



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

SAURI MOREIRA MACHADO

**MUDANÇAS PALEOECOLÓGICAS NOS ÚLTIMOS SEIS MIL ANOS NA
REGIÃO COSTEIRA DO NORDESTE PARAENSE: RECONSTRUINDO O
SAMBAQUI PORTO DA MINA PELA INTEGRAÇÃO DE DADOS AMBIENTAIS
(QUATIPURU, BRASIL)**

Belém – Pará

2021

SAURI MOREIRA MACHADO

**MUDANÇAS PALEOECOLÓGICAS NOS ÚLTIMOS SEIS MIL ANOS NA
REGIÃO COSTEIRA DO NORDESTE PARAENSE: RECONSTRUINDO O
SAMBAQUI PORTO DA MINA PELA INTEGRAÇÃO DE DADOS AMBIENTAIS
(QUATIPURU, BRASIL)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e Dinâmica Socio Ambiental na Amazônia

Orientador: Dr. Peter Mann de Toledo

Belém – Pará

2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

M149m Machado, Sauri Moreira.
Mudanças paleoecológicas nos últimos seis mil anos na região
costeira do Nordeste paraense: reconstruindo o Sambaqui Porto da Mina
pela integração de dados ambientais (Quatipuru, Brasil) / Sauri Moreira
Machado. — 2021.
173 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Peter Mann de Toledo
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais,
Belém, 2019.

1. Arqueologia. 2. Multi-análises. 3. Concheiros. I. Título.

CDD 574.52

SAURI MOREIRA MACHADO

**MUDANÇAS PALEOECOLÓGICAS NOS ÚLTIMOS SEIS MIL ANOS NA
REGIÃO COSTEIRA DO NORDESTE PARAENSE: RECONSTRUINDO O
SAMBAQUI PORTO DA MINA PELA INTEGRAÇÃO DE DADOS
AMBIENTAIS (QUATIPURU, BRASIL)**

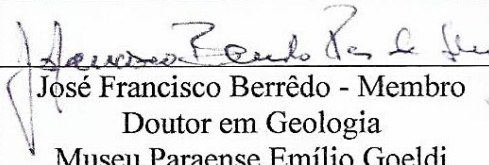
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará convênio com Museu Paraense Emílio Goeldi e EMBRAPA - Amazônia Oriental. Área de concentração: Clima e Dinâmica Socio Ambiental na Amazônia.

Data da Aprovação: 14 /12/ 2019

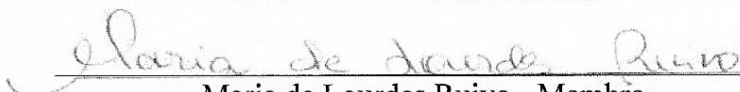
Banca Examinadora:



Peter Mann de Toledo - Orientador
Doutor em Geologia
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



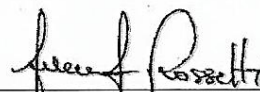
José Francisco Berrêdo - Membro
Doutor em Geologia
Museu Paraense Emílio Goeldi



Maria de Lourdes Ruivo - Membro
Doutora em Agronomia
Museu Paraense Emílio Goeldi



Sue Anne Costa - Membro
Doutora em Geologia
Universidade Federal do Pará



Dilce de Fatima Rossetti - Membro
Doutora em Geologia
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Dedico este trabalho às mulheres que são estrelas da constelação, minha mãe e minha madrinha, por todo estímulo para que eu seguisse a minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo;

À CAPES, pela bolsa de estudo concedida;

À minha mãe, Socorro Machado, meu padrasto, Osvaldo Santos, e madrinha, Elizabete Ordoñez, muito obrigada por todo o carinho, incentivo e compreensão durante essa etapa do doutorado. Vocês são essenciais na minha vida;

Ao meu orientador, Professor Dr. Peter Mann de Toledo, pela orientação no doutorado, pela oportunidade concedida e confiança depositada. Agradeço também por ter me inspirado desde o clube do pesquisador mirim do Museu Goeldi;

Ao Dr. José Francisco Berrêdo pelo suporte e auxílio no decorrer da pesquisa. O senhor sempre acreditou em mim e me aconselhou em todos os momentos, seja como orientador, co-orientador, revisor ou simplesmente como um amigo querido;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA/UFPA), em especial à Elisane por toda ajuda.

À CAPES através da bolsa de doutorado.

À Biblioteca do Instituto de Geociências da UFPA, em especial à Lúcia Imbiriba, pelo suporte e auxílio nas correções da ABNT e adequação e padronização deste trabalho.

Ao Dr. Paulo Canto Lopes pelo material cedido para este trabalho;

À Dr.^a Pryscilla Almeida pela grande colaboração neste trabalho, pela amizade, conselhos, incentivos não ortodoxos, suporte e oportunidades durante o desenvolvimento desta pesquisa;

Ao Dr. Luiz Martinelli e ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura/CENA - USP pela gentileza na realização das análises isotópicas nos sedimentos. À Dr.^a Cristina Senna e ao Laboratório de Palinologia do Museu Goeldi por ceder espaço para o tratamento das amostras.

Ao Laboratório Iso-Analytic pela realização das análises isotópicas nas amostras zoológicas e ao Laboratório de Caracterização Mineralógica/LCM - UFPA pela realização das análises de Difração e Fluorescência de Raios-X;

Às integrantes do grupo de paleontologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, M.Sc. Heloísa Moraes e Dr.^a Ana Paula Linhares, pela grande amizade ao longo de todas as etapas acadêmicas pelas quais passei e auxílio nas diferentes questões ao longo deste trabalho;

Ao M.Sc. Valber Gaia pela amizade e auxílio nas análises estratigráficas;

À Dr.^a Milena Carvalho pela amizade e apoio nas análises químicas;

À Dr.^a Sue Anne Costa pelas oportunidades e incentivo ao longo da minha vida acadêmica e profissional;

À Dr.^a Aline Meiguins de Lima pelo apoio para o desenvolvimento deste projeto;

À Dr.^a Regina Oliveira pelo auxílio e ensinamentos no campo da Arqueologia;

Ao Dr. Luciano dos Anjos, meu agradecimento pela amizade e principalmente pelo apoio na realização das meta-análises;

À Macella Brito por ter me incentivado durante este trabalho. Por seu apoio e suporte ao longo dos últimos 4 anos, sou grata. Sua presença nessa pesquisa e na vida ampliou minha visão quanto à multidisciplinaridade;

Às amigas que fiz no decorrer do doutorado na UFPA: M.Sc. Josiane Santos, M.Sc. Roselene Gargia e M.Sc. Lana Nunes, pela amizade, conselhos, auxílio nas análises e pelos momentos maravilhosos de descontração;

Aos amigos queridos da “paleonto”: Dr. Denys Ferreira, M.Sc. Neuza Araújo, M.Sc. Talita Praia, M.Sc. Felipe Leite, Bruna Antunes e M.Sc. Lívia Guimarães, pela amizade e por todos os anos de crescimento e trabalho juntos;

Aos meus queridos amigos “da vida”: Dr.^a Larissa Freitas, M.Sc. Samantha Cecim, Denise Silva, Natália Lira, Ananda Martins, Aline Praia, Jacqueline Rodrigues, Samya Pimenta, Marcela Martinez, Alice Lago, M.Sc. Érica Cardoso, Krissia Almeida, Kalleu Almeida, Kassiel Almeida, Mateus Almeida, Gabriela Bessa, Timna Xavier, Brenda Rachit, Elis Brasil e Brenda Fernandys, pela amizade e pelos momentos especiais com cada um de vocês.

*"Riddle me this, riddle me that, I never stop, I control your life but
without me you wouldn't go anywhere, what am I?
...Time"*

(The Riddler)

RESUMO

O Sambaqui Porto da Mina é um sítio arqueológico localizado em Quatipuru, estado do Pará, que mostra registros de ocupação contínua e abundante material zoológico que remontam à aproximadamente 5.280 anos AP. Este trabalho teve como objetivo reconstituir o paleambiente durante o estabelecimento desse sambaqui. Para isso, foram elaborados perfis bio-antracológicos, bem como coleta de amostras de sedimentos e material zoológico. A pesquisa multidisciplinar incluiu análises geológicas, químicas (difração e fluorescência de raios-X), biológicas e isotópicas ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{18}\text{O}$). Foram realizadas, ainda, modelagens ecológica, climática e de uso da terra. Os resultados mostraram que o sítio arqueológico consiste em silte e argila, com predomínio de quartzo, hematita, caulinita e calcita. Esses constituintes corroboraram a caracterização do material abiótico do sítio como sedimento, refutando assim, a hipótese de presença de solo e/ou antroposolo no mesmo. Além disso, registram-se variações de temperatura de temperatura ao longo dos últimos seis mil anos para a localidade. Todavia, não foi uma mudança climática brusca para o Holoceno. A análise da evolução das modificações de cobertura da terra sugere que, independente do uso da terra crescente e contínuo, a taxa de desmatamento foi relativamente baixa para a área do sambaqui Porto da Mina. Portanto, afirma-se que o desflorestamento antrópico da região de entorno do sítio não desempenhou papel significativo nas alterações climáticas ocorridas durante a atividade do sítio.

Palavras-chave: Arqueologia. Multi-análises. Concheiros.

ABSTRACT

The Porto da Mina shellmound is an archaeological site located in Quatipuru, Pará State, which shows records of continuous occupation and abundant zoological material dating back to approximately 5,280 years BP. This work aimed to reconstruct the existing environment during the establishment of this shellmound. For this, bio-anthracological profiles were elaborated, with sediment samples and zoological material collection. The research had a multidisciplinary character, including geological, chemical (X-ray diffraction and fluorescence), biological and isotopic ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{18}\text{O}$) analyzes. Ecological, climate and land use simulation modeling were also performed. The results showed that the archaeological site consists of silt and clay granulometry containing predominance of quartz, hematite, kaolinite and calcite. These constituents corroborated the shellmound presence in the study area, which was also evidenced by the presence of carbonate invertebrate fossils such as oysters, cockles, mussels and crabs. In addition, temperature variations of around 10 °C were recorded, which although high, was not a sudden climate change for the Holocene. Analysis of the land use and land cover changes evolution suggests that regardless of the increasing and continuous land use, the rate of deforestation is considered relatively low for the Porto da Mina shellmound's area. Therefore, it is argued that anthropogenic deforestation in the surrounding region of the site did not play a significant role in climate change occurring during site activity.

