

AUGUSTO BARROS MENDES

**BIODIVERSIDADE DE PEIXES MARINHOS DO HOLOCENO
DA COSTA SUDESTE BRASILEIRA**



NITERÓI
2017

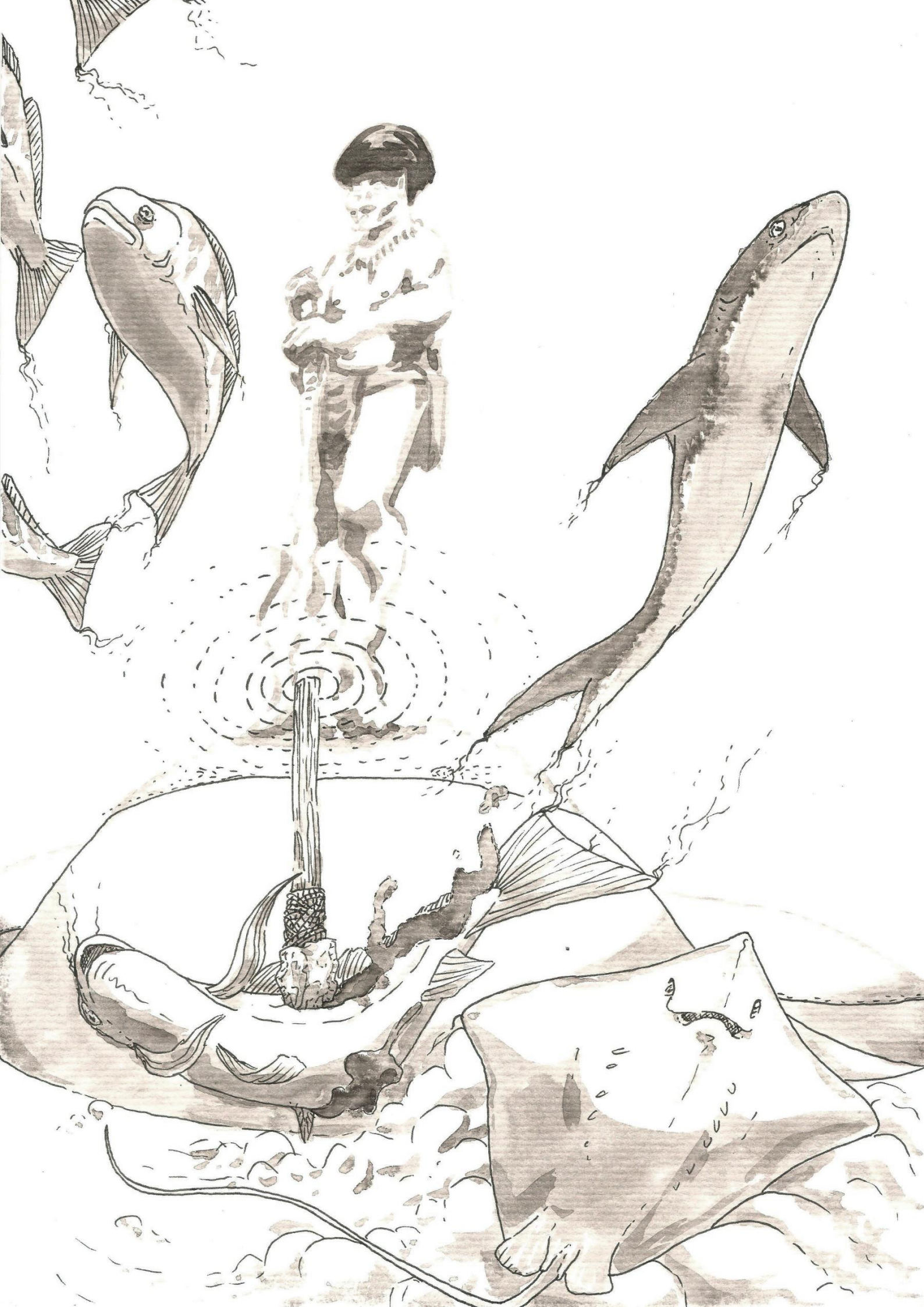


**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
MARINHA E AMBIENTES COSTEIROS**

**BIODIVERSIDADE DE PEIXES MARINHOS DO
HOLOCENO DA COSTA SUDESTE BRASILEIRA**

AUGUSTO BARROS MENDES

**NITERÓI
ABRIL DE 2017**





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

**BIODIVERSIDADE DE PEIXES MARINHOS DO
HOLOCENO DA COSTA SUDESTE BRASILEIRA**

AUGUSTO BARROS MENDES

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

**Niterói
Abril de 2017**

Ficha catalográfica 7,5cm X 12,5cm (Verso da folha de rosto)

M 538 Mendes, Augusto Barros

Biodiversidade de peixes marinhos do Holoceno da costa sudeste brasileira./ Augusto Barros Mendes. - Niterói : [s.n.], 2017.

Dissertação – (Mestrado em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros), 2017.

1. Peixe marinho. 2. Ecossistema marinho. 3. Sambaquis. 4. Ictiofauna. 5. Biodiversidade. I. Título.

CDD. : 597.09815

BIODIVERSIDADE DE PEIXES MARINHOS DO HOLOCENO DA COSTA SUDESTE BRASILEIRA

Augusto Barros Mendes

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:

Prof. Dr. Edson Pereira da Silva
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Aguinaldo Nepomuceno Marques Júnior
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Marcelo Vianna (Membro Externo)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr^a. Michelle Rezende Duarte (Membro Suplente)
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Paulo Cesar de Paiva (Membro Externo Suplente)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

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

ATA DA 217ª APRESENTAÇÃO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO
MESTRADO EM BIOLOGIA MARINHA E AMBIENTES COSTEIROS

Aos vinte e sete dias do mês de abril de dois mil e dezessete, às dez horas, no Instituto de Biologia, deu-se início à sessão apresentação da defesa de dissertação, intitulada “Biodiversidade de peixes marinhos do Holoceno da costa Sudeste brasileira”, do aluno do Curso de Mestrado em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros, da Universidade Federal Fluminense, **Augusto Barros Mendes**.

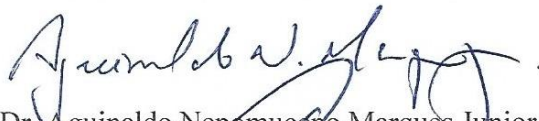
Fizeram parte da banca examinadora: Dr. Edson Pereira da Silva (presidente) – Universidade Federal Fluminense, Dr. Aguinaldo Nepomuceno Marques Junior – Universidade Federal Fluminense e Dr. Marcelo Vianna – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Após apresentação do trabalho e arguição feita pela banca examinadora, os trabalhos foram encerrados, tendo sido o aluno Aprovado.

A presente ata lavrada vai assinada pelos membros presentes e pelo discente.



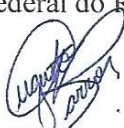
Dr. Edson Pereira da Silva
Universidade Federal Fluminense



Dr. Aguinaldo Nepomuceno Marques Junior
Universidade Federal Fluminense



Dr. Marcelo Vianna
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Augusto Barros Mendes



“As ruínas estavam ali diante de nós como um barco desarvorado em pleno mar, os mastros perdidos, o nome apagado, a tripulação desaparecida e ninguém para dizer-nos de onde veio, a quem pertenceu, quanto tempo viajou, qual foi a causa do seu desastre. Apenas uma suposta semelhança na construção do navio nos permite adivinhar quem foi que o tripulou e assim mesmo, nem isso talvez se possa dizer com segurança.”

Fotografia: O autor. “Águas escondidas”, de Mercedes Lachmann, em Campo do São Bento, Niterói-RJ.

Citação: John L. Stephens (1805-1852), explorador, escritor e diplomata.

A meu pai Almino, minha mãe Ana e meus orientadores Edson e Michelle.

AGRADECIMENTOS

não me levem a mal, mas o edital
diz que os agradecimentos
não devem ultrapassar uma página.
me perguntei: como enjaular sentimentos
numa tarefa ávida?
naveguei sobre um dilema
pois, agravando o limitado espaço,
desejava escrever um poema.
antes que eu negue, segue o que faço:

a meus pais, pelo ninho e pelas asas.
voar sozinho? que nada:
a meus irmãos e amigos, por voarem junto.
a meus orientadores, por serem a resposta do que pergunto
e a pergunta que não respondo;
por serem direção:
leste, oeste, norte e sul.
aos colegas de laboratório, pela bela paisagem azul.
a meu namorado, por me mostrar que o amor é grande coisa
quando é coisa pequena;
por acariciar e aparar minhas penas.
e a meu ex-namorado, que desalou prematuro.
me curo com boas lembranças
enquanto a dança aérea
segue descoreografada.
etérea:
uma hora os ossos se cansam,
as oleosas penas caem
e o infundo céu esvazia.

mas hoje, meus caros,
hoje é dia.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
1.1. Holoceno: ontem e hoje.....	02
1.2. Conchas sobre conchas e muitas outras coisas mais.....	05
1.3. Organizando e listando os seres.....	08
1.4. O mar (do Sudeste) está pra peixe!.....	10
1.5. Juntando as partes em um todo.....	13
1.6. Sambaquis e biodiversidade: uma investigação.....	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. Objetivo geral.....	18
2.2. Objetivos específicos.....	18
3. CAPÍTULO 1: Inventário da ictiofauna marinha de sambaquis da costa Sudeste brasileira.....	19
3.1. Introdução.....	20
3.2. Material e Métodos.....	23
3.3. Resultados.....	26
3.4. Discussão.....	35
3.5. Conclusão.....	39
4. CAPÍTULO 2: Sambaquis podem ser usados como testemunhos da biodiversidade de peixes marinhos do Holoceno da costa Sudeste brasileira?.....	40
4.1. Introdução.....	41
4.2. Material e Métodos.....	43
4.2.1. Área de estudo.....	43
4.2.2. Inventários.....	43
4.2.3. Análise dos dados.....	44
4.2.3.1. Baseada em riqueza de <i>taxa</i>	44
4.2.3.2. Abordagem de distinção taxonômica.....	48
4.2.3.3. Abordagem funcional.....	50

4.3. Resultados.....	50
4.4. Discussão.....	58
4.5. Conclusão.....	63
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
6. LITERATURA CITADA.....	66
APÊNDICES.....	90

LISTA DE TABELAS

Tab 1. Escala do tempo geológico.....	03
Tab 2. Instituições visitadas no levantamento bibliográfico.....	24
Tab 3. Bancos de dados disponíveis na internet consultados.....	25
Tab 4. Sambaquis inventariados para a região Sudeste brasileira.....	28
Tab 5. Peixes marinhos Osteichthyes de sambaquis da região Sudeste.....	30
Tab 6. Peixes marinhos Chondrichthyes de sambaquis da região Sudeste.....	33
Tab 7. Número de espécies encontradas nos inventários.....	35
Tab 8. Riqueza de <i>taxa</i> encontrada nos sambaquis em relação à fauna viva.....	54
Tab 9. Resultados da análise de fidelidade quantitativa composicional.....	55
Tab 10. Variância estandardizada da riqueza de espécies.....	55
Tab 11. Diversidade funcional encontrada nos sambaquis em relação à fauna viva...	58

LISTA DE FIGURAS

Fig 1. Sítio Novo Portinho, sambaqui localizado em Cabo Frio, Rio de Janeiro.....	07
Fig 2. Mapa da região Sudeste com os locais dos sambaquis inventariados.....	27
Fig 3. Dados biogeográficos, ecológicos e econômicos dos peixes inventariados.....	34
Fig 4. Mapa indicando as escalas definidas.....	45
Fig 5. Curvas de acumulação.....	52
Fig 6. Distinção taxonômica média e variância da distinção taxonômica.....	57

RESUMO

Sambaquis são sítios arqueológicos comuns ao longo da costa brasileira. Datados entre 8.000 e 1.000 anos A.P., esses sítios foram construídos por grupos humanos de pescadores-coletores-caçadores pré-históricos que exploravam o ambiente marinho. Nesse sentido, os vestígios de peixes encontrados nos sambaquis possuem vieses de seletividade associados à pesca preferencial dos povos sambaquieiros. Contudo, partindo da premissa de que o que era capturado estava disponível no ambiente à época e que, além disso, havia captura accidental, foi testada a hipótese de que registros de peixes de sambaquis possuem um sinal da biodiversidade do Holoceno, a despeito de qualquer viés cultural a eles associado. Para tanto, foi realizada uma extensiva revisão da literatura sobre ictiofauna de sambaquis e dados referentes a 68 sítios da costa Sudeste brasileira foram compilados em um inventário de 142 espécies. A maioria das espécies foram consideradas raras, sendo registradas em menos de cinco sítios (63,38%). Contudo, *Micropogonias furnieri* e *Pogonias cromis* foram as espécies com maiores frequências de ocorrência, sendo registradas em 53 (frequência relativa = 0,78) e 48 (frequência relativa = 0,71) sítios, respectivamente. Além disso, a maioria pertencia à classe Osteichthyes (73,94%), possuía distribuição no Atlântico Ocidental (59,72%), hábito demersal (35,92%) e algum valor comercial (96,48%). O inventário construído a partir de vestígios zooarqueológicos de sambaquis foi comparado com inventários ictiológicos realizados no presente, para mesma região. Nessa comparação, a partir de um teste de qui-quadrado, não foram registradas diferenças significativas entre o número de espécies com e sem valor comercial presentes nos inventários. Além disso, quando os inventários foram divididos em três escalas (micro, meso e macro) e analisados em relação à riqueza de taxa, distinção taxonômica e diversidade funcional, diferenças estatisticamente significativas também não foram encontradas, de uma maneira geral, utilizando testes de qui-quadrado, U-Mann Whitney, Kruskal-Wallis e testes de distinção taxonômica. Portanto, os resultados encontrados apontaram para o fato de que os registros ictiológicos de sambaquis são, além de registros de pescarias pré-históricas, registros da composição de espécies do passado e, portanto, da biodiversidade do Holoceno. Nesse sentido, os vestígios zooarqueológicos de sambaquis se configuram como um material que não deve ser negligenciado nos estudos de biodiversidade e ecológicos de conservação, uma vez que, estendendo a escala temporal desses estudos, os registros de sambaquis permitem o estabelecimento de *baselines* mais completos, que embasem medidas de conservação e manejo.

Palavras-chave: *baselines*, ictiofauna, inventário, pescadores-coletores-caçadores, sambaquis, zooarqueologia.

ABSTRACT

Middens are common archaeological sites along the Brazilian coast. Dating back to between 8,000 and 1,000 years, these sites were built by human groups of prehistoric fisherman-hunter-gatherers who exploited the marine environment. In that way, fish traces found in middens have selectivity biases associated with preferential fishing of the fisherman-hunter-gatherers. However, based on the premise that what was captured was available in the environment at the time and that, in addition, there was accidental capture, the hypothesis that zooarchaeological records of middens show signs of the biodiversity of the Holocene biodiversity, regardless of any cultural bias associated with them, was tested. For that, an extensive review of the literature on the ichthyofauna of middens was done and data referring to 68 sites of the Brazilian Southeast coast were compiled in an inventory of 142 species. Most species were considered rare, being recorded in less than five sites (63.38%). Conversely, *Micropogonias furnieri* and *Pogonias cromis* were species with high frequencies of occurrence, being recorded in 53 (relative frequency = 0.78) and 48 (relative frequency = 0.71) sites, respectively. In addition, the majority of the species belonged to the Osteichthyes class (73.94%), had distribution in the Western Atlantic (59.72%), demersal habit (35.92%) and some commercial value (96.48%). Furthermore, the inventory built from zooarchaeological vestiges of fishes was compared with present ichthyological inventories of the same region. In this comparison no significant differences were recorded between the number of commercial and non-commercial species present in the inventories using a chi-square test. In addition, the inventories were divided into three scales (micro, meso and macro) and analyzed for taxa richness, taxonomic distinction and functional diversity and statistically significant differences were also not found. Tests used included chi-squared, U-Mann Whitney, Kruskal-Wallis and taxonomic distinction tests. Thus, taken together the results pointed that ichthyological records from middens are important records of the composition of species of the past despite any bias associated with the fact that they are related to prehistoric fisheries. In conclusion, the zooarchaeological vestiges from middens constitute a material that should not be neglected in studies on biodiversity, conservation and ecology. Therefore, the records of middens are an alternative to extend the temporal scale of marine ecology allowing the establishment of more complete baselines which can better inform conservation and management measures.

Keywords: baselines, fishermen-gatherers-hunters, ichthyofauna, inventory, middens, zooarchaeology.

1. INTRODUÇÃO GERAL



1.1. Holoceno: ontem e hoje

Em 1669, Nicolaus Steno (1638-1686), cientista pioneiro no campo da Geologia, elaborou o princípio da superposição ou sobreposição, no qual afirmava que as rochas se sobrepunham em ordem cronológica e que estavam, originalmente, dispostas em camadas horizontais. Ou seja, segundo Steno, as camadas estratigráficas mais inferiores seriam mais antigas e, as mais superiores, recentes. Esse princípio, embora simples, foi um grande salto para os estudos geológicos. Hoje é uma das bases da datação relativa e fundamental para a compreensão da geologia da Terra (Harris 1991).

A datação relativa é realizada a partir das análises de fósseis ou subfósseis. É relativa justamente porque se baseia no princípio da superposição das camadas e não no tempo que as camadas levaram para se depositarem. Logo, é uma datação de valores relativos e não absolutos. Foi o geólogo William Smith (1769-1839), em 1815, que descobriu que os fósseis são registros confiáveis para datação de rochas. Isso porque, segundo o geólogo, cada unidade de sedimento continha um conjunto característico de fósseis que poderia diferenciá-la de outras unidades. Assim, era possível correlacionar formações rochosas de mesma idade dispostas em localidades longínquas de acordo, por exemplo, com os tipos de fósseis existentes. Essa descoberta permitiu a construção de mapas geológicos, que representam a topografia de um espaço e também determinam os princípios geométricos dos materiais existentes sobre a superfície terrestre (Salgado-Labouriau 2006).

Contemporâneo a Smith, o naturalista Georges Cuvier (1769-1832), ao verificar que os fósseis das camadas rochosas superiores se assemelhavam mais aos animais atuais enquanto que aqueles das camadas mais antigas pareciam ser mais primitivos, demonstrou que cada mudança na sequência de fauna representava uma idade específica, estabelecendo o conceito de extinção de espécies. As descobertas de Smith e Cuvier fundaram o princípio da sucessão faunística que, somado ao princípio da superposição, permitiram aos geólogos a definição de unidades geológicas e sequenciá-las cronologicamente na escala de tempo geológico (MacLeod 2005). Essa escala é definida como um conjunto hierárquico de intervalos da história da Terra (as unidades geocronológicas) caracterizados por um conjunto específico de fósseis. As unidades geocronológicas são organizadas em categorias amplas

passíveis de subdivisões. Das categorias mais amplas para as mais inclusivas, têm-se os éons, eras, períodos e épocas (Tabela 1) (Guimarães 2014).

Tabela 1. Escala do tempo geológico. Modificado de Salgado-Labouriau (2006).

Éon	Era	Período	Época	Idade (mi anos)
Fanerozoico	Cenozoica	Quaternário	Holoceno	0,01
			Pleistoceno	1,8
		Neógeno	Plioceno	
			Mioceno	
		Paleógeno	Oligoceno	
			Eoceno	
			Paleoceno	65
	Mesozoica	Cretáceo	Superior	
			Inferior	
		Jurássico	Superior	
			Médio	
			Inferior	
		Triássico	Superior	
			Médio	
			Inferior	248
	Paleozoica	Permiano	Superior	
			Inferior	
		Carbonífero	Superior	
			Inferior	
		Devoniano	Superior	
			Médio	
			Inferior	
		Siluriano	Superior	
			Inferior	
		Ordoviciano	Superior	
			Inferior	
		Cambriano	Superior	
			Inferior	545
Proterozoico	Neoproterozoica		Superior	
	Mesoproterozoica		Médio	
	Paleoproterozoica		Inferior	2500
Arqueano				4500

O Holoceno é a época mais recente da escala de tempo geológico que vai desde aproximadamente 11.700 A.P. (antes do presente; por convenção

antes de 1950) até os dias de hoje, sendo dividida em Holoceno Antigo (11.700 A.P. a 8.200 A.P.), Holoceno Médio (8.200 A.P. a 4.200 A.P.) e Holoceno Recente (4.200 A.P. aos dias de hoje). O termo “Holoceno” significa “inteiramente recente” e foi usado pela primeira vez pelo zoólogo e paleontólogo francês Paul Gervais (1816-1879) em seu trabalho “Zoologia e Paleontologia Gerais: Novas Pesquisas Sobre Fósseis de Animais Vertebrados” (Gervais 1867-1869) para se referir ao episódio de aquecimento climático que começou com o fim do último período glacial. Em 1885, o termo foi formalmente aprovado pelo Congresso Internacional de Geologia para reportar-se ao último evento de deglaciação e aquecimento do clima e, também, para denominar a mais recente unidade estratigráfica dentro do registro geológico (Gibbard & Van Kolfschoten 2005, Walker et al. 2012).

O Holoceno faz parte do Período Quaternário, marcado pelo surgimento da espécie humana que, por sua vez, está incluso na Era Cenozóica, a era do domínio dos grandes mamíferos como mamutes e preguiças-gigantes que compunham a megafauna. Foi no Holoceno que aconteceu toda a história da humanidade, a ascensão e queda de todas as suas civilizações e as modificações na paisagem provocadas pela sua existência, bem como o crescente desenvolvimento da tecnologia humana. Nesse sentido, o Holoceno testemunhou a destruição de diversos habitats e extinção maciça de muitas espécies de animais e plantas (Carvalho & Cruz 2008).

Embora o homem tenha sido responsável ou grande colaborador para muitas perdas naturais, é certo que durante o Holoceno houve mudanças climáticas (Rosén et al. 2001, Parolin et al. 2006, Melo & Marengo 2008) e alterações do nível do mar (Suguio et al. 1985, Marcott et al. 2013, Castro et al. 2014) que também podem ter contribuído para o desaparecimento de espécies e para o estabelecimento de populações antigas em determinadas regiões do continente. No litoral brasileiro, por exemplo, a última deglaciação ocorrida há aproximadamente 11.000 A.P. fez com que a temperatura aumentasse progressivamente atingindo níveis máximos por volta de 6.000 A.P. Tamanho calor provocou o derretimento das geleiras continentais e, assim, aumentou o nível do mar (transgressão marinha). Nesse período, grande parte do litoral ficou submerso até a posterior fase de resfriamento, que proporcionou o rebaixamento do nível dos oceanos (regressão marinha) e a exposição de

diversos ambientes estuarinos propícios para a implementação de povos pré-históricos que viviam da exploração dos recursos marinhos, como os povos sambaqueiros, cuja cultura é estudada, hoje, pelos arqueólogos (Vieira 1981, DeBlasis et al. 2007, Silva 2009, Amâncio-Martinelli et al. 2013).

1.2. Conchas sobre conchas e muitas outras coisas mais

Arqueologia é definida por muitos pesquisadores como a ciência que estuda os monumentos e vestígios das civilizações antigas. Essa definição está na própria etimologia da palavra “arqueologia”, onde *archaios* quer dizer “passado ou antigo” e *logos* significa “ciência ou estudo”. Assim, trata-se do estudo do passado ou conhecimento dos primórdios. Em um conceito mais atualizado, a Arqueologia aumentou seu campo de ação e refere-se, agora, ao estudo da cultura material de qualquer época, passada ou presente. Isto é, uma ciência que estuda as sociedades atuais ou do passado através de sua cultura material, objetos e vestígios deixados por determinado grupo humano (Mendonça de Souza 1981, Gaspar 2000). A Zooarqueologia é um campo dentro da Arqueologia que se refere ao estudo de vestígios faunísticos objetivando compreender melhor a relação entre o ser humano e o meio ambiente (Reitz & Wing 2008). O local onde esses vestígios são encontrados, e onde se encontram também demais registros como artefatos, cerâmicas e ossadas humanas, forma o sítio arqueológico (Farias & Kneip 2010).

Shellmounds ou *shellmiddens* são sítios arqueológicos encontrados em praticamente todos os continentes. Na região de Klasies River, África do Sul, esses sítios foram datados em até aproximadamente 115.000 anos A.P. (Souza et al. 2004). *Shellmounds* ou *shellmiddens* se caracterizam por serem depósitos de restos alimentares, apresentando um grande volume de conchas. Além do registro malacológico, apresentam ossos de peixes, mamíferos e aves, além de carvão, fitólitos, materiais líticos e outros vestígios culturais deixados por populações pré-históricas. Nesse sentido, esses sítios são registros de acampamentos sucessivos de bandos de coletores de moluscos e pescadores, isso é, populações humanas que exploravam o ambiente marinho (Gonzalez 2005a, Luby et al. 2006, Melo Júnior et al. 2016).

De formas diversas – semi-esféricos, cônicos, alongados, achatados – esses sítios variam bastante de tamanho, podendo atingir grandes dimensões,

alcançando até 70 metros de altura e 500 metros de comprimento. Em geral, exibem uma sucessão estratigráfica de composição diferenciada: camadas de conchas, demais vestígios faunísticos, carvão, artefatos, vestígios mortuários e sedimentos mais ou menos espessos intercaladas por grande quantidade de estratos finos e escuros, ricos em materiais orgânicos. Apesar de poderem ter sido muitas vezes remexidas e rearrumadas, as camadas de um *shellmound* ou *shell midden* representam as inúmeras etapas da construção desses sítios arqueológicos (Bendazolli 2007, DeBlasis et al. 2007, Broughton 2009, Belem & DeBlasis 2015, Silva et al. 2016).

No Brasil, esses sítios datam entre 8.000 e 1.000 anos A.P. e são denominados sambaquis (Figura 1), uma palavra proveniente da etimologia tupi: *tamba* (concha) e *ki* (amontoado). O nome vem, provavelmente, da presença ubíqua dos moluscos nesses sítios, sendo sua relevância para os povos sambaquieiros relacionada à sua utilidade variada (alimento, adorno, material de confecção de artefatos de coleta e pesca etc.). Os sambaquis também são conhecidos por outros nomes, como concheiros, berbigueiros, ostreiras e sernambis. Além disso, são sítios comuns entre o Rio Grande do Sul e a Baía de Todos os Santos, na Bahia. Na costa nordestina, eles praticamente desaparecem, voltando a ocorrer apenas no litoral do Maranhão e do Pará. Entretanto, nas regiões Norte e Nordeste os estudos só agora começam a se intensificar e as pesquisas sistemáticas restringem-se ao litoral sudeste-sul do Brasil. Os sambaquis possuem dimensões variáveis, em média de dois a três metros de altura. No litoral sul, entretanto, particularmente no estado de Santa Catarina, algumas dessas elevações alcançam dimensões impressionantes, chegando a atingir trinta ou até mesmo setenta metros de altura (Duarte 1968, Prous 1992, Gaspar 1998, Gaspar 2000, Lima 2000, Tenório 2003a, Farias & Kneip 2010).



Figura 1. Sítio Novo Portinho, sambaqui localizado em Cabo Frio, Rio de Janeiro. Fonte: Mendes et al. (2015).

No século XIX, quando se iniciaram pesquisas sistemáticas nos sambaquis por parte de naturalistas, estabeleceu-se um debate a respeito da natureza desses sítios. Por um lado a corrente naturalista postulava que tratavam-se de formações arqueológicas resultantes de processos naturais de acumulação associados a episódios de alterações do nível do mar. Por outro lado, a corrente artificialista acreditava que esses sítios eram montes de restos de comida acumulados por povos antigos. Somente após a década de 1960 foi estabelecido um consenso de que esses sítios foram construídos artificialmente (Prous 1992, Okumura 2008). Nesse sentido, os sambaquis são considerados edificações intencionalmente construídas (sítios artificiais), plenas de significação simbólica para seus construtores, demarcando, assim, sua cultura. Alguns deles foram descritos como espaços habitacionais (Kneip et al. 1991, Kneip 1992, Barbosa et al. 1994), outros tidos como estruturas essencialmente funerárias (Duarte 1968, Fish et al. 2000, DeBlasis 2005). Todavia, independentemente de sua natureza artificial e de como é descrito, é certo que esses sítios guardam preciosas informações a respeito da antropologia, biologia, geografia e oceanografia do Holoceno (Souza et al. 2005).

Os sambaquis foram construídos tanto em planícies quanto em encostas, em regiões de baías, estuários e lagunas do litoral brasileiro. A implantação dos sambaquis nesses ambientes estuarinos não foi fortuita. Na verdade, trata-se de um dos ambientes de maior produtividade biológica da costa, na medida em que – como zonas de transição entre os habitats marinhos e a água doce – são povoados por uma grande diversidade de

organismos, que ficaram registrados nos vestígios zooarqueológicos (Figuti 1993, Lima 2000, Lima et al. 2003, DeBlasis et al. 2007).

Os vestígios encontrados nos sambaquis nos dão informações relevantes a respeito das populações pré-históricas, sua alimentação, seus hábitos e sua cultura (Fish et al. 2000, Gaspar 2000). Além disso, esses registros permitem a recuperação de aspectos paleoambientais, como inferências sobre o nível do mar (Delibrias & Laborel 1969, Martin et al. 1986, Suguio et al. 1991, Lessa & Angulo 1998, Angulo et al. 2006, Scheel-Ybert et al. 2009) e sobre temperatura, salinidade e circulação oceânica do Holoceno (Isla 1989, Fürsich 1995). Por guardarem informações sobre a fauna e flora do Holoceno, estudar os vestígios faunísticos encontrados nos sambaquis pode recuperar, também, aspectos relacionados à biodiversidade e biogeografia das espécies do passado (Souza & Silva 2010, Silva et al. 2016).

Assim, estudar os sambaquis como sítios de assentamentos pré-históricos (Von Ihering 1903, Gliesch 1930) e suas assembleias registradas em subfósseis é uma importante ferramenta para uma melhor compreensão não só quanto às questões sobre a cultura das populações humanas existentes no passado recente (Lima 2000) como, também, quanto às espécies que ali viviam no passado (biodiversidade) (Souza 2009a, Mendes et al. 2014). Nesse sentido, os sambaquis representam uma amostra de organismos pretéritos, permitindo, assim, a construção inventários de espécies do passado.

1.3. Organizando e listando os seres

Estima-se que existam no globo aproximadamente 8.7 milhões de diferentes tipos de organismos vivos (Mora et al. 2011). Em um determinado momento da história evolutiva, o homem começou a utilizar esses organismos, principalmente animais e plantas para, além de sua alimentação, construção de abrigos, fabricação de artefatos de caça e pesca, tratamento e cura de enfermidades, confecção de objetos de adorno e utensílios para ambiente doméstico, entre outras finalidades. Nesse sentido, tamanha diversidade de organismos demandou uma organização capaz de reconhecê-los sob uma perspectiva utilitária. Isso é, a grande diversidade biológica impôs algum tipo de sistematização que objetivasse conhecer e fazer uso de animais e vegetais, além de microrganismos. Ainda hoje é uma necessidade, entre diversas

culturas, agrupar e classificar diferentes seres em categorias como “comestível” ou “não-comestível”, “venenoso” ou “não-venenoso”, “bom” ou “ruim”, “bonito” ou “feio”, “animais” ou “vegetais”, “eucariotos” ou “procariotos”, “vertebrados” ou “invertebrados”, “peixes” ou “mamíferos” etc. (Araújo & Bossolan 2006, Prestes et al. 2009).

Dessa forma, conhecer e classificar a diversidade biológica faz parte da história da humanidade. No Ocidente, as primeiras classificações, mesmo que implícitas, foram documentadas nos trabalhos de Homero (entre os séculos IX e VIII a.C.), Hipócrates (460-370 a.C) e Heródoto (485-420 a.C.). Contudo, foi o filósofo Aristóteles (384-322 a.C.) que produziu o mais amplo material sobre o tema e, portanto, sua obra “História dos Animais” é o registro antigo mais sistematizado sobre classificação, modo de vida e nutrição dos seres que se tem conhecimento. Nessa obra, Aristóteles propôs, entre outras coisas, que se deve iniciar a classificação dos seres por um grupo mais abrangente para, então, seguir para um grupo mais específico. Segundo o filósofo, tal procedimento evitaria repetições ao se descrever as estruturas dos organismos. Teofrastos (372-287 a.C.), discípulo de Aristóteles, se interessou pela classificação aristotélica e produziu a obra “A História das Plantas”, na qual ele desenvolveu uma terminologia capaz de classificar quase a totalidade de plantas conhecidas na época, aproximadamente 480 tipos (Mayr 1998, Roma & Motokane 2007, Prestes et al. 2009, Araújo et al. 2012). Teofrastos também foi pioneiro na classificação dos minerais. Em sua obra “*Peri Lithon*”, agrupou os minerais em duas categorias (rochosos ou terrosos) baseadas em suas respostas ao fogo e à água (Hazen 1984).

No século XVIII, o campo do conhecimento dedicado a estudar os animais, plantas e minerais era chamado de “História Natural”. Naquela época, o crescente número de organismos descobertos pelos europeus levou os naturalistas a buscarem uma organização para além dos três grupos da natureza até então definidos (animais, plantas e minerais), a exemplo do sueco Carl von Linné (ou simplesmente Lineu, 1707-1778), cujos trabalhos foram sintetizados e cristalizados na décima edição de sua obra “*Systema Naturae*” (1758) (Vanzolini 1996, Prestes et al. 2009).

Lineu foi o criador do sistema pelo qual nomeamos e classificamos os organismos hoje em dia. O sistema de classificação biológica de Lineu

estabelece uma linha hierárquica de táxons, bem como a nomenclatura binominal. A maior classe hierárquica é o domínio, seguindo reino, filo, classe, ordem, família, gênero e espécie, sendo esta última considerada o táxon mais inclusivo possível (Vanzolini 1996, Roma & Motokane 2007). Ele é considerado por muitos pesquisadores o fundador da taxonomia, a ciência que classifica e organiza os seres vivos em grupos (Enghoff 2009, Araújo et al. 2012). Segundo Enghoff & Seberg (2006), a taxonomia consiste em sete tipos de atividades, sendo uma delas a construção de inventários da diversidade biológica de uma determinada área ou ecossistema.

Inventário é um levantamento e/ou avaliação do que está presente em um ponto no tempo (Lee et al. 2005). A construção de inventários de biodiversidade inclui pesquisas exaustivas para elaboração de uma listagem dos seres vivos presentes em uma determinada região. É interessante que tal listagem inclua o táxon mais inclusivo possível: espécie (Cutko 2009). Contudo, devido ao enorme número de organismos no globo e a alta taxa de descoberta de novas espécies em grupos considerados como bem conhecidos, a elaboração de um inventário de espécies não é uma tarefa fácil e envolve uma série de técnicas e conhecimentos específicos sobre, por exemplo, sistemática, taxonomia e ecologia, mesmo em inventários focados em um grupo animal ou vegetal específico (di Castri 1992, Aleixo 2007, Silveira et al. 2010).

Os inventários de fauna ou flora são muito importantes para as políticas de conservação e manejo das espécies, uma vez que são um dos pilares que embasam as decisões a respeito do monitoramento de ambientes impactados pela ação humana (Silveira et al. 2010). Para tanto, Kremen (1994) acredita que os inventários devem se concentrar em grupos taxonômicos relativamente fáceis de identificar e que informem dados relevantes para os conservacionistas, como o de espécies endêmicas e/ou ameaçadas, a exemplo dos peixes.

1.4. O mar (do Sudeste) está pra peixe!

Peixes constituem o maior grupo de vertebrados atual, com mais de 32.000 espécies descritas entre peixes marinhos e dulçaquícolas, o que corresponde à metade de todos os vertebrados descritos atualmente (Nelson et al. 2016). Segundo Eschmeyer (2016), aproximadamente 17.500 espécies

ocorrem em ambientes marinhos pelo menos em parte do seu ciclo de vida. Presentes nos mais diversos ambientes de água salgada do planeta, os peixes marinhos apresentam grande variedade morfológica e comportamental. Algumas espécies, como o peixe-palhaço (*Amphiprion* sp. Bloch and Schneider, 1801), possuem apenas alguns centímetros de comprimento e vivem associados a recifes. Outros, como tubarão-baleia (*Rhincodon typus* Smith, 1828), podem atingir mais de oito metros de comprimento e percorrem o mar aberto. Além disso, existem peixes que habitam desde as zonas abissais, onde a luz não chega, até as regiões costeiras mais rasas (Helfman et al. 2009, Maribus 2013).

Os peixes possuem extrema importância ecológica na estruturação e funcionamento dos ecossistemas marinhos, ocorrendo em diversos níveis tróficos, variando de espécies detritívoras e consumidores primários a predadores de topo, muitas vezes como espécies dominantes. Sendo assim, podem afetar a abundância, a composição de espécies e a distribuição de comunidades de algas, zooplâncton e invertebrados (Helfman et al. 2009). Os peixes também têm suma importância econômica, uma vez que possuem participação preponderante na produção pesqueira mundial (Rosa & Lima 2008, Monteiro-Neto et al. 2013). A importância do peixe como fonte de alimento é inquestionável. A carne do peixe é utilizada na alimentação humana há milhares de anos e se caracteriza por ser rica em proteínas. Por conter aminoácidos considerados essenciais e por ser de fácil digestão, é uma das mais nobres fontes de proteína animal (Isaac 1998, Gama 2006).

