os sítios encontrados na região do Sambaqui da Tarioba (Região dos Lagos, Rio de Janeiro) datam entre 5.100 e 1.300 A.P. (Tenório *et al.* 2010; Macario *et al.* 2014; Gaspar *et al.* 2019). Durante o período de ocupação do Sambaqui da Tarioba, vários outros sítios coexistiram nessa região, como é o caso do Sambaqui do Forte edificadas entre 5.000 e 2.300 A.P., onde hoje é a cidade de Cabo Frio (22°52'43"S, 42°1'12"O), e o Sambaqui da Beirada datado entre 4.300 e 3.800 A.P., situado na cidade de Saquarema (22°55'12"S, 42°30'37"O). Os sambaquis descritos para a região representam apenas uma pequena parcela do que existiu, visto que muitos sambaquis foram destruídos, tanto por exploração direta para o uso na indústria de cal ou por motivações indiretas como o crescimento urbano que muitas vezes ignorou a existência desses sítios (Calazanz 2016; Afonso 2017). No entanto, a análise da distribuição espacial dos sambaquis no litoral do Rio de Janeiro, em locais cuja presença desses sítios foi mais bem preservada, revela a associação de vários sítios que eram ocupados concomitantemente (Gaspar *et al.* 2019). Este

padrão de assentamento indica que esses povos não eram pequenos grupos de indivíduos como se pensava noutros tempos (Gaspar *et al.* 2019). Dessa forma, o período de ocupação do Sambaqui da Tarioba estava inserido, provavelmente, num contexto de grandes densidades populacionais (Gaspar *et al.* 2007; 2019).

Em relação ao paleoambiente, ele foi marcado por algumas características que favoreceram tal nível de ocupação. Por exemplo, estabilidade climática, especialmente em relação à temperatura que pouco variou ao longo do Holoceno (Thompson *et al.* 2000; Pendall *et al.* 2001; Punyasena *et al.* 2008). A expansão da floresta amazônica a partir de 5.000 anos A.P. foi um processo relevante também, pois provocou alterações no regime pluvial da região, modificando a paisagem que anteriormente havia sido mais árida (Laslandes *et al.* 2006). Esse processo climático coincide com o período no qual os sambaquis passam a ocorrer com maior abundância na Região dos Lagos. Outro fator ambiental que favoreceu as ocupações dos caçadores-coletores-pescadores na Região dos Lagos foi a abundância de recursos marinhos, visto que uma parte importante da paleoeconomia dos povos construtores de sambaqui era direcionada para o mar (Figuti 1993; Figuti & Klokler 1996; Ricken *et al.* 2014; Mendes *et al.* 2018; Fossile *et al.* 2020). Os resultados de isótopos de oxigênio apontam, ainda, para uma já relevante influência da ressurgência costeira, fenômeno oceanográfico que ocorre na região de Arraial do Cabo (22°57'58"S, 42°1'44"O) e se espalha até a área do Sambaqui da Tarioba (Castelao & Barth 2006; Aguilera *et al.* 2016). Esse fenômeno oceanográfico exerce grande influência na região nos dias de hoje e proporciona um grande aporte de nutrientes aos ecossistemas marinhos, contribuindo, assim, para o aumento da produtividade primária (Valentin 2001) e manutenção de grandes estoques pesqueiros como *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) (Chordata, Clupeiformes), *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Arthropoda, Decapoda) e *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Chordata, Perciformes), essa última espécie tendo sido a mais pescada pelos construtores de sambaquis no Rio de Janeiro (Paiva & Motta 2000; Mendonça *et al.* 2012; Lopes *et al.* 2016; Costa *et al.* 2018; Mendes *et al.* 2018). Dessa forma, as condições paleoambientais devem ter favorecido o estabelecimento dos caçadores-coletores-pescadores complexos que encontraram na região um ambiente relativamente estável no que diz respeito ao clima e aos recursos marinhos.

Em contraposição às características favoráveis a ocupação dos caçadores-coletores-pescadores, o paleoambiente passava, também, por variações interanuais nos regimes de vento e chuva que são atribuídas a mudanças de intensidade do El Niño (ENSO- El Niño Oscilação Sul) (Martin *et al.* 1988; Behling 1998; Gyllencreutz *et al.* 2010). Por exemplo, Scheel-Ybert (1999) inferiu, a partir de vestígios antracológicos de sambaquis da Região dos Lagos, uma alternância de períodos úmidos (5.500–4.900/4.500 A.P. e 2.300–2.000 A.P.) e períodos secos (4.900/4.500–2.300 A.P. e 1.400 A.P.). Além dessas variações de ordem climática, outras mudanças importantes na paisagem foram as oscilações do nível do mar que ocorreram ao longo do litoral brasileiro, com subida progressiva desde o início do Holoceno, alcançando o nível máximo há cerca de 5.800 A.P. e, desde então, declinando até o nível atual (Angulo *et al.* 2006). Para a Região dos Lagos, em específico, Castro e colaboradores (2014) estimaram que o período entre 4.771 e 890 A.P. foi marcado por uma redução gradual do nível do mar. Esta transformação no litoral pode ter impactado a abundância dos estoques e sua exploração. Evidências zooarqueológicas que sugerem diferenças em padrões de biodiversidade de moluscos durante o Holoceno recente foram demonstradas para a Lagoa de Araruama (Beauclair *et al.* 2016) e para o litoral dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina (Souza *et al.* 2016). Essas mudanças no padrão de diversidade estão, possivelmente, associadas à diminuição do nível do mar registrada para este período e apontam para um declínio da diversidade dos bivalves e gastrópodes marinhos.