Keywords: Archaeology. Multy-analysis. Shellmound.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Região do Salgado Paraense	16
Figura 2 - Principais regiões do Brasil com possível ocupação de populações humanas pretéritas	22
Figura 3 - Padrão de crescimento de sambaquis	24
Figura 4 - Aspectos interdisciplinares para o entendimento do ambiente de formação de sambaquis	30
Figura 5 - Mapa geológico da área estudada	31
Figura 6 - Localização do município de Quatipuru - PA onde encontra-se a área de estudo.....	46
Figura 7 - Localização do Sambaqui Porto da Mina	47
Figura 8 - Sambaqui Porto da Mina durante a escavação do perfil	49
Figura 9 - Esquema do Sambaqui Porto da Mina, com o perfil escavado.....	50
Figura 10 - Composição granulométrica dos sedimentos do Sambaqui Porto da Mina.....	57
Figura 11 - Classificação simplificada dos sedimentos do Sambaqui Porto da Mina	57
Figura 12 - Perfil sedimentológico do Sambaqui Porto da Mina	58
Figura 13 - Concentrações de CaO, SiO ₂ e Al ₂ O ₃ nos sedimentos do Sambaqui Porto da Mina.....	61
Figura 14 - Valvas de <i>Crassostrea rhizophorae</i> provenientes do Sambaqui Porto da Mina	64
Figura 15 - Valvas de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> provenientes do sambaqui Porto da Mina....	67
Figura 16 - Valvas de <i>Mytella</i> sp. provenientes do Sambaqui Porto da Mina	70
Figura 17 - Partes dos quelípodos de <i>Ucides cordatus</i> provenientes do sambaqui Porto da Mina.....	73
Figura 18 - Esquema anatômico do quelípodo do <i>Ucides cordatus</i> , com destaque para as partes recuperadas no Sambaqui Porto da Mina	74
Figura 19 - Distribuição das concentrações de C e N (% em peso) nas amostras de sedimentos do Sambaqui Porto da Mina por nível estratigráfico	75

Figura 20 - Relação entre $\delta^{13}\text{C}$ e C/N derivado de amostras de sedimentos do Sambaqui do Porto da Mina, e inferências sobre o tipo de fonte da matéria orgânica sedimentar	76
Figura 21 - Variação de temperatura durante a evolução do Sambaqui Porto da Mina.....	79
Figura 22 - Resiliência da vegetação para o Sambaqui Porto da Mina entre 8.000 e 2.000 anos AP	82
Figura 23 - Temperatura para o Sambaqui Porto da Mina entre 8.000 e 2.000 anos AP.....	83
Figura 24 - Precipitação para o Sambaqui Porto da Mina entre 8.000 e 2.000 anos AP.....	84
Figura 25 - Uso antrópico da terra do Sambaqui Porto da Mina entre 8.000 e 2.000 anos AP..	85
Figura 26 - Dados biogeoquímicos do Sambaqui Porto da Mina.....	89
Figura 27 - Dados de simulação paleoecológica do Sambaqui Porto da Mina	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Datações para o Sambaqui Porto da Mina	48
Tabela 2 - Composição química (em porcentagem) das amostras de sedimento do Sambaqui Porto da Mina	60
Tabela 3 - Distribuição de valvas de ostra no Sambaqui Porto da Mina ao longo dos níveis estratigráficos.....	63
Tabela 4 - Distribuição de berbigão no Sambaqui Porto da Mina.....	66
Tabela 5 - Distribuição de mexilhões no Sambaqui Porto da Mina	69
Tabela 6 - Distribuição de caranguejos no Sambaqui Porto da Mina	72
Tabela 7 - Temperatura para os níveis estratigráficos do Sambaqui Porto da Mina	78

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 PROBLEMÁTICA (S) DA PESQUISA E HIPÓTESE (S)	19
3 OBJETIVOS	20
3.1 Geral	20
3.2 Específicos	20
4 REFERENCIAL TEÓRICO	21
4.1 A História da cultura litorânea Amazônica	21
4.2 Os Sambaquis	23
4.2.1 Definição e origem	23
4.2.2 Sambaquis na Amazônia	25
4.3 Estudos interdisciplinares de Sambaquis	27
4.4 Indicadores no estudo de Sambaquis	30
4.4.1 Estudos geológicos em sambaquis	30
4.4.2 Análises mineralógicas e químicas em sambaquis	32
4.4.3 Fauna como indicador ambiental em sambaquis.....	33
4.4.4 Reconstrução paleoambiental a partir de isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$	35
4.4.5 O efeito do paleoclima a partir das assinaturas de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$	37
4.4.6 Simulações ecológicas como <i>proxies</i> para o estudo de sambaquis	39
4.4.6.1 <i>Resiliência ecológica do Sambaqui Porto da Mina</i>	39
4.4.6.2 <i>Relação entre dados multi-proxy relacionados ao clima</i>	40
4.4.6.3 <i>Mudanças do uso e cobertura da terra durante o Holoceno</i>	42
5 MATERIAL E MÉTODOS	46
5.1 Área de estudo	46
5.2 Coleta das amostras	48
5.2.1 Amostras não biológicas.....	48

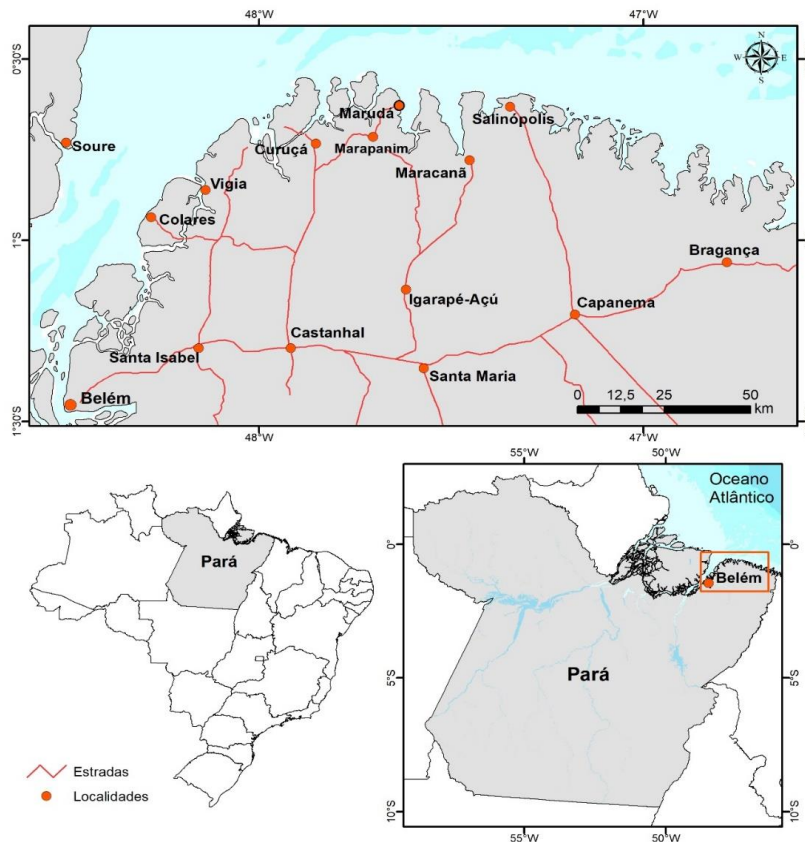
5.2.2 Amostras biológicas	51
5.3 Metodologia	51
5.3.1 Análise física do material abiótico	51
5.3.2 Análise mineralógica	51
5.3.3 Análise química	51
5.3.4 Identificação taxonômica.....	52
5.3.5 Análise de isótopos estáveis $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$	52
5.3.6 Análises isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$	53
5.3.7 Modelagem da resiliência ecológica.....	53
5.3.8 Modelagem climática	54
5.3.9 Análise da evolução das modificações do uso e cobertura da terra.....	55
6 RESULTADOS	56
6.1 Caracterização geológica do Sambaqui Porto da Mina	56
6.1.1 Descrição do perfil sedimentológico	56
6.1.2 Mineralogia.....	59
6.1.3 Composição química do sedimento do sambaqui Porto da Mina.....	59
6.2 Invertebrados	61
6.2.1 Taxonomia.....	61
6.2.1.1 <i>Ostras</i>	61
6.2.1.2 <i>Berbigões</i>	65
6.2.1.3 <i>Mexilhões</i>	68
6.2.1.4 <i>Caranguejos</i>	71
6.3 Análises isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e C/N	74
6.4 Análises isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$	77
6.5 Modelagem paleoecológica	81
6.5.1 Resiliência Ecológica	81

6.5.2 Modelagem Paleoclimática	82
6.5.3 Evolução das modificações do uso e cobertura da terra	84
7 DISCUSSÃO	86
7.1 Integração dos dados <i>multi-proxy</i>	86
7.1.1 Formação do Sambaqui Porto da Mina	86
7.1.2 Reconstrução Paleoambiental e paleoclimática	90
7.1.3 Relação homem-meio ambiente no Sambaqui Porto da Mina	94
8 CONCLUSÃO.....	98
REFERÊNCIAS.....	100
APÊNDICE A - DIFRATOGRAMAS DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DO SAMBAQUI PORTO DA MINA	122
APÊNDICE B - TABELAS REFERENTES AOS VALORES ISOTÓPICOS DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO E OSTRAS DO SAMBAQUI PORTO DA MINA ..	131
APÊNDICE C - MICROGRAFIAS E EDS DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DO SAMBAQUI PORTO DA MINA.	133
APÊNDICE D - ARTIGO PUBLICADO, VINCULADO AO BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI - CIÊNCIAS HUMANAS	152
APÊNDICE E - DIFRATOGRAMAS DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DO SAMBAQUI PORTO DA MINA	173

1 INTRODUÇÃO

O Sambaqui Porto da Mina, é atualmente, considerado um depósito arqueológico, formado principalmente por conchas e o registro de uma população pretérita. Este sítio está localizado na Região do Salgado Paraense (Figura 1). Essa é uma área estuarina, circundada por reentrâncias e ilhas abundantes (SILVEIRA et al., 2011), e considerada como uma das localidades de grande concentração de sambaquis está Quatipuru, onde se encontra o sambaqui Porto da Mina, datado de cerca de ± 5.280 anos AP (LOPES, 2016). Esse sambaqui foi recuperado e estudado inicialmente por SIMÕES (1981), quem propôs modelo de povoamento do litoral paraense e nordestino por meio de migrações vindas do noroeste e norte da América do Sul. Tais pesquisas possibilitaram o estabelecimento da chamada fase Mina, naquele momento a mais antiga registrada no Brasil, cujas datações remetem a 5.570 ± 125 anos AP (LOPES; GASPAR; GOMES, 2018).

Figura 1 - Região do Salgado Paraense.



Fonte: Da autora.

Entretanto, as informações sobre o Sambaqui Porto da Mina assim como acerca dos demais sambaquis amazônicos têm sido descontínuas ao longo do tempo, apesar do potencial desses assentamentos históricos fornecerem informações ambientais, paleoclimáticas e, principalmente, sobre a história de ocupação pré-colonial. Logo há muito o que ser discutido sobre os aspectos ambientais e de formação de sambaquis amazônicos, principalmente acerca dos padrões de interpretação da sociedade sambaqueira, uma vez que não há vestígios que corroborem se eles ocorreram a partir dos assentamentos de várzea ou de terra firme, com o desenvolvimento ou não de sociedades indígenas populosas e sedentárias (KÄMPF; KERN, 2005).

Isso se dá, principalmente, pela fase de amadurecimento teórico científico da arqueologia no Brasil, iniciada pelos estudos de Meggers e Evans (1970), que tinham como característica marcante as práticas metodológicas e a rejeição quanto ao uso de referências bibliográficas, pois não as consideravam fidedignas (SOMBRIO; VASCONCELLOS, 2018). Apesar de muito criticado, esse tipo de pensamento arqueológico foi absorvido por muitos estudiosos da área e mantém-se até os dias atuais (MACHADO, 2009), estando enraizado no senso comum, uma vez que há a ideia de que o passado pré-colonial amazônico não foi complexo, logo o seu tratamento não é histórico.

Todavia, pesquisas como a de Roosevelt (1991), estabelecem uma nova fase dos estudos arqueológicos no Brasil, conhecida como amadurecimento crítico da arqueologia amazônica. Este estudo consagrou uma nova maneira de compreender a história pré-colonial, principalmente a amazônica, evidenciando a interdisciplinaridade na pesquisa arqueológica (MACHADO, 2009). Nessa nova fase, há um maior empenho acerca do referenciamento teórico e histórico, que antes não tinham tanta importância. Isso permitiu uma maior contextualização dos sítios arqueológicos amazônicos (SCHAAN, 2004), possibilitando, também, a compreensão do padrão de ocupação amazônico. Porém, um entendimento mais aprofundado sobre os processos de formação de sambaquis, principalmente amazônicos, ainda é escasso.