No Brasil, até o início do século XX o conhecimento da fauna de peixes marinhos era representado por publicações esporádicas que continham, sobretudo, descrições de novas espécies e registros de novas ocorrências. No Sudeste brasileiro, um dos primeiros trabalhos sobre a ictiofauna da região foi o “Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil”, escrito em seis volumes pelos ictiólogos José Lima de Figueiredo e Náercio Aquino Menezes (Figueiredo 1977, Figueiredo & Menezes 1978, Figueiredo & Menezes 1980, Menezes & Figueiredo 1980, Menezes & Figueiredo 1985, Figueiredo & Menezes 2000). Posteriormente, trabalhos de Figueiredo e colaboradores (2003), realizados no âmbito do Programa REVIZEE (Recursos Vivos da Zona

Econômica Exclusiva), contribuíram para a expansão do conhecimento da diversidade de peixes da região (Menezes et al. 2003).

O Sudeste é uma das regiões de maior produtividade da costa brasileira, uma vez que a plataforma continental se expande na direção leste, onde sua largura pode atingir até 240 quilômetros. Essa região é formada pelos bancos submarinos das cadeias Vitória-Trindade e de Abrolhos, que provocam um desvio da Corrente do Brasil e uma perturbação da estratificação vertical, trazendo águas de grandes profundidades à superfície. Desse modo, a presença da Água Central do Atlântico Sul sobre a plataforma continental e sua ressurgência eventual acarretam no enriquecimento das águas dessa área devido ao aporte de nutrientes, permitindo o aumento da produtividade local e a existência de recursos pesqueiros abundantes (Amaral & Jablonski 2005, Rosa 2007). Embora muitos pesquisadores tenham realizado diversas pesquisas científicas para avaliar a riqueza e abundância da ictiofauna da região (Matsuura 1986, Vazzoler et al. 1999, Bizerril & Costa 2001, Haimovici et al. 2007, Araujo et al. 2008, Monteiro-Neto et al. 2008, Menezes 2011, Vianna et al. 2012, Monteiro-Neto et al. 2013, Rossi-Wongtschowski et al. 2014, entre muitos outros), o conhecimento da diversidade de peixes ainda é relativamente incompleto, apesar de sua extrema importância em termos ecológicos e econômicos (Caires 2014).

Tal quadro é extremamente preocupante, uma vez que os peixes se encontram em estado de ameaça devido, sobretudo, à sobrepesca, poluição e espécies invasoras (Sazima et al. 2002, Rosa & Lima 2005, Vila-Nova 2011, Viana 2013). O pouco conhecimento da ictiofauna brasileira somado às constantes ameaças sofridas pelas comunidades de peixes pode acarretar na extinção de espécies ainda não conhecidas e, portanto, na perda de informação irrecuperável sobre a diversidade marinha.

Na tentativa de reverter esse quadro, os trabalhos de levantamento ictiofaunístico são cruciais. Segundo Melo (2008), saber a diversidade de espécies em uma área é essencial para a compreensão da natureza e, por extensão, para otimizar o gerenciamento da área em relação a atividades de exploração de baixo impacto, conservação de recursos naturais ou recuperação de ecossistemas degradados. Além disso, projetos que objetivam a construção de inventários de ictiofauna servem como bons precursores de

programas de Educação Ambiental e divulgação científica que visem alertar a população sobre a necessidade da conservação dos ambientes naturais, bem como a implementação desses programas em escolas, objetivando, por exemplo, a construção de coleções ictiológicas, ferramentas didáticas importantes na assimilação de conteúdos que versam sobre peixes e na conscientização sobre a importância de se conhecer a ictiofauna e preservá-la (Silva et al. 2014, Guimarães 2016, Tonini et al. 2016).

Os inventários provenientes de levantamentos ictiofaunísticos são capazes de fornecer informações sobre, por exemplo, riqueza e abundância de determinada comunidade de peixes em determinada área (Buckup et al. 2014). Nesse sentido, por serem fonte de dados, os inventários possibilitam, ainda, a execução de metanálises, que podem ser úteis na exploração de novos horizontes em relação à ecologia, biogeografia, evolução e conservação das espécies inventariadas.

1.5. Juntando as partes em um todo

O homem possui habilidades naturais de pensar quantitativamente, mesmo que de forma rudimentar. Isso se manifesta nas noções mais simples de quantidade, como as de “muito e pouco”, “grande e pequeno”, “rápido e devagar” (Mol 2013). Durante a história, a necessidade de pensar numericamente surgiu com as mudanças de organização do espaço e de relações sociais, principalmente na época da transição do homem como pescador e coletor de alimentos para a agricultura (Assis 2014). A necessidade de contar o rebanho e, posteriormente, objetos, deu origem ao número natural. Do mesmo modo, os números racionais, que são expressos pela razão entre dois inteiros, surgiram da necessidade de medir. Ao longo do tempo, todas as civilizações e culturas que criaram alguma forma de linguagem escrita desenvolveram símbolos para o número natural e operaram com eles, formulando, muitas vezes, teoremas, hipóteses, leis e técnicas (Souza 2011).

No século XVII, com o desenvolvimento de formas matemáticas de Blaise Pascal (1623-1662) para lidar com jogos de azar, uma ciência de abordagem quantitativa com observações variadas começou a surgir (O'Rourke 2007). Segundo o matemático, “é impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, tampouco conhecer o todo sem conhecer particularmente as partes”

(Pascal 1976). Na década de 1700, ainda não havia uma distinção bem definida entre observações dentro de um estudo e observações de diferentes estudos resumidas em um. A ideia de sintetizar resultados de diferentes pesquisas começou a ser abordada nos séculos XVIII e XIX pelos astrônomos e matemáticos Carl Friedrich Gauss (1777-1855) e Pierre-Simon Laplace (1749-1827). Contudo, foi apenas no século XX que os estatísticos combinaram resultados de diferentes ensaios clínicos em um único trabalho, formalizando a técnica que hoje nos referimos como metanálise (O'Rourke 2007).

O termo “metanálise” apareceu descrito pela primeira vez em 1976, em um trabalho do psicólogo Gene V. Glass (1940-). O autor define metanálise como “a análise de uma grande coleção de resultados de análises provenientes de estudos individuais, tendo como propósito completar o que foi encontrado” (Glass 1976). Em outras palavras, a metanálise é uma metodologia estatística centrada na análise de dados provenientes de uma revisão sistemática da literatura, objetivando resumir os resultados de todos os estudos numa única medida, melhorando a confiança nos resultados. Fazendo uma analogia à citação de Pascal, a metanálise permite “juntar as partes” para conhecermos um “todo” (Egger 1998, Pissini 2006, Monteiro 2010, Pinto 2013).

Ressing (2009) acredita que a principal desvantagem da metanálise é sua incapacidade de anular os erros ou limitações inerentes aos diversos estudos em que se baseia. Por outro lado, Figueiredo Filho e colaboradores (2014) afirmam que, lançando mão de uma revisão da literatura extensiva e criteriosa, a metanálise permite comparar resultados de pesquisas tanto no aspecto da natureza dos dados quanto no aspecto metodológico. Dessa forma, tal técnica é capaz de diminuir os vieses associados às metodologias dos diferentes trabalhos compilados, aumentando a confiabilidade dos dados. Sendo assim, a revisão da literatura é uma etapa fundamental que consiste na realização de pesquisas de material previamente publicado. Nesse sentido, trata-se de um procedimento que não se baseia principalmente em novos fatos e achados, mas sim em publicações que contém informações primárias, que são posteriormente organizadas, classificadas e sintetizadas (Manten 1973, Cooper et al. 2009).

Desse modo, ao sumarizar dados provenientes de diferentes estudos primários, é possível interpretar informações oriundas de trabalhos que se baseiam em concepções conflitantes entre si, permitindo, portanto, investigar a possibilidade de tratar os dados sob uma única perspectiva, até mesmo não admitida (Vieira & Wichmann 2014), como o caso de estudar biodiversidade a partir dos vestígios faunísticos encontrados nos sambaquis.

Embora a finalidade dos sambaquis para os povos primitivos ainda seja um impasse (espaços habitacionais? Grandes lixões? Monumentos destinados a rituais? Símbolos de *status*? Barreiras de proteção ou de demarcação de território? Cemitérios? Tudo isso junto?), é consenso entre os especialistas que se debruçam sobre o estudo desses sítios que tratam-se de edificações artificiais e acumulativas, construídas segundo costumes, tradições e preferências alimentares do povo que as construiu. Desse modo, tabus alimentares e formas de descarte do material desempenharam um papel relevante na composição e no grau de preservação dos vestígios zooarqueológicos encontrados nos sambaquis. Portanto, os restos de organismos encontrados nesses sítios não representam amostras aleatórias das comunidades biológicas naturais das quais foram coletados. Cada espécie que ali está foi escolhida pela importância que teve na alimentação e na cultura de um povo (Silva et al. 2016). Acredita-se, então, que não se pode inferir a biodiversidade do passado a partir de vestígios faunísticos encontrados em sambaquis, uma vez que esses registros possuem vieses de seletividade e pesca-coleta-caça preferencial.

1.6. Sambaquis e biodiversidade: uma investigação

Esta dissertação se dedicou a investigar o possível uso dos sambaquis como testemunhos da diversidade biológica, mais especificamente a ictiológica. É defendido aqui que, apesar de serem acumulações artificiais repletas de significados culturais, os sambaquis guardam um sinal da diversidade de peixes do passado e podem, portanto, fornecer diversas informações sobre a composição, abundância, distribuição e riqueza de espécies.

Para tanto, no primeiro capítulo foi realizada uma extensiva revisão da literatura sobre ictiofauna de sambaquis e dados referentes a 68 sítios da costa Sudeste brasileira foram compilados em um inventário de espécies. Dados

taxonômicos, biogeográficos, ecológicos e econômicos para as espécies inventariadas foram recuperados e categorizados para distribuição, ambiente, hábito, comportamento, guilda alimentar e valor comercial. O inventário obtido a partir de vestígios zooarqueológicos de sambaquis foi comparado com inventários ictiológicos realizados no presente, para mesma região. Nessa comparação, foi realizado um teste de qui-quadrado (χ^2) para conferir se o número de espécies com e sem valor comercial no inventário de peixes de sambaquis diferia significativamente das proporções encontradas no inventário de peixes do presente e, assim, levantar a hipótese de que registros faunísticos de sambaquis são repositórios de informações sobre a biodiversidade do Holoceno.

No capítulo 2, a hipótese sugerida no primeiro capítulo foi testada extensivamente. Para tanto, foi realizada uma série de análises lançando mão da comparação do inventário de espécies pretéritas com o de espécies modernas. As análises objetivaram avaliar os sambaquis como amostradores ecológicos da biodiversidade e foram divididas em três grupos de testes: riqueza de taxa, abordagem de distinção taxônômica e abordagem funcional.

Ao longo dos dois anos de mestrado, os dados dos capítulos desta dissertação foram publicados em anais de dois eventos científicos: III Encontro Latinoamericano de Zooarqueologia, em Aracaju-SE (Apêndice 1) e XXII Encontro Brasileiro de Ictiologia, em Porto Seguro-BA (Apêndice 2) e estão, no momento, submetidos a publicação na revista *Fisheries Management and Ecology* (ISSN 1365-2400; Qualis em Biodiversidade: B1; *Impact Factor*: 1,51; Apêndice 3).

2. OBJETIVOS



2.1. Objetivo geral

- Avaliar a qualidade das informações provenientes dos vestígios zooarqueológicos de sambaquis em relação à biodiversidade do passado.

2.2. Objetivos específicos

- Inventariar a biodiversidade de peixes marinhos do Holoceno da costa Sudeste brasileira a partir de vestígios faunísticos de sambaquis e estabelecer uma base referencial da diversidade ictiológica;
- Testar a hipótese de que os sambaquis são bons testemunhos da biodiversidade de peixes marinhos do Holoceno da costa Sudeste brasileira.

3. CAPÍTULO 1



Inventário da ictiofauna marinha de sambaquis da costa Sudeste brasileira¹

¹Este capítulo é referente ao artigo “Biodiversity of Holocene marine fish of the southeast coast of Brazil” (AB Mendes, MR Duarte & EP Silva) submetido para publicação na revista *Fisheries Management and Ecology* (ISSN 1365-2400). Ver Apêndice 3.

3.1. Introdução

Pesquisas relacionadas à biodiversidade vêm recebendo grande atenção desde a década de 1990, quando ecologistas de todo o mundo, preocupados com os efeitos da ação antrópica nos ecossistemas, intensificaram suas pesquisas no enquadramento das questões ambientais (United Nations 1992, Amaral & Jablonsky 2005, Lewinsohn & Prado 2005). A biodiversidade é definida pela Convenção sobre a Diversidade Biológica (1993) como a variabilidade entre os seres vivos de todas as origens, compreendendo a terrestre, a marinha e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte, o que inclui a diversidade no interior das espécies, entre as espécies e entre espécies e ecossistemas (Arruda et al. 2000).

No que diz respeito à biodiversidade marinha, resultados recentes do projeto Censo da Vida Marinha (2000-2010) elevaram a estimativa do número de espécies conhecidas de cerca de 230.000 para cerca de 1 a 1,4 milhões. Entre espécimes coletados em águas conhecidas e águas pouco exploradas, foram encontradas mais de 1.200 novas espécies (Costello et al. 2010). Siqueira e colaboradores (2015), em trabalho de revisão sobre as pesquisas relacionadas à biodiversidade brasileira, indicaram que apenas 21% de 1.156 referências de 2009 a 2014 diziam respeito à riqueza de espécies aquáticas. Tais fatos demonstram que o ambiente marinho é, ainda, pouco estudado e, portanto, uma incógnita. Além disso, *baselines* de longo prazo da biodiversidade marinha são escassos (Knowlton & Jackson 2008, Pinnegar & Engelhard 2008).

Baselines são inventários de referência da biodiversidade que acessam diretamente a composição de espécies de um determinado local em um determinado espaço e tempo. Os dados gerados pelos inventários compõem uma das ferramentas mais importantes na tomada de decisões a respeito da conservação e manejo de áreas naturais e, principalmente, de suas espécies ameaçadas (Silveira et al. 2010). O estabelecimento de *baselines* é especialmente importante para o grupo dos peixes marinhos, uma vez que eles são intensamente explorados pelo homem devido ao seu valor comercial, tendo participação importante na produção pesqueira mundial. No Brasil, os peixes têm sido a chave para o desenvolvimento do país que concentra 70% da sua

população próxima à costa e tem o mar como elemento central de sua história, cultura e economia (Rosa & Lima 2008).

Para que os inventários de referência da fauna ictiológica sejam os mais acurados possíveis, eles devem incluir não só dados atuais como, também, históricos e pré-históricos (fósseis/subfósseis) (Furon 1969, Warwick & Light 2002, Willis & Birks 2006, Froyd & Willis 2008, Stahl 2008, Souza et al. 2012). Contudo, a recuperação de informações a respeito da composição de espécies do passado não é uma tarefa fácil, uma vez que a principal característica do registro fóssil/subfóssil é sua incompletude. Isso é, a informação biológica (morfologia, riqueza, diversidade, equitabilidade etc.) preservada nesses registros é o resultado de modificações não lineares que ocorrem desde a morte até o soterramento final de um organismo (Ritter & Erthal 2016), passando pelo potencial de preservação das espécies (Prumel & Heinrich 2005). Dessa forma, esses registros são relativamente escassos (Bittencourt et al. 2015).

Para o Holoceno, existem alguns registros da composição de espécies, como praias, associações mortas e sambaquis. As praias e restingas tiveram suas gêneses no Holoceno, no entanto, suas características dificultam o estabelecimento de uma cronologia (Lacerda et al. 1984). As associações mortas, por outro lado, permitem estimativas temporais precisas e possuem a grande vantagem de serem naturais, revelando, assim, tanatocenoses de fato, entretanto, são formações raras ao longo da costa brasileira (Ritter & Erthal 2016). Já os sambaquis, sítios arqueológicos datados entre 8.000 e 1.000 anos A.P. (antes do presente; por convenção antes de 1950), são comuns na costa brasileira e permitem o estabelecimento de uma cronologia, uma vez que exibem variações verticais e laterais que se distinguem em relação à composição, coloração, espessura, continuidade, compactação, geometria e outros aspectos. Contudo, o estudo de sua estratigrafia não é uma tarefa simples, uma vez que as camadas estratigráficas costumam estar dispostas de maneira intrincada, dificultando a precisão das datações (Kneip 1995, Gaspar 1998, Scheel-Ybert et al. 2009, Klokler et al. 2010, Gaspar et al. 2013a, Gaspar et al. 2013b).

Os sambaquis foram construídos por grupos humanos de pescadores-coletores-caçadores pré-históricos, razão pela qual são encontrados em áreas

estuarinas de interseção das águas de rio com águas do mar, locais com grande riqueza de recursos. Esses sítios são constituídos de sedimento, carvão, material lítico e, sobretudo, de vestígios faunísticos. Entre os vestígios zooarqueológicos marinhos recuperados em sambaquis está uma grande quantidade de moluscos, somados a crustáceos como caranguejos e siris e, também, equinodermos e peixes (Figuti 1993, Lima 2000, Lima et al. 2003, DeBlasis et al. 2007).

Os vestígios zooarqueológicos referentes aos peixes indicam a presença de espécies em função da sua utilidade para as populações sambaquieiras. Dessa forma, grande parte das espécies registradas em sambaquis tem um significado cultural e revela, também, relações socioculturais, identitárias e características econômicas de um espaço-tempo (Figuti 1998, Barbosa-Guimarães 2013, Wagner & Silva 2014, Lopes et al. 2016). Nesse sentido, em princípio os vestígios ictiológicos de sambaquis se referem à diversidade de pescarias pré-históricas obtidas a partir de uma captura seletiva e preferencial. Essa seletividade provoca uma subestimativa da diversidade de peixes do Holoceno nos vestígios zooarqueológicos, isso é, a diversidade dos vestígios encontrados nos sambaquis é menor do que a ocorrência nas comunidades naturais (Gonzalez 2005b, Costa et al. 2012).

A despeito dos registros de peixes encontrados nos sambaquis serem uma subestimativa da diversidade natural, eles constituem uma importante fonte de informação a respeito da fauna ictiológica do passado, uma vez que os povos sambaquieiros só poderiam ter capturado peixes disponíveis nos ambientes à época. Além disso, havia a captura acidental. Ou seja, espécies sem reconhecida importância antropológica eram pescadas como fauna acompanhante das espécies-alvo (Reitz & Wing 2008, Villagran & Gianini 2014, Beuclair et al. 2016). Dessa maneira, além de guardarem informações a respeito da cultura sambaquieira (dieta, artes de pesca, símbolos ritualísticos, adornos e artefatos), os registros de peixes de sambaquis possuem um sinal da biodiversidade do Holoceno, isso é, podem fornecer inúmeros dados referentes à composição, abundância, distribuição e riqueza de espécies (Souza et al. 2010a, Souza et al. 2010b, Souza et al. 2012, Faria et al. 2014, Mendes et al. 2014, Beuclair et al. 2016, Rodrigues et al. 2016a, Rodrigues et al. 2016b, Silva et al. 2016).

Dessa forma, embora os sambaquis sejam acumulações artificiais (construídos por populações pré-históricas), a presença ou ausência de espécies encontradas nesses sítios fornece informações suficientes para criar uma listagem taxonômica que pode ser usada como uma ferramenta útil para a definição de um registro histórico da diversidade biológica (Stahl 2008). Assim, este capítulo apresenta um inventário da biodiversidade ictiológica marinha de sambaquis do Sudeste brasileiro. Essa lista constitui o primeiro inventário extensivo da fauna de peixes de sambaquis dessa região do Brasil e pode ajudar a compreender o que era natural nos oceanos no passado, possibilitando o estabelecimento de *baselines* mais completos, que embasem medidas de conservação e manejo.

3.2. Material e Métodos

O inventário foi construído a partir de um extensivo levantamento bibliográfico realizado em bibliotecas de universidades e instituições com acervo sobre arqueologia de sítios litorâneos dos três estados da costa Sudeste brasileira (Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo) (Tabela 2) e, também, nos bancos de dados disponíveis na internet (Tabela 3). A origem dos dados incluiu tanto artigos científicos quanto livros, teses, dissertações, monografias e relatórios técnicos.

Tabela 2. Instituições visitadas no levantamento bibliográfico.

Bibliotecas universitárias	Biblioteca do Instituto de Geociências (BIG-UFF)
	Biblioteca de Pós-Graduação em Geoquímica (BGQ-UFF)
	Biblioteca da Escola de Arquitetura e Urbanismo (BAU-UFF)
	Centro de Memória Fluminense (CMF-UFF)
	Biblioteca Central do Valonguinho da Universidade Federal Fluminense (BCV-UFF)
	Biblioteca Central do Gragoatá da Universidade Federal Fluminense (BCG-UFF)
	Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
	Biblioteca Central da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (BC-PUC-RJ)
Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional do Espírito Santo (IPHAN-ES)
	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional de São Paulo (IPHAN-SP)
Museus	Museu de Arqueologia de Itaipu (MAI)
	Biblioteca do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN-UFRJ)
	Biblioteca do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP)

Tabela 3. Bancos de dados disponíveis na internet consultados no levantamento bibliográfico.

Banco de artigos e periódicos	<i>Web of Knowledge</i>
	<i>Scientific Electronic Library Online (SciELO)</i>
	Portal de Periódicos CAPES/MEC
	<i>Google Acadêmico</i>
Bibliotecas digitais	Biblioteca Digital de Teses e Dissertação da Universidade de São Paulo (USP)
	Biblioteca Digital Brasileira de Dissertações e Teses
	Biblioteca Digital do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP)
	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)
Catálogos <i>Online</i> de Acervos de Bibliotecas	Catálogo <i>Online</i> do Acervo das Bibliotecas da Universidade Federal Fluminense (UFF)
	Catálogo <i>Online</i> do Acervo das Bibliotecas da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
	Catálogo <i>Online</i> do Acervo das Bibliotecas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
	Catálogo <i>Online</i> do Acervo das Bibliotecas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
	Catálogo <i>Online</i> do Acervo das Bibliotecas da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
	Catálogo <i>Online</i> do Acervo das Bibliotecas da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)
	Catálogo <i>Online</i> do Acervo das Bibliotecas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
	Catálogo <i>Online</i> do Acervo da Divisão de Bibliotecas e Documentação da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO)

Foram encontrados 233 táxons de peixes no total. Contudo, para a construção do inventário foram utilizados apenas os registros de táxon mais incluso possível: espécie. Feito isso, foram checadas possíveis mudanças nos nomes das espécies e, também, se havia sinônimos. Além disso, a distribuição biogeográfica das espécies foi averiguada de modo a avaliar criticamente a sua presença na área amostral desta dissertação. Impossibilidades ou baixas chances de ocorrência foram excluídas do inventário. Todos esses procedimentos foram adotados para contruir uma lista de espécies de peixes de sambaquis confiável. A ferramenta auxiliar desses procedimentos foi o banco de dados *FishBase* (Froese & Pauly 2016).

A lista de espécies foi analisada para riquezas específicas absoluta e relativa e frequências de ocorrência absoluta e relativa. A riqueza específica

absoluta consiste no número de espécies presentes em determinado local amostrado. A relativa, por sua vez, é a razão entre esse número e o número total de espécies. Frequência de ocorrência absoluta consiste no número de locais onde determinada espécie ocorre e a frequência relativa é a razão entre esse número e o número total de locais.

Além disso, dados taxonômicos, biogeográficos, ecológicos e econômicos para as espécies inventariadas foram recuperados de acordo com o *FishBase* (Froese & Pauly 2016). Os dados foram categorizados para distribuição (abrangência de ocorrência), ambiente (hábitat), hábito (modo de vida em local específico da coluna d'água), comportamento (caracterização dos movimentos migratórios), guilda alimentar (caracterização do hábito alimentar) e valor comercial (quão comercial é a espécie no mercado pesqueiro).

A fim de comparar o inventário obtido a partir de vestígios zooarqueológicos de sambaquis com inventários ictiológicos realizados no presente, para mesma região, foram utilizados os *check lists* construídos por Bizerril & Costa (2001), para Rio de Janeiro e Menezes (2011), para São Paulo. Para o Espírito Santo foi realizado um levantamento das espécies catalogadas no *speciesLink*, um sistema digital de informação que integra, em tempo real, dados primários de coleções científicas. Além disso, foi realizado um teste de qui-quadrado (χ^2) para conferir se o número de espécies com e sem valor comercial no inventário de peixes de sambaquis diferia significativamente das proporções encontradas nos *check lists* de peixes do presente.

3.3. Resultados

Foram levantados dados referentes a 68 sambaquis, distribuídos em 19 localidades ao longo da costa dos três estados da região Sudeste brasileira: Espírito Santo (ES), Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP) (Figura 2). O local com maior número de sambaquis registrados (12 sítios; 17,65%) foi Paraty, no Rio de Janeiro, estado que também apresentou o maior número de sítios documentados (53; 77,95%). Por outro lado, Espírito Santo foi o estado que apresentou o menor número de sambaquis (2; 2,94%) (Tabela 4).

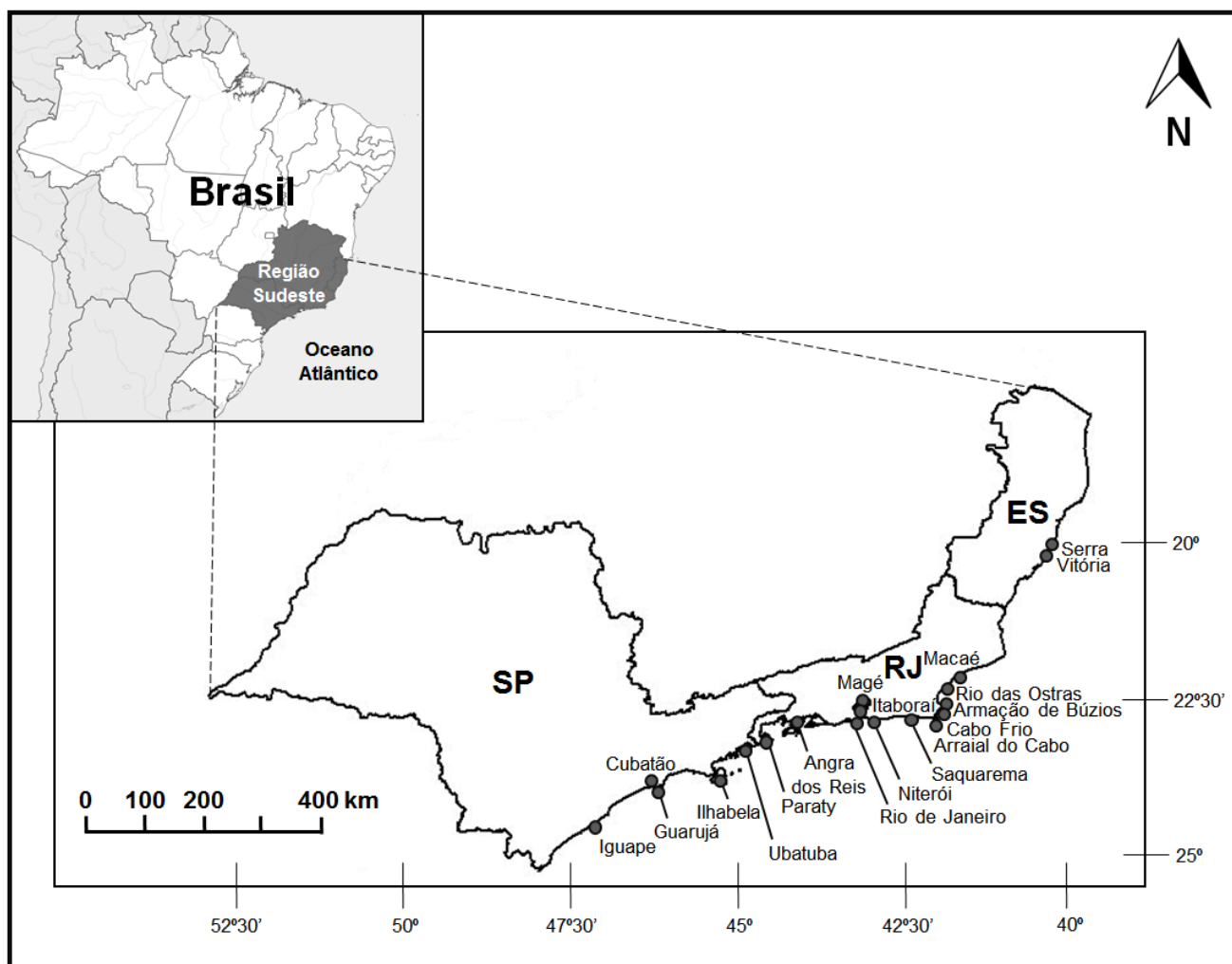


Figura 2. Mapa da região Sudeste com os locais dos sambaquis inventariados.

Tabela 4. Sambaquis inventariados para a região Sudeste brasileira com riquezas específicas absoluta (Rspp) e relativa (Rspp relativa). Legenda das referências: A = Lima 1991; B = Lopes et al. 2016; C = Figuti 1998; D = Lessa & Carvalho 2015; E = Tenório 2003a; F = Tenório 2003b; G = Lessa & Coelho 2010; H = Mendonça de Souza 1981; I = Mello & Mendonça de Souza 1977; J = Mendonça de Souza & Mendonça de Souza 1981-1982; K = Beltão et al. 1981-1982; L = Perez et al. 1995; M = Heredia et al. 1981-1982; N = Kneip 1994; O = Magalhães et al. 2001; P = Barbosa-Guimarães 2013; Q = Barbosa-Guimarães 2007; R = Kneip et al. 1988; S = Kneip et al. 1995; T = Barbosa-Guimarães 2012; U = Kneip 1997; V = Machado 2014; W = Silveira 2001; X = Costa et al. 2012; Y = Kneip 1977; Z = Kneip 1980; A2 = Kneip et al. 1975a; B2 = Kneip et al. 1975b; C2 = Gaspar 1991; D2 = Gaspar 2003; E2 = Souza 2009b; F2 = Barbosa 1999; G2 = Gaspar & Scaramella 1992; H2 = Franco & Gaspar 1992; I2 = Mendonça de Souza et al. 1983-1984; J2 = Tenório et al. 2010; K2 = Tenório et al. 2005; L2 = Tuna 2015; M2 = Souza Cunha et al. 1981; N2 = Souza Cunha et al. 1986; O2 = Vogel & Veríssimo 1981; P2 = Kneip & Pallestrini 1984; Q2 = Kneip 1979; R2 = Kneip 1995; S2 = Pinto 2009; T2 = Kneip et al. 1984a; U2 = Kneip et al. 1984b; V2 = Vogel 1987; W2 = Kneip et al. 1986; X2 = Fischer 2012; Y2 = Gonzalez 2005a; Z2 = Gonzalez & Amenomori 2003; A3 = Filippini & Eggers 2005-2006; B3 = Garcia 1972; C3 = Garcia & Uchôa 1980; D3 = Duarte 1968; E3 = Borges 2015; F3 = Figuti 1993; G3 = Figuti 1994-1995; H3 = Figuti 1987; I3 = Figuti 1989; J3 = Amenomori 1999; K3 = Amenomori 2005; L3 = Uchôa 2009; M3 = Nishida 2001; N3 = Bendazzoli 2014; O3 = Bonetti 1997; P3 = Rhea Estudos e Projetos Ltda 2009; Q3 = Perota 1972.

Local	Sambaqui	Código	Rspp	Rspp relativa	Referências
Angra dos Reis	Sambaqui da Caieira	1	27	0,190	A, B
	Sambaqui da Caieira II	2	29	0,204	A, C
	Sambaqui do Algodão	3	71	0,500	A, B, C
	Sítio do Bigode I	4	38	0,268	A, B, C
	Sítio do Major	5	47	0,331	A, B, C
	Sítio do Peri	6	39	0,275	A, B, C
	Sítio Ilhota do Leste	7	14	0,099	A, D, E, F, G
	Sambaqui do Acaiá	8	23	0,162	B
Macaé	Sítio da Ilha de Santana	9	13	0,092	A
Magé	Sítio Saracuruna	10	5	0,035	A, H, I
	Sambaqui Rio das Pedrinhas	11	9	0,063	J
	Sambaqui de Sernambetiba	12	2	0,014	K, L
	Sambaqui de Amourins	13	1	0,007	M
Paraty	Abrigo Ponta do Leste I	14	5	0,035	J
	Abrigo Ponta do Leste II	15	5	0,035	H
	Sambaqui Olho D'Água	16	3	0,021	H, J
	Toca do Cassununga	17	5	0,035	H
	Toca dos Caboclos I	18	5	0,035	J
	Abrigo da Ilha Pelada	19	5	0,035	J
	Sítio Trindade III	20	6	0,042	H
	Sambaqui do Forte	21	5	0,035	J
	Sambaqui do Perequê-Açu	22	5	0,035	J
	Sambaqui da Ilha Comprida	23	5	0,035	J
	Sambaqui do Pouso	24	5	0,035	J
	Sambaqui de Mamanguá	25	5	0,035	J
Saquarema	Sambaqui da Beirada	26	21	0,148	N, O, P, Q, R, S, T
	Sambaqui da Madressilva	27	8	0,056	O, P, Q, U
	Sambaqui da Pontinha	28	17	0,120	N, O, P, Q, S
	Sambaqui de Saquarema	29	24	0,169	B, O, P, Q
	Sambaqui do Moa	30	15	0,106	N, O, P, Q, V, W, X
	Sambaqui do Saco	31	8	0,056	O, P, Q, U
	Sambaqui do Jaconé	32	9	0,063	P, Q
	Sambaqui de Mombaça I	33	3	0,021	P, Q
	Sambaqui de Itaúnas	34	5	0,035	P, Q

	Sambaqui Manitiba I	35	20	0,141	B, O, P, Q
	Sambaqui da Ponte do Girau	36	3	0,021	B
Cabo Frio	Sambaqui do Forte	37	2	0,014	J, X, Z, A2, B2, C2, D2, E2
	Abrigo Arraial do Cabo	38	5	0,035	J
	Sambaqui Boca da Barra	39	10	0,070	C2, D2, F2
	Sítio do Meio	40	1	0,007	C2, D2, G2
	Sambaqui da Salina Peroano	41	2	0,014	C2, D2, H2
	Sítio Ilha de Cabo Frio	42	15	0,106	B
Armação de Búzios	Geribá II	43	1	0,007	C2, D2
Arraial do Cabo	Sítio Colônia de Pesca	44	2	0,014	C2, I2, J2, K2
	Sítio Ponta da Cabeça	45	9	0,063	C2, J2, K2
	Sítio do Condomínio do Atalaia	46	1	0,007	K2
	Usiminas	47	24	0,169	B
Mangaratiba	Sambaqui do Sai	48	5	0,035	J
Rio das Ostras	Sambaqui da Tarioba	49	15	0,106	L2
Niterói	Sambaqui de Camboinhas	50	12	0,085	B, M2, N2, O2, P2, Q2, R2
Itaboraí	Sambaqui Sampaio I	51	1	0,007	S2
Rio de Janeiro	Sambaqui da Embratel	52	2	0,014	T2, U2
	Sambaqui do Zé Espinho	53	12	0,085	T2, U2, V2, W2
Cubatão	Sambaqui Piaçaguera	54	63	0,444	X2, YZ, Z2, A3, B3, C3, D3, E3
	COSIPA 1	55	35	0,246	C, Y2, F3, G3
	COSIPA 2	56	16	0,113	Y2, Z2, F3, G3
	COSIPA 3	57	9	0,063	H3, I3
	COSIPA 4	58	36	0,254	C, Y2, F3, G3
Ubatuba	Sítio Tenório	59	38	0,268	C, Y2, Z2, A3, B3, J3
	Sítio do Mar Virado	60	28	0,197	Z2, J3, K3, L3, M3
	Sítio Couves 1	61	6	0,042	J3
Guarujá	Sambaqui do Buracão	62	54	0,380	Z2, E3, D3, K3
	Sambaqui do Mar Casado	63	48	0,338	Y2, Z2, D3, E3
	Sambaqui Maratuá	64	24	0,169	Y2
Ilhabela	Sambaqui Abrigo Sul	65	2	0,014	N3
Iguape	Abrigo do Pindú	66	2	0,014	N3, O3
Serra	Sambaqui do Pércles II	67	4	0,028	P3
Vitória	Sítio Campus 2	68	3	0,021	Q3

Foram inventariadas 142 espécies de peixes. A maioria dos táxons pertencia à classe Osteichthyes (105; 73,94%). Sciaenidae foi a família mais representativa, com 21 espécies e *Cynoscion* Gill, 1861, o gênero com maior número de espécies, sete no total (Tabela 5). Em relação aos Chondrichthyes (37; 26,06%), a família que apresentou o maior número de espécies foi Carcharhinidae, com 17 espécies registradas. O gênero mais representativo foi *Carcharhinus* Blainville, 1816, com 12 espécies (Tabela 6).

O sítio com maior riqueza específica foi o Sambaqui Algodão, em Angra dos Reis, com 71 espécies inventariadas e riqueza específica relativa de 0,5

(Tabela 1). Em relação às espécies inventariadas, a maioria delas (63,38%) pode ser considerada como rara, uma vez que apresentaram registro em até cinco sítios dos 68 estudados. Por outro lado, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) e *Pogonias cromis* (Linnaeus, 1766) apresentaram maior frequência de ocorrência, estando presentes em 53 (frequência relativa = 0,78) e 48 (frequência relativa = 0,71) sítios, respectivamente.

Os dados biogeográficos, ecológicos e econômicos revelaram que a maior parte dos peixes identificados possui ampla distribuição no Atlântico Ocidental (59,72%) e habitam ambientes estuarinos (53,99%). Além disso, a maioria das espécies possui hábito demersal (35,92%) e comportamento oceanódromo (28,87%). Por fim, os peixes são predominantemente carnívoros (72,548%) e possuem algum valor comercial (96,48%) (Figura 3).