Com relação à fitofisionomia, os vestígios antracológicos dos sambaquis localizados na Região dos Lagos indicam que esses povos pré-cabralinos ocuparam um ambiente estável quanto à vegetação, que era caracterizada pela interface entre três ecossistemas: manguezal, restinga e formações florestais do tipo Mata Atlântica (Scheel-Ybert 1999). A exploração desses ambientes está diretamente relacionada com a composição de grãos do sedimento constituinte do Sambaqui da Tarioba, que foi influenciada, também, por outros ecossistemas marinhos, como as praias. A exploração desses ambientes está diretamente relacionada com a composição de grãos do sedimento constituinte do Sambaqui da Tarioba. Portanto, a estabilidade da fitofisionomia da região nesse período reforça que as diferenças observadas quanto à granulometria do sedimento recuperado em C1 não são produto de modificações no ambiente, mas de

mudanças no modo como os construtores do sambaqui exploravam esses ecossistemas. Por exemplo, para o Sambaqui da Ponta da Cabeça (22°57'S, 42°14'O), também localizado na Região dos Lagos, foi registrado um aumento de vestígios antracológicos de manguezal nas camadas com datações mais próximas do presente. Considerando que a tendência paleoambiental era a redução dos manguezais devido ao declínio do nível do mar, o aumento do número de vestígios antracológicos com origem em manguezais não deve estar associado a causas naturais. Além disso, o aumento na abundância de vestígios de vegetação de manguezal em ambos os casos parece coincidir com um auge da densidade demográfica destes construtores de sambaqui (Tenório *et al.* 1992), indicando uma correlação entre densidade populacional e uma paleoeconomia voltada para extração de recursos nos manguezais.

Os vestígios de crustáceos do Sambaqui da Tarioba atestam a exploração dos ambientes de manguezal, estuário, praia e costão rochoso, sendo a maioria das espécies da infraordem Brachyura, de acordo com o encontrado para outros sambaquis brasileiros (Garcia & Uchôa 1980; Corrêa *et al.* 1987; Figuti 1989; 1994/1995). A maioria das quais (*U. cordatus*, *C. danae* e *C. sapidus*) são espécies utilizadas como recurso pesqueiro nos dias atuais (Diele *et al.* 2005; Côrtes *et al.* 2014), reforçando a relevância do grupo na dieta dos povos construtores de sambaqui. Algumas das espécies identificadas são comumente encontradas em outros sambaquis, especialmente as que foram mais abundantes neste trabalho: *U. cordatus*, *C. danae* e *C. sapidus*. Contudo, um resultado importante do presente trabalho foi o número de espécies descritas que é bem maior do que o encontrado na literatura para sambaquis (Garcia 1972; Corrêa *et al.* 1987; Bandeira 1992; Figuti 1993; Kneip 1994; Uchôa 2009; Cardoso 2018) e maior, também, que aquele registrado para o primeiro setor escavado do mesmo sambaqui (Rodrigues *et al.* 2016a). Essa discrepância provavelmente decorre da escassez de trabalhos que tomaram a diversidade dos vestígios de crustáceos como objeto de estudo, o que dificulta maiores comparações. O nível de fragmentação dos espécimes de crustáceos encontrados nos sambaquis também dificulta a identificação taxonômica, principalmente das espécies mais raras, que na ausência de amostragens exaustivas e busca ativa direcionada a este grupo taxonômico pode passar despercebidas.

Além das espécies que notavelmente são recursos pesqueiros, outras espécies descritas não possuem uso antropológico conhecido, como é o caso de *Pagurus* sp., *Panopeus rugosus* Milne-Edwards, 1880, *Mithrax hispidus* (Herbst, 1790) e *Neohelice granulata* (Dana, 1851). Outros sambaquis apresentam a presença de espécies sem uso antropológico conhecido, caso já registrado em grupos taxonômicos como moluscos (Gaspar 1991; Beauclair *et al.* 2016) e peixes (Kneip 1994). O fato de que nem todas as espécies registradas para os sambaquis têm uma utilidade reconhecida indica que a sua coleta deve ter sido acidental, o que já foi sugerido por outros autores (Gaspar 1991; Beauclair *et al.* 2016). Isto justifica, também, baixa frequência e pequena abundância dessas espécies no Sambaqui da Tarioba. Contudo, outra explicação possível, e não contraditória com a captura acidental, é que a menor frequência e abundância de algumas espécies reflete a sua situação no ambiente no tempo da construção dos sambaquis.

5.2. Diversidade de *Brachyura* do Holoceno

Os vestígios zooarqueológicos, além de informar a respeito da paleoeconomia e da cultura podem, também, ser indicadores da diversidade biológica dos ecossistemas nos quais os seres humanos exploravam os seus recursos (Rick & Lockwood 2013; Wolverton & Nagaoka 2018). Quando analisados dentro do enquadramento da ecologia histórica, esses vestígios constituem-se nos registros mais antigos das interações entre humanos e a fauna (Rick & Lockwood 2013). Ao possibilitar abordagens de longo prazo, esses vestígios podem ser utilizados na resolução de diversas questões a respeito da diversidade biológica como na avaliação de hipóteses biogeográficas (Grayson 1998), na identificação e documentação de processos de bioinvasão e extinções locais (Culotta 1995; Steadman 1995). A descrição da fauna de sítios zooarqueológicos também é importante para a elaboração de *baselines*, que são inventários de referência que permitem o acesso de uma parcela da composição de espécies num determinado local e tempo. Tais *baselines* são essenciais para informar políticas de conservação e manejo da biodiversidade (Wolverton & Nagaoka 2018). Dessa forma, a lista de espécies produzida nesse trabalho informa a respeito da diversidade de crustáceos que existia nos ambientes explorados pelos construtores do Sambaqui da Tarioba. Nesse sentido, destaca-

se a ocorrência de espécies que parecem ter seu primeiro registro em sambaquis até o momento, como é o caso de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787), *Panopeus austrobesus* Williams, 1983, *P. rugosus*, *Sesarma rectum* Randall, 1840, *Pagurus* sp. e *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818).