Esse tipo de investigação deve incluir a análise integrada de e materiais bióticos e abióticos que, em conjunto podem fornecer dados sobre a sucessão de ocupação destes sítios (GASPAR, 2000; GASPAR; KLOKLER; BIACHINI, 2013). De relevância são estudos geológicos e ecológicos que permitam determinar a relação dos sambaquis com o ambiente de entorno destes (SCHEEL-YBERT, 1999; ANGULO; PESSENDA; SOUZA, 2002). Assim, a aplicação de análises interdisciplinares, se faz necessária para compreender a relação homem-

meio ambiente, auxiliando na identificação de possíveis interações ecológicas e sua influência na dieta sambaquieira. Principalmente no que tange à fauna, vista não apenas como meio de subsistência, mas como agentes reguladores do ecossistema da região de entorno de sambaquis, principalmente na região amazônica.

2 PROBLEMÁTICA (S) DA PESQUISA E HIPÓTESE (S)

Sambaquis são atualmente considerados como acumulações intencionais complexas, que incluem uma sucessão cronológica cultural e, portanto, fornecem informações sobre o uso de recursos locais (GASPAR; KLOKLER; BIACHINI, 2013). Porém, a reconstituição de processos naturais reinantes durante a formação dos sambaquis é um tema ainda não abordados na literatura arqueológica. Além disso, materiais arqueológicos dos sambaquis podem ser retrabalhados por processos sedimentares posteriores à sua formação, sendo re-acumulados em sítios deposicionais de origem puramente natural. A diferenciação entre acúmulos naturais e antropogênicos é um tema de grande relevância em estudos arqueológicos, mas que permanece por ser investigado.

Desta forma este trabalho considerou todos os fatores que englobam o contexto destes sítios e postulou-se a seguinte hipótese:

- O Sambaqui Porto da Mina não é uma construção exclusivamente artificial e proposital como afirmam as teorias postuladas acerca dos modelos de formação de sambaquis, sendo produto de modificações ocorridas durante ou após o período de atividade humana de construção do sítio.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

O objetivo principal deste trabalho é compreender a contribuição dos agentes biológicos, geológicos, geoquímicos e antrópicos responsáveis pelos processos da formação do ‘Sambaqui Porto da Mina’.

3.2 Específicos

- Reconstituir as condições paleoambientais do Sambaqui Porto da Mina com base em dados sedimentares e, mineralógicos, bem como na geoquímica do material inorgânico e orgânico (invertebrados) e orgânico;
- Caracterizar o paleoambiente deposicional com base em dados de isótopos estáveis ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) de carapaças de invertebrados;
- Analisar o paleoclima por meio de análises isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ utilizando carapaças de invertebrados;
- Correlacionar dados climáticos obtidos por isótopos $\delta^{18}\text{O}$ com modelos paleoclimáticos e de resiliência de ecossistemas amazônicos no Holoceno;
- Reinterpretar os modelos de ocupação do litoral norte brasileiro com base nas informações do Sambaqui Porto da Mina e meta-análises de modelagem.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A história da cultura litorânea Amazônica

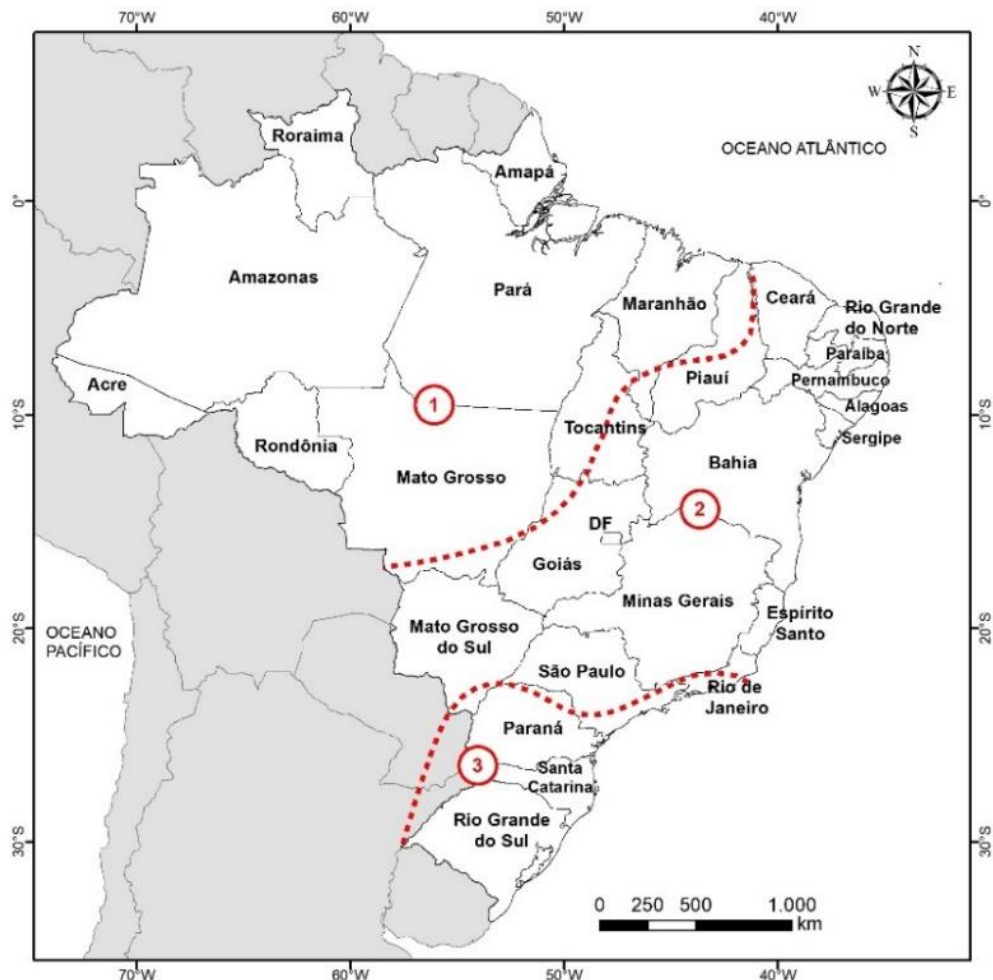
Não há consenso ou datação precisa do início da ocupação humana na Amazônia. A história do assentamento humano no continente é controversa, o que dificulta o conhecimento sobre o passado pré-colonial amazônico. A delimitação dos agrupamentos humanos pretéritos é desconhecida, bem como sua organização sociocultural e uso de tecnologias (LUI; MOLINA, 2007). Os estudos arqueológicos disponíveis reforçam hipótese de ocupação que remonta a 11 mil anos AP (ALMEIDA; NEVES, 2015). Isto é evidenciado a partir da análise de conjuntos líticos associados a ocupações pré-coloniais, que reportam a existência de diversidade regional com predomínio de estratégias de expedição em diversos pontos da região amazônica (BUENO; DIAS, 2015). Tal fato indica provável associação com rotas de colonização de ambientes tropicais, como o norte do Planalto das Guianas, Venezuela e Colômbia. O adentramento no Brasil teria ocorrido via fluvial e pelo corredor seco do baixo Amazonas durante o final do Pleistoceno (ROSTAIN, 2008; BUENO; DIAS, 2015). Essa rota da região norte pode estar relacionada a antigos sítios arqueológicos localizados no médio vale do rio Orinoco e nas montanhas do interior da Colômbia (SCHMIDT, 2016; SCHNEIDER et al., 2017). Dessa forma, a conexão entre essas áreas e o norte brasileiro teria sido favorecida por acessos ao longo dos rios Branco, Trombetas e Paru de Leste (SCHNEIDER et al., 2017). Tais afirmações foram inicialmente descritas por Steward (1948), quem propôs evento migratório de populações subandinas da Colômbia para o litoral atlântico.

Ao chegar na foz do Orinoco, houve a formação de dois grupos: o grupo dos *circuncaribes*, que se dirigiram para as Antilhas, mantendo seu padrão cultural tradicional; e o grupo designado de *povo de floresta tropical* ou *marginal*, que prosseguiu pelo litoral das Guianas e acessou o continente via foz do Amazonas (PY-DANIEL, 2015).

Assim, percebe-se que as culturas litorâneas apresentam pontos de semelhança bastante intrínsecos quanto a seus conhecimentos e costumes, e tal fato se deve pelo isolamento aparente em relação às culturas interioranas amazônicas (PROUS, 1992). Este fato histórico permitiu a caracterização das diferentes influências culturais e a determinação da origem da ocupação do litoral, possibilitando a melhor compreensão acerca dos acontecimentos ocorridos durante este período inicial de ocupação do litoral.

Com o objetivo de organizar o processo de ocupação litorânea, Schmitz (1987) elaborou um conceito a partir de um quadro baseado em grandes regiões ambientais e períodos climáticos ou paleoambientais. A partir desse quadro, os processos de ocupação teriam ocorrido em três regiões: (1) nas terras equatoriais densamente arborizadas da Amazônia, ainda pouco exploradas arqueologicamente; (2) nos parques tropicais do planalto, que se estendem de Nordeste para o centro e Sudeste do Brasil; e (3) nas florestas e savanas subtropicais do Sul e da costa atlântica (Figura 2) (SCHMITZ, 1987).

Figura 2 - Principais regiões do Brasil com possível ocupação de populações humanas pretéritas (as linhas tracejadas em vermelho indicam os limites de cada região).



Fonte: Adaptado de Schmitz (1987).

Os primeiros grupos humanos se estabeleceram na Amazônia se concentraram em ambientes extremamente favoráveis à captação de recursos alimentares, em sua maioria

localizados no em áreas litorâneas (SILVEIRA; SCHAAN, 2005). Isso é evidenciado pela grande concentração de sítios arqueológicos nessas áreas contendo resíduos de plantas e animais, como frutos da floresta, moluscos, peixes, tartarugas fluviais, e, em uma proporção menor, mamíferos terrestres (COSTA et al., 2009). A oferta de recursos aquáticos abundantes ocorria de maneira sazonal, porém este foi o impulso inicial rumo à sedentarização de grupos humanos há 7.600 anos AP no Baixo Amazonas e, posteriormente, na costa atlântica (BANDEIRA, 2008). O fato de a ocupação do litoral norte amazônico ter se dado mais tardiamente pode estar relacionado com a submersão destes sítios mais antigos, devido às flutuações do nível do mar que ocorreram durante a transição do Pleistoceno para o Holoceno. A ocupação amazônica pode ser compreendida através dos vestígios deixados pelas populações pré-históricas, encontrados principalmente em sítios de Terra Preta e sambaquis.

4.2 Os Sambaquis

4.2.1 Definição e Origem

Sambaquis são sítios arqueológicos contendo depósitos principalmente de conchas (PROUS, 1992; GASPAR; KLOKLER; BIACHINI, 2013; BANDEIRA, 2018), e geralmente com elevações ovaladas (BLASIS et al., 2007). Estes sítios são vistos como registro físico de uma população de caçadores-coletores pré-históricos (GASPAR, 2000; PROUS, 1992). A palavra sambaqui vem do Tupi (*Tamba* = marisco e *Ki* = amontoamento) significando, portanto, amontoamento de marisco. Os sambaquis têm grandes potencialidades para a investigação arqueológica, pois favorecem a boa preservação dos vestígios orgânicos e fornecem registros de alta resolução para estudar a interação do meio ambiente humano e compreender os cenários socioambientais pretéritos (ALVÁREZ et al., 2011).