Tabela 5. Peixes marinhos da classe Osteichthyes de sambaquis da região Sudeste brasileira com frequências de ocorrência absoluta (F) e relativa (F relativa) e indicação do(s) sambaqui(s) em que as espécies foram registradas. A designação dos códigos que representam os sambaquis está presente na Tabela 4.

Família	Espécie	F	F relativa	Sambaquis
Albulidae	<i>Albula nemoptera</i> (Fowler, 1911)	1	0,015	3
Ariidae	<i>Aspistor luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	19	0,279	2, 3, 4, 5, 6, 11, 27, 28, 30, 31, 35, 54, 55, 58, 59, 60, 62, 63, 64
	<i>Bagre bagre</i> (Linnaeus, 1766)	23	0,338	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 48, 50, 54, 55, 58, 59, 62, 63
	<i>Bagre marinus</i> (Mitchill, 1815)	18	0,265	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 26, 28, 30, 35, 49, 53, 54, 62, 63, 64, 67
	<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	18	0,265	2, 3, 4, 5, 6, 26, 28, 29, 30, 35, 54, 55, 57, 58, 59, 62, 63, 64
	<i>Genidens barbatus</i> (Lacepède, 1803)	33	0,485	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 48, 50, 54, 55, 58, 59, 60, 62, 63
	<i>Genidens genidens</i> (Cuvier, 1829)	19	0,279	2, 3, 4, 5, 6, 8, 26, 28, 29, 35, 49, 50, 54, 55, 58, 59, 62, 63, 64
	<i>Genidens machadoi</i> (Miranda Ribeiro, 1918)	1	0,015	54
	<i>Notarius grandicassis</i> (Valenciennes, 1840)	12	0,176	2, 3, 4, 5, 6, 54, 55, 58, 59, 62, 63, 64
	<i>Potamarius grandoculis</i> (Steindachner, 1877)	2	0,029	54, 63
	<i>Potamarius grandoculis</i> (Steindachner, 1877)	2	0,029	54, 63
Balistidae	<i>Balistes capriscus</i> Gmelin, 1789	2	0,029	62, 63
	<i>Balistes vetula</i> Linnaeus, 1758	12	0,176	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 54, 55, 58, 59, 60
Carangidae	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	4	0,059	29, 54, 62, 63
	<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	23	0,338	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 47, 50, 53, 54, 62, 63, 64, 67
	<i>Caranx ruber</i> (Bloch, 1793)	1	0,015	62
	<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	1	0,015	62
	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	4	0,059	8, 26, 28, 30
	<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	1	0,015	8
	<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	3	0,044	8, 47, 62
	<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	2	0,029	62, 63
	<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	2	0,029	62, 63

	<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,015	65
	<i>Trachurus lathamii</i> Nichols, 1920	1	0,015	54
Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i> Poey, 1860	3	0,044	3, 5, 42
	<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	6	0,088	35, 47, 54, 62, 63, 64
	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	16	0,235	3, 11, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 35, 54, 57, 62, 63, 64, 67, 69
Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758	1	0,015	8
Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,074	9, 29, 60, 62, 63
Diodontidae	<i>Chilomycterus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	12	0,176	1, 2, 3, 4, 5, 6, 47, 49, 54, 55, 58, 59
	<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	11	0,162	2, 3, 4, 5, 6, 9, 54, 55, 58, 59, 63
Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)	1	0,015	54
	<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	1	0,015	62
Elopidae	<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766	1	0,015	54
Ehippididae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	21	0,309	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 29, 35, 39, 47, 49, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 62
Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	2	0,029	3, 5
	<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	5	0,074	3, 5, 6, 54, 62
	<i>Eugerres brasiliensis</i> (Cuvier, 1830)	2	0,029	54, 62
	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	1	0,015	3
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	3	0,044	54, 62, 63
	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	6	0,088	1, 3, 4, 5, 6, 47
	<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	13	0,191	2, 3, 4, 5, 6, 11, 54, 55, 58, 59, 60, 62, 63
	<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	2	0,029	3, 47
	<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1801)	3	0,044	54, 62, 63
	<i>Haemulon scirius</i> (Shaw, 1803)	1	0,015	3
	<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	3	0,044	1, 3, 47
	<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	10	0,147	1, 2, 3, 4, 5, 6, 54, 55, 58, 59
	<i>Pomadasys croco</i> (Cuvier, 1830)	1	0,015	63
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	2	0,029	1, 3
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	2	0,029	60, 62
Istiophoridae	<i>Istiophorus albicans</i> (Latreille, 1804)	1	0,015	47
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	3	0,044	9, 49, 60
Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	4	0,059	3, 8, 42, 47
Lobotidae	<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)	10	0,147	7, 39, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 66
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	1	0,015	68
	<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,015	59
	<i>Lutjanus purpureus</i> (Poey, 1866)	1	0,015	59
	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,074	1, 3, 4, 5, 6
	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	1	0,015	47
Malacanthidae	<i>Caulolatilus chrysops</i> (Valenciennes, 1833)	1	0,015	53
Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes, 1847	3	0,044	54, 62, 63
Mugilidae	<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	5	0,074	1, 3, 4, 5, 6
Paralichthyidae	<i>Paralichthys orbignyanus</i> (Valenciennes, 1839)	1	0,015	54
Polynemidae	<i>Polydactylus oligodon</i> (Günther, 1860)	6	0,088	14, 15, 17, 18, 19, 38
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	1	0,015	62
Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)	21	0,309	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 26, 28, 29, 30, 39, 41, 45, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 63
Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	13	0,191	1, 2, 3, 4, 5, 6, 32, 49, 54, 55, 57, 58, 59
	<i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepède, 1801)	16	0,235	10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 27, 35, 38, 54, 59, 62, 63, 64
	<i>Cynoscion guatucupa</i> (Cuvier, 1830)	1	0,015	64
	<i>Cynoscion jamaicensis</i> (Vaillant & Bocourt, 1883)	12	0,176	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 32, 34, 49, 55,

	<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	5	0,074	54, 55, 58, 62, 63
	<i>Cynoscion similis</i> Randall & Cervigón, 1968	6	0,088	1, 3, 4, 5, 6, 36
	<i>Cynoscion striatus</i> (Cuvier, 1829)	3	0,044	28, 29, 35
	<i>Cynoscion virescens</i> (Cuvier, 1830)	19	0,279	11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 38, 48, 58, 59, 62, 63
	<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	3	0,044	32, 54, 59
	<i>Larimus breviceps</i> Cuvier, 1830	18	0,265	1, 2, 3, 4, 5, 6, 32, 33, 34, 49, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 63
	<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,029	49, 59
	<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	53	0,779	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64
	<i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus, 1766)	8	0,118	26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 50
	<i>Ophioscion punctatissimus</i> Meek & Hildebrand, 1925	1	0,015	54
	<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	0,015	35
	<i>Pogonias cromis</i> (Linnaeus, 1766)	48	0,706	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 68
	<i>Nebris microps</i> Cuvier, 1830	1	0,015	59
	<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	1	0,015	54
	<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	2	0,029	32, 54
	<i>Umbrina canosai</i> Berg, 1895	1	0,015	29
	<i>Umbrina coroides</i> Cuvier, 1830	1	0,015	42
Scombridae	<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,029	8, 47
	<i>Scomberomorus</i> cf. <i>brasiliensis</i> Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978	2	0,029	62, 63
	<i>Thunnus</i> cf. <i>atlanticus</i> (Lesson, 1831)	1	0,015	64
Serranidae	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	4	0,059	54, 62, 63, 64
	<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)	4	0,059	54, 62, 63, 64
	<i>Epinephelus morio</i> (Valenciennes, 1828)	6	0,088	3, 47, 54, 62, 63, 64
	<i>Epinephelus niveatus</i> (Valenciennes, 1828)	2	0,029	26, 29
	<i>Mycteroperca acutirostris</i> (Valenciennes, 1828)	2	0,029	63, 64
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	20	0,294	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 39, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 66
	<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	8	0,118	3, 5, 26, 28, 29, 30, 31, 35
	<i>Calamus pennatula</i> Guichenot, 1868	2	0,029	54, 62
	<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	2	0,029	9, 60
	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	8	0,118	26, 28, 29, 30, 35, 47, 49, 53
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	1	0,015	5
	<i>Sphyraena guachancho</i> Cuvier, 1829	1	0,015	3
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)	24	0,353	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 26, 28, 35, 39, 42, 49, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67
	<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)	5	0,074	2, 3, 4, 5, 6
	<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,074	2, 3, 4, 5, 6
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	17	0,250	2, 3, 4, 5, 6, 8, 42, 47, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 62, 63, 65
Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	1	0,015	1

Tabela 6. Peixes marinhos da classe Chondrichthyes de sambaquis da região Sudeste brasileira com frequências de ocorrência absoluta (F) e relativa (F relativa) e indicação do(s) sambaqui(s) em que as espécies foram registradas. A designação dos códigos que representam os sambaquis está presente na Tabela 4.

Família	Espécie	F	F relativa	Sambaquis
Alopiidae	<i>Alopias superciliosus</i> Lowe, 1841	2	0,029	3, 50
	<i>Alopias vulpinus</i> (Bonnaterre, 1788)	6	0,088	3, 53, 55, 56, 58, 60
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus acronotus</i> (Poey, 1860)	8	0,118	1, 3, 5, 42, 54, 62, 63, 64
	<i>Carcharhinus altimus</i> (Springer, 1950)	2	0,029	3, 9
	<i>Carcharhinus brachyurus</i> (Günther, 1870)	2	0,029	3, 5
	<i>Carcharhinus brevipinna</i> (Müller & Henle, 1839)	8	0,118	3, 8, 26, 29, 42, 47, 49, 50
	<i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller & Henle, 1839)	1	0,015	3
	<i>Carcharhinus leucas</i> (Müller & Henle, 1839)	10	0,147	3, 45, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63
	<i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839)	11	0,162	1, 3, 4, 5, 6, 8, 45, 54, 62, 63, 64
	<i>Carcharhinus longimanus</i> (Poey, 1861)	2	0,029	3, 45
	<i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur, 1818)	10	0,147	3, 8, 26, 29, 54, 55, 56, 58, 62
	<i>Carcharhinus perezii</i> (Poey, 1876)	1	0,015	3
	<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827)	10	0,147	1, 3, 5, 6, 26, 45, 47, 55, 56, 58
	<i>Carcharhinus porosus</i> (Ranzani, 1839)	5	0,074	1, 3, 4, 5, 6
	<i>Negaprion brevirostris</i> (Poey, 1868)	9	0,132	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 29, 42
	<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758)	9	0,132	44, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62
	<i>Rhizoprionodon lalandii</i> (Müller & Henle, 1839)	4	0,059	3, 4, 5, 6
	<i>Rhizoprionodon porosus</i> (Poey, 1861)	3	0,044	3, 4, 5
	<i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822)	23	0,338	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 30, 42, 44, 45, 46, 47, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 64
Dasyatidae	<i>Dasyatis americana</i> Hildebrand & Schroeder, 1928	2	0,029	54, 63
	<i>Dasyatis centroura</i> (Mitchill, 1815)	6	0,088	3, 7, 26, 29, 39, 50
	<i>Dasyatis guttata</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	0,015	3
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre, 1788)	3	0,044	54, 62, 63
Gymnuridae	<i>Gymnura altavela</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,015	7
Lamnidae	<i>Lamna nasus</i> (Bonnaterre, 1788)	7	0,103	1, 3, 4, 5, 6, 42, 47
	<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758)	23	0,338	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 26, 29, 42, 45, 47, 50, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 64
	<i>Isurus oxyrinchus</i> Rafinesque, 1810	15	0,221	3, 7, 8, 37, 39, 42, 45, 47, 54, 55, 56, 58, 60, 62, 63
	<i>Isurus paucus</i> Guitart, 1966	1	0,015	7
Myliobatidae	<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)	24	0,353	3, 8, 9, 26, 28, 29, 30, 31, 35, 39, 42, 47, 49, 50, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64
	<i>Myliobatis goodei</i> Garman, 1885	5	0,074	54, 55, 56, 58, 59
	<i>Rhinoptera bonasus</i> (Mitchill, 1815)	10	0,147	7, 39, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63
	<i>Rhinoptera brasiliensis</i> Müller, 1836	5	0,074	54, 59, 60, 61, 62
Odontaspidae	<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810	26	0,382	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 35, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)	2	0,029	3, 60
	<i>Sphyrna mokarran</i> (Rüppell, 1837)	2	0,029	3, 29
	<i>Sphyrna tiburo</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,029	54, 59
	<i>Sphyrna zygaena</i> (Linnaeus, 1758)	4	0,059	3, 5, 47, 59

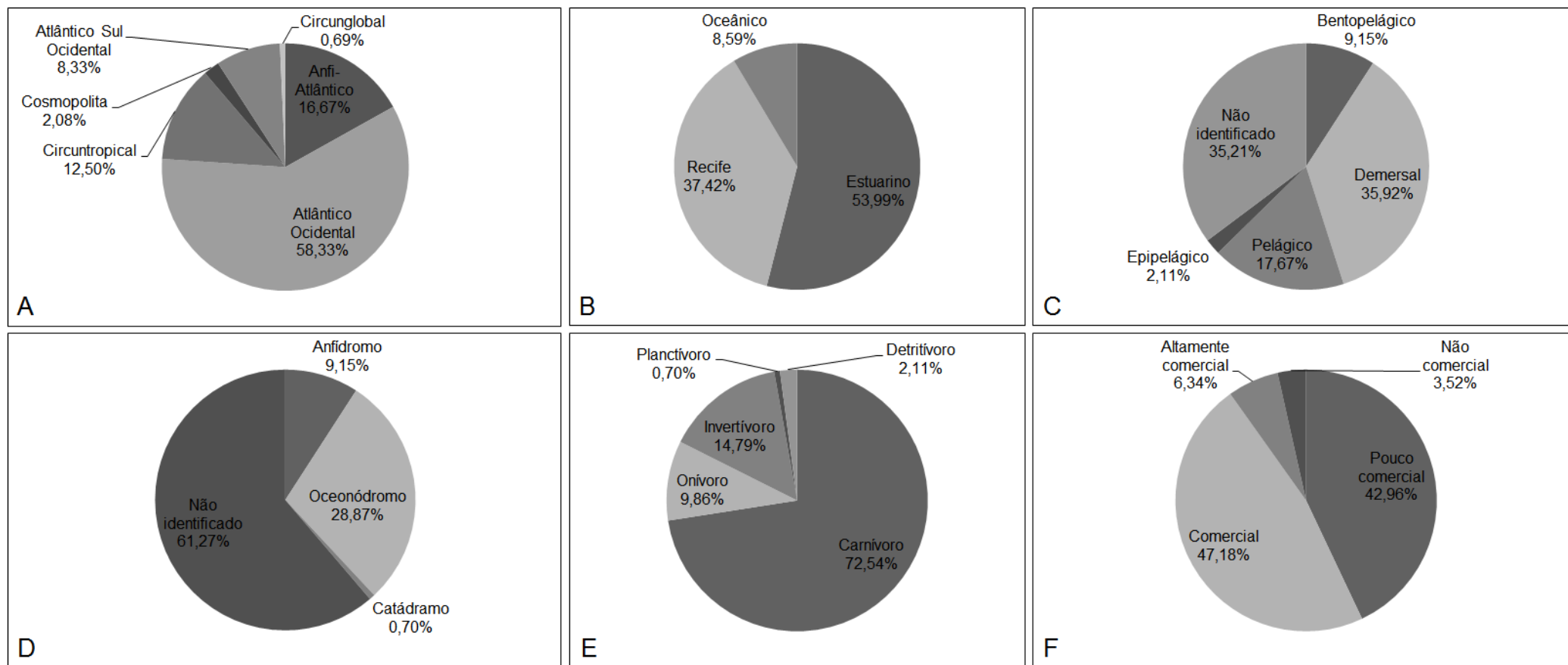


Figura 3. Dados biogeográficos, ecológicos e econômicos dos peixes inventariados. A = Distribuição; B = Ambiente; C = Hábito; D = Comportamento; E = Guilda alimentar; F = Valor comercial.

Com relação aos *check lists* de peixes do presente, os sambaquis apresentaram 17,60% das espécies registradas para o Rio de Janeiro, 15,57% para São Paulo e 2,13% para o Espírito Santo. Se tomada toda a região Sudeste, os sambaquis apresentaram 17,57% dos registros de peixes para região. Contudo, se forem tomadas apenas aquelas espécies com algum registro de importância comercial, os registros de peixes em sambaquis sobe para 28,07% do total de espécies registradas para região. Mais que isso, foram identificadas espécies exclusivas do passado, sendo 13 para Rio de Janeiro, 15 para São Paulo, quatro para Espírito Santo (Tabela 7). Os resultados dos testes de χ^2 indicaram que os inventários do passado e presente não apresentam diferenças significativas relacionadas ao número de espécies definidas como comerciais seja para os estados (Rio de Janeiro, $\chi^2 = 4,587 \times 10^{-9}$; graus de liberdade = 3; probabilidade > 0,995; São Paulo, $\chi^2 = 3,549 \times 10^{-12}$; graus de liberdade = 3; probabilidade > 0,995 e Espírito Santo, $\chi^2 = 0,106$; graus de liberdade = 3; probabilidade > 0,99) ou para a região Sudeste como um todo ($\chi^2 = 6,349 \times 10^{-17}$; graus de liberdade = 3; probabilidade > 0,995).

Tabela 7. Número de espécies encontradas nos inventários de peixes atuais e nos sambaquis do Rio Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Espírito Santo (ES) e região Sudeste.

n spp.	RJ	SP	ES	Sudeste
Passado Geral	104	90	6	142
Presente Geral	591	578	282	808
Passado Comerciais	101	87	6	137
Presente Comerciais	412	340	196	488
Exclusivas no passado	13	15	4	5

3.4. Discussão

Construídos por grupos humanos pré-coloniais durante o Holoceno, os sambaquis se caracterizam por serem acumulações artificiais de vestígios faunísticos e culturais (Lima et al. 2003, Mendes et al. 2014). Assim, tem sido assumido que o conjunto de organismos encontrados nos sambaquis representa uma amostra não aleatória e tendenciosa das comunidades biológicas naturais, uma vez que a composição de espécies desses locais pode ser influenciada ou determinada por diversos fatores culturais, como preferência de alimento, nível tecnológico das artes de pesca e artefatos de

coleta e caça, tabus alimentares, significado funerário ou ritualístico e a forma como os materiais foram descartados e/ou utilizados. Dessa forma, alguns pesquisadores acreditam que os dados faunísticos de sambaquis têm vieses de seletividade, o que torna difícil a sua utilização para inferências relativas aos ecossistemas e sua biodiversidade (Baisre 2010, Rodrigues et al. 2016a). Contudo, a comparação do inventário de espécies de peixes marinhos de sambaquis com aquelas de inventários gerais de fauna ictiológica não revelou diferenças significativas em relação ao número de espécies com e sem valor comercial, indicando que os sambaquis contêm informações que não são restritas apenas a pescarias pré-históricas. Portanto, a despeito de qualquer viés associado à composição dos vestígios zooarqueológicos, esses restos faunísticos parecem representar uma amostra da fauna existente no momento da criação desses sítios arqueológicos (Lindbladh et al. 2007; Froyd & Willis 2008), constituindo-se, também, em repositórios de informações sobre a biodiversidade.

Em estudo recente, Faria e colaboradores (2014) foram capazes de demonstrar, a partir de testes de distinção taxonômica, que a diversidade taxonômica malacológica recuperada para o Sambaqui da Tarioba (Rio de Janeiro, Brasil) não era estatisticamente diferente daquela presente em uma lista mãe de espécies de moluscos de toda costa do estado do Rio de Janeiro. Esses resultados sugerem, juntamente com aqueles encontrados aqui, que os sambaquis, apesar de suas limitações, podem conter sinais relevantes da biodiversidade do passado. Mais que isso, alguns estudos com sambaquis têm evidenciado mudanças detectáveis na composição de espécies ao longo do tempo (Dalzell 1998, Lotze & Milewski 2004, Rosenberg et al. 2005, Maschner et al. 2008, Souza et al. 2016).

Trabalhos que se dedicaram a inventariar espécies de peixes em sambaquis envolveram, em geral, um número de sítios (área amostral) limitado. Por exemplo, Kloker e colaboradores (2010) registraram 17 espécies de peixes em dois sítios no litoral sul do Brasil (Santa Catarina); Hilbert (2011) identificou 16 táxons de peixes em três sambaquis para mesma região (Rio Grande do Sul) e Borges (2015), estudando quatro sambaquis de São Paulo, identificou 102 táxons. Lopes e colaboradores (2016), em um esforço maior de amostragem, registraram 97 espécies de peixes para 13 sítios localizados na

costa do Rio de Janeiro. Neste trabalho, a área amostral correspondeu a 68 sambaquis distribuídos em mais de 1.000 km da costa sudeste brasileira.

Quando comparada com os *check lists* de peixes do presente (Bizerril & Costa 2001, Menezes 2011, *speciesLink*), a riqueza específica do inventário de peixes de sambaquis foi menor. Isso se deve provavelmente às metodologias de amostragem empregadas. No caso dos *check lists* do presente, todos eles foram baseados em amplos levantamentos bibliográficos que incluíram trabalhos com metodologias diversificadas (registros de pesca, coletas, testemunho de coleções científicas, documentos de acervos de museus e monitoramento ambiental) e dados acumulados de vários anos de pesquisa acadêmica. No caso dos sambaquis, os registros se relacionavam, fundamentalmente, ao registro de pescarias pré-históricas com objetivo de alimentação ou atividades culturais (artes de pesca, símbolos ritualísticos, adornos e artefatos) e capturas acidentais. Em todos esses casos, o registro de peixes em sambaquis atendeu sempre a compreensão da cultura sambaquieira. Isso é, o inventário de peixes de sambaquis foi construído com dados de trabalhos arqueológicos que estavam mais preocupados com a cultura, a pescaria e, portanto, com atenção focada em um número restrito de espécies-alvo.

Com relação às espécies-alvo, a frequência de ocorrência de *Micropogonias furnieri* e *Pogonias cromis* nos sambaquis indica que elas eram, possivelmente, espécies de captura preferencial. Barbosa-Guimarães (2013), ao trabalhar com sambaquis de Saquarema (Rio de Janeiro, Brasil) observou que *Micropogonias furnieri* era a espécie principal de peixe nesses sítios. A partir disso inferiu que os povos sambaquieiros daquela região se alimentavam principalmente desse recurso. Souza Cunha e colaboradores (1981), por sua vez, destacaram a presença de *Pogonias* sp. no Sambaqui de Camboinhas (Niterói, Rio de Janeiro, Brasil) cujos vestígios são comuns em sambaquis litorâneos (Kneip et al. 1975b, Souza Cunha et al. 1978). Lopes e colaboradores (2016), ao estudarem sambaquis do Rio de Janeiro, registraram *Micropogonias furnieri* e *Pogonias cromis* como duas das três espécies mais frequentes em sua pesquisa. Essas duas espécies são consideradas, hoje, importantes recursos pesqueiros na região Sudeste do Brasil (Mulato et al. 2015, Santos et al. 2016). Além disso, espécies estuarinas, demersais e

carnívoras costumam possuir valor comercial significativo, compondo importantes estoques de pesca (Tacon 1994, Santos & Câmara 2002, Haimovici et al. 2014). Desse modo, fazendo uma extrapolação, é possível deduzir que, no passado, essas espécies fossem um recurso pesqueiro relevante para os povos sambaquieiros.

Se por um lado a presença de espécies como *Micropogonias furnieri* e *Pogonias cromis*, com grande frequência de ocorrência relativa nos sambaquis, indica que o inventário de peixes de sambaquis contém informações sobre pescarias pré-históricas; por outro lado, o número de espécies com e sem valor comercial nesse inventário não são estatisticamente diferentes de *check lists* de fauna ictiológica para os mesmos locais. Mais que isso, a grande quantidade de espécies exclusivas e de pouca frequência nos sambaquis corrobora com a hipótese de que os registros de peixes de sambaquis contém informações relevantes sobre a fauna ictiológica do Holoceno, sendo essas espécies, provavelmente, capturas acidentais. Interessante ainda de se notar é que é pouco provável que sambaquis de regiões vizinhas consumissem espécies diferentes e exclusivas como mostram os resultados de frequência de ocorrência. Desse modo, os resultados deste capítulo trazem a indicação de que os sambaquis guardam mais do que informações sobre a pesca e a cultura sambaquieira, sendo, também, testemunhos da biodiversidade do passado.

Inventários de biodiversidade são essenciais para o estabelecimento de *baselines* que auxiliam a criação de medidas de manejo e conservação das espécies (Gordillo et al. 2014), principalmente as ameaçadas, como os peixes. Na atualidade, os efeitos de sobrepesca, poluição, espécies invasoras e outros impactos ecológicos têm reduzido a diversidade ictiológica marinha (Povey & Keough 1991, Brosnan & Crumrine 1994, Polunin & Roberts 1996, Costello et al. 2010). Assim, estudar vestígios ictiológicos de sambaquis se mostra uma importante ferramenta para conhecer a biodiversidade pré-histórica, podendo estabelecer uma perspectiva histórica da diversidade biológica e, portanto, possibilitar o estabelecimento de *baselines* mais completos, que embasem medidas de manejo mais adequadas e amenizem o quadro de ameaça em que, atualmente, os peixes marinhos se encontram.

3.5. Conclusão

O inventário de peixes marinhos do Holoceno da costa Sudeste brasileira contém informações para além de pescarias pré-históricas, o que é corroborado pela grande quantidade de espécies de baixa frequência de ocorrência (ou exclusivas) e, também, pelos testes de qui-quadrado que não evidenciaram diferenças significativas entre o inventário de peixes de sambaquis e os *check lists* de ictiofauna no presente. Assim, os resultados deste capítulo se constituem numa indicação de que os vestígios zooarqueológicos de peixes podem ser importantes testemunhos da biodiversidade do Holoceno.

4. CAPÍTULO 2



Sambaquis podem ser usados como testemunhos da biodiversidade de peixes marinhos do Holoceno da costa Sudeste brasileira?

4.1. Introdução

Estudos sobre a biodiversidade começaram com a atividade de descobrir, nomear e contar espécies nas diversas regiões do planeta (Rosenzweig 1995). Contudo, a biodiversidade não é estática nem no espaço, nem no tempo (Pahl-Wostl 1995). Knapp (2003), por exemplo, afirma que, devido ao dinamismo do mundo natural, a composição de espécies, suas interações e habitats mudam tanto ao longo do tempo ecológico quanto evolutivo. Em função disso, tem-se discutido muito, na atualidade, a necessidade de se incluir nos estudos sobre biodiversidade uma perspectiva tanto espacial (ecológica), quanto temporal de longo prazo (evolutiva) (Morlon 2014).

A maioria dos estudos de diversidade biológica é baseada somente na perspectiva espacial. Padrões espaciais em biodiversidade são bastante reconhecidos e formam a base para muitas estratégias de conservação, que voltam seus esforços para áreas de maior riqueza e níveis mais altos de endemismo e sob ameaça (Myers et al. 2000, Mittermeier et al. 2005, Sollmann 2013, Kullberg & Moilanen 2014, McCune 2016). Quando as pesquisas de biodiversidade são baseadas na perspectiva temporal, esta é, geralmente, de curto prazo (Brose & Hillebrand 2016). A perspectiva temporal de curto prazo ajuda a entender a estrutura e funcionamento de ecossistemas particulares, entretanto possui limitada capacidade de avaliar alterações lentas como, por exemplo, aquelas advindas dos efeitos de mudanças climáticas sobre a composição e distribuição das espécies (Magurran et al. 2010). A abordagem em larga escala temporal, por outro lado, reconhece tendências na composição das espécies de uma comunidade marcando, por exemplo, o que é comum e raro em um tempo histórico (Willis & Birks 2006, Raffaelli & White 2013).

Willis e colaboradores (2007) afirmam que um método para estudar a biodiversidade sob uma perspectiva histórica é lançar mão de parâmetros de referência das espécies do passado, que podem ser comparados com os de espécies atuais. Os autores acreditam que essa abordagem permite compreender a história de vida de determinada comunidade, sobretudo suas extinções. Em relação à diversidade marinha, a escassez de parâmetros de referência resulta na ausência de uma perspectiva histórica que informe o que era natural nos oceanos mundiais (Knowlton & Jackson 2008; Pinnegar &

Engelhard 2008, McClanahan & Omukoto 2011). A respeito dos peixes marinhos, reconstruir a história de vida de comunidades ictiológicas permite, além de categorizar os padrões e preditores da biodiversidade existente, examinar a história evolutiva sob aspectos relacionados à biogeografia, taxonomia e filogenia das espécies numa perspectiva espacial e temporal de longo prazo (Hutchings & Baum 2005, Cowman 2014).

Uma maneira de acessar dados de biodiversidade numa perspectiva histórica e evolutiva é a partir de registros fósseis ou subfósseis (Willis et al. 2007, Erlandson & Rick 2008). Figuti (1998), Barbosa-Guimarães (2012) e Wagner & Silva (2014), por exemplo, estudaram vestígios zooarqueológicos de peixes encontrados em sítios arqueológicos do tipo sambaqui no sul-sudeste do Brasil. Os registros foram analisados sob a perspectiva da sua função e utilidade para as populações sambaquieiras. Grande parte das espécies registradas revelou relações socioculturais, identitárias e características econômicas desses povos que habitaram o Brasil durante o Holoceno. Lopes e colaboradores (2016), de outro modo, estudaram vestígios de peixes de 13 sambaquis na costa do estado do Rio de Janeiro (Brasil) numa perspectiva de pescarias pré-históricas. Os autores demonstraram que os povos sambaquieiros tinham domínio da atividade pesqueira e que, possivelmente, sobreexploraram algumas espécies que atualmente estão vulneráveis, marcando, assim, um possível início do esgotamento de peixes ao longo da costa sudeste do Brasil.

Construídos por grupos humanos pré-históricos durante o Holoceno, os sambaquis se caracterizam por serem edificações artificiais repletas de significados culturais (Lima et al. 2003, Mendes et al. 2014). Dessa forma, acredita-se que vieses culturais influenciam ou determinam a presença dos organismos registrados nos sambaquis e, portanto, dificultam a utilização dos vestígios zooarqueológicos para inferências relativas à biodiversidade (Baisre 2010). Contudo, a despeito de qualquer viés associado à composição dos vestígios zooarqueológicos em sambaquis, diversos estudos têm defendido que os sambaquis permitem inferências sobre a diversidade biológica do passado, fornecendo dados referentes à biogeografia, composição, abundância, distribuição e riqueza de espécies (Diniz-Filho et al. 2008, Souza & Silva 2010, Souza et al. 2010a, Souza et al. 2010b, Souza et al. 2012, Faria et

al. 2014, Macario et al. 2014, Mendes et al. 2014, Beauclair et al. 2016, Rodrigues et al. 2016a, Rodrigues et al. 2016b, Silva et al. 2016, Souza et al. 2016). Assim, os registros faunísticos de sambaquis podem representar uma boa alternativa para o estabelecimento de uma perspectiva histórica da biodiversidade (Lindbladh et al. 2007; Froyd & Willis 2008).

Neste capítulo, dados referentes aos registros ictiológicos de 68 sambaquis da costa sudeste brasileira foram sistematizados e testados em relação à hipótese de que vestígios zooarqueológicos são repositórios de informações sobre a biodiversidade do passado. Ao final é defendido o argumento de que, apesar dos vieses de seletividade associados aos registros zooarqueológicos, eles, ainda assim, trazem informações relevantes sobre a biodiversidade do Holoceno e podem ser ferramentas úteis nos esforços de conservação ambiental.

4.2. Material e Métodos

4.2.1. Área de estudo

A costa sudeste brasileira está situada entre as coordenadas geográficas 17°30'S e 26°S. Segundo Palacio (1982), essa região compreende duas diferentes províncias zoogeográficas no Atlântico Sudoeste: Tropical (de 35°15'N a 23°S), que inclui o estado do Espírito Santo (ES) e Paulista (de 23°S a 34°S), que inclui os estados do Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP). Dessa forma, a costa Sudeste é uma zona de transição, mas mantém uma identidade em relação ao substrato e morfologia costeira. Com relação ao substrato, Milliman & Summerhayes (1975) descrevem a região como sendo formada por sedimentos calcários e, em algumas áreas, com presença de sedimentos terrígenos. A morfologia da região se caracteriza por apresentar praias arenosas e zonas rochosas com a presença de pequenos rios que cruzam as planícies costeiras resultando em estuários com baías profundas (Mabesoone & Coutinho 1970). A costa Sudeste se caracteriza ainda por uma extensa área de pântanos, manguezais e lagunas.

4.2.2. Inventários

A fim de testar a hipótese de que vestígios zooarqueológicos são repositórios de informações sobre a biodiversidade do passado, foram

construídos e comparados dois inventários de ictiofauna da costa Sudeste brasileira, sendo um de espécies pretéritas e outro de espécies atuais. Em ambos os casos foram realizados extensivos levantamentos bibliográficos que incluíram tanto artigos científicos quanto livros, teses, dissertações, monografias e relatórios técnicos. Foram utilizados bancos de dados de artigos e periódicos, como *Web of Knowledge* e *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), além de bibliotecas físicas e digitais de instituições de ensino e pesquisa da região Sudeste. Além desses bancos de dados, as referências bibliográficas de todos os trabalhos obtidos foram, também, escrutinadas.

4.2.3. Análise dos dados

4.2.3.1. Baseada em riqueza de taxa

A riqueza de espécies (número de espécies) é a maneira mais simples de descrever a biodiversidade e constitui a base de muitos estudos de comunidades naturais (MacArthur & Wilson 1967, Magurran 1988, Gotelli & Conwell 2001). Além da riqueza específica, a diversidade pode ser descrita, também, como riqueza de gêneros, famílias, ordens, classes (Williams & Gaston 1994, Balmford et al. 1996a, 1996b). Os dados de riqueza foram analisados em três escalas geográficas (macro, meso e micro; Figura 4). A macroescala foi definida como toda costa Sudeste brasileira (68 sambaquis). Já a mesoescala foi definida de maneira arbitrária como os três estados geopolíticos da região (53 sambaquis do Rio de Janeiro, 13 sambaquis de São Paulo e 2 sambaquis do Espírito Santo). Para o estudo em microescala foi escolhida a região de Angra dos Reis (8 sambaquis), pois dentre todas as áreas cobertas por este trabalho, esta é uma das regiões com mais estudos de diversidade ictiológica (Andreatta et al. 1994, Seixas & Begossi 1998, Begossi et al. 2001, Andreatta et al. 2002, Duarte & Andreatta 2003, Ferreira et al. 2007, Gaelzer et al. 2007, Absolon & Andreatta 2009, Mendes et al. 2014, entre muitos outros). Feito isso, a riqueza foi analisada de quatro maneiras diferentes: curvas de acumulação, testes de qui-quadrado e U-Mann Whitney, fidelidade quantitativa e riqueza estandardizada.

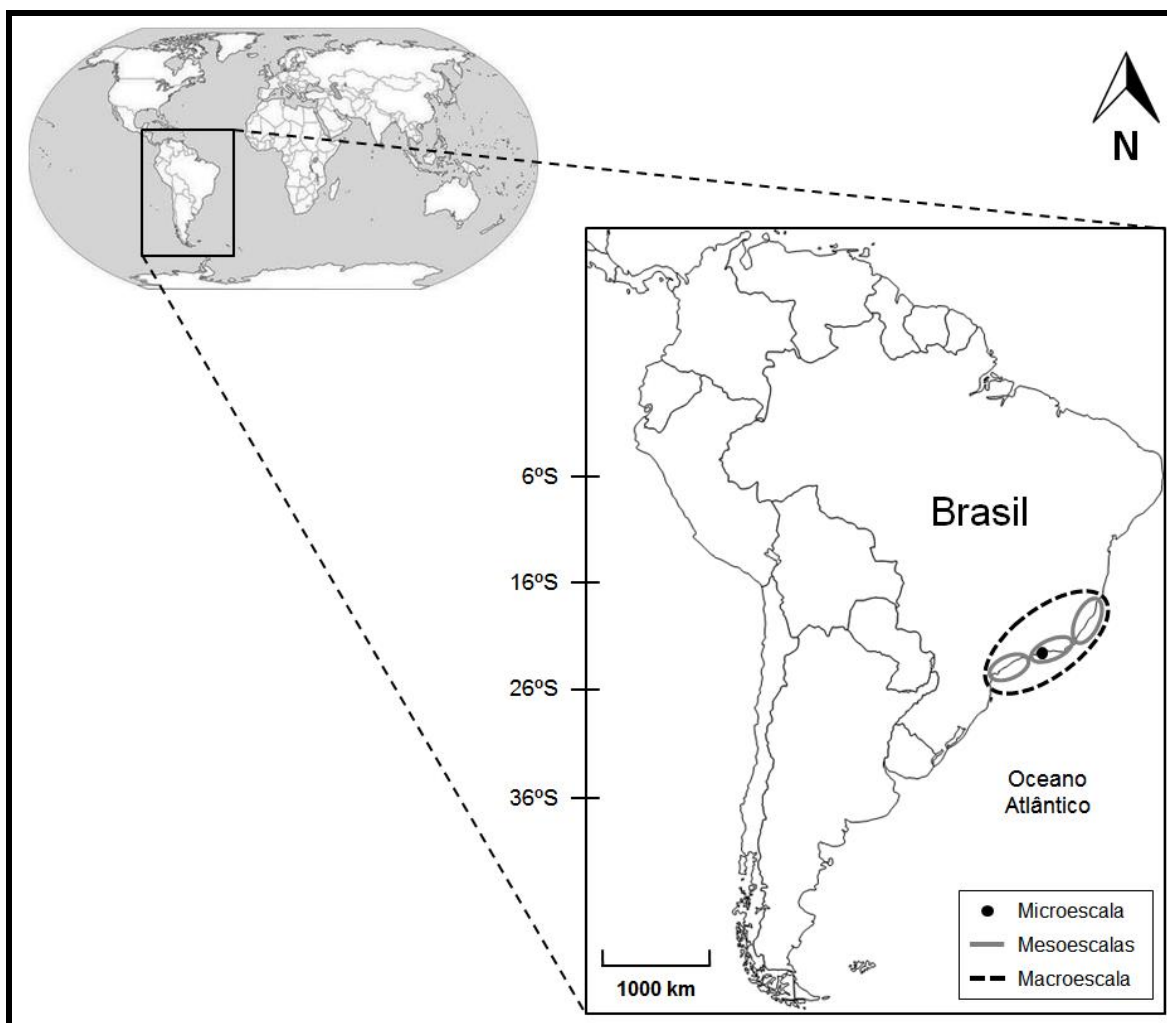


Figura 4. Mapa indicando as escalas definidas: microescala Angra dos Reis; mesoescalas Espírito Santo (mais ao Norte), Rio de Janeiro e São Paulo (mais ao Sul); e macroescala região Sudeste brasileira.