As espécies registradas aqui para o Sambaqui da Tarioba representam 9,8% daquelas que podem ser encontradas para Região do Lagos, Rio de Janeiro⁵. Em relação aos outros níveis taxonômicos, essas espécies abarcam 14% dos gêneros e 38% das famílias (considerados os mesmos critérios utilizados para definir as espécies). Além de preservar uma parcela expressiva da diversidade de braquiúros disponíveis no entorno do sambaqui, os resultados obtidos para os índices de diversidade são comparáveis a valores estimados para comunidades atuais de braquiúros na costa brasileira. Por exemplo, os valores obtidos para o índice de Shannon são similares aqueles apresentados por Bertini e colaboradores analisando a fauna de braquiúros das baías do Mar Virado, de Ubatumirim e Ubatuba (São Paulo) que variaram entre 0,72 e 2,74 (Bertini & Fransozo 2004; Bertini *et al.* 2010). Do mesmo modo, Mantelatto & Fransozo (2000) estimaram valores de diversidade entre 1,1 e 2,22 para a comunidade de braquiúros da Baía de Ubatuba e Junior e colaboradores (2010) estimaram valores entre 1,16 e 1,62 para a comunidade de Saco de Limões (Florianópolis, Santa Catarina, Brasil).

Com relação aos testes de distinção taxonômica, os resultados obtidos indicaram a ausência de diferenças significativas entre a diversidade do Holoceno recente e das amostragens aleatórias da diversidade do presente na Região dos Lagos. Esses testes avaliam a diversidade de comunidades biológicas definindo a estrutura taxonômica (ou filogenética) como um parâmetro central. A principal premissa assumida é que as comunidades biológicas em que as espécies são filogeneticamente mais distantes uma das outras são as comunidades mais diversas (Magurran 2004; Cianciaruso *et al.* 2009). Testes dessa natureza têm sido largamente utilizados com finalidades de monitoramento ambiental (Warwick

⁵Nesta comparação foram consideradas as espécies que poderiam ser exploradas com o aparato tecnológico dos caçadores-coletores-pescadores, bem como estar disponíveis nas proximidades do sítio. Nesse sentido foram consideradas apenas as espécies que: 1) são maiores do que a malha da peneira sob a qual o material zooarqueológico foi selecionado, 2) ocorrem em águas com profundidade menor do que 10 metros; 3) Não são exclusivas de ambientes de água doce e 4) podem alcançar um tamanho maior que 4mm.

& Clarke 1998), avaliações dos efeitos de impactos ambientais na estrutura taxonômica das comunidades (Guo *et al.* 2001; Gristina *et al.* 2006; Wildsmith *et al.* 2009; Gallardo *et al.* 2011) e no estudo de padrões de biodiversidade (Wiens & Donoghue 2004; Tolimieri & Anderson 2010; Fritz & Rahbek 2012; Jetz *et al.* 2012; Winter *et al.* 2013). Mais recentemente, esses testes têm sido utilizados para avaliar se os sambaquis são eficientes em recuperar informações a respeito da diversidade do passado. Os resultados obtidos têm indicado que os sambaquis são bons repositórios de informação a respeito da fauna de moluscos (Faria *et al.* 2014; Arruda *et al.* 2019; Pádua *et al.* 2019) e peixes (Mendes *et al.* 2020), o que parece se confirmar aqui no caso dos braquiúros. Esses resultados reforçam que o uso desses sítios como amostradores indiretos da diversidade do Holoceno recente é promissor.

A grande diversidade de espécies biológicas presente nos vestígios faunísticos dos sambaquis indica o grande potencial desses sítios para pesquisas em zooarqueologia aplicada e ecologia histórica (Klokler *et al.* 2010; Souza *et al.* 2012; Lopes *et al.* 2016; Mendes *et al.* 2018; Fossile *et al.* 2020; Pádua *et al.* 2019). Tal característica é, segundo defende Bartz (2018), decorrente da estratégia de pesca “oportunista” que foi praticada pelos povos construtores de sambaqui. Isto é, esses povos coletavam todos os recursos disponíveis e acessíveis nos ecossistemas que exploravam. Os resultados aqui apresentados coadunam com essa hipótese e indicam, ainda, que os construtores do Sambaqui da Tarioba aprofundaram essa estratégia no decorrer da ocupação. Esta prática é um dos fatores que explica parcialmente como a diversidade de vestígios zooarqueológicos presentes no Sambaqui da Tarioba apresentaram valores comparáveis aqueles obtidos a partir de amostragens do presente. Outros fatores que explicam a diversidade taxonômica encontrada nos sambaquis é a condensação de vestígios oriundos dos diferentes ambientes explorados, a captura a partir de artes de pesca variadas e o intervalo de coleta que, nesse caso, foi superior a 500 anos (Macario *et al.* 2014). Assim, os sambaquis, por registrarem muitos componentes da fauna marinha do Holoceno recente, por serem abundantes em uma ampla faixa da costa brasileira e por terem uma estrutura estratigráfica que facilita a datação dos vestígios zooarqueológicos (Lima *et al.* 2002; 2003), são essenciais para a compreensão da diversidade costeira ao longo do Holoceno recente.