Os primeiros estudos sobre a formação de sambaquis sugeriram que estes resultavam do recuo do mar e da ação do vento sobre as conchas dispostas em praias (p.e., GASPAR, 2000). De acordo com esse modelo, a presença de esqueletos enterrados era entendida como resultante de naufrágios, resultando assim, na chamada corrente naturalista. Havia, entretanto, uma corrente, artificialista, que explica a formação de sambaquis pelo acúmulo de restos faunísticos ocorridos pela preguiça de grupos indígenas em descartar seus restos alimentares (GRANATO; RANGEL, 2009). A partir de meados da década de 40, houve proposta de que os sambaquis consistem em composto de elementos naturais e humanos (PROUS, 1992), surgindo assim a

corrente mista. Todavia, as teorias propostas sobre o sistema de formação destes sítios caíram em desuso, e atualmente acredita-se que os sambaquis são acumulações unicamente intencionais, que acarretam uma sequência complexa, revelando a cronologia cultural temporal e, dessa forma, fornecem informações sobre o uso de recursos locais (SCHEEL-YBERT et al., 2009; GASPAR; KLOKLER; BIACHINI, 2013; COE et al., 2017).

Estes sítios, também conhecidos como *casqueiros*, *concheiros*, *terraços*, *berbigueiros* ou *ostreiras* (CALAZANS, 2013), são caracterizados pela vasta presença de bivalves e conchas de gastrópodes (KLOKER et al., 2018). Em menor número, estão os vestígios de peixes e outros animais, bem como instrumentos líticos, fragmentos cerâmicos, esqueletos humanos e fogueiras. Sambaquis formam elevações que podem alcançar mais de trinta metros de altura (BANDEIRA, 2013).

Os sambaquis são amontoados de conchas heterogêneas, logo possuem diferentes compostos (BLASIS, 2001), como conchas de diferentes tipos de moluscos, cujo tamanho das construções varia desde pequenos montículos (2 m de altura e 10 m de comprimento) até montanhas de 500 m de extensão e mais de 60 m de altura (BARBOSA-GUIMARÃES, 2003). Geralmente, os sambaquis possuem forma oval e o mesmo padrão de crescimento ascendente (Figura 3) (PROUS, 1992).

Figura 3 - Padrão de crescimento de sambaquis.



Fonte: Adaptado de Prous (1992).

O aumento de tamanho de um sambaqui, em sua maioria, ocorre devido a fatores como a obtenção de melhor ventilação, proteção contra insetos como moscas, segurança (em caso de possíveis ocupações) (PROUS, 1992) e proteção contra a elevação do nível do mar. Porém, é necessário atentar para o fato de que, por mais que os sambaquis possuam semelhanças, eles carregam as peculiaridades de cada região e do solo onde estão assentados.

4.2.2 Sambaquis na Amazônia

Os sambaquis representam ambientes ocupados pelas populações humanas pré-históricas adaptadas a ambientes costeiros e ribeirinhos (BLASIS et al., 1998; 2007; GASPAR, 2000). No Brasil são reconhecidos dois tipos de sambaquis: *sambaquis fluviais* e *sambaquis de acampamentos ou marítimos*. Os *Sambaquis fluviais* são caracterizados como acúmulos de conchas às margens dos rios (LEONARDOS, 1938; ALVÁREZ et al., 2011), independente da estratigrafia, forma do sítio ou sistema de assentamento (NEVES; OKUMURA, 2005). Os *sambaquis de acampamento* ou *marítimos* são caracterizados como sítios litorâneos habitados, sendo subdivididos em: acampamentos meridionais (do Rio Grande do Sul a São Paulo), acampamentos do litoral central (do Rio de Janeiro ao Espírito Santo), sítios do litoral nordestino (da Bahia ao Maranhão) (PROUS, 1992), e sítios no litoral do Salgado (nordeste do Pará) (SILVEIRA; SCHAAN, 2005).

Os sambaquis da costa norte e nordeste são menos estudados quando comparados aos situados nas regiões sul e sudeste (WAGNER et al., 2011). Os menos documentados estão localizados no Pará (PA), norte do Brasil (SILVEIRA; SCHAAN, 2005). Isto se dá ao fato de estes sítios serem considerados diferentes dos encontrados no sul e sudeste quanto à sua configuração, principalmente em decorrência da existência de fragmentos cerâmicos em todos os níveis ou camadas estratigráficas (LOPES; GASPAR; GOMES, 2018).

Os sambaquis do litoral equatorial amazônico ocorrem na costa do Amapá, litoral do Salgado, arquipélago de Marajó, baixo Amazonas, bem como litoral de rias e golfão maranhenses (BANDEIRA, 2009). Essas ocorrências se constituem em uma grande oportunidade de avanço nas pesquisas arqueológicas em território brasileiro. As primeiras informações disponíveis sobre a existência de sambaquis no Estado do Pará são provenientes de relatos de viajantes e naturalistas dos séculos XVIII e XIX (SILVEIRA; SCHAAN, 2005). Os relatos mencionam que sambaquis podiam ser encontrados desde a margem do rio Trombetas, passando pelo baixo Amazonas, baixo Tocantins e arquipélago de Marajó, chegando até o litoral nordeste do Pará, ou zona do Salgado (i.e., baía de Marajó à foz do rio Gurupi).

Durante as décadas de 60 e 70, pesquisadores do MPEG (Museu Paraense Emílio Goeldi) registraram 62 sítios arqueológicos a partir de um levantamento realizado na região do Salgado. Entre os sítios identificados, havia 46 com abundantes bivalves. É importante ressaltar que estes sambaquis estavam parcialmente destruídos, apenas dois estavam bem preservados e três

sítios apresentavam gastrópodes fluviais em sua composição (SIMÕES, 1981). Eles tinham formatos ovais e tamanhos variando entre 25 e 30 m de diâmetro. Exemplos são os sítios Taperebá (PA-SA-15) e o sítio Fortaleza (PA-SA-10) (SILVEIRA; SCHAAN, 2005).

Dois sítios escavados, Porto da Mina (PA-SA-5) e Ponta das Pedras (PA-SA-6), apresentaram um padrão similar de cerâmica. Essa cerâmica foi posteriormente identificada em mais 43 sítios do litoral do Salgado paraense, estabelecendo assim a chamada Cerâmica Mina. Tais sítios forneceram documentação empírica para a construção de tipologias e cronologias relativas e absolutas (SILVEIRA; SCHAAN, 2005). Ambos os locais, denominados de sambaquis testemunhos, assentavam-se sobre terreno areno-argiloso com concreções lateríticas.

A estratigrafia do sambaqui Porto da Mina foi registrada em dois perfis, um no flanco sudoeste e outro no flanco sudeste. Nesses cortes, as camadas se apresentavam praticamente horizontais e com espessura variável. A composição dessas camadas era de conchas, ossos de animais, tenazes de crustáceos, fragmentos de cerâmicas, nódulos de laterita separadas por camadas mais delgadas e compactas de valvas calcinadas de *Mytella* sp. e *Anomalocardia brasilliana* (SIMÕES, 1981). Essa composição mostra que, para o povo sambaqueiro, a natureza não fornecia somente recursos, mas era também um espaço incorporado nas práticas econômicas e simbólicas. Nos sambaquis, a população ocupante apreendeu, produziu, acumulou e transmitiu seus conhecimentos por meio da relação dialética com a natureza (CALIPPO, 2010).

Diversos aspectos importantes da sociedade sambaqueira apontam para padrões de organização sociocultural: a relação homem-ambiente, por meio da coleta e utilização de moluscos para fins construtivos; a arquitetura dos sítios, que sugere trabalho coletivo; as evidências de liderança institucionalizada nessas comunidades; e a produção especializada de artefatos para fins domésticos e religiosos (SCHEEL-YBERT, 2009). Essa relação de etnobiodiversidade, isto é, a riqueza da natureza da qual também participa o homem, nomeando-a, classificando-a e domesticando-a (SANTILLI, 2004), é evidente na atualidade por meio de povos indígenas, quilombolas e populações tradicionais.

Por serem ainda pouco estudados (ALVÁREZ et al., 2011), os sambaquis devem ser preservados, para que a cultura e a pré-história brasileira possam ser melhor compreendidas. Por serem patrimônios históricos, culturais e ambientais, eles devem ser interpretados como fatos destacados de uma civilização, além de um conjunto de bens culturais, referente às

identidades coletivas pretéritas (ZARINATO; RIBEIRO, 2006). Esses patrimônios culturais são memórias que vinculam as gerações humanas e ao tempo histórico (PELEGRINI, 2006). Os sítios arqueológicos são, portanto, importantes componentes da história de ocupação humana na Amazônia, pois possibilitam reconstruir o transcurso da evolução da sociedade pré-histórica, por meio de suas práticas e culturas, que em algumas localidades mantêm-se até os dias atuais, por meio da cultura tradicional.

4.3 Estudos interdisciplinares de Sambaquis

Os estudos de sambaquis e os costumes das populações humanas pretéritas destacaram-se no Brasil a partir da década de 1950 (GASPAR, 2000). Apesar de crescente, o conhecimento sobre a ocupação pré-colonial ainda é incompleto, sobretudo quando os temas são a densidade, processos de formação/construção dos sítios e a relação homem-ambiente. Essa limitação da interpretação das informações acerca de estudos de ambientes pretéritos reside principalmente no viés epistemológico.

A dificuldade encontra-se, principalmente, em se traçar uma relação causal entre o fato observado e os possíveis fenômenos responsáveis pela informação registrada no tempo. Desta forma, faz-se necessário justificar a interpretação dos dados, assim como elencar os níveis de robustez e os possíveis erros ao longo do processo de preservação da informação histórica. No contexto de pesquisa interdisciplinar, entender as limitações dos métodos e interpretação dos resultados de dados históricos produz um desafio adicional na compreensão de determinado fenômeno, ainda mais se a hipótese a ser testada representa uma interpretação do processo de uso de recursos naturais por parte de uma população humana pretérita.

Para melhor embasar a interpretação de dados arqueológicos, surge a sociologia ambiental. Esta se dedica ao estudo sociológico da vida e suas interações ambientais (FERREIRA, 2002), que são os dois ramos de estudo mais evidenciados devido à notoriedade e institucionalização da crise ecológica (ARÁOZ, 2013). A sociologia ambiental buscou resgatar as questões ambientais, até então marginalizadas em sua maior parte, recuperando a relação entre sociedade e natureza sob os aspectos arqueológicos, observando também as origens, degradação e ecologia dos sítios arqueológicos, como os sambaquis (ZAVALA-CAMIN, 1982). Assim, o entendimento sobre as condições ambientais presentes durante a formação dos sambaquis auxilia na reconstrução da história das populações pretéritas que

ocuparam a Amazônia (KLOKLER, 2010), bem como na compreensão de sua ecologia (HAHN et al., 1992).

O primeiro passo para a análise qualitativa para a compreensão tanto dos sambaquis quanto de seu ambiente de entorno é o estudo sistemático por meio de análises *multidisciplinares* (GIANNINI et al., 2010; VILLAGRAN et al., 2011; AMARAL et al., 2012; RODRIGUES et al., 2015). Arquivos de feições naturais da Terra, como anéis de crescimento das árvores, corais oceânicos, espeleotemas, sondagem de geleiras, sedimentos, entre outros, e que preservam evidências de mudanças ambientais são chamados de *proxies*, ou indicadores duplês (PAZINNI; ROHN; VICENTELLI, 2016). *Proxies* contém informações sobre padrões atmosféricos, temperatura, circulação dos ventos além dos padrões de produtividade e cadeia trófica do passado. Mais especificamente em períodos mais recentes do Holoceno, algumas evidências utilizadas são provenientes de sítios arqueológicos, ou acumulação de culturas preservadas em forma de sambaquis. Aqui, o contexto de reconstituição pode ser tanto do aspecto dos principais padrões dos fenômenos físicos e ambientais, como também de preferências culturais de populações pretéritas. O uso de *proxies* em arqueologia tende a ser utilizado para elaborar proposições acerca de sistemas sociais que não estão presentes, uma vez que o passado não pode ser diretamente observado. Neste caso, faz-se necessário postular hipóteses entre o fato observado e sua correlação com os sistemas sociais.