A curva de acumulação de espécies é uma análise quantitativa que permite avaliar o número mínimo de amostras necessárias para definição do número de espécies que representa uma comunidade (Willott 2001, Ugland et al. 2003, Chao et al. 2013, Gotelli & Chao 2013). Neste trabalho, elas foram construídas para definir o número mínimo de sambaquis necessários para recuperar o número de espécies de peixes do Holoceno que representasse a diversidade da lista total. Os testes de qui-quadrado serviram para avaliar quantitativamente a relação entre valores observados para um fenômeno e sua distribuição esperada, fornecendo a probabilidade de aceitação da hipótese nula de que esses valores não diferem significativamente (Volkov et al. 2003, Dornelas et al. 2009, Morris et al. 2014). Quando mais de uma variável é

analisada, os valores esperados são calculados através de uma tabela de contingência (Sokal & Rohlf 1997). Para testar a hipótese nula de que não havia diferenças significativas entre os inventários de sambaquis e os inventários de espécies vivas, foram utilizadas tabelas de contingência comparando o número de *taxa* entre os inventários. Além disso, testes de U Mann-Whitney (Sokal & Rohlf 1997) também foram realizados pelo seu maior poder estatístico.

A análise de fidelidade quantitativa (Kidwell & Bosence 1991) avalia a preservação do sinal de composição de espécies entre as assembleias mortas e vivas através de dois índices. O índice F1 indica a porcentagem de espécies encontradas vivas que também foram encontradas mortas e é dado pela fórmula:

$$F1 = \frac{NS \times 100}{NS + NL}$$

onde, NS = número de espécies compartilhadas pelos dois conjuntos; ND = número de espécies encontradas apenas em assembleias mortas e NL = número de espécies encontradas apenas em assembleias vivas (Ritter & Erthal 2013). O índice F2, por sua vez, indica a porcentagem de espécies encontradas mortas que também foram encontradas vivas é calculado pela seguinte equação:

$$F2 = \frac{NS \times 100}{NS + ND}$$

Neste trabalho, os índices usados para cálculos de fidelidade quantitativa de composição foram estimados através de comparações entre espécies encontradas nos sambaquis (assembleia morta) e aquelas encontradas em inventários atuais (assembleias vivas).

Sewall Wright (1889-1988), um dos pioneiros da genética de populações no período da síntese evolutiva, desenvolveu um modo de estimar a estruturação gênica em populações naturais. O método utilizado era bastante simples, embora muito engenhoso. Ele usou a variância padronizada das frequências gênicas de um alelo entre diferentes populações para inferir o nível

de diferenciação entre elas (Wright 1978). A mesma racionalização pode ser utilizada para testar os efeitos de diferentes amostragens (ou localidades ou associações aleatórias) sobre a riqueza de espécies (o que está relacionada ao esforço amostral). Por exemplo, espera-se que entre amostragens aleatórias (por exemplo, amostragens de peixes seguindo metodologia apropriada) a variância padronizada da riqueza específica seja menor que em amostragem que tenham vieses de seletividade (por exemplo, as acumulações artificiais em diferentes sambaquis). Indo além, as diferentes matrizes de variação (amostragem aleatória vs. acumulação artificial) podem ser comparadas para se testar a existência de diferenças estatisticamente significativas. Assim, nesse trabalho, foi utilizada esta análise seguindo a fórmula:

$$R = \frac{\sigma^2}{\mu(1-\mu)}$$

onde, σ^2 = variância da riqueza de espécies para a escala e μ = a média da riqueza de espécies para a mesma escala. A variância estandardizada da riqueza de peixes dos sambaquis nas três escalas foi comparada com aquela obtida para 12 pesquisas sobre composição atual de espécies de peixes marinhos em localidades ao longo da costa Sudeste brasileira (Fasca et al. 2007, Ferreira et al. 2007, Gaelzer et al. 2007, Araujo et al. 2008, Ramineli et al. 2011, Andreatta 2012, Andreatta et al. 2012, Barbanti et al. 2013, Barreto 2013, Chaves 2013, Hostim-Silva et al. 2013, Santos et al. 2015). Comparações na escala microrregional foram realizadas pela comparação direta dos inventários. No entanto, devido à falta de pesquisas para meso e macro escalas, foram realizadas transformações para raiz quadrada e raiz cúbica da riqueza específica obtida para as 12 pesquisas ictiológicas usadas na microescala. Foram realizados os testes de U Mann-Whitney (para comparações dois a dois) e Kruskal-Wallis (para comparações globais) para testar a significância estatística das diferenças entre as variâncias de riqueza de espécies de sambaquis e de assembleias vivas. Todas as quatro análises foram realizadas no *software Excel for Windows 2007®* e no pacote estatístico *Past 2.08* (Hammer et al. 2001).

A biodiversidade é um conceito bastante complexo que inclui mais do que simplesmente a riqueza de *taxa* de um determinado local, área ou região. A limitação mais básica de se inferir biodiversidade a partir da simples riqueza de espécies é que esta estimativa não considera a equitabilidade das espécies, o que significa que uma espécie rara e uma comum são ponderadas da mesma forma nesta medida. Índices de diversidade como Shannon e Simpson consideram tanto a riqueza quanto a equidade da espécie (Gotelli & Colwell 2001). No entanto, mesmo eles assumem que todas as espécies, independentemente de sua distinção taxonômica, têm a mesma contribuição para a diversidade. Assim, duas espécies do mesmo gênero são consideradas tão diversas como uma espécie da classe Chondrichthyes e outra de Osteichthyes. Uma maneira de contornar esses problemas é considerar para cada espécie em um inventário sua classificação linneana. Dessa forma, as espécies são consideradas em sua história evolutiva ou filogenia (Warwick & Light 2002).

4.2.3.2. Abordagem de distinção taxonômica

Os testes de distinção taxonômica têm sido muito utilizados na ecologia, com aplicações no monitoramento ambiental (Warwick & 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), avaliações de qualidade da água em ambientes marinhos (Zhang et al. 2014) e no estudo de padrões de biodiversidade (Wiens & Donoghue 2004, Tolimieri & Anderson 2010, Fritz & Rahbek 2012, Jetz et al. 2012, Winter et al. 2013). A principal premissa desses testes é que a diversidade é maior em uma comunidade em que as espécies são filogeneticamente mais distintas (Magurran 2004, Cianciaruso et al. 2009). Neste trabalho, testes de distinção taxonômica foram utilizados para avaliar se existem diferenças significativas entre a diversidade filogenética do inventário de peixes de sambaquis e o inventário de ictiofauna moderna. Para tanto, comparou-se dois índices de diversidade filogenética. O primeiro, a média da distinção taxonômica (AvTD ou $\Delta+$), é uma medida do grau em que as espécies de uma amostra são relacionadas entre si taxonomicamente (Clarke & Warwick 1998). É calculada como sendo a distância média entre quaisquer pares de

espécies traçada em uma árvore filogenética ou classificação taxonômica e é matematicamente definida como:

$$AvTD = \left[\sum_{i < j} \omega_{ij} \right] / [s(s-1)/2]$$

onde s é o número de espécies presentes, $\sum \sum$ a dupla soma sobre o conjunto de espécies e ω_{ij} é o peso de distinção entre as espécies i e j . O peso utilizado e o número de níveis taxonômicos foram os mesmos utilizados por Warwick & Light (2002) e Warwick & Turk (2002).

O segundo índice, variação da distinção taxonômica (VarTD ou Λ^+), mede a variação dos valores de distinção taxonômica entre todos os pares de espécies presentes na amostra, indicando em que grau certos *taxa* estão sobre- ou sub- representados nas amostras. É dado pela fórmula:

$$VarTD = \left[\sum_{i \neq j} (\omega_{ij} - \bar{\omega})^2 \right] / [s(s-1)]$$

Esses índices podem ser utilizados para dados de presença e ausência e são independentes do esforço amostral e do tamanho da amostra (Warwick & Light 2002), podendo ser especialmente importantes para listas de espécies difusamente coletadas e com origem em diferentes localidades, o que, à primeira vista, pareceriam dados incomparáveis (Clarke & Warwick 1998).

O teste de distinção taxonômica compara os valores de distinção taxonômica média e variação da distinção taxonômica de uma lista de m espécies encontradas em determinada assembleia com n combinações randômicas, contendo m espécies, selecionadas a partir de uma *masterlist*, contendo todas as espécies que poderiam ter sido encontradas. Neste trabalho, a *masterlist* foi construída a partir da soma dos inventários de peixes de sambaquis com os inventários atuais de peixes da costa Sudeste brasileira. Um funil com limite de 95% de confiança foi gerado, tanto para média da

distinção taxonômica quanto para variação da distinção taxonômica. Segundo Clarke & Warwick (1998, 2001), se os valores encontrados não se incluem no intervalo de 95% de probabilidade, a assembleia pode ser então considerada taxonomicamente diferente, de forma significativa, da *masterlist*. Esse teste foi realizado no pacote estatístico *Primer 6 for Windows* (Clarke & Gorley 2006).

As abordagens de riqueza de *taxa* e distinção taxonômica são baseadas em taxonomia. Uma maneira de analisar a diversidade de uma comunidade para além da taxonomia é, por exemplo, lançar mão da abordagem funcional, que não leva em consideração a composição de espécies ou suas relações filogenéticas, mas sim as funções que exercem no ecossistema (Cianciaruso et al. 2009, Manna et al. 2013).

4.2.3.3. Abordagem funcional

A diversidade funcional pode ser definida como a extensão das diferenças funcionais entre as espécies em uma comunidade, ou seja, uma inferência do número de grupos funcionais representados pelas espécies em uma comunidade. Uma possível abordagem para esse problema é discriminar os hábito alimentar das espécies (Tilman 2001, Petchey & Gaston 2002). As comunidades biológicas altamente diversas incluem todas ou grande parte das guildas de alimentação, o que é uma indicação da complexidade trófica do ambiente (Baiser et al. 2011). Neste trabalho, para os inventários do passado e presente foram levantadas informações sobre o hábito alimentar de cada espécie no banco de dados *FishBase* (Froese & Pauly 2016). Cada espécie foi definida apenas para uma guilda alimentar (herbívoro, carnívoro, onívoro, planctívoro, invertívoro ou detritívoro) e, para verificar se o número de guildas de alimentação era estatisticamente diferente entre os sambaquis e os inventários atuais, foi realizado um teste de qui-quadrado no *software Excel for Windows 2007*[®] e testes de U Mann-Whitney no pacote estatístico *Past 2.08* (Hammer et al. 2001).

4.3. Resultados

Em relação ao inventário do passado, a revisão bibliográfica foi capaz de levantar 69 trabalhos contendo dados referentes a espécies de peixes de sambaquis da costa Sudeste brasileira. Com base nesses trabalhos, foram

inventariadas 142 espécies distribuídas em 68 sítios ao longo da costa. No que diz respeito ao inventário de peixes modernos, 808 espécies foram levantadas a partir das informações presentes nos *check lists* construídos por Bizerril & Costa (2001) para Rio de Janeiro e Menezes (2011) para São Paulo. Com relação ao estado do Espírito Santo os dados foram obtidos a partir das espécies catalogadas no *speciesLink*, um sistema digital de informação que integra, em tempo real, dados primários de coleções científicas.

As curvas de acumulação espécie-área realizadas a fim de inferir a relação entre a área amostral (número de sambaquis) e o número de espécies obtidas indicaram insuficiência amostral para todas as escalas definidas usando como critério a presença de uma assíntota (Figura 5). Contudo, o uso desse critério é controverso, especialmente nos trópicos, onde a diversidade é alta e com um grande número de espécies raras (Schilling & Batista 2008, Gotelli & Colwell 2011).

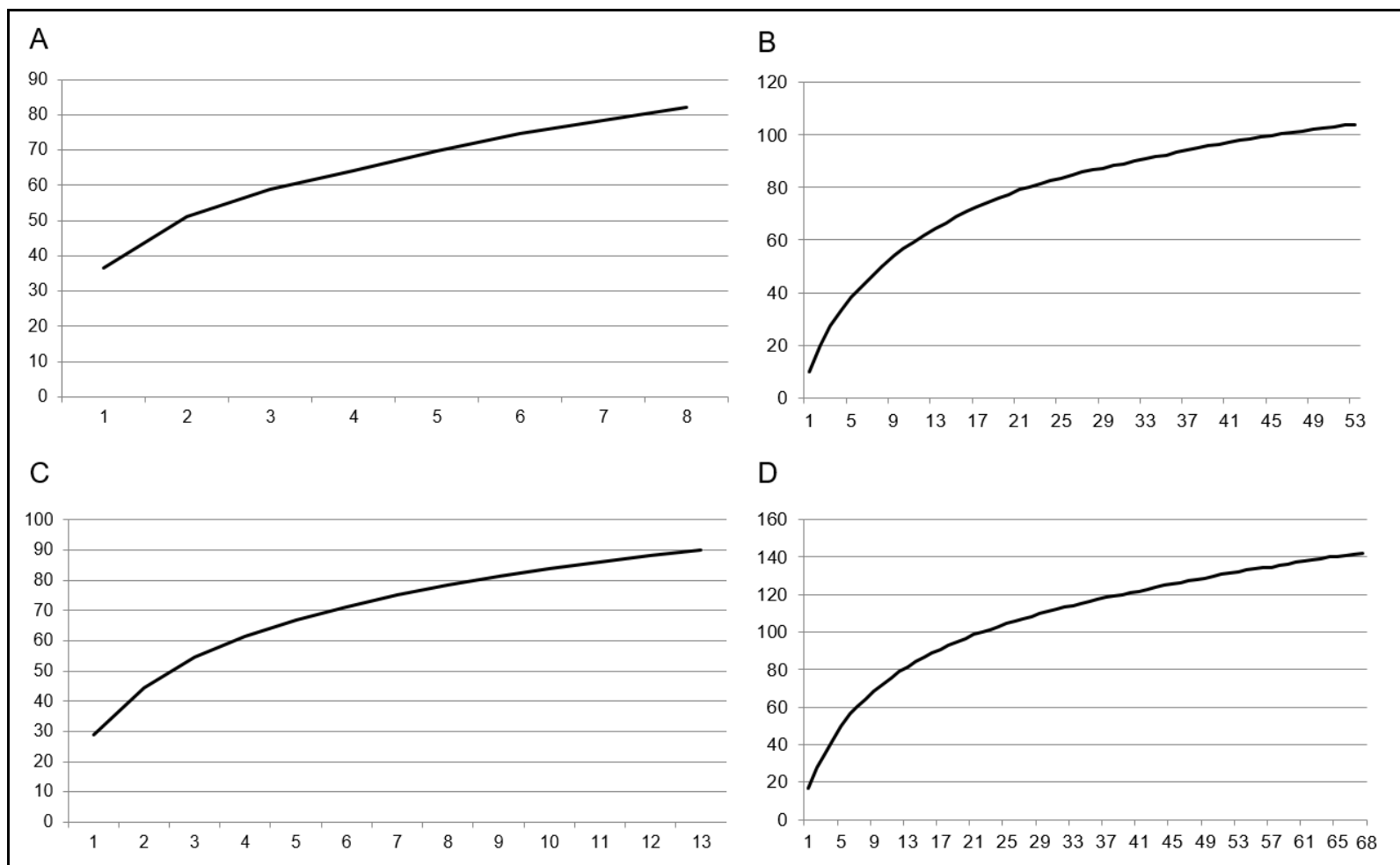


Figura 5. Curvas de acumulação na microescala Angra dos Reis (A), mesoescala Rio de Janeiro (B), mesoescala São Paulo (C) e macroescala região Sudeste (D). Essa análise não foi realizada para mesoescala ES pois esta apresentou somente dois sambaquis. No eixo x está o número de sambaquis e, no y, o número de espécies.

Nesse sentido, outros critérios têm sido usados para definir a suficiência amostral nas curvas de acumulação, entre eles estão o método de Cain (1938) e o ponto de Molinier (Molinier 1963, Ballesteros 1986). O método de Cain define o tamanho ótimo da amostra como sendo o ponto em que um aumento de 10% na área amostrada corresponde a um aumento de 10% no número de espécies. Segundo Cain (1943), esse é o ponto na curva em que o incremento em novas espécies é igual à média desse incremento (número total de espécies encontradas dividido pela área total amostrada). Por sua vez, o ponto de Molinier é o ponto da curva espécie-área no qual um determinado incremento em porcentagem da área corresponde a um determinado incremento em porcentagem no número de espécies (por exemplo, $x\%$ de incremento da área amostral = $y\%$ do incremento do número de espécies). Neste trabalho, a porcentagem de incremento de sambaquis foi definida como 1% e 5%, que são níveis estatísticos de significância conservadores (Sokal & Rohlf 1997).

Utilizando o método de Cain foi possível determinar que a suficiência amostral foi alcançada com 17 sambaquis (de um total de 68) para macroescala (Região Sudeste). Nas mesoescalas, quatro sambaquis foram suficientes para amostrar a diversidade ictiológica do Rio de Janeiro (em um total de 53 sambaquis) e três para São Paulo (total de 13 sambaquis). Na microescala (Angra dos Reis) a suficiência amostral foi alcançada com apenas três sambaquis (de um total de oito).

Definindo o ponto de Molinier como 1% de incremento de espécies por sambaqui amostrado, a suficiência amostral foi encontrada somente para macroescala (30 de um total de 68 sambaquis) e para mesoescala referente ao estado do Rio de Janeiro (28 sambaquis de um total de 53). Utilizado o ponto de Molinier como 5% de incremento de espécies, a suficiência amostral foi alcançada para todas as escalas definidas: cinco sambaquis na macroescala (total de 68), cinco e sete sambaquis nas mesoescalas Rio de Janeiro e São Paulo (total de 53 e 13, respectivamente) e sete sítios na microescala Angra dos Reis (total de oito). Os resultados das curvas de acumulação evidenciaram, portanto, que um número finito e menor do que o total de sambaquis inventariados foi suficiente para descrever a diversidade ictiológica em cada uma das escalas analisadas.

Outra maneira de avaliar a qualidade do inventário de espécies de peixes marinhos de sambaquis como descritor da biodiversidade é testar se a riqueza de *taxa* dessa listagem do passado é equivalente a de inventários atuais da diversidade ictiológica para a mesma região. Nesse sentido, os inventários do passado foram comparados com inventários do presente por meio de tabelas de contingência e testes de U-Mann Whitney e em nenhum dos casos foram encontrados resultados significativos, evidenciando que a diversidade de *taxa* dos inventários de sambaquis não é significativamente diferente daquela presente em inventários modernos de ictiofauna. Em outras palavras, os sambaquis assemelharam-se muito a biocenoses da mesma área para todos os *taxa* linneanos (Tabela 8).

Tabela 8. Riqueza de *taxa* encontrada nos sambaquis em relação à fauna viva de peixes para as mesmas áreas. A probabilidade (p) da diversidade funcional ser diferente entre inventários (Presente vs. Passado) foi dada com base em um teste de qui-quadrado (χ^2) e testes de U-Mann Whitney considerando nível 0,05 como significativo.

Escala		χ^2	p (χ^2)	p (U-Mann Whitney)
Microescala	Angra dos Reis	0,93693	0,99956	0,46
	Espírito Santo	0,00220	1,0	0,08
Mesoescala	Rio de Janeiro	0,08361	0,99999	0,33
	São Paulo	0,12533	0,99999	0,22
Macroescala	Região Sudeste	0,03745	1,0	0,30

A fidelidade quantitativa dos inventários de sambaquis em relação a inventários do presente também foi avaliada. Ou seja, foi averiguado o quanto de espécies dos inventários do presente são encontradas nos sambaquis (F1) e, também, quanto das espécies registradas para os sambaquis são encontradas nos inventários do presente (F2). Essa análise foi realizada para todas as escalas definidas, tanto para espécies quanto para os *taxa* supra-específicos. De uma maneira geral, todos os índices estimados foram altos. O menor índice F1 (50%) foi encontrado para classes em todas as escalas, para famílias e ordens na mesoescala do Espírito Santo e, também, para ordens na macroescala Sudeste. Em relação ao índice F2, o menor valor (50%) foi registrado para classes na microescala Angra dos Reis e na mesoescala Rio de Janeiro (Tabela 9).

Tabela 9. Resultados da análise de fidelidade quantitativa composicional para dados de sambaquis. F1 = % de espécies encontradas na assembleia viva (presente) que também são encontradas nos sambaquis (passado), F2 = % de espécies encontradas em sambaquis que também são encontrados na assembleia viva.

<i>Taxa</i>	Microescala		Mesoescala						Macroescala	
	Angra dos Reis		Espírito Santo		Rio de Janeiro		São Paulo		Região Sudeste	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Espécie	63,9	81,4	50,5	98,6	55,0	97,9	54,1	97,5	54,8	99,4
Gênero	60,0	82,0	50,2	98,1	53,3	97,8	53,6	96,9	52,9	98,9
Família	58,8	75,3	50,0	95,5	51,5	95,9	51,5	94,9	50,9	97,7
Ordem	57,1	71,4	50,0	92,3	50,7	90,0	50,7	88,4	50,0	92,7
Classe	50,0	50,0	50,0	66,7	50,0	50,0	50,0	75,0	50,0	75,0

Quando comparadas as variâncias estandardizadas das riquezas específicas, também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5% em nenhuma das comparações realizadas [Passado vs. Presente U-Mann Whitney = 0,08; Passado vs. (Passado + Presente) U-Mann Whitney = 0,51; Presente vs. (Passado + Presente) U-Mann Whitney = 0,66; Passado vs. Presente vs. (Passado + Presente) Kruskal Wallis = 0,17)] (Tabela 10).

Tabela 10. Variância estandardizada da riqueza de espécies para três escalas: micro (sambaquis/pesquisas atuais), meso (estados) e macro (região Sudeste).

	Passado (Pass)	Presente (Pres)	Pass + Pres
Sambaquis/Amostragens atuais	0,13698	0,03426	0,123848284
Estados	0,09767	0,03177	0,006194911
Região Sudeste	0,08282	0,02549	0,082818834

Para além das análises baseadas em riqueza de *taxa*, foram realizadas análises da diversidade filogenética dos inventários do passado e presente a partir de testes de distinção taxonômica. Os resultados desses testes indicaram que a hipótese nula de que não existe diferença entre a diversidade filogenética dos inventários do passado em relação aquelas do presente não pode ser rejeitada para a maioria das escalas definidas. Foram registrados desvios significativos para o inventário do presente na mesoescala Rio de Janeiro

(Delta+ = 56,88; $p = 0,2\%$) e para os inventários do passado (Delta+ = 60,10; $p = 2,2\%$) e presente (Delta+ = 55,32; $p = 0,2\%$) da microescala Angra dos Reis.

No que diz respeito à variação da distinção taxonômica, a exceção do presente da macroescala Sudeste e das mesoescalas São Paulo e Espírito Santo do presente, bem como a mesoescala Espírito Santo do passado, todos os outros inventários apresentaram desvios significativos. Os resultados indicaram que, de uma maneira geral, a variação da distinção taxonômica foi maior nos inventários do passado do que nos inventários do presente (Figura 6).

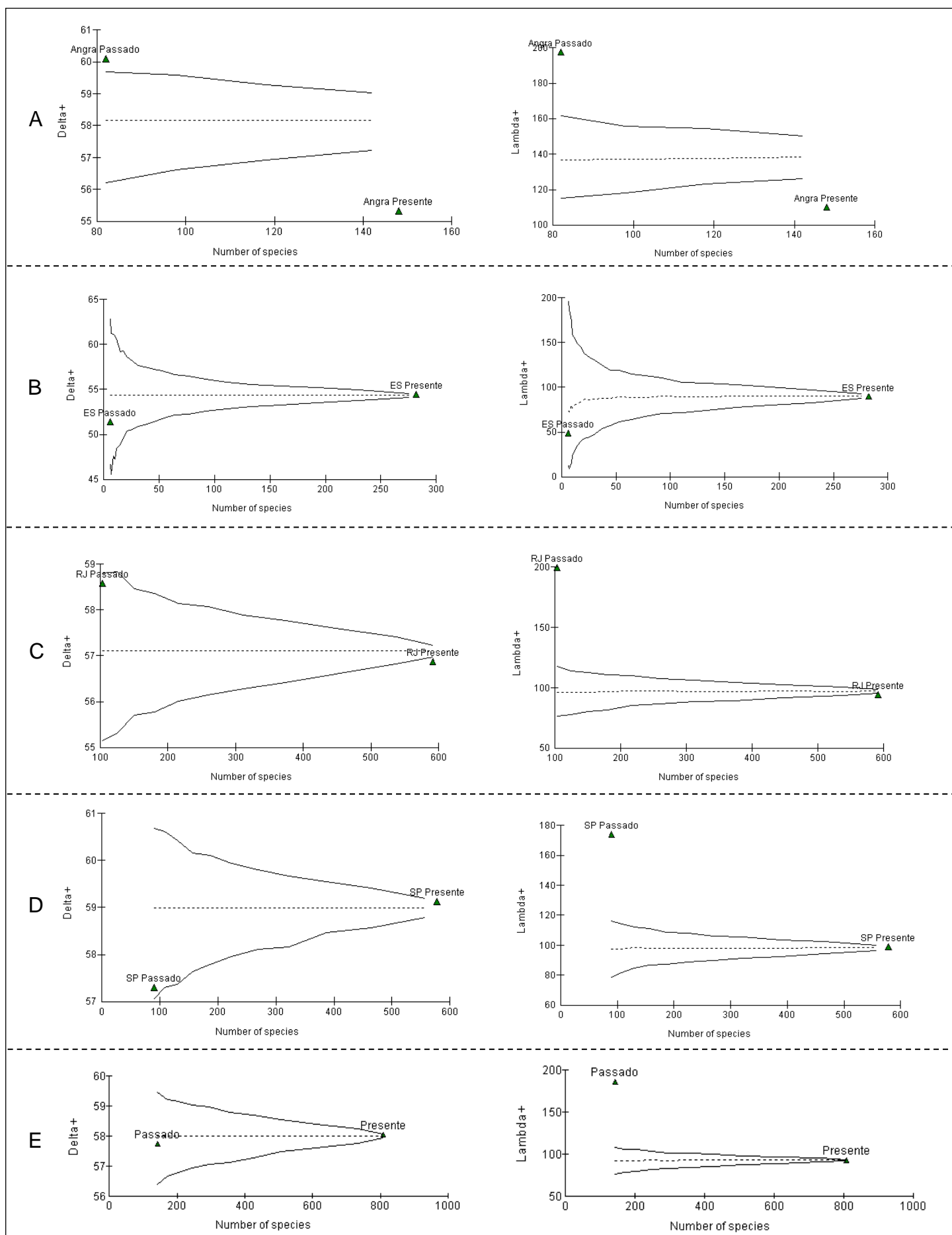


Figura 6. Distinção taxonômica média (Delta+) e variação da distinção taxonômica (Lambda+) na A = microescala Angra dos Reis, B = mesoescala Espírito Santo, C = mesoescala Rio de Janeiro, D = mesoescala São Paulo e E = macroescala Região Sudeste. Os triângulos representam os valores encontrados para o Passado e Presente. As linhas (funil) representam o limite de confiança de 95%.

Além da diversidade de *taxa* e filogenética, a diversidade funcional dos inventários foi comparada. Os resultados das tabelas de contingência evidenciaram que a diversidade funcional dos inventários de espécies de peixes marinhos do passado não foi estatisticamente diferente daquela presente em inventários de espécies atuais. Ou seja, de acordo com o resultado da tabela de contingência, se os inventários da diversidade ictiológica do presente representam biocenoses das regiões estudadas, os sambaquis mantêm o sinal de diversidade funcional dessas biocenoses. Contudo, os testes de U-Mann Whitney registraram diferenças significativas nas três mesoescalas (Tabela 11).

Tabela 11. Diversidade funcional encontrada nos sambaquis em relação à fauna viva de peixes para as mesmas áreas. A probabilidade (p) da diversidade funcional ser diferente entre inventários (Presente vs. Passado) foi dada com base em um teste de qui-quadrado (χ^2) e testes de U-Mann Whitney considerando nível 0,05 como significativo.

Escala		χ^2	p (χ^2)	p (U-Mann Whitney)
Microescala	Angra dos Reis	0,03221	1,0	0,28
	Espírito Santo	0,21751	0,99999	0,002
Mesoescala	Rio de Janeiro	0,00010	1,0	0,049
	São Paulo	0,00839	1,0	0,045
Macroescala	Região Sudeste	$1,8 \times 10^{-5}$	1,0	0,064

4.4. Discussão

A qualidade documental dos vestígios zooarqueológicos encontrados nos sambaquis é uma questão importante para os ecólogos que, cada vez mais, consideram esse material como possíveis testemunhos da biodiversidade do passado, de modo a ampliar os períodos de observação das suas análises (Erlandson & Rick 2008). Neste capítulo, lançando mão de inventários ictiológicos construídos com base em vestígios zooarqueológicos, foi testada a hipótese de que eles não são diferentes de inventários construídos com metodologias de amostragem da diversidade ictiológica no presente.

A primeira abordagem utilizada para testar essa hipótese foi construir curvas de acumulação. Essa abordagem pode ser muito útil em estudos ecológicos (Nichols et al. 1998, Thompson et al. 2003), muito embora apresente limitações relacionadas à, principalmente, heterogeneidade dos dados ou habitats (Schilling & Batista 2008). Os resultados obtidos indicaram que, em nenhuma das escalas definidas, foi encontrada uma assíntota. Contudo, a presença de

assíntota tem um valor limitado como critério para inferência da suficiência amostral. Diversos trabalhos que se dedicaram a descrever a ictiofauna de regiões costeiras não encontraram suficiência amostral utilizando como critério a presença de uma assíntota da curva de acumulação. Por exemplo, Bacheler & Shertzer (2015), ao estimarem a riqueza específica e abundância de peixes recifais do Golfo do México através de monitoramento em vídeo, documentaram 90 espécies sem suficiência amostral levando em consideração o número médio de indivíduos por espécie observado em cada vídeo. De modo semelhante, Shackell & Frank (2003) e Henderson & Bird (2010), ao registrarem 140 espécies de peixes na Plataforma Scotian (Canadá) e 111 espécies no Estuário Severn (Inglaterra), respectivamente, também não encontraram suficiência amostral utilizando a presença da assíntota como critério.

Outros critérios como o método de Cain e o ponto de Molinier têm sido utilizados na inferência da suficiência amostral. Neste trabalho, a utilização desses critérios indicou que, para cada uma das escalas analisadas, era possível encontrar um número finito e menor do que o total de sambaquis para o qual a diversidade de peixes era descrita de modo adequado. Esses resultados estão em consonância com Silva & Loeck (1999) que estudaram as espécies de formigas domiciliares em Pelotas (Rio Grande do Sul, Brasil) e Barbiero e colaboradores (2011) ao estudarem espécies bentônicas da praia de São Tomé (Rio de Janeiro).

Outra maneira utilizada para avaliar a qualidade do inventário de espécies de peixes marinhos de sambaquis como descritor da biodiversidade foi comparar a riqueza de *taxa* do inventário do passado em relação aquela de inventários atuais da diversidade ictiológica para a mesma região. A riqueza específica registrada no inventário de peixes marinhos de sambaquis representa 17,57% da encontrada no inventário atual da região Sudeste e 10,93% da diversidade total da costa brasileira, composta por 1.298 espécies, de acordo com o Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil (Menezes et al. 2003). O inventário do presente, por sua vez, representa 62,24% daquela registrada para toda a costa brasileira. A riqueza específica do inventário de peixes de sambaquis foi menor em relação ao inventário do presente, provavelmente porque os *check lists* do presente foram baseados em amplos levantamentos bibliográficos que incluíram trabalhos com metodologias diversificadas (registros de pesca, coletas,

testemunho de coleções científicas, documentos de acervos de museus e monitoramento ambiental) e dados acumulados de vários anos de pesquisa acadêmica. A respeito dos sambaquis, os registros se relacionavam, sobretudo, ao registro de pescarias pré-históricas, contudo, não somente, uma vez que o grande número de espécies raras nesse inventário indica a importância das capturas acidentais nos vestígios ictiológicos de sambaquis. Assim, a despeito do número menor de espécies registradas no inventário do passado em relação aos do presente, eles ainda assim possuem um sinal da biodiversidade do passado. Isso ficou evidente nos resultados dos testes de qui-quadrado e de U-Mann Whitney que falharam em evidenciar diferenças estatisticamente significativas entre os inventários do passado e do presente, tanto para riqueza específica quanto para os *taxa* supra-específicos.

Quanto aos testes de fidelidade quantitativa, os estudos dedicados a eles são, sobretudo, voltados à fidelidade composicional de assembleias mortas de moluscos (Kidwell & Flessa 1995, Kowalewski et al. 2003, Brown et al. 2005, Martello et al. 2006, Kidwell 2008). Nesses casos, valores que demonstram alta fidelidade de assembleias mortas em relação às comunidades vivas variam para F1 de 45 a 100% e, para F2, entre 27 e 100%. Para os inventários de peixes de sambaqui, os resultados encontrados estiveram de acordo com esses. Portanto, se os valores de fidelidade composicional encontrados para os inventários de sambaquis não se diferenciam daqueles encontrados para assembleias mortas de moluscos, é possível inferir que, assim como as assembleias mortas, os sambaquis são bons testemunhos da biodiversidade do passado.

As maiores restrições quanto ao uso de sambaquis como testemunhos da biodiversidade estão relacionadas aos vieses de seletividade associados aos vestígios zooarqueológicos. Nesse sentido, tomados os registros ictiológicos de sambaquis como amostragens das comunidades de peixes do passado, o esperado seria que, quanto à riqueza específica, diferentes sambaquis apresentassem uma variação muito grande. Por outro lado, diferentes inventários ictiológicos deveriam apresentar uma maior homogeneidade quanto à riqueza específica. Assumindo-se esse pressuposto, foram realizados testes comparativos entre as variâncias standardizadas da riqueza específica entre sambaquis e entre estudos de levantamento de fauna ictiológica. A variância standardizada da riqueza específica dos sambaquis não diferiu

significativamente da variância encontrada em amostragens de comunidades naturais. Ou seja, a despeito dos vieses de seletividade associados à pesca preferencial dos povos sambaquieiros, os registros ictiológicos de sambaquis são equivalentes ao das amostragens naturais, reforçando que os inventários de peixes de sambaquis são registros de biodiversidade tão bons quanto os inventários atuais de ictiofauna marinha.

Para uma abordagem que ultrapassa a riqueza de *taxa*, estudos ictiológicos têm utilizado os testes de distinção taxonômica no objetivo de comparar a diversidade filogenética de duas ou mais comunidades ou inventários de peixes marinhos. A exemplo, Tolimieri e Anderson (2010) investigaram os padrões de diversidade de peixes marinhos demersais da Corrente da Califórnia (Estados Unidos) em relação à latitude e profundidade de distribuição das espécies. Os autores detectaram diferenças filogenéticas estatisticamente significativas entre as espécies tanto em relação à latitude quanto profundidade. Diego e colaboradores (2014), por sua vez, ao analisarem a média da distinção taxonômica para comparar a diversidade filogenética de 15 localidades da Lagoa de San Ignacio (México), registraram diferenças significativas. Numa perspectiva temporal, Hall & Greenstreet (1998) realizaram testes de distinção taxonômica em comunidades de peixes marinhos do Mar do Norte (Europa) em faixas temporais distintas (1929-1953 e 1980-1993) e detectaram diferenças significativas na média e variação da distinção taxonômica num curto prazo de tempo. Neste trabalho, os resultados da média de distinção taxonômica indicaram que a fauna ictiológica dos sambaquis apresentou diversidade filogenética compatíveis com aqueles de uma *masterlist* de todas as espécies inventariadas para a maioria das escalas definidas.