6. CONCLUSÃO

A riqueza de espécies de crustáceos encontradas no Sambaqui da Tarioba é maior do que o registrado para os outros sítios do país. Os vestígios zooarqueológicos demonstraram que os braquiúros foram coletados recorrentemente ao longo de centenas de anos e, portanto, foram importantes na dieta dos construtores deste sambaqui. A primeira camada diferiu-se das demais tanto em relação a composição de fósforo quanto a granulometria do seu sedimento. Diferenças entre a densidade de vestígios nas camadas indicaram que a importância dos braquiúros para os seres humanos possivelmente reduziu-se ao longo da ocupação. Por fim, os valores de diversidade estimados para os vestígios dos braquiúros são comparáveis aos obtidos em estudos com comunidades atuais e não foram encontradas diferenças significativas entre a diversidade taxonômica da lista de espécies do Sambaqui da Tarioba e o inventário de espécies atuais para a mesma região. Dessa forma, esses dados zooarqueológicos são relevantes para estudos relacionados à diversidade de crustáceos daquele período.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso MC (2017) Arqueologia dos sambaquis no litoral de São Paulo: Análise da distribuição dos sítios e cronologia. *Especiaria-Cadernos de Ciências Humanas*, 17(30):203-227.
- Aguilera AO, Belem AL, Angelica R, Macario KD, Crapez M, Nepomuceno A, Paes E, Tenorio MC, Dias F, Souza RCCL, Rapagna L, Carvalho C & Silva EP (2016) Fish bone diagenesis in southeastern Brazilian shell mounds and its importance for paleoenvironmental studies. *Quaternary International*, 391:18-25.
- Álvarez M, Godino IB, Balbo A & Madella M (2011) Shell middens as archives of past environments, human dispersal and specialized resource management. *Quaternary International*, 239:1-7.
- Álvarez-Fernández E (2015) Continuity of human-marine fauna interaction during the Holocene in Cantabrian Spain. *Quaternary International*, 364:188-195.
- Álvarez-Fernández E, Barrera I, Borja A, Fernández MJ, Iriarte MJ & Arrizabalaga A (2013) Biometric analysis of the stalked barnacle *Pollicipes pollicipes*, at a Holocene archaeological site in Jaizkibel (Basque Country, northern Spain). *The Holocene*, 23(10):1373-1380.
- Angulo RJ, Lessa GC & Souza MC (2006) A critical review of mid to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, 25:486-506.
- Arruda TA, Duarte MR, Souza RCCL, Soares-Gomes A & Silva EP (2019) Zooarqueología de los restos malacológicos de Sambaqui da Tarioba (Rio das Ostras-RJ, Brasil). *Archaeofauna: International Journal of archaeozoology*, 28:95-104.
- Ashkenazi S, Motro U, Goren-Inbar N, Biton R & Rabinovich R (2005) New morphometric parameters for assessment of body size in the fossil freshwater crab assemblage from the Acheulian site of Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Journal of Archaeological Science*, 32(5):675-689.
- Aspila KI, Agemian H & Chau ASY (1976) A semi-automated method for the determination of inorganic, organic and total phosphate in sediments. *Analyst*, 101(1200):187-197.
- Bailey GN & Craighead A (2003) Late Pleistocene and Holocene coastal palaeoeconomies: a reconsideration of the molluscan evidence from Northern Spain. *Geoarchaeology*, 18(2):175-204.
- Bailey GN (1975) The role of molluscs in coastal economies: The results of midden analysis in Australia. *Journal of Archaeological Science*, 2(1):45-62.
- Balbo A, Madella M, Godino IB & Álvarez M (2011) Shell midden research: An interdisciplinary agenda for the Quaternary and Social Sciences. *Quaternary International*, 239(1-2):147-152.
- Bandeira DR (1992) Mudança na estratégia de subsistência: o sítio arqueológico Enseada I: Um estudo de caso. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 127 p.

- Bartz MC (2018) Pesca e sustentabilidade: O estudo do patrimônio arqueológico da praia grande em São Francisco do Sul-SC dos tempos pretéritos ao atual. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Patrimônio Cultural e Sociedade, Universidade da Região de Joinville, Joinville, 143 p.
- Beauchclair M, Duarte MR & Silva EP (2016) Sambaquis (shell mounds) and mollusk diversity in the past history of Araruama Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 11(1):47-59.
- Behling H (1998) Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99:143-156.
- Bertini G & Fransozo A (2004) Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of Sao Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13:2185-2207.
- Bertini G, Fransozo A & Negreiros-Fransozo ML (2010) Brachyuran softbottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. *Marine Biodiversity*, 40(4):277-291.
- Best J & Mulville J (2016) Birds from the water: Reconstructing avian resource use and contribution to diet in prehistoric scottish island environments. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 6:654-664.
- Birckolz CJ (2011) Fauna malacológica em dois sambaquis do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Biotemas*, 24(3):39-49.
- Braje TJ & Delong RL (2008) Ancient sea mammal exploitation on the south coast of San Miguel Island. In: Damiani CC, Garcelon DK (eds) *Proceedings of the Seventh California Islands Symposium*. Institute for Wildlife Studies, Arcata, p. 43-52.
- Calazans MO (2016) Os sambaquis e a arqueologia no Brasil do século XIX. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em História Social do Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 173 p.
- Campbell CR & Schmidt L (2001) Molluscs and echinoderms from the Emily Bay settlement site, Norfolk Island. *Records-Australian Museum*, 53:109-114.
- Cardoso JM (2018) O sítio costeiro Galheta IV: Uma perspectiva zooarqueológica. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etonologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 222 p.
- Castelao RM & Barth JA (2006) Upwelling around Cabo Frio, Brazil: The importance of wind stress curl. *Geophysical Research Letters*, 33(3):1-4.
- Castilho PV & Lopes PCS (2008) Sea mammals in archaeological sites on the southern coast of Brazil. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 18:101-113.
- Castro JWA, Suguio K, Seoane J, Cunha AM & Dias FF (2014) Sea-level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86(2):671-683.
- Ceci L (1984) Shell midden deposits as coastal resources. *World Archaeology*, 16(1):62-74.