Desta forma, o viés interdisciplinar auxilia na elaboração de modelos de evolução ambiental e cultural das sociedades que habitavam as regiões costeiras, assim como da biodiversidade existente durante o Holoceno. Logo, adotar metodologias e ferramentas de diferentes áreas como das ciências arqueológicas, geológicas, antracológicas, geoquímicas, arqueofácies, paleoambientais e biológicas (BISSA et al., 2000; GASPAS, 2000; SCHEEL-YBERT et al., 2009; VILLAGRAN; BLASIS; GIANNINI, 2009; SOUZA et al., 2010; MACÁRIO et al., 2014; VILLAGRAN; GIANNINI, 2014, BEAUCLAIR; DUARTE; SILVA, 2016; COE et al., 2017; LOPES; GASPAS; GOMES, 2018) propiciam uma ótima interação que contribui para melhorias dos modelos existentes da evolução ambiental, sedimentar e cultural regional (RODRIGUES et al., 2015).

Uma das principais contribuições está na construção de métodos que possam servir para definir padrões contemporâneos de comunidades bióticas, auxiliando no entendimento das dinâmicas das espécies no tempo e espaço (LEIBOLD et al., 2004; HEINO, 2013). A estrutura das comunidades ecológicas é dependente de uma combinação complexa e intrincada de

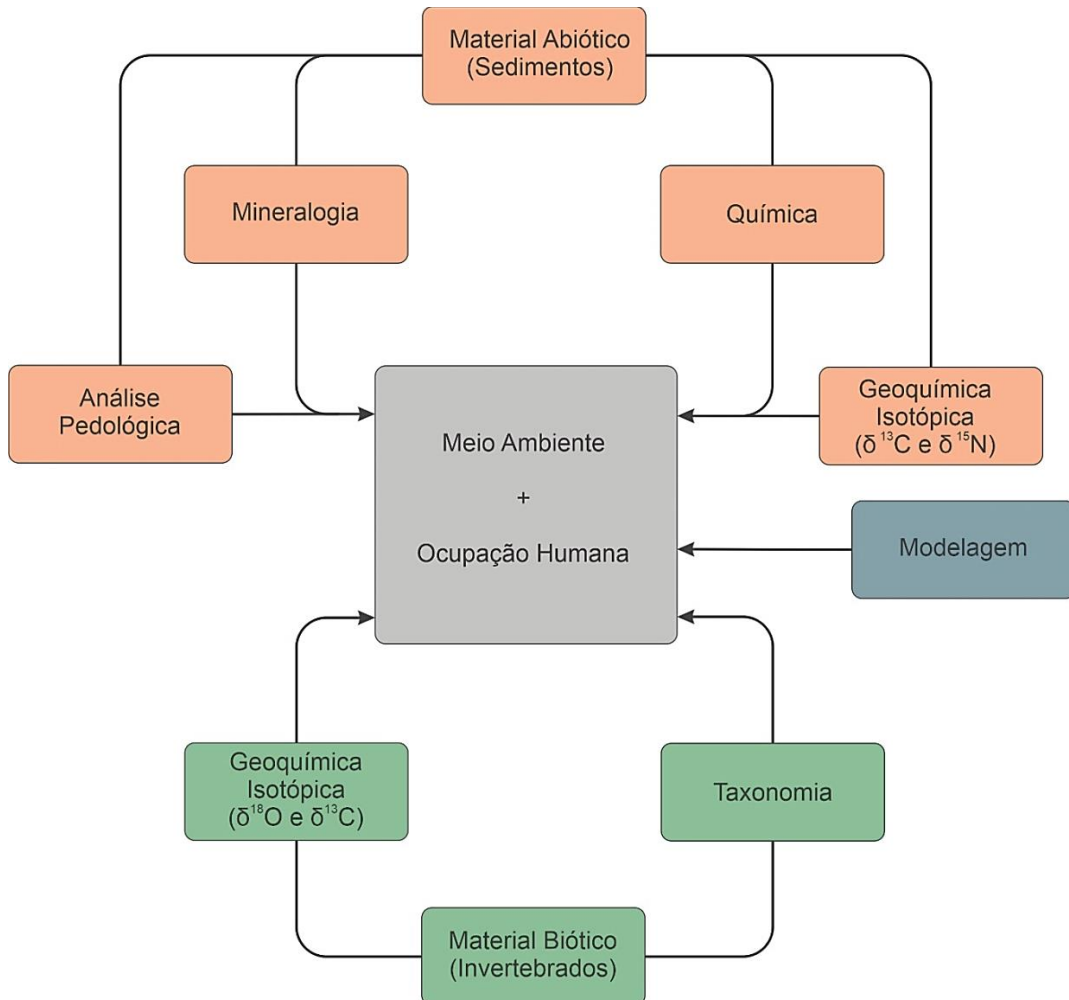
fatores abióticos, bióticos, contexto histórico e processos de dispersão dos componentes das populações (CASTILLO-ESCRIVÀ et al., 2017). Fatores abióticos como condições ambientais e climáticas sazonais, eventos e distúrbios esporádicos e extremos, se integram aos fatores bióticos, como competição e pressão predatória, para influenciar na estruturação de cada comunidade. Esse cenário se dá por efeitos históricos e sofre influência de processos de dispersão (BIE et al., 2012). Neste contexto, o estudo de comunidades ecológicas pretéritas ao longo de um gradiente temporal tem um poder de esclarecer os principais eventos que influenciaram sua estruturação, assim como suas mudanças (SYMONS; ARNOTT, 2014). Estudos com invertebrados aquáticos mostraram que durante o processo de acúmulo de espécies atuais, esta biocenose sofre mais influência das condições ambientais do que sobre a escala espacial.

Neste caso, a interferência competitiva vinda de outras meta-comunidades de espécies adjacentes não teria um papel na estrutura da comunidade em análise (HEINO et al., 2015). Por outro lado, a questão espacial é mais informativa dos padrões históricos do que das condições ambientais nas comunidades fósseis (GREGORY-EAVES; BEISNER, 2011). Este padrão é importante para definir os principais fenômenos que influenciaram a composição de determinado sítio arqueológico (HEINO, 2013). Desta forma, epistemologicamente, quanto mais próximo a composição das espécies entre sítios arqueológicos, e respectivos atributos ecológicos com as comunidades ecológicas atuais, mais preciso será a análise dos padrões de mudança ou semelhança entre as meta-comunidades no espectro temporal (CASTILLO-ESCRIVÀ et al., 2017). Este cenário se torna ainda mais importante quando da análise de um sítio ocupado num espaço dinâmico como um ambiente litoral (RULL, 2010).

Os estudos do clima do passado também são importantes para a construção de arcabouços voltados à análise de cenários futuros, uma vez que registram tendências e padrões como a biota e culturas se adaptaram ao longo de determinado período temporal. Estudos de sistemas naturais pretéritos enfatizam campos do conhecimento voltados a entender em retrospectiva e interpretar fenômenos, obtidos por mensurações dos processos físicos, químicos, paleontológicos ou aqueles no espectro do Holoceno até os tempos atuais. Uma vez que o clima atual do Planeta está mudando em intensidade e abrangência fora dos padrões normais observados desde o final do século XIX, tentar entender essa dinâmica em base de informações do passado é uma estratégia apropriada para conhecer melhor os processos. Assim, estudar os padrões do clima e suas manifestações, bem como a ecologia e demais ciências no contexto de

sambaquis de forma interdisciplinar é em essência um processo de pesquisa científica contextual, principalmente no que cerne a formação e ocupação destes sítios (Figura 4).

Figura 4 - Aspectos interdisciplinares para o entendimento do ambiente de formação de sambaquis.



Fonte: Da autora.

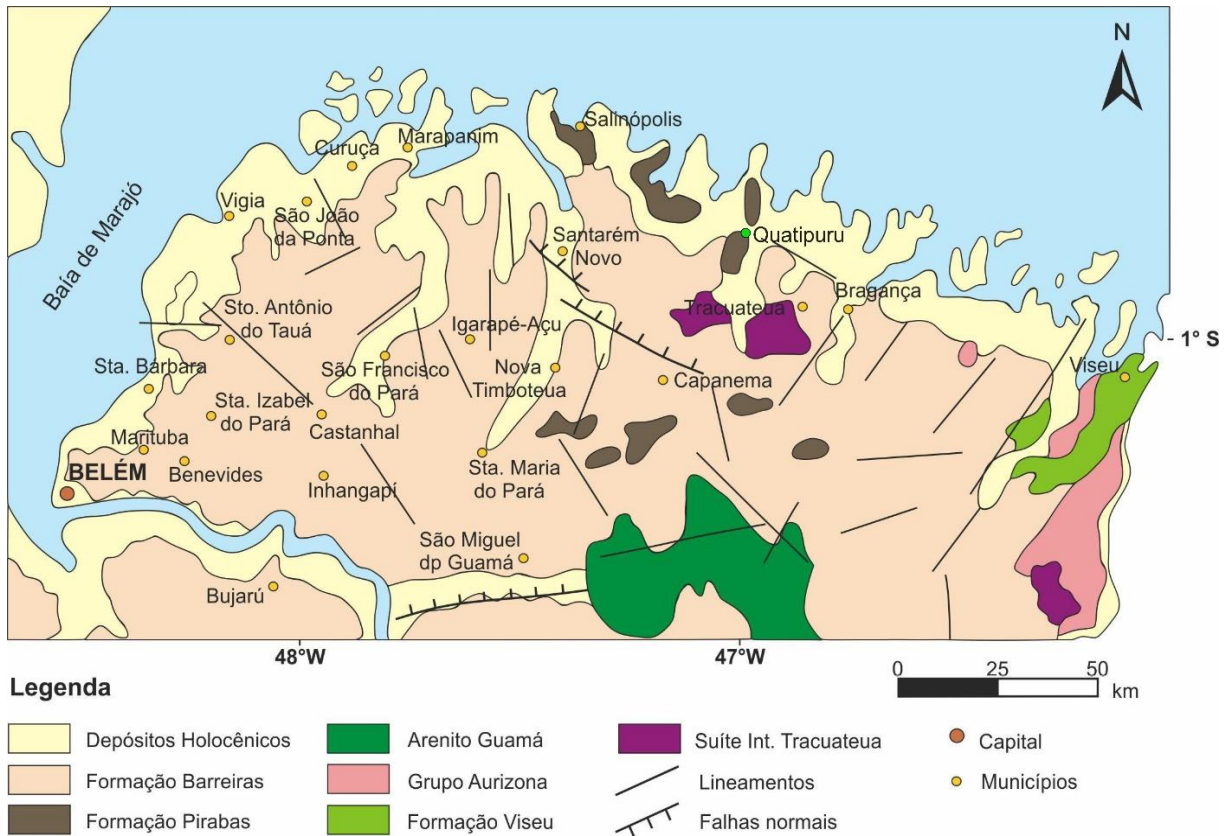
4.4 Indicadores no estudo de Sambaquis

4.4.1 Estudos geológicos em sambaquis

A região do Salgado paraense possui grande influência da Formação Barreiras que, devido sua grande extensão e localização em áreas de estuário, estabelece-se, provavelmente, como principal área-fonte para os sedimentos holocênicos (Figura 5) que constituem os manguezais

(SILVA, 2006). Já a Planície de estuário abrange grandes depósitos areno-argilosos onde estão assentados os manguezais e sambaquis como o Porto da Mina.