Em relação à média da distinção taxonômica, foram registradas diferenças estatisticamente significativas nos inventários da microescala Angra dos Reis. Isso se deve, provavelmente, à amostragem realizada em uma única localidade. Como todos os sambaquis de Angra dos Reis estão próximos, é possível que tenha existido uma única tendência na seletividade dos povos sambaquieiros da região, que enviesou os dados. Os resultados da média da distinção taxonômica evidenciaram, também, que alguns inventários possuem baixa diversidade filogenética, o que pode estar indicando a seletividade à qual os vestígios zooarqueológicos estão sujeitos. Do mesmo modo, diferentes condições

experimentais de estudo (diversas amostragens, precisão taxonômica da descrição dos vestígios zooarqueológicos etc.) podem, também, ter influenciado os resultados. Em relação à variação da distinção taxonômica, o efeito de condensação proveniente da acumulação artificial que os sambaquis representam (depósito de espécies de diferentes habitats, comportamentos, nível trófico, capturadas por diferentes artes de pesca etc.) pode explicar a maior variação da distinção taxonômica nos inventários do passado do que aquela registrada nos inventários do presente. Esses resultados estão de acordo com aqueles encontrados em Faria e colaboradores (2014), que, a partir de testes de distinção taxonômica, demonstraram que a diversidade taxonômica malacológica recuperada para o Sambaqui da Tarioba (Rio de Janeiro, Brasil) não era estatisticamente diferente daquela presente em uma *masterlist* de espécies de moluscos de toda costa do estado do Rio de Janeiro, indicando que os sambaquis são importantes registros da biodiversidade do passado.

Para além da diversidade de *taxa* e filogenética, a diversidade funcional dos inventários de peixes de sambaquis e inventários atuais de ictiofauna foi comparada e os resultados da tabela de contingência não detectaram nenhuma diferença significativa em todas as escalas definidas. Contudo, quando utilizado os testes de U-Mann Whitney, foram registradas diferenças estatisticamente significativas nas três mesoescalas (Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo). Isso deve estar mais relacionado à forma de amostragem dos sambaquis presentes nos estados (quais foram os métodos utilizados e se a amostragem foi exaustiva ou não) do que a qualquer viés de seletividade dos vestígios zooarqueológicos. Na microescala, por exemplo, parece que houve um maior cuidado e exaustão em relação à amostragem, uma vez que Angra dos Reis é a localidade com maior riqueza específica de peixes de sambaquis. Na macroescala (região Sudeste), por ter uma amostragem muito maior (68 sambaquis), é possível que os vieses de seletividade presentes nos vestígios de sambaquis tenham sido atenuados pelo esforço amostral, fazendo com que os registros zooarqueológicos espelhassem melhor uma amostragem atual de diversidade de peixes para a mesma região. De todo modo, era esperado que, na análise de diversidade funcional, o viés de seletividade se fizesse evidente e, portanto, que fossem detectadas diferenças significativas. Isso porque se o que é encontrado nos sambaquis representa, principalmente, o que era consumido

pelos povos sambaquieiros, seria esperado que algumas guildas alimentares estivessem sub-representadas, como, por exemplo, detritívoros e planctívoros. Por outro lado, era esperado que algumas guildas fossem super-representadas, como os carnívoros, uma vez que, de modo geral, atingem tamanhos maiores e, assim, fornecem maior quantidade de carne (Tacon 1994, Gaspar 1996). Vale ressaltar que, mesmo quando os vieses de seletividade se fizeram evidentes, a variação por eles provocada foi atenuada quanto maior e mais exaustiva era a amostragem.

4.5. Conclusão

Os resultados deste capítulo demonstraram que os sambaquis podem ser usados como testemunhos da biodiversidade de peixes marinhos do Holoceno da costa Sudeste brasileira, uma vez que as análises de riqueza de *taxa*, distinção taxonômica e diversidade funcional falharam em evidenciar diferenças estatisticamente significativas entre inventários de peixes de sambaquis e os inventários modernos de ictiofauna das mesmas regiões e escalas. Todos os resultados aqui encontrados apontaram para o fato de que os registros ictiológicos de sambaquis são registros da composição de espécies do passado e, portanto, da biodiversidade do Holoceno. Nesse sentido, os vestígios zooarqueológicos de sambaquis se configuram como um material que não deve ser negligenciado nos estudos ecológicos e representam uma boa alternativa para estender a escala temporal desses estudos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS



O inventário de peixes de sambaquis construído nesta dissertação constitui o primeiro inventário extensivo da fauna de peixes de sambaquis da região Sudeste do Brasil. Esse inventário foi comparado com inventários modernos de ictiofauna marinha para a mesma região em diferentes abordagens: valor comercial, riqueza de taxa, distinção taxonômica e diversidade funcional. De maneira geral, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os inventários. Portanto, esses resultados somados à grande quantidade de espécies raras registradas no inventário do passado, indicam que os registros de sambaquis podem ser utilizados como testemunhos da biodiversidade do Holoceno da costa Sudeste brasileira.

A conclusão geral deste trabalho é que, a despeito dos registros de sambaquis possuíram vieses de seletividade associados à pesca preferencial dos povos sambaquieiros, esses são menores que as informações que eles trazem e, portanto, sua interpretação não deve ficar circunscrita apenas à perspectiva arqueológica e cultural. Dados zooarqueológicos provenientes de sambaquis podem ser úteis em estudos biológicos de biodiversidade e conservação, uma vez que, estendendo a escala temporal desses estudos, os registros de sambaquis possibilitam o estabelecimento de *baselines* mais acurados, que são fundamentais para embasar as medidas de conservação e manejo.

6. LITERATURA CITADA



- Absolon BA & Andreata JV (2009) Variação espacial dos bagres (Siluriformes, Ariidae) coletados na Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro e prováveis influências da temperatura e da salinidade. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 2(2): 155-165.
- Aleixo A (2007) Conceitos de espécie e o eterno conflito entre continuidade e operacionalidade: uma proposta de normatização de critérios para o reconhecimento de espécies pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15: 297-310.
- Amâncio-Martinelli S, Santana CCS & Barbosa-Guimarães M (2013) Influência da evolução costeira holocênica na ocupação por grupos sambaquieiros - resultados das prospecções arqueológicas nas regiões litorâneas dos estados de Sergipe e da Bahia no Nordeste do Brasil. *Diálogo Andino*, 41: 149-157.
- Amaral AZC & Jablonsky S (2005) Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*, 19: 625-631.
- Amenomori SN (1999) *Potencial analítico de sedimentos e solos aplicados à Arqueologia*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 179 p.
- Amenomori SN (2005) *Paisagem das ilhas, as ilhas da paisagem: a ocupação dos grupos pescadores-coletores pré-históricos no litoral norte do estado de São Paulo*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia, 198 p.
- Andreata JV (2012) Ictiofauna da Lagoa Rodrigo de Freitas, estado do Rio de Janeiro: composição e aspectos ecológicos. *Oecologia Australis*, 16(3): 467-500.
- Andreata JV, Meurer BC, Baptista MGS, Manzano FV, Teixeira DE, Longo MM & Freret NV (2002) Composição da assembléia de peixes da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(4): 1139-1146.
- Andreata JV, Saad AM & Moraes LAF (1994) Contribuição à ecologia de comunidade de peixes da região da Baía da Ribeira, nas proximidades da central Nuclear de Angra I, Angra dos Reis, Rio de Janeiro. *Acta Biologica Leopoldensia*, 16(2): 57-68.
- 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.
- Araújo APU & Bossolan NRS (2006) *Noções de taxonomia e classificação: introdução à Zoologia*. Biologia II, Licenciatura em Ciências Exatas. Instituto de Física de São Carlos, São Carlos, 49 p.
- Araujo CCV, Rosa DM, Fernandes JM, Ripoli LV & Krohling W (2008) Composição e estrutura da comunidade de peixes de uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória, Espírito Santo. *Série Zoologia*, 98(1): 129-135.
- Araújo MFF, Menezes A & Costa IAS (2012) *História da Biologia*. 2 ed. Editora da UFRN, Natal.

- Arruda RSV, Silva VCF, Figols FAB & Andrade D (2000) Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil. In: Diegues AC (ed) *Biodiversidade e comunidades tradicionais no Brasil*. Núcleo de Pesquisas Sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras - Universidade de São Paulo, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Pesquisa, São Paulo.
- Assis JRO (2014) *A origem dos números*. Monografia, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Bacheler NM & Shertzer KW (2015) Estimating relative abundance and species richness from video surveys of reef fishes. *Fishery Bulletin*, 113(1): 15-26.
- Baiser B, Ardeshiri RS & Ellison AM (2011) Species richness and trophic diversity increase decomposition in a co-evolved food web. *PloS One*, 6(6): doi:10.1371/journal.pone.0020672
- Baisre J (2010) Setting a baseline for Caribbean fisheries. *Journal of Island and Coastal Archaeology*, 5: 120-147.
- Ballesteros E (1986) Métodos de análisis estructural em comunidades naturales, em particular del fitobentos. *Oecologia Aquatica*, 8: 117-1331.
- Balmford A, Green MJB & Murray MG (1996a) Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness: I. Regional tests. *Proceedings: Biological Sciences*, 263(1375): 1267-1274.
- Balmford A, Jayasuriya AHM & Green MJB (1996b) Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness: II. Local applications. *Proceedings: Biological Sciences*, 263(1376): 1571-1575.
- Barbanti B, Caires R & Marceniuk AP (2013) A ictiofauna do Canal de Bertoga, São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 13(1): 276-291.
- Barbiero DC, Macedo IM, Mais B & Zalmon IR (2011) Comparative study of the estimated sample size for benthic intertidal species and communities. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(1): doi:10.3856/vol39-issue1-fulltext-9
- Barbosa DR (1999) *A interação da população pré-histórica do Sambaqui Boca da Barra (Cabo Frio, RJ) com o ambiente*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, 182 p.
- Barbosa M, Gaspar MD & Barbosa DR (1994) A organização espacial das estruturas habitacionais e distribuição dos artefatos no sítio Ilha da Boa Vista I, Cabo Frio, RJ. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 4: 31-38.
- Barbosa-Guimarães M (2007) *A ocupação pré-colonial da Região dos Lagos, RJ: sistema de assentamento e relações intersociais entre grupos sambaquianos e grupos ceramistas Tupinambá e da Tradição Una*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia/USP, 382 p.
- Barbosa-Guimarães M (2012) Landscape archaeology in coastal areas: technology and subsistence among prehistoric populations. *Scientia Plena*, 8(3): 1-9.

- Barbosa-Guimarães M (2013) Fishing strategies among prehistoric populations at Saquarema Lagoonal Complex, Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(1): 415-429.
- Barreto NR (2013) *A ictiofauna associada aos costões rochosos da Praia Vermelha, Rio de Janeiro: estrutura da comunidade e respostas às variáveis físicas e químicas da água*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biodiversidade Neotropical), 73 p.
- Beauchair 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.
- Begossi A, May PH, Lopes PF, Oliveira LEC, Vinha V & Silvano RAM (2011) Compensation for environmental services from artisanal fisheries in SE Brazil: Policy and technical strategies. *Ecological Economics*, doi:10.1016/j.ecolecon.2011.09.008
- Belem FR & DeBlasis P (2015) A indústria lítica do Sambaqui do Morrote, SC. *Cardernos do Lapaarq*, 12(23): 43-69.
- Beltrão MC, Heredia OR, Rabello AMC & Perez RAR (1981-1982). Pesquisas arqueológicas no sambaqui de Sernambetiba. *Arquivos do Museu de História Natural*, UFMG, 6/7: 145-155.
- Bendazolli CBS (2007) *O processo de formação dos sambaquis: uma leitura estratigráfica do sítio Jabuticabeira II*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Bendazzoli C (2014) *O panorama da ocupação sambaqueira no Arquipélago de Ilhabela, SP*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Bittencourt JS, Kuchenbecker M, Vasconcelos AG & Meyer KEB (2015) O registro fóssil das coberturas sedimentares do Cráton do São Francisco em Minas Gerais. *Geonomos*, 23(2): 39-62.
- Bizerril CRFS & Costa PAS (2001) *Peixes marinhos do estado do Rio de Janeiro*. FEMAR e SEMADS, Rio de Janeiro, 234 p.
- Bonetti C (1997) *Análise do padrão de assentamento dos grupos coletores-pescadores do baixo Vale do Ribeira de Iguape: levantamento dos sítios arqueológicos*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 146 p.
- Borges C (2015) *Analyse archéozoologique de l'exploitation des animaux par les populations de pêcheurs-chasseurs-cueilleurs des sambaquis de la Baixada Santista, Brésil, entre 5000 et 2000 BP*. Tese de Doutorado, Muséum National D'Histoire Naturelle de Paris, 546 p.
- Brose U & Hillebrand H (2016) Biodiversity and ecosystem functioning in dynamic landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 371: doi:10.1098/rstb.2015.0267
- Brosnan DM & Crumrine LL (1994) Effects of human trampling on marine rocky shore communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 177: 79-97.

- Broughton JM (2009) Prey spatial structure and behavior affect archaeological tests of optimal foraging models: examples from the Emeryville Shellmound vertebrate fauna. *World Archaeology*, 34(1): 60-83.
- Brown ME, Kowalewski M, Neves RJ, Cherry DS & Schreiber ME (2005) Freshwater mussel shells as environmental chronicles: geochemical and taphonomic signatures of mercury-related extirpations in the North Fork Holston River, Virginia. *Environmental Science and Technology*, 39: 1455-1462.
- Buckup PA, Britto MR, Souza-Lima RS, Pascoli JC, Villa-Verde L, Ferraro GA, Salgado FLK & Gomes JR (2014) *Guia de identificação das espécies de peixes da Bacia do Rio das Pedras, município de Rio Claro, RJ*. The Nature Conservancy, Rio de Janeiro.
- Cain SA (1938) The species-area curve. *The American Midland Naturalist*, 19: 573-581.
- Cain SA (1943) Sample-plot technique applied to alpine vegetation in Wyoming. *American Journal of Botany*, 30: 240-247.
- Caires RA (2014) Biogeografia dos peixes marinhos do Atlântico Sul ocidental: padrões e processos. *Arquivos de Zoologia*, 45(esp): 5-24.
- Carvalho MSS & Cruz NMC (2008) Evolução da vida. In: Silva CR (ed) *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro*. CPRM, Rio de Janeiro, pp. 21-32.
- Castro JWA, Suguio K, Seoane JCS, 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.
- Chao A, Wang YT & Jost L (2003) Entropy and the species accumulation curve: a novel entropy estimator via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution*, 4: doi:10.1111/2041-210X.12108
- Chaves MCNR (2013) *Variações na composição e estrutura da ictiofauna associada a substratos rochosos ao longo do gradiente ambiental da Baía de Guanabara, RJ*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biodiversidade Neotropical), 49 p.
- Cianciaruso MV, Silva IA & Batalha MA (2009) Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de Comunidades. *Biota Neotropica*, 9(3): 93-103.
- Clarke KR & Gorley RN (2006) *Primer v6: user manual/tutorial*. Primer-E, Plymouth.
- 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.
- Cooper H, Hedges LV & Valentine JC (eds) (2009) *The handbook of research synthesis and meta-analysis*. 2 ed. Russell Sage Foundation, New York.

- Costa SARF, Luz ZAS, Sileira MI & Moraes-Santos HM (2012) Contribuição à zooarqueologia do Sambaqui do Moa: novos vestígios ictiológicos. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 22: 51-65.
- Costello MJ, Coll M, Danovaro R, Halpin P, Ojaveer H, et al. (2010) A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PLoS One*, 5(8): e12110. doi:10.1371/journal.pone.0012110
- Cowman PF (2014) Historical factors that have shaped the evolution of tropical reef fishes: a review of phylogenies, biogeography, and remaining questions. *Frontiers in Genetics*, 5: doi:10.3389/fgene.2014.00394
- Cutko A (2009) *Biodiversity inventory of natural lands: a how-to manual for foresters and biologists*. NatureServe, Arlington, Virginia.
- Dalzell P (1998) The role of archaeological and cultural-historical records in long-range coastal fisheries resources management strategies and policies in the Pacific Island. *Ocean and Coastal Management*, 40: 237-252.
- DeBlasis PAD (2005) *Os sambaquis vistos através de um sambaqui*. Tese de Livre-Docência, Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DeBlasis PAD, Kneip A, Gianinni PC, Gaspar MD & Scheel-Ybert R (2007) Sambaquis e paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. *Revista Arqueologia Suramericana/Arqueologia Sul-Americana*, 3(1): 29-61.
- Delibrias C & Laborel J (1969) Recent variations of the sea level along brazilian coast. *Quaternary*, 14: 45-49.
- di Castri F, Vernhes JR & Younas T (1992) A proposal for an international network on inventorying and monitoring of biodiversity. *Biology International*, 27: 1-27.
- Diego JV, Emelio BM, Eleonora VR & Abril RB (2014) Variation in taxonomic diversity of the fish assemblage associated with soft bottoms in San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, Mexico. *Biodiversity, Bioprospecting and Development*, 1(118): doi:10.4172/ijbbd.1000118
- Diniz-Filho JA, Telles MPC, Bonatto SL, Eizirik E, Freitas TRO, Marco PJR, Santos FR, Sole-Cava A & Soares TN (2008) Mapping the evolutionary twilight zone: molecular markers, populations and geography. *Journal of Biogeography*, 35: 753-763.
- Dornelas M, Moonen AC, Magurran AE & Bàrberi P (2009) Species abundance distributions reveal environmental heterogeneity in modified landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 46: doi:10.1111/j.1365-2664.2009.01640.x
- Duarte GAS & Andreatta JV (2003) Hábito alimentar das espécies de Achiridae e Cynoglossidae que ocorrem na Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Bioikos*, 17(1/2): 39-48.
- Duarte P (1968) *O sambaqui visto através de alguns sambaquis*. Instituto de Pré-História da Universidade de São Paulo, São Paulo, 113 p.
- Egger M, Smith GD & Philips AN (1998) Meta-analysis: principles and procedures. *British Journal of Medicine*, 315: 1533-1537.

- Enghoff H & Seberg O (2006) A taxonomy of taxonomy and taxonomists. *The Systematist, Newsletter of the Systematics Association*, 27: 13-15.
- Enghoff H (2009) What is taxonomy? An overview with myriapodological examples. *Soil Organisms*, 81(3): 441-451.
- Erlandson JM & Rick TC (2008) Archaeology, marine ecology, and human impacts on marine ecosystems. In: Rick TC & Erlandson JM (eds) *Human impacts on ancient marine ecosystems: a global perspective*. University of California Press, Berkeley, pp. 1-19.
- Eschmeyer WN, Fricke R, van der Laan R (2016) *Catalog of Fishes: genera, species, references*. Disponível em: <<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>> Data de acesso: 12 de fevereiro de 2017.
- 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 Antropologia*, 29(1): 49-54.
- Farias DSE & Kneip A (2010) *Panorama arqueológico de Santa Catarina*. Editora Unisul, Palhoça.
- Fasca HL, Miceli MFL & Scott PC (2007) Interpretação da distribuição da ictiofauna ao longo da cadeia Vitória-Trindade apoiado em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, pp. 4589-4594.
- Ferreira CL, Ferreira CGW, Rangel CA, Mendonça JP, Gerhardinger LC, Filho AC, Godoy EA, Jr. Luiz O & Gasparini JL (2007) Peixes recifais. In: Creed JC, Pires DO & Figueiredo OMA (eds) *Biodiversidade marinha da Baía de Ilha Grande*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 291-322.
- Figueiredo Filho DB, Paranhos R, Silva Júnior JA, Rocha EC, Alves DP (2014) O que é, para que serve e como se faz uma meta-análise? *Teoria e Pesquisa*, 23(2): 205-228.
- Figueiredo JL (1977) *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Figueiredo JL & Menezes NA (1978) *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1)*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Figueiredo JL & Menezes NA (1980) *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2)*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Figueiredo JL & Menezes NA (2000) *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Figueiredo JL, Santos AP, Yamaguti N, Bernardes RA & Rossi-Wongtschowski CL del B (2003) *Peixes da zona econômica exclusiva da região sudeste-sul do Brasil. Levantamento com rede de meia água*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Figuti L (1987) *Etude de la faune d'un amas coquillier (Sambaqui Cosipa 3, São Paulo, Brésil)*. Paris, Institut de Paleontologie Humaine.
- Figuti L (1989) Estudos 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: considerações sobre a subsistência dos povos sambaquieiros. *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.
- Filippini J & Eggers S (2005-2006) Distância biológica entre sambaquieiros fluviais (Moraes - Vale do Ribeira-SP) e construtores de sítios litorâneos (Piaçaguera e Tenório-SP e Jabuticabeira II-SC). *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 5-16: 165-180.
- 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, Universidade de São Paulo, Programa e Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia/USP, 123 p.
- Fish SK, DeBlasis PAD, Gaspar MD & Fish PR (2000) Eventos incrementais na construção de sambaquis, litoral sul do estado de Santa Catarina. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 10 :69-87.
- Franco TCB & Gaspar MD (1992) O sítio Salinas Peroano. In: *Anais VI Reunião Científica da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, Rio de Janeiro, pp. 162-171.
- Fritz SA & Rahbek C (2012) Global patterns of amphibian phylogenetic diversity. *Journal of Biogeography*, 39: 1373-1382.
- Froese R & Pauly D (eds) (2016) FishBase. World Wide Web electronic publication. Available from: <http://fishbase.org>, version 10/2016.
- Froyd CA & Willis KJ (2008) Emerging issues in biodiversity & conservation management: The need for a palaeoecological perspective. *Quaternary Science Reviews*, 27: 1723-1732.
- Furon R (1969) *La distribución de los seres*. Editorial Labor, Barcelona.
- Fürsich FT (1995) Approaches to palaeoenvironmental reconstructions. *Geobios*, 18: 183-195.
- Gaelzer LR, Machado GR & Noguchi RC (2007) Peixes de praias arenosas. In: Creed JC, Pires DO & Figueiredo OMA (eds) *Biodiversidade marinha da Baía de Ilha Grande*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 323-348.
- 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.

- Gama CS (2006) Inventário biológico da ictiofauna das áreas Sucuriju e Região dos Lagos, Amapá, Brasil. In: Neto CVS (ed) *Inventário biológico das áreas do Sucuriju e Região dos Lagos, no Amapá*. Ministério do Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá, Macapá, pp. 156-172.
- Garcia CDR & Uchôa DP (1980) Piaçaguera: um sambaqui do litoral do estado de São Paulo, Brasil. *Revista de Pré-História*, 2: 5-81.
- Garcia CDR (1972) *Estudo comparado das fontes de alimentação de duas populações pré-históricas do litoral paulista*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 128 p.
- Gaspar MD & Scaramella NR (1992) O sítio do Meio. In: *Anais VI Reunião Científica da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, Rio de Janeiro, pp. 172-179.
- 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, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 362 p.
- Gaspar MD (1996) Análise da bibliografia sobre pescadores, coletores e caçadores que ocuparam o estado do Rio de Janeiro. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 6: 337-367.
- Gaspar MD (1998) Considerations about the sambaquis of the Brazilian coast. *Antiquity*, 72(227): 592-615.
- Gaspar MD (2000) *Sambaqui: Arqueologia do litoral brasileiro*. Editora Jorge Zahar, Rio de Janeiro.
- Gaspar MD (2003) Aspectos da organização social de um grupo de pescadores, coletores e caçadores: região compreendida entre a Ilha Grande e o Delta do Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro. *Pesquisas - Série Antropologia*, Instituto Anchieta de Pesquisas, 59:1-163.
- Gaspar MD, Kloker D & Bianchini GF (2013a) Arqueologia estratégica: abordagens para o estudo da totalidade e construção de sítios monticulares. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 8(3): 517-533.
- Gaspar MD, Kloker D, Scheel-Ybert R & Bianchini GF (2013b) Sambaqui de Amourins: mesmo sítio, perspectivas diferentes. *Arqueologia de um sambaqui 30 anos depois*. *Revista del Museo de Antropología*, 6: 7-20.
- Gervais P (1867-1869) *Zoologie et paleontology générales: nouvelles recherches sur les animaux vertébrés et fossiles*. Arthus Bertrand, Paris.
- Gibbard P & Van Kolfschoten T (2005) The Pleistocene and Holocene Epochs. In: Gradstein F, Ogg J & Smith A (eds) *A geologic time scale*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 441-452.
- Glass GV (1976) Primary, secondary and meta-analysis of research. *Educational Research*, 5: 3-8.
- Gliesch R (1930) Sobre a origem dos sambaquis. *Egatea*, 17(3): 199-208.
- Gonzalez MMB & Amenomori SN (2003) Osteologia e utilização de dentes de tubarão-branco, *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) (Elasmobranchii,

- Lamnidae) em sambaquis do estado de São Paulo. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 13: 25-37.
- Gonzalez MMB (2005a) *Tubarões e raias na pré-história do litoral de São Paulo*. Tese de Doutorado, Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 322 p.
- Gonzalez MMB (2005b) Use of *Pristis* spp. (Elasmobranchii: Pristidae) by hunter-gatherers on the Coast of São Paulo, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3(3):421-426.
- Gordillo S, Bayer SB, Boretto B & Charó M (2014) *Mollusk shells as bio-geo-archives: evaluating environmental changes during the Quaternary*. Springer, Germany.
- Gotelli NJ & Chao A (2013) Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data. *The Encyclopedia of Biodiversity*. 2 ed. Elsevier, New York.
- Gotelli NJ & Colwell RK (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.
- 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.
- Guimarães FV (2016) *Estrutura espaço-temporal das comunidades de peixes de afluentes da bacia do rio Perequê-Açu, Paraty, Rio de Janeiro, Brasil*. Monografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores, São Gonçalo.
- Guimarães GB (2014) Tempo geológico. In: Liccardo A & Guimarães GB (eds) *Geodiversidade na educação*. Estúdio Texto, Ponta Grossa, pp. 27-40.
- 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.
- Haimovici M, Ávila-da-Silva AO, Miranda LV & Klippel S (2007) Prospecções na região Sudeste-Sul. In: Haimovici M (ed) *A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: levantamento de dados e avaliação crítica*. MMA/SMCQ, Brasília, pp. 35-73.
- Haimovici M, Filho JMA & Sunye PS (eds) (2014) *A pesca marinha e estuarina no Brasil : estudos de caso multidisciplinares*. Editora da FURG, Rio Grande, 191 p.
- Hall SJ & Greenstreet SP (1998) Taxonomic distinctness and diversity measures: responses in marine fish communities. *Marine Ecology Progress Series*, 166: 227-229.
- Hammer Ø, Harper DAT & Ryan PD (2001) Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.

- Harris EC (1991) *Principios de estratigrafía arqueológica*. Editorial Crítica, Barcelona.
- Hazen MR (1984) Mineralogy: a historical review. *Journal of Geological Education*, 32: 288-298.
- Helfman GS, Collette BB, Facey DE & Bowen BW (2009) *The diversity of fishes*. 2 ed. Wiley-Blackwell, Hoboken.
- Henderson PA & Bird DJ (2010) Fish and macro-crustacean communities and their dynamics in the Severn Estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 61: 100-114.
- Heredia OR, Beltrão MC, Oliveira MDG & Gatti MP (1981-1982) Pesquisas arqueológicas no Sambaqui de Amourins, Magé, RJ. *Arquivos do Museu de História Natural*, UFMG, 6/7: 175-188.
- Hilbert LM (2011) *Análise ictioarqueológica dos sítios: Sambaqui do Recreio, Itapeva e Dorva, municípios de Torres e Três Cachoeiras, Rio Grande do Sul, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 140 p.
- Hostim-Silva M, Lima AC, Damasceno J, Sciarretta T, Silva JV, Neto RLB, Carvalho BM & Spach HL (2013) As assembleias de peixes dos estuários de Conceição da Barra e Barra Nova, Espírito Santo. *Tropical Oceanography*, 41(1/2): doi: 10.5914/to.2013.0085
- Hutchings JA & Baum JK (2005) Measuring marine fish biodiversity: temporal changes in abundance, life history and demography. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360: doi:10.1098/rstb.2004.1586
- Isaac VJ, Araújo AR & Santana JV (1998) *A pesca no estado do Amapá: alternativas para seu desenvolvimento sustentável*. Sema Gea Bid, Macapá.
- Isla FI (1989) Holocene sea-level fluctuations in the southern hemisphere. *Quaternary Science Reviews*, 8: 359-368.
- Jetz W, Thomas GH, Joy JB, Hartmann K & Mooers AO (2012) The global diversity of birds in space and time. *Nature*, 491: 444-448.
- Kidwell SM & Bosence DWJ (1991) Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. In: Allison PA & Briggs DEG (eds) *Taphonomy, releasing the data locked in the fossil record*. New York, Plenum, p. 212-290.
- Kidwell SM & Flessa KW (1995) The quality of the fossil record: populations, species, and communities. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 26: 269-299.
- Kidwell SM (2008) Ecological fidelity of open marine molluscan death assemblages: effects of post-mortem transportation, shelf health, and taphonomic inertia. *Lethaia*, 41: 199-217.
- 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.
- Knapp S (2003) Dynamic diversity. *Nature*, 422: doi:10.1038/422475a
- Kneip LM & Pallestrini L (1984) Restingas do estado do Rio de Janeiro (Niterói a Cabo Frio): 8 mil anos de ocupação humana. In: Lacerda LD, Araujo DSD,

- Cerqueira R & Turcq B (eds) *Restigas: origem, estrutura, processo*. CEUFF, Rio de Janeiro, pp. 139-146.
- Kneip LM (1977) Pescadores e coletores pré-históricos do litoral de Cabo Frio, RJ. In: Penteado AR (ed) *Coleção Museu Paulista/USP*, Série Arqueologia, pp. 13-53.
- Kneip LM (1979) *Pesquisas de salvamento em Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro*. Cia de Desenvolvimento Territorial, Rio de Janeiro.
- Kneip LM (1980) A sequência cultural do Sambaqui do Forte - Cabo Frio, Rio de Janeiro. *Separata de Pesquisas - Série Antropologia*, nº 31, Instituto Anchietano de Pesquisas, 100 p.
- Kneip LM (1992) As habitações 1 e 2 do sambaqui da Pontinha (Saquarema, RJ). *Anais da VI Reunião da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, 2: 730-737.
- Kneip LM (1994) *Cultura material e subsistência das populações pré-históricas de Saquarema, RJ*. Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional/UFRJ, nº 2, 120 p.
- Kneip LM (1995) A sequência cultural do sambaqui de Camboinhas, Itaipu, Niterói, RJ. *Documento de Trabalho*, Série Arqueologia, Museu Nacional/UFRJ, 2: 83-102.
- Kneip LM (1997) *O Sambaqui do Saco e de Madressilva - Saquarema, RJ*. Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional/UFRJ, nº 4, 67 p.
- Kneip LM, Araujo DSD & Fonseca VS (1995) Áreas de exploração de recursos abióticos das populações pré-históricas de Saquarema, RJ. In: Kneip LM (ed) *Documento de Trabalho*, Série Arqueologia, Museu Nacional/UFRJ, nº 3, pp. 3-12.
- Kneip LM, Coelho ACS, Cunha FLS & Mello BEM (1975a) Informações preliminares sobre a arqueologia e a fauna do Sambaqui do Forte, Cabo Frio, RJ. *Separata da Revista do Museu Paulista/USP*, pp. 93-108.
- Kneip LM, Crancio F & Francisco BHR (1988) O Sambaqui da Beirada (Saquarema, RJ): aspectos culturais e paleoambientais. *Revista de Arqueologia*, 5(1): 41-54.
- Kneip LM, Cunha FLS, Coelho ACS & Mello BEM (1975b) O "Sambaqui do Forte": correlações arqueológicas, geológicas e faunísticas (Cabo Frio, RJ-Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 47: 91-97.
- 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. *Separata da Revista do Museu Paulista/USP*, pp. 78-100.
- Kneip LM, Monteiro AMF, Pallestrini L & Crancio F (1984a) Informação arqueogeológica sobre sambaquis da planície de maré de Guaratiba, Rio de Janeiro. In: Lacerda LD, Araujo DSD, Cerqueira R & Turcq B (eds) *Restigas: origem, estrutura, processo*. CEUFF, Rio de Janeiro, pp. 147-53.
- Kneip LM, Monteiro AMF, Vogel MAC & Mello EMB (1984b) Contribuição ao estudo da arqueologia e do paleoambiente da planície de maré de Guaratiba, RJ - O sambaqui da Embratel. *Revista de Pré-História*, 6: 334-360.

- Kneip LM, Pallestrini L, Cancrío F & Machado L (1991) As estruturas e suas interrelações em sítios de pescadores-coletores pré-históricos do litoral de Saquarema, RJ. *Boletim do Instituto de Arqueologia Brasileira*, 5: 1-42.
- Knowlton N & Jackson JBC (2008) Shifting baselines, local impacts, and global change on coral reefs. *PLoS Biology*, 6(2): e54. doi:10.1371/journal.pbio.0060054
- Kowalewski M, Carroll M, Casazza L, Gupta NS, Hannisdal B, Hendy A, Krause Jr. RA, LaBarbera M, Lazo DG, Messina C, Puchalski S, Rothfus TA, Sälgeback J, Stempien J, Terry RC & Tomasovych A (2003) Quantitative fidelity of brachiopod-mollusk assemblages from modern subtidal environments of San Juan Islands, USA. *Journal of Taphonomy*, 1(1): 45-63.
- Kremen C (1994) Biological inventory using target taxa: a case study of the butterflies of Madagascar. *Ecological Applications*, 4(3): 407-422.
- Kullberg P & Moilanen A (2014) How do recent spatial biodiversity analyses support the convention on biological diversity in the expansion of the global conservation area network? *Natureza & Conservação*, 12(1): doi:10.4322/netcon.2014.002
- Lacerda LD, Araujo DSD, Cerqueira R & Turcq B (eds) (1984) *Restingas: origem, estrutura, processos*. CEUFF, Niterói, 477 p.
- Lee W, McGlone M & Wright E (eds) (2005) *Biodiversity inventory and monitoring: a review of national and international systems and a proposed framework for future biodiversity monitoring by the Department of Conservation*. Landcare Research, Lincoln, New Zealand.
- Lessa A & Carvalho CR (2015) Marcadores de estresse ocupacional, atividades cotidianas, ambiente e escolhas culturais: uma discussão sobre estilos de vida diferenciados em três sambaquis do litoral fluminense. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 10(2): 489-507.
- Lessa A & Coelho IS (2010) Lesões vertebrais e estilos de vida diferenciados em dois grupos sambaquieiros do litoral fluminense. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 20: 77-89.
- Lessa LG & Angulo RJ (1998) Oscillations or not oscillations, that is the question-reply. *Marine Geology*, 150: 189-196.
- Lewinsohn TM & Prado PI (2005) Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade*, 1(1): 36-42.
- Lima TA (1991) *Dos mariscos aos peixes: um estudo zooarqueológico de mudança de subsistência na pré-história do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2 vols., 691 p.
- Lima TA (2000) Em busca dos frutos do mar: os pescadores-coletores do litoral centro-sul do Brasil. *Revista da USP*, 44: 270-327.
- Lima TA, Macario KD, Anjos RM, Gomes PRS, Coimbra RS & Elamore E (2003) AMS dating of early shellmounds of the southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Physics*, 33(2): 276-279.

- Lindbladh M, Brunet J, Hannon G, Niklasson M, Eliasson P, Eriksson G & Ekstrand A (2007) Forest history as a basis for ecosystem restoration: a multidisciplinary case study in a south Swedish temperate landscape. *Restoration Ecology*, 15: 284-295.
- Lopes MS, Bertucci TCP, Rapagnã L, Tubino RA, Monteiro-Neto C, Tomas ARG, Tenório MC, Lima TA, Souza RCCL, Carrillo-Briceño JD, Haimovici M, Macario KD, Carvalho C & Socorro AO (2016) The path towards endangered species: prehistoric fisheries in Southeastern Brazil. *PLoS One*, 11(6): doi:10.1371/journal.pone.0154476
- Lotze HK & Milewski I (2004) Two centuries of multiple human impacts and successive changes in a North Atlantic food web. *Ecological Applications*, 14: 1428-1447.
- Luby EM, Drescher CD & Lightfoot KG (2006) Shell mounds and mounded landscapes in the San Francisco Bay area: an integrated approach. *Journal of Island & Coastal Archaeology*, 1: 191-214.
- Mabesoone JM & Coutinho PN (1970) Littoral and shallow marine geology of northern and northeastern Brazil. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, 12: 1-212.
- 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.
- MacArthur RH & Wilson EO (1967) *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Machado SM (2014) *Contribuição dos sedimentos e ictiólitos para a identificação do ambiente de formação do Sambaqui do Moa (Saquarema-RJ)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, 54 p.
- MacLeod N (2005) *Principles of stratigraphy*. The Natural History Museum, London.
- Magalhães RMM, Curvelo MA & Mello EMB (2001) *O Sambaqui de Manitiba I e outros sambaquis de Saquarema, RJ: a fauna na alimentação*. Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional/UFRJ, nº 5, 91 p.
- Magurran AE (1988) *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton.
- Magurran AE (2004) *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Malden.
- Magurran AE, Baillie SR, Buckland ST, Dick J McP, Elston DA, Scott EM, Smith RI, Somerfield PJ & Watt AD (2010) Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. *Trends in Ecology and Evolution*, doi:10.1016/j.tree.2010.06.016
- Manna LR, Rezende CF & Mazzoni R (2013) Diversidade funcional de peixes de riacho: como as assembleias podem estar organizadas? *Oecologia Australis*, 17(3): 402-410.