- Cianciaruso MV, Silva IA & Batalha MA (2009) Diversidades filogenética e funcional: Novas abordagens para a Ecologia de Comunidades. *Biota Neotropica*, 9(3):93-103.
- Claassen C (1991) Gender, shellfishing, and the shell mound archaic. In: Gero J, Conckey MW (eds) *Engendering Archaeology: Women and Prehistory*. Basil Blackwell, Oxford, p. 276-300.
- Clarke KR & Warwick RM (1998) A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35:523-531.
- Clarke KR & Warwick RM (2001) A further biodiversity index applicable to species lists: Variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series*, 216:265-278.
- Coles JM (1971) The early settlement of Scotland: Excavations at Morton, Fife. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 37:284-366.
- Corrêa MMG, Zwink W & Brum INS (1987) Ocorrências de crustáceos no sambaqui Zé Espinho. In: Kneip LM (ed) *Coletores e pescadores pré-históricos de Guaratiba, Rio de Janeiro*. UFF/UFRJ, Niterói/Rio de Janeiro, p. 217-227.
- Côrtes LHO, Zappes CA & Beneditto APM (2014) Extração e cadeia produtiva do caranguejo-uçá no norte do Rio de Janeiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40(4):639-656.
- Costa RC, Carvalho-Batista A, Herrera DR, Pantaleão JAF, Teodoro SDSA & Davanzo TM (2018) Carcinofauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em Macaé, Rio de Janeiro, Sudeste Brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(3):611-624.
- Culotta E (1995) Many suspects to blame in Madagascar extinctions. *Science*, 268:1568-1570.
- DeBlasis P, Fish SK, Gaspar MD & Fish PR (1998) Some references for the discussion of complexity among the sambaqui moundbuilders from the southern shores of Brazil. *Revista de Arqueologia Americana*, 15:75-105.
- DeBlasis P, Kneip A, Scheel-Ybert R, Giannini PC & Gaspar M (2007) Sambaquis e paisagem: Dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. *Arqueologia Suramericana*, 3:29-61.
- Dias O (2001) O Sambaqui da Tarioba. In: Dias O, Decco J, Fróes MM (eds) *A pré-história de Rio das Ostras: Sítio arqueológico Sambaqui da Tarioba*. Inside, Rio das Ostras, p 37-50.
- Diele K, Koch V & Saint-Paul U (2005) Population structure, catch composition and CPUE of the artisanally harvested mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae) in the Caeté estuary, North Brazil: Indications for overfishing? *Aquatic Living Resources*, 18:169-178.
- Erlandson JM & Fitzpatrick SM (2006) Oceans, islands, and coasts: Current perspectives on the role of the sea in human prehistory. *Journal of Island & Coastal Archaeology*, 1(1):5-32.
- Erlandson JM (1988) The role of shellfish in prehistoric economies: A protein perspective. *American Antiquity*, 53(1):102-109.

- Erlandson JM (1991) Shellfish and seeds as optimal resources: Early Holocene subsistence on the Santa Barbara coast. In: Erlandson J, Colten R (eds) *Hunter-gatherers of Early Holocene Coastal California, Perspectives in California Archaeology 1*. Institute of Archaeology, Los Angeles, p. 89-100.
- Erlandson JM (1994) *Early Hunter-Gatherers of the California Coast*. Plenum Press, New York, 360 p.
- Erlandson JM (2013) Shell middens and other anthropogenic soils as global stratigraphic signatures of the Anthropocene. *Anthropocene*, 4:24-32.
- Faria RGS, Silva EP & Souza RCCL (2014) Biodiversity of marine molluscs from sambaqui da tarioba, Rio das Ostras, Rio de Janeiro (Brazil). *Revista Chilena de Antropología*, 29:49-51.
- Figuti L & Klokler D (1996) Resultados preliminares dos vestígios zooarqueológicos do sambaqui Espinheiros II (Joinville, SC). *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 6:169-187.
- Figuti L (1989) Estudo dos vestígios faunísticos do sambaqui Cosipa-3, Cubatão – SP. *Revista de Pré-História*, 7:112-126.
- Figuti L (1993) O homem pré-histórico, o molusco e o sambaqui. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 3:67-80.
- Figuti L (1994/1995) Os sambaquis Cosipa (4200 a 1200 anos AP): estudo da subsistência dos povos pescadores coletores pré-históricos da Baixada Santista. *Revista de Arqueologia*, 8(2):267-283.
- Figuti L (1998) Estórias de arqueo-pescador: Considerações sobre a pesca nos sítios de grupos pescadores-coletores do litoral. *Revista Arqueologia*, 11:57-70.
- Fischer PF (2012) Os moleques do morro e os moleques da praia: Estresse e mortalidade em um sambaqui fluvial (Moraes, Vale do Ribeira de Iguape, SP) e em um sambaqui litorâneo (Piaçaguera, Baixada Santista, SP). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etonologia da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 124 p.
- Fossile T, Ferreira J, Bandeira DR, Dias-da-Silva S & Colonese AC (2020) Integrating Zooarchaeology in the conservation of coastal-marine ecosystems in Brazil. *Quaternary International*, 545:38-44.
- Fritz SA & Rahbek C (2012) Global patterns of amphibian phylogenetic diversity. *Journal of Biogeography*, 39:1373-1382.
- Gallardo B, Gascón S, Quintana X & Comín FA (2011) How to choose a biodiversity indicator: Redundancy and complementarity of biodiversity metrics in a freshwater ecosystem. *Ecological Indicators*, 11(5):1177-1184.
- Garcia CR & Uchôa DP (1980) Piaçaguera: Um sambaqui do litoral do estado de São Paulo, Brasil. *Revista de Pré-História*, 2:11-81.
- Garcia CR (1972) Estudo comparado das fontes de alimentação de duas populações pré-históricas do litoral paulista. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 128 p.