Figura 5 - Mapa geológico da área estudada.



Fonte: Adaptado de Jorge (2018).

O contexto geológico, por meio dos registros posteriores a transgressão marinha miocênica na região bragantina, teve em grande parte exposta subaerianamente, situação que continuou por todo Plioceno-Pleistoceno (ROSSETTI; GÓES; SOUZA, 2001; ARAI, 2006). Rossetti (2004) atribuiu o período de não preservação de sedimentos na região Bragantina a um evento de estabilidade tectônica, que teria desfavorecido a criação de espaço de acomodação. Após este extensivo intervalo de tempo onde dominaram processos erosivos, a sedimentação foi reativada no Pleistoceno Médio a Tardio como reflexo de reativações tectônicas, o que é registrado pela deposição da parte inferior dos Sedimentos Pós-Barreiras.

Parte desta unidade contém estratos marinho transicionais, tendo sido provavelmente depositada durante fase transgressiva, como registrado em estratos correlatos do nordeste do

Brasil. Após essa fase de sedimentação, a Região Bragantina voltou a ser exposta subaerianamente, ficando sujeita a processos erosivos e formação de solo até o início do Holoceno, quando houve retomada de sedimentação, registrada na parte superior dos Sedimentos Pós-Barreiras (ARAI, 2005) e em sambaquis.

Portanto, os dados geológicos demonstram que o leste paraense sofreu modificações de paisagens decorrentes de episódios tectônicos, mudanças do nível do mar e flutuações climáticas durante. Além do rebaixamento do nível do mar durante o último máximo glacial, a dinâmica costeira nos últimos 5 mil anos na porção norte do Brasil igualmente apresentou intensa sucessão de comunidades vegetacionais de mangue, conforme demonstrado por amplos estudos de palinologia (COHEN et al., 2005). Essas modificações podem ter influenciado diretamente os padrões de ocupação da região e formação dos sambaquis amazônicos.

Estes, geralmente localizam-se em ecossistemas de mangues que encontram-se sob variadas condições ambientais (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN-MOLERO; ADAIME, 1990), apresentando distribuição descontínua ao longo da costa brasileira (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2016). Apesar de sua extensão e importância, poucos são os trabalhos realizados acerca dos aspectos geológicos destes sítios (BEHLING; COSTA, 2004; SOUZA-JÚNIOR et al., 2007), principalmente no Brasil, onde os trabalhos envolvem, geralmente, sua fauna e flora e os impactos antropogênicos.

4.4.2 Análises mineralógicas e químicas em sambaquis

Análises mineralógicas e químicas em sambaquis podem contribuir para a compreensão dos processos formação de formação destes sítios, bem como sua ambiência (COSTA; MORAES, 1998; LIAGHATI; PREDA; COX, 2003; MACHADO, 2014). Para compreender a mineralogia, empregam-se técnicas analíticas como a Difração de Raios-X (DR-X), que utiliza uma propriedade inerente do feixe de raios-X. Este tipo de análise revela vários aspectos dos materiais cristalinos (BARBOSA et al., 2013), com o intuito de determinar a possível ambiência dos materiais analisados, auxiliando assim, na compreensão dos aspectos estruturais de sambaquis como o Porto da Mina. Complementando a análise por DR-X, está a Fluorescência de Raios-X (FR-X), responsável por determinar quantitativamente a química de elementos presentes nas amostras (LEMIÈRE, 2018), e assim corroborar os dados obtidos por DR-X entre outras análises. Os sambaquis representam-se por uma interface entre ambientes

marinhos e terrestres (SOUZA-JÚNIOR et al., 2007; COSTA et al., 2014). Consequentemente, os sedimentos que formam estes sítios, principalmente mangue, apresentam origem terrestre e marinha (ANTHONY, 2004, VILHENA et al., 2010). Durante o processo de deposição, sedimentos terrestres ficam suspensos na água do rio e são levados para áreas estuarinas, enquanto sedimentos marinhos são depositados durante eventos transgressivos ou carregados por correntes de maré (CHAMLEY, 1989).

Atualmente, a análise mineralógica e química em materiais arqueológicos vem crescendo, principalmente no estudo de tecidos ósseos (BOSCH et al., 2011) e fósseis. Em particular, hidroxiapatita (HAp) tem sido frequentemente registrada em sambaquis. Nesse contexto, Machado (2014) caracterizou mineralogicamente os ictiólitos e sedimentos do Sambaqui do Moa (Saquarema, RJ), identificando hidroxiapatita, fluorapatita e outros minerais como calcita e aragonita. Diante disso, foi possível a reconstrução da ambiência do sítio, determinando que o mesmo foi formado em um ambiente marinho-fluvial, além de identificar possíveis processos de fossilização do material por meio da mineralogia e química (FR-X) nestes materiais. Desta forma, é necessário a aplicação deste tipo de análise em sambaquis da Região do Salgado, permitindo assim, uma maior compreensão dos processos de formação destes sítios.

4.4.3 Fauna como indicador ambiental em sambaquis

No contexto de sambaquis, é sabido que há uma enorme proporção de restos de grupos faunísticos compostos por moluscos e crustáceos presentes nesses sítios, perfazendo par de sua estrutura (PROUS, 1992). Tal fato induziu muitos pesquisadores a considerar a terminologia *shellmound* (PROUS, 1992; BANDEIRA, 2018).

A fauna de invertebrados carbonáticos possui grande importância para a subsistência de comunidades pesqueiras, tanto como fonte de alimento, como renda (GOMES, 2009). Destacam-se, ainda, pelo seu elevado potencial para a maricultura com grande apelo comercial (PEREIRA; HENRIQUES; MACHADO, 2003), uma vez que desde os primórdios da colonização do Brasil exercem interesse especial (OLIVEIRA, 2014). Durante os séculos XVIII e XIX, foram localizados dois registros referentes a grupos faunísticos. O primeiro consistiu em ostras nativas, relatado por George Shelvocke em 1726 como *pequenas e deliciosas ostras verdes fixadas em raízes de árvores no mangue*. O segundo relato foi o de Antoine Joseph

Pernetty em 1763, quem citou a presença de *deliciosas ostras brancas de cinco polegadas de diâmetro* (BERGER, 1990).

Grande parte do litoral do Brasil ocorre em áreas tropicais e subtropicais, onde ocorrem extensos manguezais contendo ostras nativas (OLIVEIRA, 2014), sendo duas citadas como as espécies mais comuns (RIOS, 2009): *Crassostrea brasiliana*, Lamarck e *Crassostrea rhizophorae*, Guilding (embora essas sejam espécies sinônimas, ou seja, correspondem a uma única espécie).

A classificação das ostras sempre foi complexa e problemática e, desde o início do sistema de nomenclaturas, ocorreram erros e sinônimas, pois suas características externas apresentam semelhanças entre si, formando espécies crípticas (ALVES, 2004). Apesar dos esforços de morfologistas e geneticistas para resolver as relações filogenéticas de ostras, ainda permanece uma confusão considerável sobre o reconhecimento entre as espécies mais xenomórficas de Ostreidae (ZHANG et al., 2012). A morfologia das ostras pode ser fortemente influenciada pelas condições ambientais (IGNÁCIO et al., 2000). Assim, a identificação com base nas características das conchas gera controvérsias (RIOS, 1994).

Outros moluscos como berbigões, estão presentes em sambaquis que, segundo Gernet e Birckolz (2011), compõem a maior parte da malacofauna neste tipo de feição. A ocorrência desses invertebrados nos sambaquis de Quatipuru foi inicialmente descrita por Simões (1981), e posteriormente identificados por outros pesquisadores (p.ex., LOPES, 2016; BANDEIRA, 2018). Não se sabe se os berbigões encontrados nesses sítios resultam de consumo humano ou se foram transportados por processos sedimentares.

Além de moluscos, caranguejos também são registrados nos sambaquis de Quatipuru, sendo endêmicos dessa região (BRABO; SOUZA; SANTANA, 2013). Com relação à coleta de caranguejos, Santos e Senna (2015) afirmam que esta é, tradicionalmente, realizada por meio de duas técnicas: *braceamento* e *gancho*. O *braceamento* consiste na introdução do braço do coletor na toca do caranguejo para trazê-lo à superfície (IGARASHI, 1995; BRABO; SOUZA; SANTANA, 2013). Já o *gancho* ou *caniço* consiste na captura com utilização de haste de madeira e metal dobrado na forma de gancho na ponta. Esse tipo de técnica evidencia o conhecimento tradicional, possivelmente transmitidos durante várias gerações entre as comunidades de Quatipuru (SANTOS; SENNA, 2015). A captura de caranguejos representa a principal fonte de renda e consumo para muitas comunidades locais, sendo que o município de Quatipuru apresenta os maiores índices de produção comercial do caranguejo-uçá do Estado do

Pará (SILVA, 2008). Desta forma, o estudo e identificação dos caranguejos recuperados no Sambaqui Porto da Mina, bem como da malacofauna presente, é de grande valia para o entendimento da participação destes indivíduos na formação dos sambaquis e sua relação com o homem sambaquieiro.

4.4.4 Reconstrução paleoambiental a partir de isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$

A diversidade de grupos zoológicos autóctones presentes em sambaquis pode indicar o grau de esforço de coleta que tiveram os grupos sambaquieiros, o entendimento do seu meio ambiente e a variedade de ecossistemas explorados. O material zooarqueológico encontrado também pode esclarecer como estava configurada a dieta, técnicas de captura dos antigos habitantes em sítios arqueológicos e quais espécies foram extintas durante o passar dos períodos geológicos (ZOHAR et al., 2001; ROBINSON et al., 2009).

Segundo Llorca e Cahiza (2007), os vestígios zooarqueológicos recuperados são geralmente pertencentes a vertebrados, sendo os peixes os mais abundantes, por esses terem sido a principal fonte alimentar das antigas populações que habitaram os sambaquis (SCHEEL-YBERT et al., 2003). A maioria dos vestígios de peixes recuperados são crânios, dentes e peças anatômicas de animais de grande porte, como tubarões. Além dessas peças, podem ser encontrados microvestígios que incluem vértebras e microdentes.

Para se ter o conhecimento de todo o ecossistema que compõe o sambaqui, é necessário a aplicação de análises *multi-proxy*, sendo, atualmente, uma das mais utilizadas a técnica de leitura de isótopos estáveis como carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) (AITA et al., 2011). Segundo Schoener (1974), por meio destas pesquisas, é possível avaliar a posição trófica de diferentes espécies que compõem a biota local. Assim, os isótopos $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ e a Razão C/N são ferramentas significativas no estudo de ecologia, principalmente na elucidação das relações tróficas de ambientes costeiros (MANETTA; BENEDITO-CECÍLIO, 2003; CARVALHO, 2008).

O $\delta^{13}\text{C}$ é utilizado em estudos ecológicos, devido às facilidades de metodologia e de interpretação. Caracteriza-se por distinguir as contribuições das fontes autotróficas de energia em ecossistemas terrestres, marinhos e de água doce (BENEDITO-CECÍLIO et al., 2002). Esse isótopo possui diferenças naturais quanto ao seu enriquecimento relativo, o que possibilita o uso de plantas e sedimentos como traçadores químicos em animais, auxiliando na compreensão

do ecossistema que circunda os sambaquis (DUCATTI, 2007). Além disso, podem elucidar questões acerca de mudanças climáticas.