- Manten AA (1973) Scientific literature review. *Scholarly Publishing*, 5: 75-89.
- Marcott SA, Shakun JD, Clark PU & Mix AC (2013) A reconstruction of regional and global temperature for the past 11,300 years. *Science*, 339: doi:10.1126/science.1228026
- Maribus (2013) *World ocean review. The future of fish: the fisheries of the future*. Maribus, Hamburg.
- Martello AR, Kotzian CB & Simões MG (2006) Quantitative fidelity of recent freshwater mollusk assemblages from the Touro Passo River, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia - Série Zoologia*, 96(4): 453-465.
- Martin L, Suguio K & Flexor JM (1986) Relative sea level reconstructions during the last 7000 years along the States of Paraná and Santa Catarina coastal plains: additional information from shell middens. *Quaternary South America and Antarctic Peninsula*, 4: 219-236.
- Maschner HDG, Betts MW, Reedy-Maschner KL & Trites AW (2008) A 4500-year time series of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) size and abundance: archaeology, oceanic regime shifts, and sustainable fisheries. *Fishery Bulletin*, 104: 386-394.
- Matsuura Y (1986) Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região Sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Santa Marta Grande (SC). *Ciência e Cultura*, 38(8): 1439-1450.
- Mayr E (1998) *Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Editora da UnB, Brasília.
- McClanahan TR & Omukoto JO (2011) Comparison of modern and historical fish catches (AD 750-1400) to inform goals for marine protected areas and sustainable fisheries. *Conservation Biology*, 25: doi:10.1111/j.1523-1739.2011.01694.x
- McCune JL (2016) Species distribution models predict rare species occurrences despite significant effects of landscape context. *Journal of Applied Ecology*, 53: doi:10.1111/1365-2664.12702
- Mello EB & Mendonça de Souza A (1977) O Sambaqui do Saracuruna. *Nheengatu*, 1: 43-58.
- Melo AS (2008) O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotropica*, 8(3): 21-21.
- Melo MLD & Marengo JA (2008) Simulações do clima do Holoceno Médio na América do Sul com o modelo de circulação geral da atmosfera do CPTEC. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 23(2): 191-205.
- Melo Júnior JCF, Silveira ER & Bandeira DR (2016) Arqueobotânica de um sambaqui sul-brasileiro: integrando indícios sobre o paleoambiente e o uso de recursos florestais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 11(3): 727-744.
- Mendes AB, Costa ABS, RCCL Souza & Silva EP (eds) (2015) *Cabo Frio: bens naturais e culturais*. Alfa Produções & Eventos/Clube dos Autores, Cariacica/Joinville.

- Mendes AB, Silva EP & Souza RCCL (2014) Biodiversity of marine fishes from Shellmounds of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Chilena de Antropología*, 29(1): 55-59.
- Mendonça de Souza AAC (1981) *Pré-história Fluminense*. Instituto Estadual do Patrimônio Cultural, Rio de Janeiro, 270 p.
- Mendonça de Souza SMF & Mendonça de Souza AAC (1981-1982) Pescadores e recoletores do litoral do Rio de Janeiro. *Arquivos do Museu de História Natural*, UFMG, 6/7: 109-131.
- Mendonça de Souza SMF, Santos RS, Schramm CS & Miranda CC (1983-1984) Estudos de paleonutrição em sítios-sobre-dunas da Fase Itaipu - RJ. *Arquivos do Museu de História Natural*, UFMG, 8/9: 107-119.
- Menezes NA (2011) Checklist dos peixes marinhos do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 11(Supl. 1): 33-46.
- Menezes NA, Buckup PA, Figueiredo JL & Moura RL (2003) *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. Museu de Zoologia/USP, São Paulo.
- Menezes NA & Figueiredo JL (1980) *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3)*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Menezes NA & Figueiredo JL (1985) *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. V. Teleostei (4)*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Milliman JD & Summerhayes CP (1975) Upper continental margin sedimentation off Brazil. *Contributions to Sedimentology*, 4: 1-175.
- Mittermeier RA, Gil PR, Hoffman M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoureux J & da Fonseca GAB (2005) *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Conservation International, Washington DC.
- Mol RS (2013) *Introdução à história da Matemática*. CAED-UFMG, Belo Horizonte.
- Molinier R (1963) *Cours de géobotanique*. C.R.D.P. Ed, Aix-en-Provence.
- Monteiro RNM (2010) *Metodologias de meta-análise aplicadas nas ciências da saúde*. Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior, Departamento de Matemática, Covilhã.
- Monteiro-Neto C, Bertoncini AA, Chaves LCT, Noguchi R, Mendonça-Neto JP & Rangel CA (2013) Checklist of marine fish from coastal islands of Rio de Janeiro, with remarks on marine conservation. *Marine Biodiversity Records*, 6: e139. doi:10.1017/S1755267213000973
- Monteiro-Neto C, Tubino RA, Moraes LES, Mendonça-Neto JP, Esteves GV & Fortes WL (2008) Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. *Série Zoologia*, 98(1): 50-59.
- Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpsom AGB & Worm B (2011) How many species are there on earth and in the ocean? *PloS Biology*, 9: e1001127.

- Morlon H (2014) Understanding how biodiversity is distributed in space and time. *Springer International Publishing*, 8738: doi:10.1007/978-3-319-10398-3_3
- Morris EK, Caruso T, Buscot F, Fischer M, Hancock C, Maier TS, Meiners T, Müller C, Obermaier E, Prati D, Socher DA, Sonnemann I, Wäschke N, Wubet T, Wurst S & Rillig MC (2014) Choosing and using diversity indices: insights for ecological applications from the German Biodiversity Exploratories. *Ecology and Evolution*, 4(18): doi:10.1002/ece3.1155
- Mulato IP, Corrêa B & Vianna M (2015) Distribuição espaço-temporal de *Micropogonias furnieri* (Perciformes, Sciaenidae) em um estuário tropical no Sudeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41(1): 1-18.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB & Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: doi:10.1038/35002501
- Nelson JS, Grande TC & Wilson MVH (2016) *Fishes of the world*. Wiley, New Jersey.
- Nichols JD, Boulinier T, Hines JE, Pollock KH & Sauer JR (1998) Inference methods for spatial variation in species richness and community composition when not all species are detected. *Conservation Biology*, 12: 1390-1398.
- Nishida P (2001) *Estudo zooarqueológico do Sítio Mar Virado, Ubatuba, SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia, 167 p.
- O'Rourke K (2007) An historical perspective on meta-analysis: dealing quantitatively with varying study results. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 100: 579-582.
- Okumura MMM (2008) Diversidade morfológica craniana, micro-evolução e ocupação pré-histórica da costa brasileira. *Pesquisas - Série Antropologia*, Instituto Anchieta de Pesquisas, 66: 1-306.
- Pahl-Wostl C (1995) *The dynamic nature of ecosystems: chaos and order entwined*. John Wiley & Sons, New York.
- Palacio FJ (1982) Revisión zoogeográfica marina del sur del Brasil. *Boletim do Instituto de Oceanografia*, 31(1): 69-92.
- Parolin M, Medeanic S & Stevaux JC (2006) Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9(1): 137-148.
- Pascal B (1976) *Pensées* (texto por Brunschwig L). Editora Garnier-Flammarion, Paris.
- Perez RAR, Moreira IM & Lemos ML (1995) Sobre a identificação de peças ósseas de bagre. In: Beltrão MC (ed) *Arqueologia do estado do Rio de Janeiro*, Arquivo Público do Estado do Rio de Janeiro, pp. 29-34.
- Perota C (1972) O sítio arqueológico "Campus 2". *Revista de Cultura da UFES*, 3(1/2): 39-45.
- Petchey OL & Gaston KJ (2002) Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters*, 5: 402-411.

- Pinnegar JK & Engelhard GH (2008) The “shifting baseline” phenomenon: a global perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 18: 1-16.
- Pinto CM (2013) Metanálise qualitativa como abordagem metodológica para pesquisas em Letras. *Atos de Pesquisa em Educação*, 8(3): 1033-1048.
- Pinto DC (2009) *Concha sobre concha: construindo sambaquis e a paisagem no Recôncavo da Baía de Guanabara*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestrado em Arqueologia, 174 p.
- Pissini CF (2006) *Aplicações em meta-análise sob um enfoque Bayesiano usando dados médicos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Polunin NVC & Roberts CM (eds) (1996) *Reef fisheries*. Chapman & Hall, London, 477 p.
- Povey A & Keough MJ (1991) Effects of trampling on plant and animal populations on rocky shores. *Oikos*, 61: 355-368.
- Prestes MEB, Oliveira P & Jensen GM (2009) As origens da classificação de plantas de Carl von Linné no ensino de biologia. *Filosofia e História da Biologia*, 4: 101-137.
- Prous A (1992) *Arqueologia brasileira*. Editora da UnB, Brasília.
- Prummel W & Heinrich D (2005) Archaeological evidence of former occurrence and changes in fishes, amphibians, birds, mammals and molluscs in the Wadden Sea area. *Helgoland Marine Research*, 49: 55-70.
- Raffaelli D & White PCL (2013) Ecosystems and their services in a changing world: an ecological perspective. In: Woodward G & O’Gorman EJ (eds) *Advances in ecological research*. Academic Press, Cambridge, pp. 1-70.
- Ramineli SM, Silveira RB & Ferreira CB (2011) *Estudos preliminares para o levantamento da ictiofauna em Paraty-Mirim (Paraty, RJ)*. In: Anais do XIV Simpósio de Biologia Marinha, Santos, São Paulo.
- Reitz EJ & Wing ES (2008) *Zooarchaeology*. 2 ed. Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge University Press, New York.
- Ressing M, Blettner M, Klug SJ (2009) Systematic literature reviews and meta-analyses. *Deutsches Ärzteblatt International*, 106(27): 456-463.
- Rhea Estudos e Projetos Ltda (2009) *Salvamento e monitoramento arqueológico na área do Alphaville Jacuhy*. 2º Relatório de Atividades em Laboratório, Serra, 63 p.
- Ritter MN & Erthal F (2013) Fidelity bias in mollusk assemblages from coastal lagoons of Southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 16(2): 225-236.
- Ritter MN & Erthal F (2016) Time-averaging e suas implicações para o registro fóssil marinho. *Terrae Didactica*, 12(2): 81-103.
- 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, Garofalo R, Souza RCCL, Tavares MDS & Silva EP (2016b) Coleção de subfósseis de sambaquis do Laboratório de Genética Marinha e Evolução-UFF. *Scientia Plena*, 12(10): 1-14.
- Roma VN & Motokane MT (2007) Classificação biológica nos livros didáticos de biologia do ensino médio. In: *VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis.
- Rosa MR (ed) (2007) *Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira*. MMA (Ministério do Meio Ambiente), Brasília.
- Rosa RS & Lima FCT (2005) Peixes. In: Machado ABM, Martins CS & Drummond GM (eds) *Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, pp. 65-81.
- Rosa RS & Lima FCT (2008) Os peixes brasileiros ameaçados de extinção. In: Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP (eds) *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção: Peixes*. Ministério do Meio Ambiente, pp. 9-269.
- Rosén P, Segerström U, Eriksson L, Renberg I & Birks HJB (2001) Holocene climatic change reconstructed from diatoms, chironomids, pollen and near-infrared spectroscopy at an alpine lake (Sjuodjijaure) in northern Sweden. *The Holocene*, 11(5): 551-562.
- Rosenberg AA, Bolster WJ, Alexander KE, Leavenworth WB, Cooper AB & McKenzie MG (2005) The history of ocean resources: modeling cod biomass using historical records. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3: 84-90.
- Rosenzweig ML (1995) *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, New York.
- Rossi-Wongtschowski CL del B, Vaz-dos-Santos AM & Siliprandi CC (2014) Checklist of the marine fishes collected during hydroacoustic surveys in the southeastern Brazilian bight from 1995 to 2010. *Arquivos de Zoologia*, 45(esp): 73-88.
- Salgado-Labouriau ML (2006) *História ecológica da Terra*. 2 ed. Editora Edgard Blücher, São Paulo.
- Santos JAP, Schmiegelow JMM, Rotundo MM & Barrella W (2015) Composição e variação temporal da assembleia de peixes do alto sistema estuarino de Santos, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41(4): 945-959.
- Santos PRS, Einhardt APMC & Velasco G (2016) A pesca artesanal da miragaia (*Pogonias cromis*, Sciaenidae) no estuário da Lagoa dos Patos, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(1): 89-101.
- Santos TCC & Câmara JBD (eds) (2002) *GEO Brasil 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil*. Edições IBAMA, Brasília, 440 p.
- Sazima I, Gadig OBF, Namora RC & Motta FS (2002) Plastic debris collars on juvenile carcharhinid sharks (*Rhizoprionodon lalandii*) in southwest Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 44: 1147-1149.

- Scheel-Ybert R, Bianchini GF & DeBlasis P (2009) Registro de mangue em um sambaqui de pequeno porte do litoral sul de Santa Catarina, Brasil, a cerca de 4900 anos cal BP, e considerações sobre o processo de ocupação do sítio Encantada III. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 19: 103-118.
- Schilling AC & Batista JLF (2008) Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. *Revista Brasileira de Botânica*, 3(1): 179-187.
- Seixas C & Begossi A (1998) *Do fishers have territories? The use of fishing grounds at Aventureiro (Ilha Grande, Brazil)*. Seventh Common Property Conference, Vancouver, Canada.
- Shackell NL & Frank KT (2003) Marine fish diversity on the Scotian Shelf, Canada. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, doi:10.1002/aqc.554
- Silva DF (2009) *Análise de captação de recursos da área do Sambaqui do Saco da Pedra, litoral sul do estado de Alagoas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, 162 p.
- Silva EJE & Loeck AE (1999) Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Agrociência*, 5(3): 220-224.
- Silva EP, Souza RCCL, Arruda TA & Duarte MR (2016) Sambaquis: mostra da biodiversidade pré-histórica. *Ciência Hoje*, 57(342): 30-33.
- Silva TAG, Corrêa BC & Matos GI (2014) Desenvolvimento e organização de coleção zoológica didática no CEFET/RJ: desafios, possibilidades e primeiras aplicações. *Revista da SBEnBio*, 7: 7151-7161.
- Silveira LB, Beisiegel BM, Curcio FF, Valdujo PH, Dixo M, Verdade VK, Mattox GMT & Cunningham PTM (2010) Para que servem os inventários de fauna? *Estudos Avançados*, 24(68): 173-207.
- Silveira MI (2001) *Você é o que você come: aspectos da subsistência no Sambaqui do Moa - Saquarema/RJ*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 173 p.
- Siqueira T, Bini LM, Thomaz SM & Fontaneto D (2015) Biodiversity analyses: are aquatic ecologists doing any better and differently than terrestrial ecologists? *Hydrobiologia*, 750: 5-12.
- Sokal RR & Rohlf FJ (1997) *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman, New York.
- Sollmann R, Gardner B, Chandler RB, Shindle DB, Onorato DP, Royle JA & O'Connell AF (2013) Using multiple data sources provides density estimates for endangered Florida panther. *Journal of Applied Ecology*, 50: doi:10.1111/1365-2664.12098
- Souza Cunha FL, Carvalho AL & Nunan GWA (1986) Ocorrência de vertebrados holocênicos marinhos, Elasmobranchii e Cetacea, no "Sambaqui de Camboinhas", Itaipu, Niterói, estado do Rio de Janeiro. *Revista de Arqueologia*, 3(1): 52-56.
- Souza Cunha FL, Magalhães RMM & Veríssimo SG (1978) Estudos sobre *Pogonias chromis* (L.): análise de placas faríngeas dos sambaquis do Brasil,

- Coleção do Museu Nacional. *Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, 2: 948-959.
- Souza Cunha FL, Vogel MAC, Veríssimo SG & Magalhães RMM (1981) Restos de vertebrados do Sambaqui de Camboinhas. In: Kneip LM, Pallestrini L & Cunha FLS (eds) *Pesquisas arqueológicas no litoral de Itaipu, Niterói, RJ*. Cia de Desenvolvimento Territorial, Rio de Janeiro, pp. 169-173.
- Souza EJ (2011) *Anotações sobre história da Matemática*. Apostila do Curso de Licenciatura em Matemática, PRGRAD-DCET, Salvador.
- Souza HVL (2009b) *Tecnologia lítica e mudança sociocultural: o caso do Sambaqui do Forte*. Monografia de Especialização, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Programa de Pós-Graduação em Geologia do Quaternário, 54 p.
- Souza RCCL & Silva EP (2010) Moluscos marinhos na pré-história: estudando a evolução da biodiversidade. *Boletim Informativo da Associação Brasileira de Biologia Marinha*, 3(3): 4-7.
- Souza RCCL (2009a) *Evolução da biodiversidade de moluscos do litoral centro-meridional do Brasil: um estudo baseado em vestígios arqueológicos*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- Souza RCCL, Fernandes FC & Silva EP (2004) Distribuição atual do mexilhão *Perna perna* no mundo: um caso recente de bioinvasão. In: Souza RCCL & Silva JSV (eds) *Água de lastro e bioinvasão*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, pp. 157-172.
- 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: Proceedings do XI International Council for Archaeozoology Conference. Oxford, Archaeopress, Publishers of British Archaeological Reports, 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, Silva EP & Fernandes FC (2005) Sambaqui: baú de preciosas informações. *Ciência Hoje*, 36(214): 72-74.
- 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(3): 363-371.
- Stahl PW (2008) The contributions of zooarchaeology to historical ecology in the neotropics. *Quaternary International*, 180: 5-16.
- Suguio K, Martin L, Bittencourt ACSP, Dominguez JML, Flexor JM & Azevedo AEG (1985) Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, 15(4): 273-286.

- Suguio K, Martin L & Flexor JM (1991) Paleoshorelines and the sambaquis of Brazil. In: Johnson LL & Stright M (eds) *Paleoshorelines and prehistory: an investigation of method*. CRC Press, Boca Raton, pp. 83-99.
- Tacon AGJ (1994) Feed ingredients for carnivorous fish species: alternatives to fish meal and other fisheries resources. In: *FAO Fisheries Circular*, 881. FAO, Roma.
- Tenório MC (2003a) *O lugar dos aventureiros: identidade, dinâmica de ocupação e sistemas de trocas do litoral do Rio de Janeiro há 3.500 anos antes do presente*. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em História da Faculdade de Filosofias e Ciências Humanas, 597 p.
- Tenório MC (2003b) Contato e sistemas de trocas no litoral do Rio de Janeiro. In: *Anais do XII Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, São Paulo, 6 p.
- 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, Afonso MC, Savi DC, Pinto DC, Gonzalez MMB, Nami S, Angulo RJ & Reimer C (2005) O sítio ou os sítios da Ilha de Cabo Frio: primeiros resultados. In: *XIII Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, Campo Grande, 26 p.
- Thompson GG, Withers PC, Pianka ER & Thompson SA (2003) Assessing biodiversity with species accumulation curves; inventories of small reptiles by pit-trapping in Western Australi. *Austral Ecology*, 28: doi:10.1046/j.1442-9993.2003.01295.x
- Tilman D (2001) Functional diversity. In: Levin SA (ed) *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press, San Diego, pp. 109-120.
- 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.
- Tonini L, Sarmiento-Soares LM, Roldi MMC & Lopes MM (2016) A coleção didática de peixes no Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil: subsídios para o ensino de Zoologia. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 38(4): 347-362.
- Tuna FAP (2015) *Ictiofauna do Sambaqui da Tarioba, Rio das Ostras, Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros, 129 p.
- Uchôa DP (2009) A Ilha do Mar Virado: um estudo de um sítio arqueológico no litoral do estado de São Paulo. *CLIO - Série Arqueológica*, 24: 7-40.
- Ugland KI, Gray JS & Ellingsen KE (2003) The species-accumulation curve and estimation of species richness. *Journal of Animal Ecology*, 72: 888-897.
- United Nations (1992) *Convention on Biological Diversity*, Rio de Janeiro, Brazil. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>. Acesso em: 28/11/2016.

- Vanzolini PE (1996) A contribuição zoológica dos primeiros naturalistas viajantes no Brasil. *Revista da USP*, 30: 190-238.
- Vazzoler AEA de M, Soares LSH & Cunningham PTM (1999) Ictiofauna da costa brasileira. In: Lowe-McConnell RH (ed) *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, pp. 424-467.
- Viana JP (2013) *Recursos pesqueiros do Brasil: situação dos estoques, da gestão, e sugestões para o futuro*. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, Ipea, Brasília.
- Vianna M, Andrade-Tubino MF, Keunecke, KA, Andrade AC, Silva-Junior DR & Padula V (2012) Estado atual de conhecimento sobre a ictiofauna. In: Meniconi MFG, Silva TA, Fonseca ML, Lima SOF, Lima EFA, Lavrado HP & Figueiredo-Junior AG (eds) *Baía de Guanabara: síntese do conhecimento ambiental*, volume 2. Petrobras, Rio de Janeiro, pp. 169-195.
- Vieira NC & Wichmann RM (eds) (2014) *Diretrizes metodológicas: elaboração de uma revisão sistemática e metanálise de estudos de acurácia diagnóstica*. Ministério da Saúde, Brasília.
- Vieira PC (1981) Variações do nível marinho: alterações eustáticas no Quaternário. *Revista do Instituto Geológico*, 2(1): 39-58.
- Vila-Nova DA, Bender MG, Carvalho-Filho A, Ferreira CEL & Floeter SR (2011) The use of non-reef habitats by brazilian reef fish species: considerations for the design of marine protected areas. *Natureza & Conservação*, 9(1): doi:10.4322/natcon.00901001
- Villagran XS & Giannini PCF (2014) Shell mounds as environmental proxies on the southern coast of Brazil. *The Holocene* 24(8): 1-8.
- Vogel MAC & Veríssimo SG (1981) Otólitos de peixes teleósteos do Sambaqui de Camboinhas. In: Kneip LM, Pallestrini L & Cunha FLS (eds) *Pesquisas arqueológicas no litoral de Itaipu, Niterói, RJ*. Cia de Desenvolvimento Territorial, Rio de Janeiro, pp. 155-166.
- Vogel MAC (1987) Ocorrência de vertebrados no Sambaqui Zé Espinho. In: Kneip LM (ed) *Coletores e pescadores pré-históricos de Guaratiba, Rio de Janeiro*. EDUFF, Rio de Janeiro, pp. 229-244.
- Volkov I, Banavar JR, Hubbell SP & Maritan A (2003) Neutral theory and relative species abundance in ecology. *Nature*, 424: 1035-1037.
- Von Ihering H (1903) A origem dos sambaquis. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo*, 8: 446-457.
- Wagner GP & Silva LA (2014) Prehistoric maritime domain and brazilian shellmounds. *Archaeological Discovery*, 2(1): doi:10.4236/ad.2014.21001
- Walker MJC, Berkelhammer M, Björck S, Cwynar LC, Fisher DA, Long AJ, Lowe JJ, Newnham RM, Rasmussen SO & Weiss H (2012) Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a discussion paper by a working group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Journal of Quaternary Science*, 27(7): doi:10.1002/jqs.2565

- Warwick RM & Clarke KR (1998) Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*, 35: 532-543.
- Warwick RM & Light J (2002) Death assemblages of molluscs on St Martin's Flats, Isles of Scilly: a surrogate for regional biodiversity? *Biodiversity and Conservation*, 11: 99-112.
- Warwick RM & Turk SM (2002) Predicting climate change effects on marine biodiversity: comparison of recent and fossil molluscan death assemblages. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82: 847-850.
- 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.
- Williams PH & Gaston KJ (1994) Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation*, 67: 211-217.
- Willis KJ & Birks HJB (2006) What is natural? The need for a long-term perspective in biodiversity and conservation. *Science*, 314: 1261-1265.
- Willis KJ, Gillson L & Knapp S (2007) Biodiversity hotspots through time: an introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362(1478): 169-174.
- Willot SJ (2001) Species accumulation curves and the measure of sampling effort. *Journal of Applied Ecology*, 38: 484-486.
- Winter M, Devictor V & Schweiger O (2013) Phylogenetic diversity and nature conservation: where are we? *Trends in Ecology and Evolution*, 28(4): doi:10.1016/j.tree.2012.10.015
- Wright S (1978) *Evolution and the genetics of populations*. Vol. IV: Variability within and among natural populations. University of Chicago Press, Chicago.
- Zhang W, Liu Y, Warren A, Xu H (2014) Insights into assessing water quality using taxonomic distinctness based on a small species pool of biofilm-dwelling ciliate fauna in coastal waters of the Yellow Sea, northern China. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1/2): doi:10.1016/j.marpolbul.2014.10.018

APÊNDICES



APÊNDICE 1

**Resumo expandido publicado nos Anais do III Encontro
Larinoamericano de Zooarqueologia, Aracaju-SE, 2016**

RIQUEZA E DIVERSIDADE FILOGENÉTICA DA ICTIOFAUNA DOS SAMBAQUIS DE ANGRA DOS REIS E PARATY, RIO DE JANEIRO, BRASIL

Augusto Barros Mendes¹, Michelle Rezende Duarte², Rosa Cristina Corrêa Luz de Souza³ & Edson Pereira da Silva⁴

¹ augustobarrosmdes@yahoo.com.br (Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro)

² michellerezendeduarte@yahoo.com.br (Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro)

³ rcclsouza@yahoo.com.br (Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro)

⁴ gbmedson@vm.uff.br (Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro)

ABSTRACT

In this study an inventory of fishes of eleven sambaquis of Angra dos Reis and Paraty was done. Species richness and phylogenetic was described. Most of the species (53%) were recorded in only one site. Comparing locations, Angra dos Reis showed the highest species richness. The results of taxonomic distinction tests indicated a greater phylogenetic diversity of sites of Angra dos Reis in all cases analyzed. Moreover, the test showed that sites of Angra dos Reis and Paraty do not deviate significantly from a standard ichthyological inventory of the same region. Thus, sambaquis can provide valuable information on the diversity of the past, provided that some precautions are taken in the use of the data.

INTRODUÇÃO

Sítios arqueológicos do tipo sambaqui são construções artificiais datando de 8000 a 1000 anos A.P. Na sua estrutura são encontrados carvão, materiais líticos e restos de organismos, tais como conchas de moluscos, ossos de mamíferos e peixes (Lima *et al.* 2003; Gaspar 2000) que foram depositados em função de aspectos culturais. Desta forma, podem representar importantes registros da biodiversidade do Holoceno (Souza & Silva 2010; Faria *et al.* 2014; Mendes *et al.* 2014).

Neste trabalho, a fauna ictiológica de 11 sambaquis localizados no estado do Rio de Janeiro (sete em Angra dos Reis e quatro em Paraty) foi inventariada e sua diversidade descrita em termos de riqueza de espécies e diversidade filogenética. Os resultados obtidos são discutidos em relação à possível utilização dos sambaquis como amostradores da biodiversidade do passado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Levantamento de dados

Angra dos Reis e Paraty localizam-se na região costeira do Rio de Janeiro, sendo banhadas pela Baía de Ilha Grande (22°50'-23°20'S e 44°00'-44°45'W). O inventário da fauna ictiológica dos sambaquis destes locais foi realizado a partir dos trabalhos de Lima (1991) e Kneip (1994, 1997, 2001). Além disso, foram recuperados dados

taxonômicos, biogeográficos e ecológicos das espécies de acordo com os bancos de dados *Integrated Taxonomic Information System (ITIS)* e *FishBase*.

Análise de dados

A análise descritiva contemplou cálculos de riqueza específica e frequência de ocorrência, realizados no programa *Microsoft Excel for Windows*. Com base nos dados de presença e ausência das espécies foram estimadas as distâncias euclidianas entre sítios e construído um dendrograma seguindo o algoritmo de Ward (Milligan & Cooper 1987). Todos estes procedimentos foram realizados no *Past 2.08* (Hammer *et al.* 2001). A diversidade filogenética da fauna ictiológica foi inferida a partir de testes de distinção taxonômica (TAXDTEST), realizados no pacote estatístico *Primer 6 for Windows* (Clarke & Gorley 2006). Neste teste são comparados, através de 1000 combinações randômicas, os valores de média e variância da distinção taxonômica de uma lista de *n* espécies (encontradas em determinada assembleia) com uma lista-mãe (contendo todas as espécies que poderiam ter sido encontradas). Se os valores encontrados não se incluem no intervalo de 95% de confiança, a diversidade filogenética da assembleia pode ser, então, considerada como desviando significativamente da média de distinção taxonômica da lista-mãe. O TAXDTEST foi realizado para todos os sambaquis individualmente e, também, em diferentes compartimentos (Angra dos Reis, Angra dos Reis-praia, Angra dos Reis-recife, Angra dos Reis-Chondrichthyes, Angra dos Reis-Osteichthyes, Paraty, Paraty-praia, Paraty-Osteichthyes), de modo a testar o efeito de condensação proveniente da acumulação artificial que os sambaquis representam.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sítio que apresentou maior riqueza específica (0.718) foi o Sítio do Algodão em Angra do Reis, localidade que apresentou, também, a maior riqueza de espécies (0.943; Tabela 1).

Foram inventariadas 71 espécies de peixes para os sambaquis de Angra dos Reis e Paraty. A maioria dos táxons inventariados é da classe Chondrichthyes (53.5%). *Carcharhinus* Blainville, 1816 foi o gênero que apresentou o maior número de espécies. Em relação aos Osteichthyes, foram documentadas 16 famílias e 33 espécies. A maior parte dos peixes identificados possui ampla distribuição no Atlântico Ocidental

(35.2%), comportamento pelágico (35.2%) e origem em ambientes estuarinos (36.6%). A quase totalidade dos registros é referente a peixes nobres de topo de cadeia, que podem alcançar grandes tamanhos, especialmente, os cartilaginosos. Além disso, a maioria das espécies (53%) foi registrada somente em um sítio (frequência = 0.090). Por outro lado, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) esteve presente em todos os sítios (Tabela 2).

Tabela 1. Riqueza específica por sítio e por local.

Local	Sítio	Nº	Riqueza por sítio	Riqueza total por local
Angra dos Reis	Sambaqui da Caieira	I	0.295	0.943
	Sambaqui da Caieira II (Ilha de Cunhambebe)	II	0.309	
	Sambaqui do Algodão	III	0.718	
	Sítio do Bigode I	IV	0.309	
	Sítio do Major	V	0.323	
	Sítio do Peri	VI	0.380	
	Sítio Ilhota do Leste	VII	0.352	
Paraty	Abrigo Ponta do Leste II	VIII	0.070	0.070
	Sambaqui Olho D'Água (dos Praxedes)	IX	0.042	
	Sítio Trindade III (Sambaqui da Trindade)	X	0.056	
	Toca do Cassununga (Sítio Jabaquara)	XI	0.056	

Tabela 2. Frequência de ocorrência (F) das espécies inventariadas nos sambaquis.

Espécie	F	Espécie	F	Espécie	F
<i>Micropogonias furnieri</i>	1	<i>Scarus</i> sp.	0.363	<i>Centropomus</i> sp.	0.090
<i>Carcharhinus</i> spp.	0.636	<i>Balistes vetula</i>	0.272	<i>Cynoscion</i> sp.	0.090
<i>Carcharodon carcharias</i>	0.636	<i>Cynoscion acoupa</i>	0.272	<i>Dasyatis guttata</i>	0.090
<i>Galeocerdo cuvieri</i>	0.636	<i>Archosargus probatocephalus</i>	0.181	<i>Gymnura altavela</i>	0.090
<i>Haemulon</i> sp.	0.636	<i>Dasyatis centroura</i>	0.181	<i>Isurus paucus</i>	0.090
<i>Alopias</i> spp.	0.545	<i>Diodon hystrix</i>	0.181	<i>Lagocephalus laevis</i>	0.090
<i>Bagre bagre</i>	0.545	<i>Isurus oxyrinchus</i>	0.181	<i>Lobotes surinamensis</i>	0.090
<i>Caranx hippos</i>	0.545	<i>Myliobatis</i> sp.	0.181	<i>Lutjanus</i> sp.	0.090
<i>Carcharias taurus</i>	0.545	<i>Aetobatus narinari</i>	0.090	<i>Mycteroperca</i> sp.	0.090
<i>Chaetodipterus faber</i>	0.545	<i>Alopias superciliosus</i>	0.090	<i>Odontaspis taurus</i>	0.090
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	0.545	<i>Alopias vulpinus</i>	0.090	<i>Oligoplites</i> sp.	0.090
<i>Isurus</i> spp.	0.545	<i>Archosargus</i> sp.	0.090	<i>Polydactylus oligodon</i>	0.090
<i>Negaprion brevirostris</i>	0.545	<i>Arius spixii</i>	0.090	<i>Pomatomus saltatrix</i>	0.090
<i>Orthopristis ruber</i>	0.545	<i>Carcharhinus acronotus</i>	0.090	<i>Rhinoptera bonasus</i>	0.090
<i>Pomadourus</i> sp.	0.545	<i>Carcharhinus altimus</i>	0.090	<i>Rhinoptera</i> sp.	0.090
<i>Rhizoprionodon</i> spp.	0.545	<i>Carcharhinus brachyurus</i>	0.090	<i>Rhizoprionodon landii</i>	0.090
<i>Sphyrna</i> spp.	0.545	<i>Carcharhinus brevipinna</i>	0.090	<i>Rhizoprionodon porosus</i>	0.090
<i>Bagre marinus</i>	0.454	<i>Carcharhinus falciformis</i>	0.090	<i>Sparisoma</i> sp.	0.090
<i>Bairdiella ronchus</i>	0.454	<i>Carcharhinus leucas</i>	0.090	<i>Sphyrna lewini</i>	0.090
<i>Chilomycterus spinosus</i>	0.454	<i>Carcharhinus limbatus</i>	0.090	<i>Sphyrna mokarran</i>	0.090
<i>Larimus breviceps</i>	0.454	<i>Carcharhinus longimanus</i>	0.090	<i>Sphyrna zygaena</i>	0.090
<i>Sphoeroides spengleri</i>	0.454	<i>Carcharhinus obscurus</i>	0.090		
<i>Sphoeroides testudineus</i>	0.454	<i>Carcharhinus perezii</i>	0.090		
<i>Cynoscion virescens</i>	0.363	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	0.090		
<i>Pogonias cromis</i>	0.363	<i>Carcharhinus porosus</i>	0.090		

A análise de agrupamento evidenciou a presença de dois grupos distintos que correspondem aos diferentes locais trabalhados (Figura 1). Os resultados do teste de distinção taxonômica indicaram uma maior diversidade filogenética para os sítios de Angra dos Reis. Praticamente todos os sítios deste local (exceto o sítio III) estão dentro

do intervalo de confiança de 95%. Entretanto, quando a comparação é feita agrupando os sítios em diferentes compartimentos (ambientes, grupos taxonômicos etc.), apenas o conjunto dos sítios de Angra dos Reis e Angra dos Reis-praia não desviam significativamente da média da distinção taxonômica da lista-mãe (Figura 2). Isso pode ser interpretado de duas formas. Primeiro, a baixa diversidade filogenética de alguns sítios, locais, grupos taxonômicos e ambientes pode estar indicando a seletividade a qual os vestígios zooarqueológicos estão sujeitos. Do mesmo modo, diferentes condições experimentais de estudo (malha da peneira, precisão taxonômica da descrição dos vestígios zooarqueológicos etc.) podem, também, ter influenciado os resultados.

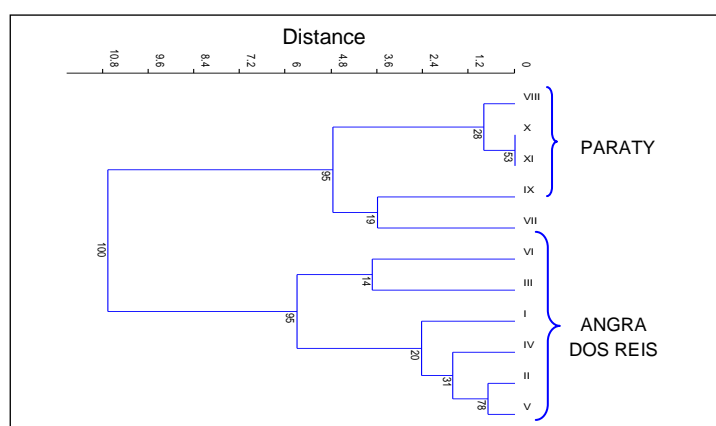


Figura 1. Análise de agrupamento dos sítios de Angra dos Reis e Paraty.

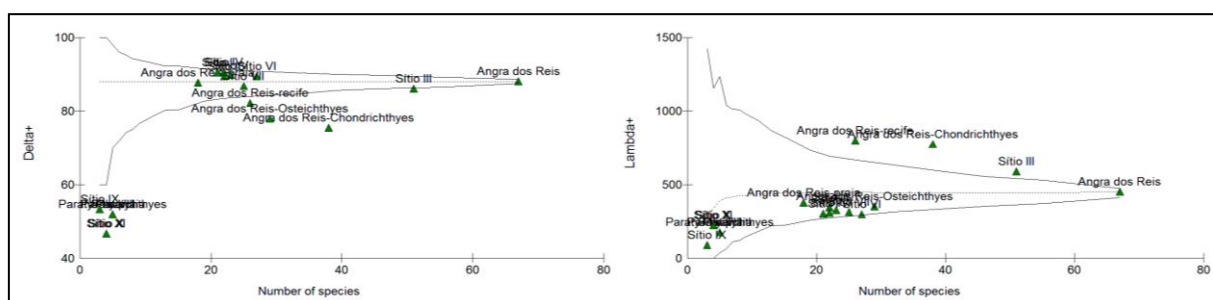


Figura 2. Distinção taxonômica média (Delta+) e variância da distinção taxonômica (Lambda+). Os pontos representam as diferentes categorias analisadas (sítios, locais, grupos taxonômicos e ambientes). As linhas (funil) representam o limite de confiança de 95%.

Diante destes resultados, procurou-se investigar como a diversidade filogenética encontrada nos sambaquis se relaciona com aquela de um inventário atual. Para tanto, utilizou-se os resultados de um *Marine Rapid Assessment Protocol* realizado para Baía

de Ilha Grande pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) (Ferreira *et al.* 2007; Gaelzer *et al.* 2007). Os testes indicaram que o conjunto de sítios de Angra dos Reis e Paraty não desvia significativamente do padrão de diversidade do presente (Figura 3).