- Gaspar MD (1991) Aspectos da organização social de um grupo de pescadores, coletores e caçadores que ocupou o litoral do estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 362 p.
- Gaspar MD, Bianchini GF, Berredo AL & Lopes MS (2019) A ocupação sambaquieira no entorno da Baía de Guanabara. *Revista de Arqueologia*, 32(2):36-60.
- Gaspar MD, Buarque A, Cordeiro J & Escórcio E (2007) Tratamento dos mortos entre os Sambaquieiros, Tupinambá e Goitacá que ocuparam a Região dos Lagos, Estado do Rio de Janeiro. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 17:169-189.
- Gotelli NJ & Colwell RK (2001) Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4:379-391.
- Grasshoff K, Ehrhardt M & Kremling K (1999) *Methods of sea water analysis*. Wiley-VCH, Weinheim, 632 p.
- Grayson DK (1998) Moisture history and small mammal community richness during the latest Pleistocene and Holocene, northern Bonneville Basin, Utah. *Quaternary Research*, 49(3):330-334.
- Gristina M, Bahri T, Fiorentino F & Garafalo G (2006) Comparison of demersal fish assemblages in three areas of the Strait of Sicily under different trawling pressure. *Fisheries Research*, 81:60-71.
- Guo Y, Somerfield PJ, Warwick RM & Zhang Z (2001) Large-scale patterns in the community structure and biodiversity of freeliving nematodes in the Bohai Sea, China. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81:755-763.
- Gyllencreutz R, Mahiques MMD, Alves DVP & Wainer IKC (2010) Mid-to late-Holocene paleoceanographic changes on the southeastern Brazilian shelf based on grain size records. *The Holocene*, 20(6):863-875.
- Hammer O, Harper DAT & Ryan PD (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1):1-9.
- Hardy AC (1960) Was man more aquatic in the past? *New Scientist*, 7:642-645.
- He F & Hu X (2005) Hubbell's fundamental biodiversity parameter and the Simpson diversity index. *Ecology Letters*, 8(4):386-390.
- Henshilwood CS, van Niekerk KL, Wurz S, Delagnes A, Armitage SJ, Rifkin RF, Douze K, Keene P, Haaland MM, Reynard J, Discamps E & Mienies SS (2014) Klipdrift Shelter, southern Cape, South Africa: Preliminary report on the Howiesons Poort layers. *Journal of Archaeological Science*, 45:284-303.
- Jerardino A & Marean CW (2010) Shellfish gathering, marine palaeoecology and modern human behavior: Perspectives from Cave PP13b, Pinnacle Point, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 59:412-424.

- Jerardino A & Navarro R (2002) Cape rock lobster (*Jasus lalandii*) remains from South African west coast shell middens: Preservational factors and possible bias. *Journal of Archaeological Science*, 29(9):993-999.
- Jetz W, Thomas GH, Joy JB, Hartmann K & Mooers AO (2012) The global diversity of birds in space and time. *Nature*, 491:444-448.
- Jew NP, Braje TJ & Erlandson JM (2016) Pinnipeds and Paleocoastal Middens: A Case Study From Point Bennett, San Miguel Island, California. *The Journal of Island and Coastal Archaeology*, 11(2):294-303.
- Junior FF, Christoffersen ML & Branco JO (2010) Monitoring of carcinofauna abundance and diversity during eight years of expressway construction in Santa Catarina, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(3):461-473.
- Keeley LH (1988) Hunter-gatherer economic complexity and 'population pressure': A cross-cultural analysis. *Journal of Anthropology and Archaeology*, 7:373-411.
- Kennett DJ (2005) *The Island Chumash: Behavioral Ecology of a Maritime Society*. University of California Press, Berkeley, 310 p.
- Klokler D, Villagrán XS, Giannini PCF, Peixoto S & DeBlasis P (2010) Juntos na costa: Zooarqueologia e geoarqueologia de sambaquis do litoral sul catarinense. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 20:53-75.
- Kneip LM (1994) Cultura material e subsistência das populações pré-históricas de Saquarema, RJ. Documento de trabalho, Série Arqueologia, 2:1-120.
- Kneip LM, Ferreira AMM, Araujo DSD, Mello EMB, Vogel MAC & Aguiar NVO (1986) Pesquisas arqueológicas no Sambaqui Zé Espinho – Guaratiba, Rio de Janeiro: Contribuição à visão interdisciplinar. *Revista do Museu Paulista*, 31:78-100.
- Kyriacou K, Parkington JE, Marais AD & Braun DR (2014) Nutrition, modernity and the archaeological record: Coastal resources and nutrition among Middle Stone Age hunter-gatherers on the western Cape coast of South Africa. *Journal of Human Evolution*, 77:64-73.
- Kyriacou K, Parkington JE, Will M, Kandel AW & Conard NJ (2015) Middle and Later Stone Age shellfish exploitation strategies and coastal foraging at Hoedjiespunt and Lynch Point, Saldanha Bay, South Africa. *Journal of Archaeological Science*, 57:197-206.
- Lamarck JPBAM (1818) *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. Tomo 5. Verdière, Paris, 612 p.
- Langejans GHJ, van Niekerk KL, Dusseldorp GL & Thackeray JF (2012) Middle Stone Age shellfish exploitation: Potential indications for mass collecting and resource intensification at Blombos Cave and Klasies River, South Africa. *Quaternary International*, 270:80-94.
- Laslandes B, Sylvestre F, Sifeddine A, Turcq B, Albuquerque ALS & Abrão J (2006) Enregistrement de la variabilité hydroclimatique au cours des 6500 dernières années sur le littoral de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brésil). *Comptes Rendus Geoscience*, 338:667-675.

- Lightfoot K (1993) Long-term developments in complex hunter-gatherer societies: Recent perspectives from the Pacific coast of North America. *Journal of Archaeological Research*, 1(3):167-201.
- Lima TA & Mazz JL (2000) La emergencia de complejidad entre los cazadores-recolectores de la costa atlántica meridional sudamericana. *Revista de Arqueología Sudamericana*, 17/18/19:129-175.
- Lima TA (2000) Em busca dos frutos do mar: Os pescadores-coletores do litoral centro-sul do Brasil. *Revista da Universidade de São Paulo*, 44:270-327.
- Lima TA, Macario KD, Anjos RM, Gomes PRS, Coimbra MM & Elmore E (2002) The antiquity of the prehistoric settlement of the central-south Brazilian coast. *Radiocarbon*, 44(3):733-738.
- Lima TA, Macario KD, Anjos RM, Gomes PRS, Coimbra MM & Elmore E (2003) AMS dating of early shellmounds of the southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Physics*, 33(2):276-79.
- Lopes MS, Bertucci TCP, Rapagnã L, Tubino RA, Monteiro-Neto C, Tomas ARG, Tenório MC, Lima T, Souza R, Carrillo-Briceño JD, Haimovici M, Macario K, Carvalho C & Aguilera AO (2016) The path towards endangered species: Prehistoric fisheries in southeastern Brazil. *PLoS ONE*, 11(6):1-36.
- Losey RJ, Yamada SB & Largaespada L (2004) Late-Holocene Dungeness crab (*Cancer magister*) harvest at an Oregon coast estuary. *Journal of Archaeological Science*, 31(11):1603-1612.
- Lyman RL (1994) Quantitative units and terminology in zooarchaeology. *American Antiquity*, 59(1):36-71.
- Macario KD, Souza RCCL, Trindade DC, Decco J, Lima TA, Aguilera OA, Marques NA, Alves EQ, Oliveira FM, Chanca IS, Carvalho C, Anjos RM, Pamplona FC & Silva EP (2014) Chronological model of a Brazilian Holocene shellmound (Sambaqui da Tarioba, Rio de Janeiro, Brazil). *Radiocarbon*, 56(2):489-499.
- Magurran AE (2004) *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Malden, 264 p.
- Mantelatto F & Fransozo A (2000) Brachyuran community in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo state, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, 19(2):701-709.
- Martin L, Flexor JM & Valentin JL (1988) Influence du phénomène océanique pacifique 'El Niño' sur l'upwelling et le climat de la région de Cabo Frio, sur la côte brésilienne de l'État de Rio de Janeiro. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 307:1101-1105.
- McIntosh RP (1967) An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Ecology*, 48(3):392-404.
- McLaughlin PA, Komai T, Lemaitre R & Rahayu DL (2010) Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheididae of the Galatheaidea) Part I—Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 23:5-107.