O sinal de $\delta^{15}\text{N}$, inserido na matéria orgânica, assimila os efeitos da biodegradação e, principalmente, da contaminação por nitrogênio inorgânico, permitindo reconstruir o paleoambiente da área em que o referido sítio se localizava (CASTRO; ROSSETTI; PESSEDA, 2010). O que possibilita a distinção da origem da matéria orgânica, ocupação florística durante o Quaternário (MIRANDA; ROSSETTI; PESSEDA, 2009). Análises de $\delta^{15}\text{N}$ integradas a um *proxy* como $\delta^{13}\text{C}$ e Razão Carbono/Nitrogênio (C/N) complementam informações acerca da determinação das fontes de matéria orgânica em sedimentos (SIQUEIRA et al., 2006), auxiliando, assim, nas interpretações ambientais.

A exemplo de trabalhos na mesma temática, há Cabana e Rasmussen (1996), que mostram a viabilidade da aplicação das técnicas de leitura do $\delta^{15}\text{N}$ na compreensão dos modelos de teias alimentares em ambientes aquáticos. De acordo com Ciotti (2012), esta técnica caracteriza o tipo de ecossistema mediante a análise do valor da assinatura de $\delta^{15}\text{N}$, podendo classificar os níveis tróficos existentes na localidade e, conseqüentemente, caracterizar do ambiente no entorno.

Muitos estudos têm mostrado a eficiência da utilização de isótopos estáveis na identificação e caracterização das relações tróficas de paleoambientes (PLENS, 2009; CASTRO; ROSSETTI; PESSEDA, 2010; LIMA, 2010). Os isótopos são bem preservados em sedimentos arqueológicos, o que garante a acurácia da reconstrução do paleoambiente da localidade. Klokler, Gaspar e Scheel-Ybert. (2018) investigaram o papel de recursos aquáticos no comportamento e na relação entre o uso desses recursos e a organização social de grupos sambaquieiros por meio da análise dos teores de $\delta^{15}\text{N}$ em amostras provenientes do sambaqui do Jabuticabeira II, localizado em Jaguaruna, litoral Sul do Estado de Santa Catarina, o qual identificou dieta da população pretérita predominantemente marinha. Passey e Cerling (2006) determinaram a proveniência e ambiência de sítios arqueológicos, em Utah, Estados Unidos, por meio da determinação dos teores de $\delta^{13}\text{C}$ em ictiólitos, assim como DeNiro e Epstein (1978), estudaram a relação entre a composição isotópica do carbono de animais provenientes de um sítio paleontológico do Vale Tehuacan, no México, e a sua dieta.

Por meio da análise de isótopos ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) é possível modelar a configuração da teia trófica no ecossistema sambaquieiro, por meio da identificação taxonômica de registros de animais marinhos (MORENO et al., 2011). De acordo com Lima (2010), também pode-se utilizar as análises de isótopos para identificar peixes e o tipo de ambiente em que habitam

permitindo-se compreender o tipo de técnica empregada para a pesca. Assim, esse tipo de análise permite inferir a dinâmica existente nos hábitos da população de caçadores-coletores, contribuindo para o entendimento da evolução da tecnologia pesqueira ao longo da ocupação humana.

No Sambaqui do Moa (RJ), a determinação da razão C/N e a quantificação dos isótopos $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ permitiu caracterizar o ambiente do entorno como estuarino devido a presença de influências de águas marinhas e dulcícolas e também como ambiente de predominância de plantas do tipo C3. O que confirma a relevância destas análises na descrição da sazonalidade ao longo do período de atividade de sambaquis holocênicos (MACHADO, 2014).

Diante disso, é notória a importância das análises isotópicas para a compreensão da evolução da paisagem, bem como da configuração trófica de sambaquis. Assim, torna-se ainda mais relevante ao tratar-se de um sambaqui amazônico como é o caso do Sambaqui Porto da Mina, uma vez que este, por localiza-se em uma região de alta degradação de matéria orgânica, impossibilita análises de registros orgânicos. Logo, o conjunto de aplicações *multi-proxy* refina as reconstituições paleoambientais e os modelos de distribuição biogeográfica, auxiliando na construção da história ecológica do sítio.

4.4.5 O efeito do paleoclima a partir das assinaturas de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$

Os isótopos são átomos do mesmo elemento químico, com o mesmo número de prótons e diferentes números de nêutrons e massas. São caracterizados por serem elementos que apresentam as mesmas propriedades químicas (eletrosfera) e diferentes propriedades físicas (núcleo) (SILVEIRA; SILVA JÚNIOR, 2002). Os isótopos ocorrentes de maneira comum na natureza e utilizados sem riscos à saúde e ao ambiente são chamados estáveis, sendo os principais elementos químicos carbono, hidrogênio, nitrogênio, enxofre e oxigênio (CHON'S). O oxigênio possui três isótopos existentes ^{16}O , ^{17}O e ^{18}O , não sendo muito utilizado devido à pouca abundância, logo a razão $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ($\delta^{18}\text{O}$) é a mais aplicada para os estudos climatológicos (FRAGAS, 2009).

O isótopo de oxigênio é uma variável intimamente relacionada à composição da água do oceano, fornecendo, portanto, uma ligação direta com o vapor d'água na atmosfera, sobre os continentes e, conseqüentemente, com o ciclo de precipitação, causador de mudanças de salinidade (FRAGAS, 2009). Assim, as proporções variáveis de $\delta^{18}\text{O}$ atuam como traçador oceanográfico similar à salinidade (MACHADO et al., 2014).

Ao aplicar a leitura da assinatura de isótopos $\delta^{18}\text{O}$ em material holocênico, é possível obter informações sobre paleoclima (KOLODNY; LUZ; NAVON, 1983), assim como os estágios evolutivos pelos quais passaram as águas oceânicas da superfície terrestre. Para tal, a técnica mais antiga e amplamente utilizada é a determinação das razões isotópicas de oxigênio através da calcita biogênica (PEARSON, 2012). Segundo LeGrande e Schmidt (2009), o $\delta^{18}\text{O}$ oceânico ($\delta^{18}\text{O}_w$) é preservado nas conchas de calcita de microfósseis marinhos, tais como foraminíferos e os esqueletos de aragonita de corais. Assim, a variabilidade do $\delta^{18}\text{O}_{sw}$ pode potencialmente ser reconstruído dada medidas pareadas de $\delta^{18}\text{O}$ em calcita, independente da *proxy* de temperatura (SCHMIDT; SPERO; LEA, 2009), já que o $\delta^{18}\text{O}$ da calcita ($\delta^{18}\text{O}_c$) aumenta com a diminuição das temperaturas de calcificação nos foraminíferos (EMILIANI, 1955) fornecendo informações sobre o ciclo hídrico passado, o que pode ser muito bem aplicado nos sambaquis dado a sua composição. Estudos como o de DeMasi (2009) mostram a possibilidade de analisar a sazonalidade do sul catarinense através da variação isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ presentes em conchas provenientes de sambaquis.

Já o isótopo $\delta^{13}\text{C}$, assim como $\delta^{18}\text{O}$, em ostras, revela uma série de características interessantes, como os ciclos anuais relacionados às variações sazonais (HONG et al., 1995). A assinatura e $\delta^{13}\text{C}$, em ostras, mantém dados acerca de processos como metabolismo do ecossistema e mistura estuarina (FRITZ; POPLAWSKI, 1974). Os isótopos de carbono em carbonatos biogênicos são claramente complexos, uma vez que eles podem assimilar as assinaturas de diferentes ambientes, porém ao tratar a interpretação desses dados de forma cautelosa e criteriosa, é possível analisar os efeitos do paleoclima e paleoambiente nos indivíduos carbonáticos, principalmente no que concerne aos sambaquis. Os sambaquis são basicamente compostos por conchas (PROUS, 1992), logo, possuem grande quantidade de calcita biogênica, permitindo sem dificuldades a determinação dos teores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$.

Trabalhos como o de Jazwa e Mather (2012) mostram que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ das conchas de ostras de um sambaqui localizado em Ninigret Pond, nos Estados Unidos, evidenciando a consistência da entrada de água doce em seu ambiente de formação e sugerindo que esse sítio foi formado em um ambiente estuarino. Butler et al. (2009), a partir de análise de $\delta^{13}\text{C}$ em ostras, afirmam que é possível reconstruir a história de $\delta^{13}\text{C}$ de CID (Carbono Inorgânico Dissolvido) em água do mar e, por conseguinte, a história do papel do oceano como fonte para o CO_2 atmosférico, estabelecendo, assim, uma rede de cronologias que poderiam ser usadas para reconstruir uma história integrada dessa região climaticamente importante e viável.

Ferreira (2015), ao analisar as assinaturas isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ em espécimes carbonáticos para a região do salgado paraense, determinou que sedimentos desta região foram depositados em planície costeira circundada por áreas de mangue que gradualmente foram substituídas por vegetação de restinga. Dessa forma, é notória a importância de estudos isotópicos em materiais biogênicos, como vestígio de invertebrados carbonáticos, principalmente em sambaquis. Assim, este trabalho objetivou analisar as assinaturas isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ para o Sambaqui Porto da Mina, visando compreender os efeitos paleoclimáticos no ambiente de formação do sítio.

4.4.6 Simulações ecológicas como *proxies* para o estudo de sambaquis

4.4.6.1 Resiliência ecológica do Sambaqui Porto da Mina

Mudanças ambientais e climáticas foram frequentes durante o Quaternário, algumas relativamente abruptas como glaciações (MAYEWSKI et al., 2004), sendo catalogadas por arquivos ambientais na forma de registros de longo prazo, que contêm informações importantes e oferecem uma oportunidade única para estudar os padrões de mudança ecológica (WILLIS et al., 2010; WILLIAMS; BLOIS; SHUMAN, 2011). Entre esses registros, encontram-se aqueles relacionados à dinâmica da vegetação, e como acontece com qualquer outro sistema natural, a vegetação possui certa resiliência diante das mudanças ambientais (LÓPEZ-MERINO et al., 2017).

Essa resiliência pode ser descrita como a capacidade de um sistema permanecer próximo do equilíbrio após uma perturbação, ou seja, é a propriedade ou a capacidade de manter seu funcionamento saudável (WALKER et al., 2006), permanecendo dentro do mesmo regime, mantendo essencialmente sua estrutura e funções (HOLLING; GUNDERSON, 2002). A resiliência ecológica é considerada um componente de suma importância para o desenvolvimento do ecossistema, uma vez que por possuir capacidade de amortecimento e oportunidade de reorganização sistemática, fornece a memória ecológica a partir da diversidade de grupos funcionais (LUNDBERG; MOBERG, 2003).

No entanto, a capacidade de amortecer mudanças, naturais ou antropogênicas, varia em diferentes escalas espaciais e temporais, e às vezes envolve modificações/reorganizações graduais ou abruptas da estrutura e funcionamento em resposta a perturbações (DEARING, 2008). Assim, há uma necessidade de entender as respostas pós-perturbação da vegetação, já que a perturbação é um fator-chave que estrutura sua composição. Ritchie (1986) afirma que a

questão central dos paleoecólogos é medir com precisão a resposta da vegetação à mudança ambiental e expressar padrões diferentes de resposta em termos quantitativos.

Logo, para trabalhar de forma mais eficaz dentro de uma estrutura interdisciplinar e ter resultados que possam ser incorporados em debates contínuos, necessita-se examinar a utilidade das perspectivas derivadas da resiliência (REDMAN, 2005), que tem por objetivo entender a origem e o papel da mudança que estão se transformando em sistemas adaptativos (HOLLING; GUNDERSON; LUDWIG, 2002).