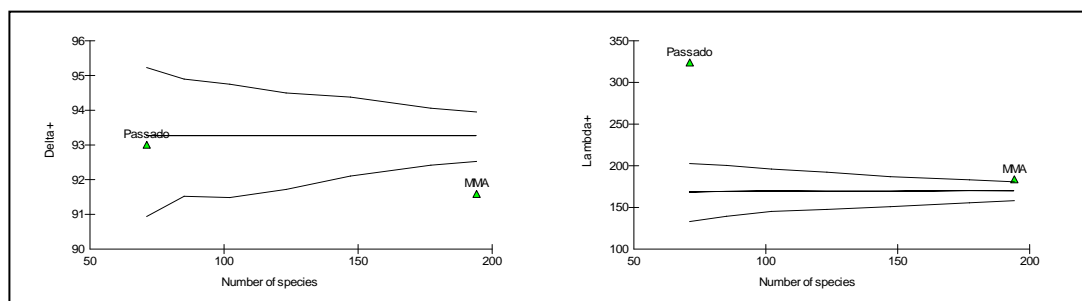


Figura 3. Distinção taxonômica média (Delta+) e variância da distinção taxonômica (Lambda+). Os pontos representam os 11 sítios trabalhados (passado) e o *Marine Rapid Assessment Protocol* realizado para Baía de Ilha Grande (MMA). As linhas (funil) representam o limite de confiança de 95%.

CONCLUSÃO

A fauna ictiológica dos sambaquis de Angra dos Reis e Paraty apresentou riqueza de espécies e diversidade filogenética compatíveis com aqueles de uma lista-mãe de todas as espécies inventariadas. Além disso, a despeito das limitações dos sambaquis como amostradores de biodiversidade, os resultados de riqueza específica e de diversidade filogenética dos sambaquis aqui estudados refletiram o padrão encontrado em um inventário do presente, o que indica que os sambaquis podem trazer informações valiosas sobre a biodiversidade do passado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. 2006. *Primer v6: User Manual/Tutorial*. Primer-E, Plymouth.
- Faria, R.G.; Silva, E.P. & Souza R.C.C.L. 2014. Biodiversity of marine molluscs from Sambaqui da Tarioba, Rio Das Ostras, Rio De Janeiro (Brazil). *Revista Chilena de Antropología* 29(1):49-54.
- Ferreira, C.E.L.; Ferreira, C.G.W.; Rangel, C.A.; Mendonça, J.P.; Gerhardinger, L.C.; Filho, A.C.; Godoy, E.A.; Jr Luiz, O. & Gasparini, J.L. 2007. Peixes recifais. In: Creed, J.C.; Pires, D.O. & Figueiredo, O.M.A. (eds.) *Biodiversidade Marinha da Baía de Ilha Grande*. Ministério do Meio Ambiente, pp. 291-322.
- Gaelzer, L.R.; Machado, G.R. & Noguchi, R.C. 2007. Peixes de praias arenosas. In: Creed, J.C.; Pires, D.O. & Figueiredo, O.M.A. (eds.) *Biodiversidade Marinha da Baía de Ilha Grande*. Ministério do Meio Ambiente, pp. 323-348.

Gaspar, M.D. 2000. *Sambaqui: Arqueologia do litoral brasileiro*. Editora Jorge Zahar, Rio de Janeiro.

Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4:1-9.

Kneip, L.M. 1994. *Cultura material e subsistência das populações pré-históricas de Saquarema, RJ*. Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional/UFRJ, nº 2, 120 p.

Kneip, L.M. 1997. *O Sambaqui do Saco e de Madressilva - Saquarema, RJ*. Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional/UFRJ, nº 4, 67 p.

Kneip, L.M. 2001. *O Sambaqui de Manitiba I e outros sambaquis de Saquarema, RJ*. Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional/UFRJ, nº 5, 91 p.

Lima, T.A. 1991. *Dos mariscos aos peixes: um estudo zooarqueológico de mudança de subsistência na pré-história do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.

Lima, T.A.; Macario, K.D.; Anjos, R.M.; Gomes, P.R.S.; Coimbra, R.S. & Elamore, E. 2003. AMS dating of early shellmounds of the southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Physics* 33(2):276-279.

Mendes, A.B.; Silva, E.P. & Souza RCCL. 2014. Biodiversity of marine fishes from shellmounds of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Chilena de Antropología* 29(1):55-59.

Milligan, G.W. & Cooper, M.C. 1987. Methodology review: clustering methods. *Applied Psychological Measurement* 11(4):329-354.

Souza, R.C.C.L. & Silva, E.P. 2010. Moluscos marinhos na pré-história: estudando a evolução da biodiversidade. *Boletim Informativo da Associação Brasileira de Biologia Marinha* 3(3):4-7.



ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE ZOOARQUEOLOGIA

III ELAZ

CERTIFICADO

El Laboratorio de Bioarqueología del Departamento de Arqueología de la Universidade Federal de Sergipe, Brasil, Certifica que el trabajo titulado RIQUEZA E DIVERSIDADE FILOGENÉTICA DA ICTIOFAUNA DOS SAMBAQUIS DE ANGRA DOS REIS E PARATY, RIO DE JANEIRO, BRASIL, de los autores AUGUSTO BARROS MENDES, MICHELLE REZENDE DUARTE, ROSA CRISTINA CORRÊA LUZ DE SOUZA, EDSON PEREIRA DA SILVA , fue presentado en forma de Comunicación Oral, durante el **III Encontro Latinoamericano de Zooarqueología/Encontro Latino-Americano de Zooarqueologia (III ELAZ)**, realizado del 01 al 03 de marzo de 2016. Carga horaria total del evento: 24 horas.

Aracaju/SE, Brasil, 03 de marzo de 2016

Albérico Nogueira de Queiroz

Coordenador do Laboratório de Bioarqueologia/DARQ/UFS

Coordenador Geral do III ELAZ

Realização



Fomento



Apoio Institucional



APÊNDICE 2

**Resumo publicado nos Anais do XXII Encontro Brasileiro
de Ictiologia, Porto Seguro-BA, 2017**

BIODIVERSIDADE DE PEIXES MARINHOS DO HOLOCENO RECENTE DA COSTA SUDESTE BRASILEIRA

Augusto Barros Mendes¹, Michelle Rezende Duarte, Edson Pereira da Silva

Universidade Federal Fluminense, UFF, Laboratório de Genética Marinha e Evolução, Instituto de Biologia, Outeiro São João Batista, s/nº, Morro do Valonguinho, Niterói, RJ. CEP: 24.020-141.

¹E-mail: augustobarrosmdes@yahoo.com.br

As medidas de manutenção e manejo das pescarias mundiais, bem como de restauração dos ecossistemas marinhos não são unânimes na comunidade científica e gestora. As discussões derivam, entre outras coisas, da ausência de uma perspectiva histórica que informe o que era natural nos oceanos mundiais e, também, da mudança frequente dos parâmetros de referência (*baselines*) sobre os quais as medidas de manejo e restauração devem ser baseadas. Nesse sentido, este trabalho se propõe a estabelecer um inventário de referência da ictiofauna marinha do Sudeste brasileiro, baseado em registros arqueozoológicos de sambaquis. O inventário foi construído a partir de um extensivo levantamento bibliográfico realizado em bibliotecas de universidades e instituições com acervo sobre arqueologia de sítios litorâneos da costa Sudeste brasileira e, também, nos bancos de dados disponíveis na internet (*Web of Knowledge*, *SciELO*, *Google Acadêmico*, Banco de Teses da CAPES). A origem dos dados incluiu tanto artigos científicos quanto livros, teses, dissertações, monografias e relatórios técnicos. Dados taxonômicos, biogeográficos, ecológicos e econômicos para as espécies inventariadas foram recuperados de acordo com o banco de dados *FishBase*. Análises referentes à riqueza específica absoluta e relativa das localidades e frequências de ocorrência absoluta e relativa das espécies foram realizadas no *software Microsoft Excel for Windows*. Um total de 68 sambaquis, distribuídos em 19 localidades ao longo da costa dos três estados da região Sudeste (Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo) foi estudado. O maior número de sambaquis ($n = 12$ sítios; 17,65% do total) foi registrado para Paraty, no Rio de Janeiro que foi, também, estado com o maior número de sambaquis documentados ($n = 53$ sítios; 77,95% do total). Foram inventariadas 142 *taxa*, a maioria dos quais pertencente à classe Osteichthyes ($n = 105$ espécies; 73,94% do total). *Cynoscion* Gill, 1861 foi o gênero que apresentou o maior número de espécies (sete no total). Em relação aos Chondrichthyes ($n = 37$ espécies; 26,06% do total), o gênero mais representativo foi *Carcharhinus* Blainville, 1816, com 12 espécies. A maioria das espécies (63,38%) foram raras, sendo registradas em até cinco sítios dos 68 estudados. Por outro lado, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) e *Pogonias cromis* (Linnaeus, 1766) apresentaram as maiores frequências de ocorrência, estando presentes em 53 (frequência relativa = 0,779) e 48 (frequência relativa = 0,706) sítios, respectivamente. A maior parte dos peixes identificados possui ampla distribuição no Atlântico Ocidental (58,33%) em ambientes estuarinos (53,99%), com hábito demersal (35,92%) e comportamento oceanódromo (28,87%). Além disso, a grande maioria das espécies é carnívora (94,37%) e possui algum valor comercial (92,25%). Os sambaquis apresentaram 16,40% dos registros atuais de peixes ocorrendo na Região Sudeste e, mais que isso, foram identificadas espécies exclusivas aos sambaquis, sendo 12 para o Rio de Janeiro, 17 para São Paulo e 4 para Espírito Santo. O inventário produzido pode ser uma importante ferramenta para a construção de *baselines* da biodiversidade ictiológica, bem como para compreender possíveis mudanças dos padrões de biodiversidade da região numa perspectiva evolutiva.

Palavras chaves: Arqueozoologia, Manejo, Sambaquis

Fonte financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)



Mendes, A.B.; Duarte, M.R. & Silva, E.P. Biodiversidade de peixes marinhos do Holoceno Recente da costa Sudeste brasileira. In: *Anais do XXII Encontro Brasileiro de Ictiologia*. 1 p. Porto Seguro, Bahia.



CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho intitulado "**BIODIVERSIDADE DE PEIXES MARINHOS DO HOLOCENO RECENTE DA COSTA SUDESTE BRASILEIRA**" de autoria de AUGUSTO BARROS MENDES, MICHELLE REZENDE DUARTE, EDSON PEREIRA DA SILVA foi apresentado como Comunicação Oral no **XXII Encontro Brasileiro de Ictiologia**, realizado de 29 de janeiro a 03 de fevereiro de 2017, na Universidade Federal do Sul da Bahia, Porto Seguro (BA).

Porto Seguro/BA, 03 de fevereiro de 2017.

Leonardo Moraes
Presidente do XXII Encontro Brasileiro de Ictiologia

Luiz R. Malabarba
Presidente da Sociedade Brasileira de Ictiologia

Patrocinadores



Realização



APÊNDICE 3

**Manuscrito submetido para publicação na revista
Fisheries Management and Ecology (ISSN 1365-2400)**



Submission Confirmation

Print

Thank you for your submission

Submitted to
Fisheries Management and Ecology

Manuscript ID
FME-17-046

Title
Biodiversity of Holocene marine fish of the southeast coast of Brazil

Authors
Mendes, Augusto
Duarte, Michelle
Silva, Edson

Date Submitted
11-Apr-2017

Author Dashboard



**Biodiversity of Holocene marine fish of the southeast coast
of Brazil**

Journal:	<i>Fisheries Management and Ecology</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Article
Keywords:	Baselines, Fishermen-Gatherers-Hunters, Ichthyofauna, Middens, Species richness, Zooarchaeology

SCHOLARONE™
Manuscripts

View Only

Biodiversity of Holocene marine fish of the southeast coast of Brazil

Abstract

Middens are archaeological sites dating between 8,000 and 1,000 years before present and are commonly found on the Brazilian coast. Data were collected from 68 middens allowing an inventory of 142 fish species, most of them recorded in no more than five sites. Conversely, *Micropogonias furnieri* and *Pogonias cromis* had the highest frequencies of occurrence. The biogeographic, ecological and economic data showed that most of the identified fish are widely distributed in the Western Atlantic (59.72%) and inhabit estuarine environments (53.99%), while most species have a demersal habit (35.92%) and exhibit oceanic migratory behaviour (28.87%). Lastly, the surveyed fish are predominantly carnivorous (72.54%) with some commercial value (96.48%). Chi-squared tests comparing midden inventory and current ichthyofauna checklists failed to show significant differences between them ($p > 0.99$). Thus, the results indicate that zoo-archaeological fish remains are key evidence of Holocene biodiversity and may help the establishment of more complete baselines.

Keywords:

Baselines, Fishermen-Gatherers-Hunters, Ichthyofauna, Middens, Species richness, Zooarchaeology.

Introduction

Biodiversity-related research has developed significantly since the 1990s, when ecologists worldwide, concerned with anthropogenic effects on ecosystems, intensified their studies of environmental issues (Amaral & Jablonsky, 2005; Lewinsohn & Prado, 2005). Biodiversity is defined by the Convention on Biological Diversity as the variability among living beings of all origins, including terrestrial, marine and other aquatic ecosystems, and their associated ecological complexes, including intra- and inter-species as well as ecosystem diversity (Arruda, Silva, Figols, & Andrade, 2000).

Recently, the Census of Marine Life raised the estimated number of known marine species from approximately 230,000 to between 1 and 1.4 million; more than 1,200 new species were identified among specimens collected in known and previously unexplored waters (Costello *et al.*, 2010). Furthermore, in a review of research related to Brazilian biodiversity, Siqueira, Bini, Thomaz, & Fontaneto (2015) found that only 21% of 1,156 references from 2009 to 2014 addressed the richness of aquatic species, indicating that the marine environment remains little studied and is therefore largely unknown. Finally, baselines for long-term studies of marine biodiversity are scarce (Knowlton & Jackson, 2008; Pinnegar & Engelhard, 2008).

Baselines are reference biodiversity inventories that directly assess the species composition of a specific site for a given spatial extent and time. The data generated by such inventories are one of the most important tools for the conservation and management of natural areas, especially the associated endangered species (Silveira *et al.*, 2010). The establishment of baselines is particularly important for the conservation of marine fish because this group is intensely exploited due to their commercial value and account for a significant share of global fishery production. In Brazil, fisheries have been key to the development of the country, concentrating 70% of the population near

the coast, and the sea plays a key role in its history, culture and economy (Rosa & Lima, 2008).

To be as accurate as possible, reference inventories of ichthyological fauna should include not only current data but also historic and prehistoric (fossil/sub-fossil) data as well (Furon, 1969; Warwick & Light, 2002; Willis & Birks, 2006; Froyd & Willis, 2008; Stahl, 2008). However, collecting data on the species compositions of the past is complicated because fossil/sub-fossil records are largely characterised by being incomplete; that is, the biological data (species morphology, richness, diversity and evenness, among others) preserved in those records are influenced by non-linear modifications that occur from the time of death to the final burial of an organism (Ritter & Erthal, 2016) and the species preservation potential (Prummel & Heinrich, 2005). Therefore, prehistoric records are relatively scarce (Bittencourt, Kuchenbecker, Vasconcelos, & Meyer, 2015).

However, there are some Holocene species composition records from sources including beaches, death assemblages and middens. Beaches and restingas originated in the Holocene, but their characteristics prevent the establishment of a chronology (Lacerda, Araujo, Cerqueira, & Turcq, 1984). Conversely, death assemblages allow for accurate chronological estimates and have the great advantage of being natural, thus showing actual tanatocenoses, but these formations are rare along the Brazilian coast (Ritter & Erthal, 2016). However, middens, which are archaeological sites dating between 8,000 and 1,000 years before present (BP, according to the convention before 1950), are commonly found on the Brazilian coast and allow a chronology to be established because they show a stratigraphic sequence of different species compositions (Kneip, 1995; Gaspar, 1998; Scheel-Ybert, Bianchini, & DeBlasis, 2009; Klokler, Villagrán, Giannini, Peixoto, & DeBlasis, 2010).

1
2
3 72 Middens were built by groups of prehistoric fishermen-gatherers-hunters, which
4
5 73 explains why they are found in estuarine areas at the intersections of rivers and the sea.
6
7 74 These sites contain a wealth of resources including sediments, coal, lithic material and,
8
9 75 above all, faunal remains. High numbers of molluscs and crustaceans, including sea and
10
11 76 sand crabs, as well as echinoderms and fish have been found among the marine zoo-
12
13 77 archaeological remains recovered from middens (DeBlasis, Kneip, Gianinni, Gaspar, &
14
15 78 Scheel-Ybert, 2007; Figuti, 1993; Lima, 2000; Lima *et al.*, 2003).

16
17
18 79 For fish species, their zoo-archaeological remains indicate their usefulness to
19
20 80 midden populations, so most species recorded at these sites have a cultural meaning and
21
22 81 show sociocultural and identity relationships and spatiotemporal economic
23
24 82 characteristics (Figuti, 1998; Barbosa-Guimarães, 2013; Wagner & Silva, 2014; Lopes
25
26 83 *et al.*, 2016). Accordingly, because the ichthyological remains in middens represent the
27
28 84 diversity of prehistoric fishes obtained from a selective catch, this data source
29
30 85 underestimates the diversity of Holocene fish. That is, the species diversity of the
31
32 86 remains found in the middens is lower than that in natural communities (Gonzalez,
33
34 87 2005; Costa, Luz, Silveira, & Moraes-Santos, 2012).

35
36
37 88 Although midden fish records underestimate natural diversity, they are a key
38
39 89 source of information on the ichthyological fauna of the past because prehistoric people
40
41 90 could only have caught the fish available in the environments at the time. Furthermore,
42
43 91 by-catch occurred; that is, species with no known anthropological relevance were
44
45 92 incidentally fished with target species (Reitz & Wing, 2008; Villagran & Gianini, 2014;
46
47 93 Beuclair, Duarte, & Silva, 2016). Therefore, midden records are a good indicator of
48
49 94 Holocene biodiversity, providing data on fish species composition, abundance,
50
51 95 distribution and richness as well as cultural information (diet, fishing gear, ritualistic
52
53 96 symbols, ornaments and artefacts) (Souza, Lima, & Silva, 2010a; Souza, Trindade,
54
55
56
57
58
59
60

97 Decco, Lima, & Silva, 2010b; Faria, Silva, & Souza, 2014; Mendes, Silva, & Souza,
98 2014; Rodrigues, Duarte, Souza, Soares-Gomes, & Silva, 2016a; Rodrigues, Garofalo,
99 Souza, Tavares, & Silva, 2016b; Beuclair *et al.*, 2016; Silva, Souza, Arruda, & Duarte,
100 2016).

101 Thus, although middens are artificial accumulations (that is, built by prehistoric
102 populations) of biological material, the presence or absence of species at these sites
103 provides sufficient data to create a taxonomic list that may be useful for defining a
104 historical record of biological diversity (Stahl, 2008), so this study presents an inventory
105 of marine ichthyological biodiversity from southeast Brazilian middens. This list is the
106 first comprehensive inventory of Holocene fish fauna from this region and may help
107 elucidate past natural ocean events, enabling the establishment of more complete
108 baselines to inform conservation and management measures.

109
110 **Methods**

111 The inventory was constructed from an extensive bibliographical survey of the
112 libraries of universities and institutions with archaeological collections from sites along
113 the southeast coast of Brazil as well as online databases (Web of Knowledge, Scientific
114 Electronic Library Online - SciELO, Google Scholar and the Thesis Database of the
115 Brazilian Federal Agency for the Support and Evaluation of Graduate Education
116 (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES)). The data
117 sources included scientific articles and books, theses, dissertations, monographs and
118 technical reports.

119 The list of species was analysed in terms of absolute and relative species
120 richness and absolute and relative frequencies of occurrence. Absolute species richness
121 is the number of species present at a sampled site, while the relative species richness is

1
2
3 122 the ratio between that number and the total number of species. Similarly, the absolute
4
5 123 frequency of occurrence is the number of sites at which a specific species occurs, and
6
7 124 the relative frequency is the ratio between that number and the total number of sites.
8

9
10 125 Furthermore, taxonomic, biogeographic, ecological and economic data on the
11
12 126 inventoried species were collected from the FishBase database and categorised by
13
14 127 distribution (range of occurrence), environment (habitat), habit (way of life at specific
15
16 128 locations in the water column), behaviour (migratory movements), feeding guild (food
17
18 129 requirements) and commercial value (demand for the species in the fish market).
19

20
21 130 The checklists constructed by Bizerril & Costa (2001) for Rio de Janeiro and
22
23 131 Menezes (2010) for São Paulo were compared along with the inventory from the
24
25 132 midden zoo-archaeological remains from this study to current ichthyological inventories
26
27 133 for the same regions, and the species catalogued in *speciesLink*, a digital information
28
29 134 system that integrates primary data from scientific collections in real time, for Espírito
30
31 135 Santo were surveyed. Furthermore, a chi-squared test (χ^2) was performed to assess
32
33 136 whether the ratio of commercial and non-commercial species in the midden fish
34
35 137 inventory differed significantly from the ratios in current fish checklists.
36
37
38
39

40 138

41 139 **Results**

42
43 140 Data were collected from 68 middens distributed in 19 locations along the coast
44
45 141 of three states of the Southeast Region of Brazil: Espírito Santo (ES), Rio de Janeiro
46
47 142 (RJ) and São Paulo (SP) (Figure 1). The location with the highest number of middens
48
49 143 (12 sites, 17.65%) was Paraty in the state of Rio de Janeiro, which also had the highest
50
51 144 number of documented sites (53, 77.95%). Conversely, Espírito Santo had the lowest
52
53 145 number of middens (2, 2.94%; Table 1).
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 146 A total of 142 fish species were inventoried, and most taxa belonged to class
4
5 147 Osteichthyes (105, 73.94%). Sciaenidae was the most represented family with 21
6
7 148 species, and *Cynoscion* Gill, 1861 was the genus with the highest number of species,
8
9 149 seven in total (Table 2). Of the Chondrichthyes (37, 26.06%), the family with the
10
11 150 highest number of species was Carcharhinidae with 17 species, and the most
12
13 151 representative genus was *Carcharhinus* Blainville, 1816 with 12 species (Table 3).

14
15
16 152 The site with the highest species richness was the midden Sambaqui do Algodão
17
18 153 in Angra dos Reis with 71 inventoried species and a relative species richness value of
19
20 154 0.5 (Table 1). Most of the inventoried species (63.38%) may be considered rare because
21
22 155 they were recorded in no more than five of the 68 study sites. Conversely,
23
24 156 *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) and *Pogonias cromis* (Linnaeus, 1766) had
25
26 157 the highest frequencies of occurrence, being found in 53 (relative frequency = 0.78) and
27
28 158 48 (relative frequency = 0.71) of the sites, respectively.

29
30
31 159 The biogeographic, ecological and economic data showed that most of the
32
33 160 identified fish are widely distributed in the Western Atlantic (59.72%) and inhabit
34
35 161 estuarine environments (53.99%), while most species have a demersal habit (35.92%)
36
37 162 and exhibit oceanic migratory behaviour (28.87%). Lastly, the surveyed fish are
38
39 163 predominantly carnivorous (72.54%) with some commercial value (96.48%; Figure 2).

40
41
42 164 In comparison to the current fish checklists, the middens contained 17.60% of
43
44 165 the species recorded in Rio de Janeiro, 15.57% of the species recorded in São Paulo and
45
46 166 2.13% of the species recorded in Espírito Santo. Overall, 17.57% of the fish recorded in
47
48 167 the entire Southeast Region were represented in the middens, but they accounted for
49
50 168 28.07% of the species in the region with some commercial value. Moreover, exclusively
51
52 169 historic species were identified including 13 in Rio de Janeiro, 15 in São Paulo, and four
53
54 170 in Espírito Santo (Table 4). The results from the χ^2 tests indicated that were no

171 significant differences in the number of commercial species in the historic and current
172 inventories for the states (Rio de Janeiro: $\chi^2 = 4.587 \times 10^{-9}$, degrees of freedom = 3,
173 probability > 0.995; São Paulo: $\chi^2 = 3.549 \times 10^{-12}$, degrees of freedom = 3, probability >
174 0.995; Espírito Santo: $\chi^2 = 0.106$, degrees of freedom = 3, probability > 0.99) or the
175 entire Southeast Region ($\chi^2 = 6.349 \times 10^{-17}$, degrees of freedom = 3, probability >
176 0.995).

178 Discussion

179 Middens are artificial accumulations of wildlife and cultural remains that were
180 built by groups of pre-colonial humans during the Holocene (Lima *et al.*, 2003; Mendes
181 *et al.*, 2014). Therefore, the species compositions of the organisms found in middens are
182 presumably non-random and biased samples of natural biological communities at those
183 sites because they were influenced or determined by various cultural factors, including
184 food preference, the technological level of the fishing gear, harvesting and hunting
185 artefacts, food taboos, funerary or ritualistic practices and how the materials were
186 discarded and/or used. Therefore, some researchers believe that the faunal data from
187 middens have selectivity biases that complicate any related inferences about ecosystems
188 and their biodiversity (Baisre, 2010; Rodrigues *et al.*, 2016a). However, the comparison
189 between the inventory of the marine fish identified in middens and those from general
190 surveys of ichthyological fauna showed no significant differences in the number of
191 species either with or without commercial value, indicating that middens contain data
192 that are not solely applicable to prehistoric fisheries. Such wildlife remains apparently
193 represent the fauna existing at the time that the archaeological sites were created but are
194 also repositories of broader biodiversity data, despite any bias associated with the

195 composition of zoo-archaeological remains (Lindbladh *et al.*, 2007; Froyd & Willis,
196 2008).

197 In a recent study using taxonomic tests, Faria *et al.* (2014) showed that the
198 malacological taxonomic diversity in the Tarioba midden (Rio de Janeiro, Brazil) was
199 not significantly different from that of a comprehensive list of the mollusc species from
200 the entire coast of the state of Rio de Janeiro. Those findings and the results of the
201 present study suggest that middens may contain key indicators of past biodiversity,
202 despite their limitations, and furthermore, some studies of middens have shown
203 detectable changes in species composition over time (Dalzell, 1998; Lotze & Milewski,
204 2004; Rosenberg *et al.*, 2005; Maschner, Betts, Reedy-Maschner, & Trites, 2008;
205 Souza, Lima, Duarte, & Silva, 2016).

206 Studies focused on inventorying the fish species in middens have usually
207 involved a limited number of sites (sampling areas). For example, Kloker *et al.* (2010)
208 recorded 17 fish species from two sites on the south coast of Brazil (Santa Catarina
209 state). In contrast, as part of a greater sampling effort, Lopes *et al.* (2016) recorded 97
210 fish species in 13 sites located on the coast of Rio de Janeiro, and in this study, the
211 study area corresponded to 68 middens distributed over 1,000 km of the southeast coast
212 of Brazil.

213 The species richness from the midden fish inventory in this study was lower than
214 that of current fish checklists (Bizerril & Costa, 2001; Menezes, 2010; *speciesLink*),
215 which likely resulted from the selected sampling methods. All current checklists were
216 developed from extensive bibliographical surveys that included studies that employed
217 diverse methods (fishing records, scientific collections, the testimony of scientific
218 experts, museum collection documents and environmental monitoring) as well as data
219 accumulated from several years of academic research. In contrast, the midden records

220 were fundamentally related to prehistoric fisheries or related cultural activities (fishing
221 gear, ritualistic symbols, ornaments and artefacts) as well as by-catch. In all cases, the
222 midden fish records were always informed by an understanding of prehistoric culture;
223 that is, the midden fish inventory was constructed with data from archaeological studies
224 of fishing cultures and thus focused on a limited number of target species.

225 Regarding the target species, the occurrence frequencies of *M. furnieri* and *P.*
226 *cromis* in middens indicate that they were preferentially fished species. Barbosa-
227 Guimarães (2013) observed that *M. furnieri* was the main fish species in Saquarema
228 middens (Rio de Janeiro, Brazil) and thus inferred that it was the primary food of the
229 midden peoples of that region. In turn, Souza Cunha, Vogel, Veríssimo, & Magalhães
230 (1981) notes the presence of *Pogonias* sp. in the midden Sambaqui de Camboinhas
231 (Niterói, state of Rio de Janeiro, Brazil), and the remains of that genus are commonly
232 found in coastal middens (Kneip, Cunha, Coelho, & Mello, 1975). Lopes *et al.* (2016)
233 recorded *M. furnieri* and *P. cromis* as two of the three most common species in their
234 study of Rio de Janeiro middens, and these two species are currently considered key
235 fishery resources in the Southeast Region of Brazil (Mulato, Corrêa, & Vianna, 2015;
236 Santos, Einhardt, & Velasco, 2016). Furthermore, estuarine, demersal and carnivorous
237 species typically have significant commercial value, thus composing key fishing stocks
238 (Tacon, 1994; Santos & Câmara, 2002; Haimovici, Filho, & Sunye, 2014), and it can be
239 deduced that such species were critical fishing resources for midden peoples in the past.

240 On the one hand, the presence of species such as *M. furnieri* and *P. cromis*,
241 which occur at high relative frequencies in middens, indicates that midden fish
242 inventories contain prehistoric fishery data, but the numbers of fish with and without
243 commercial value in middens are not significantly different from those in checklists of
244 ichthyological fauna for the same sites. Moreover, the high number of exclusive species

245 with low frequencies of occurrence in middens corroborates the hypothesis that midden
246 fish records contain key data on Holocene ichthyological fauna and that such species are
247 most likely by-catch. Additionally, the occurrence frequencies show that it is unlikely
248 that midden peoples from neighbouring regions consumed different or unique species.
249 Thus, the results from this study indicate that middens contain data on midden fishing
250 and culture as well as past biodiversity.

251 Biodiversity inventories are essential for establishing baselines that inform
252 species management and conservation measures (Gordillo, Bayer, Boretto, & Charó,
253 2014), especially those related to endangered species, including fish. Currently, the
254 effects of overfishing, pollution, invasive species and other ecological impacts have
255 reduced marine ichthyological diversity (Povey & Keough, 1991; Brosnan & Crumrine,
256 1994; Polunin & Roberts, 1996; Costello *et al.*, 2010). Therefore, the study of
257 ichthyological midden remains is a key tool for understanding prehistoric biodiversity,
258 enabling the establishment of a historical perspective and thus more complete baselines
259 to inform more effective management measures and reduce the threat of extinction
260 currently faced by marine fishes.

261 In summary, the midden inventory of the Holocene marine fish of the southeast
262 coast of Brazil contains data on prehistoric fisheries, which is supported by the high
263 number of species with low frequencies of occurrence (or unique species) as well as by
264 chi-squared tests that failed to show significant differences between the midden fish
265 inventory and current ichthyofauna checklists. Thus, the results from this study clearly
266 indicate that zoo-archaeological fish remains are key evidence of Holocene biodiversity.

267

268 **References**

- 269 Amaral, A. Z. C., & Jablonsky S. (2005). Conservation of marine and coastal
270 biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*, 19, 625-631.
- 271 Arruda, R. S. V., Silva, V. C. F., Figols, F. A. B., & Andrade, D. (2000). Os saberes
272 tradicionais e a biodiversidade no Brasil. In: Diegues, A.C. (ed). *Biodiversidade e*
273 *comunidades tradicionais no Brasil*. São Paulo, Núcleo de Pesquisas Sobre
274 Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras, Ministério do Meio Ambiente,
275 Conselho Nacional de Pesquisa.
- 276 Baisre, J. (2010). Setting a baseline for Caribbean fisheries. *Journal of Island and*
277 *Coastal Archaeology*, 5, 120-147.
- 278 Barbosa-Guimarães, M. (2013). Fishing strategies among prehistoric populations at
279 Saquarema Lagoonal Complex, Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira*
280 *de Ciências*, 85, 415-429.
- 281 Beauclair, M., Duarte, M. R., & Silva, E. P. (2016). Sambaquis (shell mounds) and
282 mollusk diversity in the past history of Araruama Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil.
283 *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 11, 47-59.
- 284 Bittencourt, J. S., Kuchenbecker, M., Vasconcelos, A. G., & Meyer, K. E. B. (2015). O
285 registro fóssil das coberturas sedimentares do Cráton do São Francisco em Minas
286 Gerais. *Geonomos*, 23, 39-62.
- 287 Bizerril, C. R. F. S., & Costa, P. A. S. (2001). *Peixes marinhos do estado do Rio de*
288 *Janeiro*. Rio de Janeiro, FEMAR-SEMADS.
- 289 Brosnan, D. M., & Crumrine, L. L. (1994). Effects of human trampling on marine rocky
290 shore communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 177, 79-
291 97.

Costa, S. A. R. F., Luz, Z. A. S., Silveira, M. I., & Moraes-Santos, H. M. (2012). Contribuição à zooarqueologia do Sambaqui do Moa: novos vestígios ictiológicos. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 22, 51-65.

Costello, M. J., Coll, M., Danovaro, R., Halpin, P., Ojaveer, H., & Miloslavich, P. (2010). A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PLoS One*, 5, doi:10.1371/journal.pone.0012110

Dalzell, P. (1998). The role of archaeological and cultural-historical records in long-range coastal fisheries resources management strategies and policies in the Pacific Island. *Ocean and Coastal Management*, 40, 237-252.

DeBlasis, P. A. D., Kneip, A., Gianinni, P. C., Gaspar, M. D., & Scheel-Ybert, R. (2007). Sambaquis e paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. *Arqueologia Suramericana/Arqueologia Sul-Americana*, 3, 29-61.

Faria, R. G. S., Silva, E. P., & Souza, R. C. C. L. (2014). Biodiversity of marine molluscs from Sambaqui da Tarioba, Rio das Ostras, Rio de Janeiro (Brazil). *Revista Chilena de Antropologia*, 29, 49-54.

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

Figuti, L. (1998). Estórias de arqueo-pescador: considerações sobre a pesca nos sítios de grupos pescadores-coletores do litoral. *Revista de Arqueologia*, 11, 57-70.

Froyd, C. A., & Willis, K. J. (2008). Emerging issues in biodiversity & conservation management: The need for a palaeoecological perspective. *Quaternary Science Reviews*, 27, 1723–1732.

Furon, R. (1969). *La distribución de los seres*. Barcelona, Editorial Labor.