- Meehan B (1982) Shell Bed to Shell Midden. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra, 189 p.
- Mello EMBD & Coelho AC (1989) Moluscos encontrados no sambaqui de Camboinhas, Itaipu, Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 84:377-380.
- Mendes AB, Duarte MR & Silva EP (2018) Biodiversity of Holocene marine fish of the southeast coast of Brazil. Biota Neotropica, 18(1):1-14.
- Mendes AB, Silva EP & Duarte MR (2020) Can sambaquis (shell mounds) be used as records of the Holocene marine fish biodiversity? Biodiversity and Conservation, 29(1):39-56.
- Mendonça FM, Valle R & Coutinho R (2012) A cadeia produtiva da pesca artesanal em Arraial do Cabo: análise e propostas de melhoria. In: Caldasso LP, Valle R, Vinha V (eds) Governança em Reserva Extrativista Marinha. PoD, Rio de Janeiro, p. 45-57.
- Milligan GW & Cooper MC (1987) Methodology review: Clustering methods. Applied Psychological Measurement, 11(4):329-354.
- Milner N, Craig O & Bayley G (2007) Shell midden in Atlantic Europe. Oxbow, Oxford, 336 p.
- Moss ML (1993) Shellfish, gender, and status on the Northwest Coast: Reconciling archeological, ethnographic, and ethnohistorical records of the Tlingit. American Anthropologist, 95:631-652.
- Ng PK, Guinot D & Davie PJ (2008) Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. The Raffles Bulletin of Zoology, 17(1):1-286.
- Orquera LA (1999) El consumo de moluscos por los canoeros del extremo sur. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, 24:307-327.
- Orquera LA, Legoupil D & Piana EL (2011) Littoral adaptation at the southern end of South America. Quaternary International, 239(1-2):61-69.
- Pádua SC, Silva EP & Duarte MR (2019) Los Sambaquis como registros de diversidad de moluscos holocénicos en la costa de Río de Janeiro, Brasil. Archaeofauna: International Journal of archaeozoology, 28:105-118.
- Paiva MP & Motta PCSD (2000) Cardumes da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner), em águas costeiras do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 17(2):339-346.
- Parkington J (2003) Middens and moderns: Shellfishing and the Middle Stone Age of the western Cape, South Africa. South African Journal of Science, 99:243-247.
- Pavei DD, Campos JB, Zocche JJ & Santos MCP (2015) Zooarqueologia de vertebrados do Sambaqui do Papagaio, Bombinhas, Santa Catarina. Tecnologia e Ambiente, 21:70-89.
- Pendall E, Markgraf V, White JW, Dreier M & Kenny R (2001) Multiproxy record of late Pleistocene–Holocene climate and vegetation changes from a peat bog in Patagonia. Quaternary Research, 55(2):168-178.

- Pielou EC (1966) The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13:131-44.
- Prous A (1992) *Arqueologia brasileira*. Universidade Nacional de Brasília, Brasília, 605 p.
- Punyasena SW, Mayle FE & McElwain JC (2008) Quantitative estimates of glacial and Holocene temperature and precipitation change in lowland Amazonian Bolivia. *Geology*, 36(8):667-670.
- Quilter J & Stocker T (1983) Subsistence economies and the origins of Andean complex societies. *American Anthropologist*, 85:545-562.
- Reitz EJ & Wing ES (2008) *Zooarchaeology*. Cambridge University Press, New York, 533 p.
- Rényi A (1961) On measures of entropy and information. In: Neyman J (ed) *Proceedings of the 4th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. University of California Press, Berkeley, p. 547-561.
- Rick TC & Lockwood R (2013) Integrating paleobiology, archeology, and history to inform biological conservation. *Conservation Biology*, 27(1):45-54.
- Rick TC, Erlandson JM, Vellanoweth RL & Braje TJ (2005) From Pleistocene Mariners to Complex Hunter-Gatherers: The Archaeology of the California Channel Islands. *Journal of World Prehistory*, 19(3):169-228.
- Rick TC, Ogburn MB, Kramer MA, McCanty ST, Reeder-Myers LA, Miller HM & Hines AH (2015) Archaeology, taphonomy, and historical ecology of Chesapeake Bay blue crabs (*Callinectes sapidus*). *Journal of Archaeological Science*, 55:42-54.
- Ricken C, Pavei DD, Zocche JJ, Campos JB & Santos MCP (2014) Análise prévia da arqueofauna do sítio Sambaqui da Rua 13, Bombinhas, Santa Catarina, Brasil. *Clio Série Arqueológica*, 29(2):109-126.
- Rodrigues FB, Duarte MR, Souza RCCL, Soares-Gomes A & Silva EP (2016a) Holocene crustaceans from the Tarioba shell mound, Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Brazil. *Check List*, 12(2):1-5.
- Rodrigues FB, Duarte MR, Souza RCCL, Soares-Gomes A, Tavares MDS & Silva EP (2018) Patterns of brachyuran diversity (Decapoda) through time in an archaeological site, "Sambaqui da Tarioba", Rio das Ostras, southeast Atlantic, Brazil. *Crustaceana*, 91(11):1389-1396.
- Rodrigues FB, Garofalo R, Souza RCCL, Tavares MDS & Silva EP (2016b) Coleção de subfósseis de sambaquis do Brasil. *Scientia Plena*, 12(10):1-14.
- Rowley-Conwy P (1983) Sedentary hunters: the Ertebølle example. In: Bailey G (eds) *Hunter gatherers in prehistory: A European perspective*. Cambridge University, New York, p. 111-126.
- Scheel-Ybert R (1999) Paleoambiente e paleoetnologia de populações sambaquieiras do sudeste do Estado do Rio de Janeiro. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 9:43-59.
- Scheel-Ybert R, Klokler D, Gaspar MD & Figuti L (2006) Proposta de amostragem padronizada para macro-vestígios bioarqueológicos: antracologia,