- 1
2
3 316 Gaspar, M.D. (1998). Considerations about the sambaquis of the Brazilian coast.
4
5 317 *Antiquity*, 72, 592-615.
6
7 318 Gonzalez, M. M. B. (2005). Use of *Pristis* spp. (Elasmobranchii: Pristidae) by hunter-
8
9 319 gatherers on the Coast of São Paulo, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3, 421-426.
10
11 320 Gordillo, S., Bayer, S. B., Boretto, B., & Charó, M. (2014). *Mollusk shells as bio-geo-*
12
13 321 *archives: evaluating environmental changes during the Quaternary*.
14
15 322 Berlin/Heidelberg, Springer.
16
17 323 Haimovici, M., Filho, J. M. A., & Sunye, P. S. (eds) (2014). *A pesca marinha e*
18
19 324 *estuarina no Brasil: estudos de caso multidisciplinares*. Rio Grande, Editora da
20
21 325 FURG.
22
23 326 Klokler, D., Villagrán, X. S., Giannini, P. C. F., Peixoto, S., & DeBlasis, P. (2010).
24
25 327 Juntos na costa: zooarqueologia e geoarqueologia de sambaquis do litoral sul
26
27 328 catarinense. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 20, 53-75.
28
29 329 Kneip, L. M., Crancio, F., & Francisco, B. H. R. (1988). O Sambaqui da Beirada
30
31 330 (Saquarema, RJ): aspectos culturais e paleoambientais. *Revista de Arqueologia*, 5,
32
33 331 41-54.
34
35 332 Kneip, L. M., Cunha, F. L. S., Coelho, A. C. S., & Mello B. E. M. (1975). O “Sambaqui
36
37 333 do Forte”: correlações arqueológicas, geológicas e faunísticas (Cabo Frio, RJ-Brasil).
38
39 334 *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 47, 91-97.
40
41 335 Knowlton, N., & Jackson, J. B. C. (2008). Shifting baselines, local impacts, and global
42
43 336 change on coral reefs. *PLoS Biology*, 6, doi:10.1371/journal.pbio.0060054
44
45 337 Lacerda, L. D., Araujo, D. S. D., Cerqueira, R., & Turcq, B. (eds) (1984). *Restingas:*
46
47 338 *origem, estrutura, processos*. Niterói, CEUFF.
48
49 339 Lewinsohn, T. M., & Prado, P. I. (2005). Quantas espécies há no Brasil?
50
51 340 *Megadiversidade*, 1, 36-42.
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 341 Lima, T. A. (2000). Em busca dos frutos do mar: os pescadores-coletores do litoral
4
5 342 centro-sul do Brasil. *Revista da USP*, 44, 270-327.
6
7 343 Lima, T. A., Macario, K. D., Anjos, R. M., Gomes, P. R. S., Coimbra, R. S., & Elamore,
8
9 344 E. (2003). AMS dating of early shellmounds of the southeastern Brazilian coast.
10
11 345 *Brazilian Journal of Physics*, 33, 276-279.
12
13 346 Lindbladh, M., Brunet, J., Hannon, G., Niklasson, M., Eliasson, P., Eriksson, G., &
14
15 347 Ekstrand, A. (2007). Forest history as a basis for ecosystem restoration: a
16
17 348 multidisciplinary case study in a south Swedish temperate landscape. *Restoration*
18
19 349 *Ecology*, 15, 284-295.
20
21 350 Lopes, M. S., Bertucci, T. C. P., Rapagnã, L., Tubino, R. A., Monteiro-Neto, C., Tomas,
22
23 351 A. R. G., Tenório, M. C., Lima, T. A., Souza, R. C. C. L., Carrillo-Briceño, J. D.,
24
25 352 Haimovici, M., Macario, K. D., Carvalho, C., & Socorro, A. O. (2016). The path
26
27 353 towards endangered species: prehistoric fisheries in Southeastern Brazil. *PLoS One*,
28
29 354 11, doi:10.1371/journal.pone.0154476
30
31
32 355 Lotze, H. K., & Milewski, I. (2004). Two centuries of multiple human impacts and
33
34 356 successive changes in a North Atlantic food web. *Ecological Applications*, 14, 1428-
35
36 357 1447.
37
38 358 Maschner, H. D. G., Betts, M. W., Reedy-Maschner, K. L., & Trites, A. W. (2008). A
39
40 359 4500-year time series of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) size and abundance:
41
42 360 archaeology, oceanic regime shifts, and sustainable fisheries. *Fishery Bulletin*, 104,
43
44 361 386-394.
45
46 362 Mendes, A. B., Silva, E. P., & Souza, R. C. C. L. (2014). Biodiversity of marine fishes
47
48 363 from Shellmounds of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Chilena de*
49
50 364 *Antropologia*, 29, 55-59.
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

- 365 Menezes, N. A. (2011). Checklist dos peixes marinhos do Estado de São Paulo, Brasil.
366 *Biota Neotropica*, 11, 33-46.
- 367 Mulato, I. P., Corrêa, B., & Vianna, M. (2015). Distribuição espaço-temporal de
368 *Micropogonias furnieri* (Perciformes, Sciaenidae) em um estuário tropical no
369 Sudeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41, 1-18.
- 370 Pinnegar, J. K., & Engelhard, G. H. (2008). The “shifting baseline” phenomenon: a
371 global perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 18, 1-16.
- 372 Polunin N. V. C., & Roberts, C. M. (eds) (1996). *Reef fisheries*. London, Chapman &
373 Hall.
- 374 Povey, A., Keough, M. J. (1991). Effects of trampling on plant and animal populations
375 on rocky shores. *Oikos*, 61, 355-368.
- 376 Prummel, W., & Heinrich, D. (2005). Archaeological evidence of former occurrence
377 and changes in fishes, amphibians, birds, mammals and molluscs in the Wadden Sea
378 area. *Helgoland Marine Research*, 49, 55-70.
- 379 Reitz, E. J., & Wing, E. S. (2008). *Zooarchaeology*. New York, Cambridge University
380 Press.
- 381 Ritter, M. N., & Erthal, F. (2016). Time-averaging e suas implicações para o registro
382 fóssil marinho. *Terrae Didactica*, 12, 81-103.
- 383 Rodrigues, F. B., Duarte, M. R., Souza, R. C. C. L., Soares-Gomes, A., & Silva, E. P.
384 (2016a). Holocene crustaceans from the Tarioba shell mound, Rio das Ostras, Rio de
385 Janeiro, Brazil. *Check List*, 12, 1-5.
- 386 Rodrigues, F. B., Garofalo, R., Souza, R. C. C. L., Tavares, M. D. S., & Silva, E. P.
387 (2016b). Coleção de subfósseis de sambaquis do Laboratório de Genética Marinha e
388 Evolução-UFF. *Scientia Plena*, 12, 1-14.

389 Rosa, R. S., & Lima, F. C. T. (2008). Os peixes brasileiros ameaçados de extinção. In:
390 Machado, A. B. M., Drummond, G. M., & Paglia, A. P. (eds) *Livro vermelho da*
391 *fauna brasileira ameaçada de extinção: Peixes*. Brasília, Ministério do Meio
392 Ambiente.

393 Rosenberg, A. A., Bolster, W. J., Alexander, K. E., Leavenworth, W. B., Cooper, A. B.,
394 & McKenzie, M. G. (2005). The history of ocean resources: modeling cod biomass
395 using historical records. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3, 84-90.

396 Santos, P. R. S., Einhardt, A. C. M. C., & Velasco, G. (2016). A pesca artesanal da
397 miragaia (*Pogonias cromis*, Sciaenidae) no estuário da Lagoa dos Patos, Brasil.
398 *Boletim do Instituto de Pesca*, 42, 89-101.

399 Santos, T. C. C., & Câmara, J. B. D. (eds) (2002). *GEO Brasil 2002: perspectivas do*
400 *meio ambiente no Brasil*. Brasília, Edições IBAMA.

401 Scheel-Ybert, R., Bianchini, G. F., & DeBlasis, P. (2009). Registro de mangue em um
402 sambaqui de pequeno porte do litoral sul de Santa Catarina, Brasil, a cerca de 4900
403 anos cal BP, e considerações sobre o processo de ocupação do sítio Encantada III.
404 *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 19, 103-118.

405 Silva, E. P., Souza, R. C. C. L., Arruda, T. A., & Duarte, M. R. (2016). Sambaquis:
406 mostra da biodiversidade pré-histórica. *Ciência Hoje*, 57, 30-33.

407 Silveira, L. B., Beisiegel, B. M., Curcio, F. F., Valdujo, P. H., Dixo, M., Verdade, V.
408 K., Mattox, G. M. T., & Cunningham, P. T. M. (2010). Para que servem os
409 inventários de fauna? *Estudos Avançados*, 24, 173-207.

410 Siqueira, T., Bini, L. M., Thomaz, S. M., & Fontaneto, D. (2015). Biodiversity analyses:
411 are aquatic ecologists doing any better and differently than terrestrial ecologists?
412 *Hydrobiologia*, 750, 5-12.

- 1
2
3 413 Souza Cunha, F. L., Vogel, M. A. C., Veríssimo, S. G., & Magalhães, R. M. M. (1981).
4
5 414 Restos de vertebrados do Sambaqui de Camboinhas. In: Kneip, L. M., Pallestrini, L.,
6
7 415 & Souza Cunha F. L. (eds). *Pesquisas arqueológicas no litoral de Itaipu, Niterói, RJ*.
8
9 416 Rio de Janeiro, Cia de Desenvolvimento Territorial.
10
11 417 Souza, R. C. C. L., Lima, T. A., & Silva, E. P. (2010a). Holocene molluscs from Rio de
12
13 418 Janeiro state coast, Brazil. *Check List*, 6, 301-308.
14
15 419 Souza, R. C. C. L., Lima, T. A., Duarte, M. R., & Silva, E. P. (2016). Changes in
16
17 420 patterns of biodiversity of marine mollusks along the Brazilian coast during the late
18
19 421 Holocene inferred from shell-mound (sambaquis) data. *The Holocene*, 26, 1802-
20
21 422 1809.
22
23 423 Souza, R. C. C. L., Trindade, D. C., Decco, J., Lima, T. A., & Silva, E. P. (2010b).
24
25 424 Archaeozoology of marine mollusks from Sambaqui da Tarioba, Rio das Ostras, Rio
26
27 425 de Janeiro, Brazil. *Zoologia*, 27, 363-371.
28
29 426 Stahl, P. W. (2008). The contributions of zooarchaeology to historical ecology in the
30
31 427 neotropics. *Quaternary International*, 180, 5-16.
32
33 428 Tacon, A. G. J. (1994). Feed ingredients for carnivorous fish species: alternatives to fish
34
35 429 meal and other fisheries resources. In: *FAO Fisheries Circular*, 881. Roma, FAO.
36
37 430 Villagran, X. S., & Giannini, P. C. F. (2014). Shell mounds as environmental proxies on
38
39 431 the southern coast of Brazil. *The Holocene*, 24, 1-8.
40
41 432 Wagner, G. P., & Silva, L. A. (2014). Prehistoric maritime domain and Brazilian
42
43 433 shellmounds. *Archaeological Discovery*, 2, doi: 10.4236/ad.2014.21001
44
45 434 Warwick, R. M., & Light, J. (2002). Death assemblages of molluscs on St Martin's
46
47 435 Flats, Isles of Scilly: a surrogate for regional biodiversity? *Biodiversity and*
48
49 436 *Conservation*, 11, 99-112.
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

437 Willis, K. J., & Birks, H. J. B. (2006). What is natural? The need for a long-term
438 perspective in biodiversity and conservation. *Science*, 314, 1261-1265.
439

For Review Only

List of tables legends

Table 1. Middens inventoried in the Southeast Region of Brazil with absolute (Rspp) and relative (relative Rspp) species richness and the associated references from the literature. A = Lima 1991, DSc Thesis, FFLCH-USP, Brazil; B = Lopes et al. 2016, PLoS One 11(6), 1-36; C = Figuti 1998, Revista Arqueologia 11, 57-70; D = Lessa & Carvalho 2015, Bol Mus Para Emílio Goeldi 10, 489-507; E = Tenório 2003, DSc Thesis, PUC-RS, Brazil; F = Tenório 2003, Anais XII Congresso da SAB; G = Lessa & Coelho 2010, Rev Mus Arqueol Etnol 20, 77-89; H = Mendonça de Souza 1981, Pré-história Fluminense, Instituto Estadual do Patrimônio Cultural, RJ; I = Mello & Mendonça de Souza 1977, Nheengatu 1, 43-58; J = Mendonça de Souza & Mendonça de Souza 1981-1982, Arquivos do Museu de História Natural-UFMG 6/7, 109-131; K = Beltão et al. 1981-1982, Arquivos do Museu de História Natural-UFMG 6/7, 145-155; L = Perez et al. 1995 In: Arqueologia do Estado do Rio de Janeiro, Arquivo Público do Estado do RJ pp. 29-34; M = Heredia et al. 1981-1982, Arquivos do Museu de História Natural-UFMG 6/7, 175-188; N = Kneip 1994, Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional-UFRJ, 2; O = Magalhães et al. 2001, Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional-UFRJ, 5; P = Barbosa-Guimarães 2013, An Acad Bras Ciênc 85, 415-429; Q = Barbosa-Guimarães 2007, DSc Thesis, MAE-USP, Brazil; R = Kneip et al. 1988, Revista de Arqueologia 5, 41-54; S = Kneip et al. 1995 In: Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional-UFRJ 3, 3-12; T = Barbosa-Guimarães 2012, Sci Plena 8, 1-9; U = Kneip 1997, Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional-UFRJ, 4; V = Machado 2014, MSc Thesis, PPGG-UFPA, Brazil; W = Silveira 2001, DSc Thesis, FFLCH-USP, Brazil; X = Costa et al. 2012, Rev Mus Arqueol Etnol 22, 51-65; Y = Kneip 1977 In: Coleção Museu Paulista-USP, Série Arqueologia; Z = Kneip 1980, Separata de Pesquisas, Série Antropologia,

31; A2 = Kneip et al. 1975, Separata da Revista do Museu Paulista-USP; B2 = Kneip et al. 1975, An Acad Bras Ciênc 47, 91-97; C2 = Gaspar 1991, DSc Thesis, FFLCH-USP, Brazil; D2 = Gaspar 2003, Pesquisas, Série Antropologia-IAP 59, 1-163; E2 = Souza 2009, Monography, GeoQuater-UFRJ, Brazil; F2 = Barbosa 1999, MSc Thesis, PGCA-UFF, Brazil; G2 = Gaspar & Scaramella 1992, Anais VI Reunião Científica da SAB; H2 = Franco & Gaspar 1992, Anais VI Reunião Científica da SAB; I2 = Mendonça de Souza et al. 1983-1984, Arquivos do Museu de História Natural-UFMG 8/9, 107-119; J2 = Tenório et al. 2010, Rev Mus Arqueol Etnol 20, 127-145; K2 = Tenório et al. 2005, Anais XIII Congresso da SAB; L2 = Tuna 2015, MSc Thesis, PBMAC-UFF, Brazil; M2 = Souza Cunha et al. 1981 In: Pesquisas arqueológicas no litoral de Itaipu, Niterói, RJ, Cia de Desenvolvimento Territorial; N2 = Souza Cunha et al. 1986, Anais XXX Congresso Brasileiro de Geologia; O2 = Vogel & Veríssimo 1981 In: Pesquisas arqueológicas no litoral de Itaipu, Niterói, RJ, Cia de Desenvolvimento Territorial; P2 = Kneip & Pallestrini 1984 In: Restigas: origem, estrutura, processo, CEUFF; Q2 = Kneip 1979, Pesquisas de salvamento em Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro, Cia de Desenvolvimento Territorial; R2 = Kneip 1995, Documento de Trabalho, Série Arqueologia, Museu Nacional-UFRJ 2, 83-102; S2 = Pinto 2009, MSc Thesis, PPGArq-UFRJ, Brazil; T2 = Kneip et al. 1984 In: Restigas: origem, estrutura, processo, CEUFF; U2 = Kneip et al. 1984, Revista de Pré-História 6, 334-360; V2 = Vogel 1987 In: Coletores e pescadores pré-históricos de Guaratiba, Rio de Janeiro, EDUFF; W2 = Kneip et al. 1986, Separata da Rev Mus Pau; X2 = Fischer 2012, MSc Thesis, MAE-USP, Brazil; Y2 = Gonzalez 2005, DSc Thesis, MAE-USP, Brazil; Z2 = Gonzalez & Amenomori 2003, Rev Mus Arqueol Etnol 13, 25-37; A3 = Filippini & Eggers 2005-2006, Rev Mus Arqueol Etnol 5-16, 165-180; B3 = Garcia 1972, DSc Thesis, IB-USP, Brazil; C3 = Garcia & Uchôa 1980, Revista de Pré-História 2, 5-81; D3 = Duarte 1968,

O sambaqui visto através de alguns sambaquis, Instituto de Pré-História da USP; E3 =
Borges 2015, DSc Thesis, Muséum National D'Histoire Naturelle de Paris, France; F3 =
Figuti 1993, Rev Mus Arqueol Etnol 3, 67-80; G3 = Figuti 1994-1995, Revista de
Arqueologia 8, 267-283; H3 = Figuti 1987, Institut de Paleontologie Humaine, Paris; I3
= Figuti 1989, Revista de Pré-História 7, 112-126; J3 = Amenomori 1999, MSc Thesis,
FFLCH-USP, Brazil; K3 = Amenomori 2005, DSc Thesis, MAE-USP, Brazil; L3 =
Uchôa 2009, CLIO-Série Arqueológica 24, 7-40; M3 = Nishida 2001, MSc Thesis,
MAE-USP, Brazil; N3 = Bendazzoli 2014, DSc Thesis, MAE-USP, Brazil; O3 =
Bonetti 1997, MSc Thesis, FFLCH-USP, Brazil; P3 = Rhea Estudos e Projetos Ltda
2009, Salvamento e monitoramento arqueológico na área do Alphaville Jacuhy; Q3 =
Perota 1972, Revista de Cultura da UFES 3, 39-45.

501

Table 2. Marine fish of class Osteichthyes from middens in the Southeast Region of
Brazil with their absolute (F) and relative (relative F) frequencies of occurrence as well
as the midden(s) in which they were recorded. The codes representing the middens are
defined in Table 1.

506

Table 3. Marine fish of class Chondrichthyes from middens in the Southeast Region of
Brazil with their absolute (F) and relative (relative F) frequencies of occurrence as well
as the midden(s) in which they were recorded. The codes representing the middens are
defined in Table 1.

511

Table 4. Number of species from current fish inventories and middens from Rio de
Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Espírito Santo (ES) and the entire Southeast Region.

514

1
2
3 515 **List of figures legends**

4 516
5 517 **Figure 1.** Map of the Southeast Region of Brazil with the locations of the inventoried
6
7 518 middens.
8
9

10 519
11
12 520 **Figure 2.** Biogeographical, ecological and economic data for the inventoried fish. A =
13
14 521 Distribution; B = Environment; C = Habit; D = Behaviour; E = Feeding guild; F =
15
16 522 Commercial value.
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

For Review Only

Table 1.

Location	Midden	Code	Rsp	RelativeRsp	References
Angra dos Reis	Sambaqui da Caieira	1	27	0.190	A, B
	Sambaqui da Caieira II	2	29	0.204	A, C
	Sambaqui do Algodão	3	71	0.500	A, B, C
	Sítio do Bigode I	4	38	0.268	A, B, C
	Sítio do Major	5	47	0.331	A, B, C
	Sítio do Peri	6	39	0.275	A, B, C
	Sítio Ilhota do Leste	7	14	0.099	A, D, E, F, G
	Sambaqui do Acaiá	8	23	0.162	B
Macaé	Sítio da Ilha de Santana	9	13	0.092	A
Magé	Sítio Saracuruna	10	5	0.035	A, H, I
	Sambaqui Rio das Pedrinhas	11	9	0.063	J
	Sambaqui de Sernambetiba	12	2	0.014	K, L
	Sambaqui de Amourins	13	1	0.007	M
Paraty	Abrigo Ponta do Leste I	14	5	0.035	J
	Abrigo Ponta do Leste II	15	5	0.035	H
	Sambaqui Olho D'Água	16	3	0.021	H, J
	Toca do Cassununga	17	5	0.035	H
	Toca dos Caboclos I	18	5	0.035	J
	Abrigo da Ilha Pelada	19	5	0.035	J
	Sítio Trindade III	20	6	0.042	H
	Sambaqui do Forte	21	5	0.035	J
	Sambaqui do Perequê-Açu	22	5	0.035	J
	Sambaqui da Ilha Comprida	23	5	0.035	J
	Sambaqui do Pouso	24	5	0.035	J
	Sambaqui de Mamanguá	25	5	0.035	J
Saquarema	Sambaqui da Beirada	26	21	0.148	N, O, P, Q, R, S, T
	Sambaqui da Madressilva	27	8	0.056	O, P, Q, U
	Sambaqui da Pontinha	28	17	0.120	N, O, P, Q, S
	Sambaqui de Saquarema	29	24	0.169	B, O, P, Q
	Sambaqui do Moa	30	15	0.106	N, O, P, Q, V, W, X
	Sambaqui do Saco	31	8	0.056	O, P, Q, U
	Sambaqui do Jaconé	32	9	0.063	P, Q
	Sambaqui de Mombaça I	33	3	0.021	P, Q
	Sambaqui de Itaúnas	34	5	0.035	P, Q
	Sambaqui Manitiba I	35	20	0.141	B, O, P, Q
	Sambaqui da Ponte do Girau	36	3	0.021	B
Cabo Frio	Sambaqui do Forte	37	2	0.014	J, X, Z, A2, B2, C2, D2, E2
	Abrigo Arraial do Cabo	38	5	0.035	J
	Sambaqui Boca da Barra	39	10	0.070	C2, D2, F2
	Sítio do Meio	40	1	0.007	C2, D2, G2
	Sambaqui da Salina Peroano	41	2	0.014	C2, D2, H2
	Sítio Ilha de Cabo Frio	42	15	0.106	B
Armação de Búzios	Geribá II	43	1	0.007	C2, D2
Arraial do Cabo	Sítio Colônia de Pesca	44	2	0.014	C2, I2, J2, K2
	Sítio Ponta da Cabeça	45	9	0.063	C2, J2, K2
	Sítio do Condomínio do Atalaia	46	1	0.007	K2

	Usiminas	47	24	0.169	B
Mangaratiba	Sambaqui do Saí	48	5	0.035	J
Rio das Ostras	Sambaqui da Tarioba	49	15	0.106	L2
Niterói	Sambaqui de Cambainhas	50	12	0.085	B, M2, N2, O2, P2, Q2, R2
Itaboraí	Sambaqui Sampaio I	51	1	0.007	S2
Rio de Janeiro	Sambaqui da Embratel	52	2	0.014	T2, U2
	Sambaqui do Zé Espinho	53	12	0.085	T2, U2, V2, W2
Cubatão	Sambaqui Piaçaguera	54	63	0.444	X2, YZ, Z2, A3, B3, C3, D3, E3
	COSIPA 1	55	35	0.246	C, Y2, F3, G3
	COSIPA 2	56	16	0.113	Y2, Z2, F3, G3
	COSIPA 3	57	9	0.063	H3, I3
	COSIPA 4	58	36	0.254	C, Y2, F3, G3
Ubatuba	Sítio Tenório	59	38	0.268	C, Y2, Z2, A3, B3, J3
	Sítio do Mar Virado	60	28	0.197	Z2, J3, K3, L3, M3
	Sítio Couves 1	61	6	0.042	J3
Guarujá	Sambaqui do Buracão	62	54	0.380	Z2, E3, D3, K3
	Sambaqui do Mar Casado	63	48	0.338	Y2, Z2, D3, E3
	Sambaqui Maratuaá	64	24	0.169	Y2
Ilhabela	Sambaqui Abrigo Sul	65	2	0.014	N3
Iguape	Abrigo do Pindú	66	2	0.014	N3, O3
Serra	Sambaqui do Péricles II	67	4	0.028	P3
Vitória	Sítio Campus 2	68	3	0.021	Q3

Table 2.

Family	Species	F	Relative F	Midden(s)
Albulidae	<i>Albula nemoptera</i> (Fowler, 1911)	1	0.015	3
Ariidae	<i>Aspistor luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	19	0.279	2, 3, 4, 5, 6, 11, 27, 28, 30, 31, 35, 54, 55, 58, 59, 60, 62, 63, 64
	<i>Bagre bagre</i> (Linnaeus, 1766)	23	0.338	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 48, 50, 54, 55, 58, 59, 62, 63
	<i>Bagre marinus</i> (Mitchill, 1815)	18	0.265	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 26, 28, 30, 35, 49, 53, 54, 62, 63, 64, 67
	<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	18	0.265	2, 3, 4, 5, 6, 26, 28, 29, 30, 35, 54, 55, 57, 58, 59, 62, 63, 64
	<i>Genidens barbatus</i> (Lacepède, 1803)	33	0.485	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 48, 50, 54, 55, 58, 59, 60, 62, 63
	<i>Genidens genidens</i> (Cuvier, 1829)	19	0.279	2, 3, 4, 5, 6, 8, 26, 28, 29, 35, 49, 50, 54, 55, 58, 59, 62, 63, 64
	<i>Genidens machadoi</i> (Miranda Ribeiro, 1918)	1	0.015	54
	<i>Notarius grandicassisi</i> (Valenciennes, 1840)	12	0.176	2, 3, 4, 5, 6, 54, 55, 58, 59, 62, 63, 64
	<i>Potamarius grandoculis</i> (Steindachner, 1877)	2	0.029	54, 63
	<i>Balistes caprisca</i> Gmelin, 1789	2	0.029	62, 63
Balistidae	<i>Balistes vetula</i> Linnaeus, 1758	12	0.176	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 54, 55, 58, 59, 60
Carangidae	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	4	0.059	29, 54, 62, 63
	<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	23	0.338	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 47, 50, 53, 54, 62, 63, 64, 67
	<i>Caranx ruber</i> (Bloch, 1793)	1	0.015	62
	<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	1	0.015	62
	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	4	0.059	8, 26, 28, 30
	<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	1	0.015	8
	<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	3	0.044	8, 47, 62
	<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	2	0.029	62, 63
	<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.015	65

	<i>Trachurus lathami</i> Nichols, 1920	1	0.015	54
Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i> Poey, 1860	3	0.044	3, 5, 42
	<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	6	0.088	35, 47, 54, 62, 63, 64
	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	16	0.235	3, 11, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 35, 54, 57, 62, 63, 64, 67, 69
Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758	1	0.015	8
Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)	5	0.074	9, 29, 60, 62, 63
Diodontidae	<i>Chilomycterus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	12	0.176	1, 2, 3, 4, 5, 6, 47, 49, 54, 55, 58, 59
	<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	11	0.162	2, 3, 4, 5, 6, 9, 54, 55, 58, 59, 63
Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)	1	0.015	54
	<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	1	0.015	62
Elopidae	<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766	1	0.015	54
Ehippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	21	0.309	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 29, 35, 39, 47, 49, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 62
Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	2	0.029	3, 5
	<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	5	0.074	3, 5, 6, 54, 62
	<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	2	0.029	54, 62
	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	1	0.015	3
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	3	0.044	54, 62, 63
	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	6	0.088	1, 3, 4, 5, 6, 47
	<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	13	0.191	2, 3, 4, 5, 6, 11, 54, 55, 58, 59, 60, 62, 63
	<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	2	0.029	3, 47
	<i>Haemulon plumierii</i> (Lacepède, 1801)	3	0.044	54, 62, 63
	<i>Haemulon scirius</i> (Shaw, 1803)	1	0.015	3
	<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	3	0.044	1, 3, 47
	<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	10	0.147	1, 2, 3, 4, 5, 6, 54, 55, 58, 59
	<i>Pomadasys crocro</i> (Cuvier, 1830)	1	0.015	63
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	2	0.029	1, 3
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	2	0.029	60, 62
Istiophoridae	<i>Istiophorus albicans</i> (Latreille, 1804)	1	0.015	47
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	3	0.044	9, 49, 60
Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	4	0.059	3, 8, 42, 47

Lobotidae	<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)	10	0.147	7, 39, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 66
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	1	0.015	68
	<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.015	59
	<i>Lutjanus purpureus</i> (Poey, 1866)	1	0.015	59
	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	5	0.074	1, 3, 4, 5, 6
	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	1	0.015	47
Malacanthidae	<i>Caulolatilus chrysops</i> (Valenciennes, 1833)	1	0.015	53
Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes, 1847	3	0.044	54, 62, 63
Mugilidae	<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	5	0.074	1, 3, 4, 5, 6
Paralichthyidae	<i>Paralichthys orbignyanus</i> (Valenciennes, 1839)	1	0.015	54
Polynemidae	<i>Polydactylus oligodon</i> (Günther, 1860)	6	0.088	14, 15, 17, 18, 19, 38
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	1	0.015	62
Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)	21	0.309	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 26, 28, 29, 30, 39, 41, 45, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 63
Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	13	0.191	1, 2, 3, 4, 5, 6, 32, 49, 54, 55, 57, 58, 59
	<i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepède, 1801)	16	0.235	10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 27, 35, 38, 54, 59, 62, 63, 64
	<i>Cynoscion guatucupa</i> (Cuvier, 1830)	1	0.015	64
	<i>Cynoscion jamaicensis</i> (Vaillant & Bocourt, 1883)	12	0.176	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 32, 34, 49, 55, 58
	<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	5	0.074	54, 55, 58, 62, 63
	<i>Cynoscion similis</i> Randall & Cervigón, 1968	6	0.088	1, 3, 4, 5, 6, 36
	<i>Cynoscion striatus</i> (Cuvier, 1829)	3	0.044	28, 29, 35
	<i>Cynoscion virescens</i> (Cuvier, 1830)	19	0.279	11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 38, 48, 58, 59, 62, 63
	<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	3	0.044	32, 54, 59
	<i>Larimus breviceps</i> Cuvier, 1830	18	0.265	1, 2, 3, 4, 5, 6, 32, 33, 34, 49, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 63
	<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0.029	49, 59
				1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15,
	<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	53	0.779	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54,

55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64

	<i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus, 1766)	8	0.118	26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 50
	<i>Ophioscion punctatissimus</i> Meek & Hildebrand, 1925	1	0.015	54
	<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	0.015	35
				2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,
				17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26,
	<i>Pogonias cromis</i> (Linnaeus, 1766)	48	0.706	27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37,
				38, 42, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 57, 58,
				59, 60, 62, 63, 64, 68
	<i>Nebris microps</i> Cuvier, 1830	1	0.015	59
	<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	1	0.015	54
	<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	2	0.029	32, 54
	<i>Umbrina canosai</i> Berg, 1895	1	0.015	29
	<i>Umbrina coroides</i> Cuvier, 1830	1	0.015	42
Scombridae	<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)	2	0.029	8, 47
	<i>Scomberomorus</i> cf. <i>brasiliensis</i> Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978	2	0.029	62, 63
	<i>Thunnus</i> cf. <i>atlanticus</i> (Lesson, 1831)	1	0.015	64
Serranidae	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	4	0.059	54, 62, 63, 64
	<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)	4	0.059	54, 62, 63, 64
	<i>Epinephelus morio</i> (Valenciennes, 1828)	6	0.088	3, 47, 54, 62, 63, 64
	<i>Epinephelus niveatus</i> (Valenciennes, 1828)	2	0.029	26, 29
	<i>Mycteroperca acutirostris</i> (Valenciennes, 1828)	2	0.029	63, 64
Sparidae				2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 39, 53, 54, 55, 56,
	<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	20	0.294	57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 66
	<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	8	0.118	3, 5, 26, 28, 29, 30, 31, 35
	<i>Calamus pennatula</i> Guichenot, 1868	2	0.029	54, 62
	<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	2	0.029	9, 60
	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	8	0.118	26, 28, 29, 30, 35, 47, 49, 53
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	1	0.015	5
	<i>Sphyraena guachancho</i> Cuvier, 1829	1	0.015	3
Tetraodontidae				2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 26, 28, 35, 39, 42,
	<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)	24	0.353	49, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63,

				67
	<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)	5	0.074	2, 3, 4, 5, 6
	<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0.074	2, 3, 4, 5, 6
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	17	0.250	2, 3, 4, 5, 6, 8, 42, 47, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 62, 63, 65
Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	1	0.015	1

For Review Only

Table 3.

Family	Species	F	Relative F	Midden(s)
Alopiidae	<i>Alopias superciliosus</i> Lowe, 1841	2	0.029	3, 50
	<i>Alopias vulpinus</i> (Bonnaterre, 1788)	6	0.088	3, 53, 55, 56, 58, 60
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus acronotus</i> (Poey, 1860)	8	0.118	1, 3, 5, 42, 54, 62, 63, 64
	<i>Carcharhinus altimus</i> (Springer, 1950)	2	0.029	3, 9
	<i>Carcharhinus brachyurus</i> (Günther, 1870)	2	0.029	3, 5
	<i>Carcharhinus brevipinna</i> (Müller & Henle, 1839)	8	0.118	3, 8, 26, 29, 42, 47, 49, 50
	<i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller & Henle, 1839)	1	0.015	3
	<i>Carcharhinus leucas</i> (Müller & Henle, 1839)	10	0.147	3, 45, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63
	<i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839)	11	0.162	1, 3, 4, 5, 6, 8, 45, 54, 62, 63, 64
	<i>Carcharhinus longimanus</i> (Poey, 1861)	2	0.029	3, 45
	<i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur, 1818)	10	0.147	3, 8, 26, 29, 54, 55, 56, 58, 62
	<i>Carcharhinus perezi</i> (Poey, 1876)	1	0.015	3
	<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827)	10	0.147	1, 3, 5, 6, 26, 45, 47, 55, 56, 58
	<i>Carcharhinus porosus</i> (Ranzani, 1839)	5	0.074	1, 3, 4, 5, 6
	<i>Negaprion brevirostris</i> (Poey, 1868)	9	0.132	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 29, 42
	<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758)	9	0.132	44, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62
	<i>Rhizoprionodon lalandii</i> (Müller & Henle, 1839)	4	0.059	3, 4, 5, 6
	<i>Rhizoprionodon porosus</i> (Poey, 1861)	3	0.044	3, 4, 5
Dasyatidae	<i>Galeocерdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822)	23	0.338	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 30, 42, 44, 45, 46, 47, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 64
	<i>Dasyatis americana</i> Hildebrand & Schroeder, 1928	2	0.029	54, 63
	<i>Dasyatis centroura</i> (Mitchill, 1815)	6	0.088	3, 7, 26, 29, 39, 50
Ginglymostomatidae	<i>Dasyatis guttata</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	0.015	3
	<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre, 1788)	3	0.044	54, 62, 63
Gymnuridae	<i>Gymnura altavela</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.015	7
Lamnidae	<i>Lamna nasus</i> (Bonnaterre, 1788)	7	0.103	1, 3, 4, 5, 6, 42, 47
	<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758)	23	0.338	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 26, 29, 42, 45, 47, 50, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 64
	<i>Isurus oxyrinchus</i> Rafinesque, 1810	15	0.221	3, 7, 8, 37, 39, 42, 45, 47, 54, 55, 56, 58, 60, 62, 63
	<i>Isurus paucus</i> Guitart, 1966	1	0.015	7

Myliobatidae				3, 8, 9, 26, 28, 29, 30, 31, 35, 39, 42,
	<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)	24	0.353	47, 49, 50, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61,
				62, 63, 64
	<i>Myliobatis goodei</i> Garman, 1885	5	0.074	54, 55, 56, 58, 59
	<i>Rhinoptera bonasus</i> (Mitchill, 1815)	10	0.147	7, 39, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63
	<i>Rhinoptera brasiliensis</i> Müller, 1836	5	0.074	54, 59, 60, 61, 62
Odontaspidae				1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 35, 40, 41, 42, 43,
	<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810	26	0.382	45, 47, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59,
				60, 62, 63
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)	2	0.029	3, 60
	<i>Sphyrna mokarran</i> (Rüppell, 1837)	2	0.029	3, 29
	<i>Sphyrna tiburo</i> (Linnaeus, 1758)	2	0.029	54, 59
	<i>Sphyrna zygaena</i> (Linnaeus, 1758)	4	0.059	3, 5, 47, 59

Table 4.

n spp.	RJ	SP	ES	Southeast Region
Overall Past	104	90	6	142
Overall Present	591	578	282	808
Commercial Past	101	87	6	137
Commercial Present	412	340	196	488
Past Exclusive	13	15	4	5

For Review Only

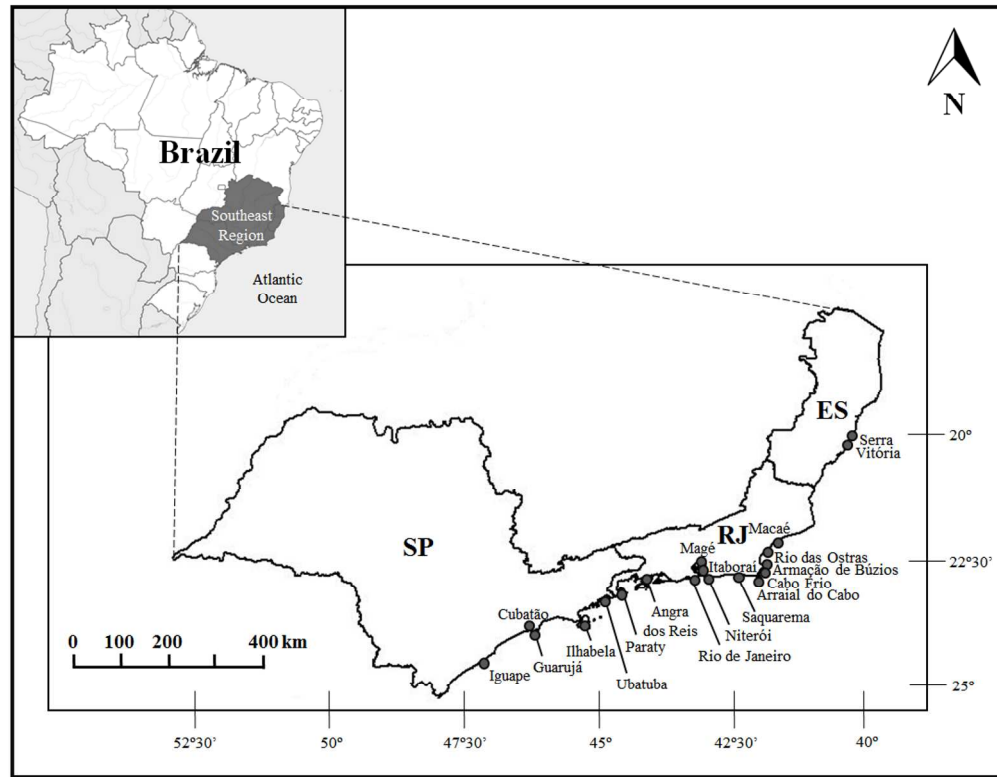


Figure 1. Map of the Southeast Region of Brazil with the locations of the inventoried middens.

286x222mm (300 x 300 DPI)

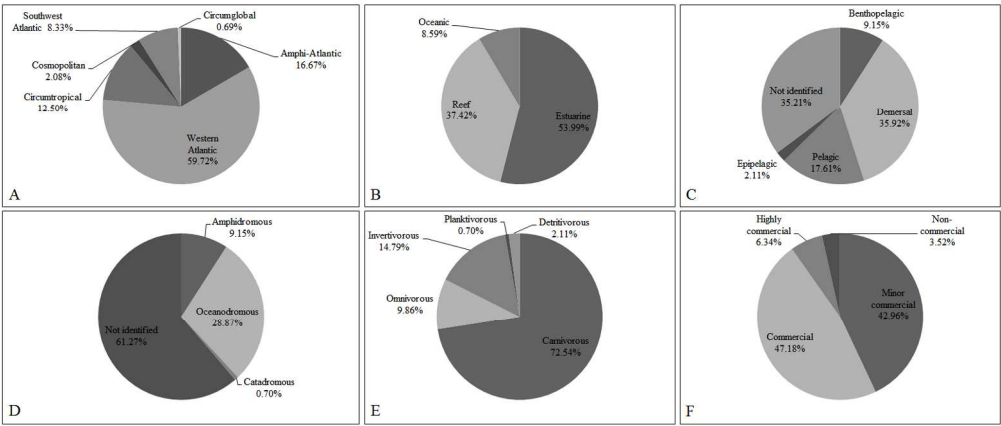


Figure 2. Biogeographical, ecological and economic data for the inventoried fish. A = Distribution; B = Environment; C = Habit; D = Behaviour; E = Feeding guild; F = Commercial value.

427x180mm (300 x 300 DPI)