- arqueobotânica, zooarqueologia. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 15-16:139-163.
- Shannon CE (1948) The mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3):623-656.
- Souza RCCL, Lima TA & Silva EP (2010a) Holocene molluscs from Rio de Janeiro state coast, Brazil. *Check List*, 6(2):301-308.
- Souza RCCL, Lima TA & Silva EP (2012) Remarks on the biodiversity of marine molluscs from late Holocene Brazilian shell mounds. In: Lefèvre C (ed) *Proceedings of the General Session of the 11th International Council for Archaeozoology Conference*. Archaeopress, Oxford, p. 245-256.
- Souza RCCL, Lima TA, Duarte MR & Silva EP (2016) Changes in patterns of biodiversity of marine mollusks along the Brazilian coast during the late Holocene inferred from shell-mound (sambaquis) data. *The Holocene*, 26(11):1802-1809.
- Souza RCCL, Trindade DC, Decco J, Lima TA & Silva EP (2010b). Archaeozoology of marine mollusks from Sambaqui da Tarioba, Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia*, 27:363-371.
- Spiess AE & Lewis R (2001) The Turner Farm fauna: Five thousand years of hunting and fishing in Penobscot Bay, Maine. *Occasional Publications in Maine Archaeology*, 11:1-177.
- Spiess AE (2017) People of the clam: Shellfish and diet in coastal Maine Late Archaic and Ceramic period sites. *Journal of the North Atlantic*, 10:105-112.
- Steadman DW (1995) Prehistoric extinctions of Pacific island birds: Biodiversity meets zooarchaeology. *Science*, 267:1123-1131.
- Tenório MC, Afonso MC & Pinto DC (2010) Arqueologia do Arraial do Cabo-com foco nos sítios da Ilha do Cabo Frio. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 20:127-145.
- Tenório MC, Barbosa M & Portela T (1992) Pesquisas arqueológicas no sítio Ponta de Cabeça, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. *Anais da IV Reunião da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, 2:279-291.
- Thompson LG, Mosley-Thompson E & Henderson KA (2000) Ice-core palaeoclimate records in tropical South America since the Last Glacial Maximum. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 15(4):377-394.
- Tolimieri N & Anderson MJ (2010) Taxonomic distinctness of demersal fishes of the California current: Moving beyond simple measures of diversity for marine ecosystem-based management. *PLoS ONE*, 5(5):1-14.
- Trindade DC (2004) Arqueologia e memória: O caso da musealização do Sambaqui da Tarioba. *Fundação Rio das Ostras de Cultura, Rio das Ostras*, 80 p.
- Uchôa DP (2009) A Ilha do Mar Virado: Estudo de um sítio arqueológico no litoral Norte do Estado de São Paulo. *Clio Arqueológica*, 24(1):7-40.

- Valentin JL (2001) The Cabo Frio upwelling system, Brazil. In: Seeliger U, Kjerfve B (eds) Coastal marine ecosystems of Latin America. Springer, Berlin, p. 97-105.
- Wagner G, Hilbert K, Bandeira D, Tenório MC & Okumura MM (2011) Sambaquis (shell mounds) of the Brazilian coast. *Quaternary international*, 239(1-2):51-60.
- Walter RC, Buffler RT, Bruggemann JH, Guillame MMM, Berhe SM, Negassi B, Libsekal Y, Cheng H, Edwards RL, von Cosel R, Néraudeau D & Gagnon M (2000) Early human occupation of The Red Sea coast of Eritrea during the last interglacial. *Nature*, 405:65-69.
- Warwick RM & Clarke KR (1998) Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*, 35:532-543.
- Waselkov GA (1987) Shellfish gathering and shell midden archaeology. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 10:93-210.
- Wiens JJ & Donoghue MJ (2004) Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends in Ecology and Evolution*, 19(12):639-644.
- Wildsmith MD, Rose TH, Potter IC, Warwick RM, Clarke KR & Valesini FJ (2009) Changes in the benthic macroinvertebrate fauna of a large microtidal estuary following extreme modifications aimed at reducing eutrophication. *Marine Pollution Bulletin*, 58:1250-1262.
- Will M, Kandel AW & Conard NJ (2019) Midden or Molehill: The role of coastal adaptations in human evolution and dispersal. *Journal of World Prehistory*, 32(1):33-72.
- Winter M, Devictor V & Schweiger O (2013) Phylogenetic diversity and nature conservation: Where are we? *Trends in Ecology and Evolution*, 28(4):199-204.
- Wolverton S & Nagaoka L (2018) Zooarcheology: Investigating Past Interactions Between Humans and Other Animals. In: Alves RRN, Albuquerque UP (eds) *Ethnozooology*. Academic Press, Cambridge, p. 25-43.
- Yesner DR (1980) Maritime hunter-gatherers: Ecology and prehistory. *Current Anthropology*, 21:727-750.
- Young PS (1998) Catalogue of crustacea of Brazil. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 717 p.