Com essa finalidade, modelos de sistemas ecológicos podem ser muito bem empregados. Eles representam estoques e fluxos de informação, material ou energia como conjuntos de equações diferenciais ligadas por meio de funções intermediárias e estruturas de dados (GILBERT; TROITZSCH, 1999). Assim, as interações humanas e ecológicas podem ser representadas dentro de sistemas de simulações (PARKER et al., 2003), principalmente em áreas da arqueologia como o estudo de sambaquis, em especial os sítios localizados em sistemas de redução.

Esse tipo de ecossistema é altamente suscetível a mudanças do nível do mar e climáticas, portanto, fornecem indicações úteis sobre variações ocorridas no ecossistema no passado (COHEN et al., 2005), bem como as possíveis causas ambientais que ocasionaram colapsos de uma população pretérita (DEAN et al., 2000). Desse modo, a simulação da resiliência ecológica possibilita a obtenção de uma gama informações que complementam outras metodologias, como análises isotópicas, fornecendo um conjunto de dados mais qualitativo e quantitativo.

Logo, evidencia-se a necessidade da aplicabilidade desse tipo de análise para o Sambaqui Porto da Mina, um vez que essa é uma *proxy* que, em conjunto com outras análises, proporciona informações mais consistentes e somatórias sobre possíveis mudanças ambientais ocorridas durante o tempo de atividade do sítio, e não apenas respostas baseadas em elementos empíricos.

4.4.6.2 *Relação entre dados multi-proxy relacionados ao clima*

A mudança antropogênica da cobertura da terra (ALCC) influenciou o clima global através de *feedbacks* biogeofísicos e biogeoquímicos para a atmosfera. Os efeitos biogeoquímicos do ALCC incluem as emissões de gases de efeito estufa e aerossóis da queima de biomassa, desmatamento, cultivo de arroz, entre outros. Os *feedbacks* biogeofísicos incluem a modificação da troca terra-atmosfera de momento e umidade, bem como os fluxos racional

e de calor (HE et al., 2015). Ellis e Ramankutty (2008) afirmam que o homem alterou drasticamente a superfície da Terra por meio de práticas agrícolas e industriais, o que acarretou a transformação de mais de 50% dos biomas naturais em biomas antropogênicos.

Segundo Bartlein et al. (2011), o nível de científicismo dos efeitos biogeofísicos da ALCC ainda é incompleto, exigindo o desenvolvimento de novas metodologias a fim de melhorar estas dificuldades. Apesar de existirem inúmeras informações por meio dos registros de *proxy*, ainda é difícil obter uma determinação precisa das condições climáticas passadas (LI et al., 2006; BREITENBACH et al., 2012; RESCHKE; RECHFELD; LAEPPLER, 2019). Tal problema é identificado por Huguet et al. (2006), que destaca a necessidade de compreender o sistema climático e sua variabilidade por meio do conhecimento sobre o clima do período pretérito.

O sinal que pode ser recuperado dos registros de arquivo paleoclimáticos depende de vários processos temporais (registro sazonal, datação), geológicos (mistura, transporte, classificação), biológicos (vida útil dos organismos, profundidade do habitat, bioturbação) e químicos (preservação e dissolução) (LEDUC et al., 2010; LOHMANN et al., 2013). Logo, as variações de *proxy* não só contêm o sinal climático de interesse (por exemplo, temperatura média anual), mas também outras influências climáticas, bem como a variabilidade não climática. Isso representa um desafio para a interpretação de sinais *proxy*, especialmente em comparações sistemáticas de dados-modelo e esforços quantitativos de síntese de dados (ROSELL-MELÉ; PRAHL, 2013). De acordo com Reschke, Rechfeld e Laepple (2019), diferentes abordagens foram propostas em um esforço para aliviar esse problema e melhorar as análises:

I. Obter uma melhor compreensão estatística ou mecanicista de como e o que um proxy realmente registra;

II. Modelagem do sinal proxy;

III. Análises detalhadas e especializadas de sites individuais (RESCHKE; RECHFELD; LAEPPLER, 2019, p. 521).

Os registros de pesquisas com base em arquivos climáticos fornecem evidências sobre mudanças climáticas passadas, mas o sinal registrado é afetado por efeitos não relacionados ao clima, bem como pela incerteza do tempo. Como as reconstruções climáticas baseadas em

proxy são frequentemente utilizadas com o intuito de testar modelos climáticos e para inferir quantitativamente o clima passado, necessita-se melhorar a compreensão do conteúdo do sinal de registro de *proxy*.

A partir desse princípio, buscou-se neste trabalho analisar os dados de modelagem climática (precipitação e temperatura) como objeto de confirmação para análises geoquímicas e não somente sua atuação como indicador climático. Dessa forma, tentou-se uma nova maneira de reduzir possíveis erros e incertezas ocasionados pelo tempo passado. Para melhorar a certeza dos dados, foi escolhido o conjunto de dados *TraCE-21ka* (LIU; TEGMARK; ZALDARRIAGA, 2009), originado pela simulação do clima transiente entre o 22-PB e 1990CE e baseado em um CCSM3, totalmente acoplado com uma resolução atmosférica de T31_gx3 (96 por 48 horizontal grade correspondente a 3,75° em latitude e longitude). Assim, neste estudo, estimou-se as relações dos registros proxies climáticas utilizadas em compilações locais do Holoceno intermediário e tardio (últimos 8.000 anos). Isso é possível por meio de uma comparação da correlação de séries temporais de *proxy* de simulação *TraCE-21ka*.

4.4.6.3 Mudanças do uso e cobertura da terra durante o Holoceno

A Amazônia atual pouco se parece com aquela dos tempos pré-coloniais, onde as populações possuíam grande domínio e conhecimento acerca do uso biodiversidade existente (SILVA, 2010). A utilização da biodiversidade provavelmente era condicionada pela sazonalidade, ou seja, para se obter caça, era necessário conhecer o a estação que favoreceria a prática de acordo com o ambiente e o animal a ser abatido (MOREIRA, 2010). Com relação a pesca, assim como a caça, esta era melhor favorecida dependendo da do período sazonal, bem como o roçado que possuía sua fundamentação para as áreas agrícolas (SILVA, 2010).

Esse domínio de ecossistema, em que as populações humanas foram responsáveis pela modificação de ambientes naturais em territórios (MONTEIRO, 1957) durante o Holoceno, pode ser considerado uma força motriz para a alteração do ambiente não habitável em habitável, constituído pelas populações pré-coloniais (SILVA, 2010). Essa mudança para um ambiente cultural pode ter sido causada pela incorporação do manejo do ecossistema de forma mais intensiva, com o intuito de assistir às necessidades dos habitantes desse ambiente e, preservar os recursos naturais. Dessa maneira, poderia haver uma interação harmoniosa no que cerne a manutenção dos recursos naturais disponíveis na região explorada (MORAN, 2008).

Estas transformações acarretaram mudanças do uso e cobertura da terra que, com o passar dos anos, durante o Holoceno tardio, determinaram, em parte, a vulnerabilidade de lugares e pessoas às perturbações climáticas, econômicas ou sócio-políticas (KASPERSON et al., 2005).

Nos últimos séculos, a agricultura industrializada, a silvicultura e o rápido crescimento da população urbana e rural conduziram à homogeneização global das paisagens (TURNER, 1990). Tal fato se deu, principalmente, com a chegada dos europeus, durante a qual iniciou-se um período caracterizado por taxas crescentes de extração de madeira de ecossistemas nativos, sobretudo para a construção de aldeias, barcos, postes de vedação, etc. (ARNESTO et al., 2009). Além disso, florestas foram desmatadas para abrir terras para agricultura e pastoreio de gado e intensamente registrados para fornecer combustível para uso doméstico e operações de mineração. Estima-se que durante o século XIX a devastação das florestas foi extremamente rápida, não apenas da Amazônia Legal Brasileira, mas também nas áreas de florestas circundantes, onde as fundições de queima de madeira levaram a uma enorme perda de cobertura, especialmente no norte brasileiro (BAHRE, 1979).

A arqueologia, desde o início da década de 1970, começou a utilizar modelos para testar possíveis explicações para os fenômenos observados, baseando sua modelagem nas informações limitadas disponíveis do passado (PARKER et al., 2003). Esses modelos têm se concentrado principalmente no surgimento e colapso de sociedades complexas. A incorporação de modelos de MAS (Sistema Multi-Agente)/LUCC (*Land Use Cover Change*), ou Uso da Terra e Mudança da Cobertura, como um meio de incorporar informações espaciais em seus modelos em estudos arqueológicos tem se intensificado.

Autores como Dean et al. (2000) pesquisaram sobre a causa do colapso dos Anasazi por volta de 1300 AP, no Arizona. Os autores inferiram que tanto as questões sociais quanto ambientais (seca) ocasionaram o colapso dessa sociedade. Simulando as decisões individuais das famílias em uma paisagem muito detalhada das condições físicas do ambiente local, os autores refutam a hipótese de que os fatores ambientais sozinhos seriam responsáveis pelo colapso. Kohler et al. (2000) explanaram sobre as razões pelas quais houve períodos durante os quais o povoado do Pueblo vivia em aldeias compactas, enquanto em outros tempos viviam em aldeias dispersas. Os resultados desse modelo mostram a importância dos fatores ambientais relacionados à disponibilidade de água para as mudanças de povoamento.

Trabalhos como o de Salemi et al. (2016) evidenciam como é possível inferir as modificações do uso da terra no passado. Os autores utilizaram dados obtidos através de

análises de isótopos estáveis de carbono em sedimentos e avaliaram as influências passadas e presentes do uso da terra em que as áreas ripícolas estão sujeitas dentro de paisagens agrícolas. Asouti e Austin (2005) mostram que a análise química e mineralógica do carvão vegetal e sedimentos de sítios arqueológicos é uma metodologia viável para investigar a vegetação passada e sua exploração por sociedades humanas, desde que sejam seguidos os procedimentos adequados de amostragem, subamostragem e analítica, com devida consideração ao padrão de assentamento, ao contexto de deposição e à duração e tipos de atividades associadas, como uso de combustível (doméstico, industrial, etc.).

Arnesto et al. (2009) avaliou as mudanças ocorridas na cobertura da terra no sudoeste da América do Sul nos últimos 15.000 anos AP, analisando, sobretudo, a transição holocênica por meio de vestígios botânicos, onde notou-se que as mudanças da cobertura florestal nos últimos milênios responderam a fatores climáticos e sociais variáveis, e foram associadas, em grande parte, à colonização europeia de novos territórios e práticas de exploração insustentáveis.

Assim, é relevante avaliar a importância relativa dos condutores físicos *versus* antropogênicos de transições de terra durante o Holoceno no litoral norte do país e discutir como é possível antecipar ou modificar os resultados iminentes das tendências de cobertura da terra (PRIMACK et al., 2001). Pois, mesmo com as melhorias tecnológicas como a caracterização da cobertura terrestre por meio de satélite de observação, os dados sobre os usos da terra não são suficientemente conhecidos para esse tipo de paisagem (IPCC, 2007). Os modelos atuais são deficientes em dados geográficos para parametrização e testes e, o mais importante, em teoria básica sobre os controles das emissões desse ecossistema para a atmosfera (VERCHORT et al., 2000).

Nesse sentido, estudos que englobem dados sobre as mudanças do uso e cobertura da terra em períodos mais antigos, fazendo-se uso de informações produzidas em sítios arqueológicos, como os sambaquis, podem auxiliar na melhor avaliação dos modelos atuais (DAVIDSON; ARTAXO, 2004). Análises de dados de modelos como KK10, que basicamente consiste no cálculo do desflorestamento antropogênico a partir do modelo responsável pela suposição central de que os humanos usam a terra de forma mais intensiva em todas as regiões do mundo, com o aumento da densidade populacional e da escassez da terra (KAPLAN et al., 2010), podem ser muito bem empregados para tais tipos de estudos.

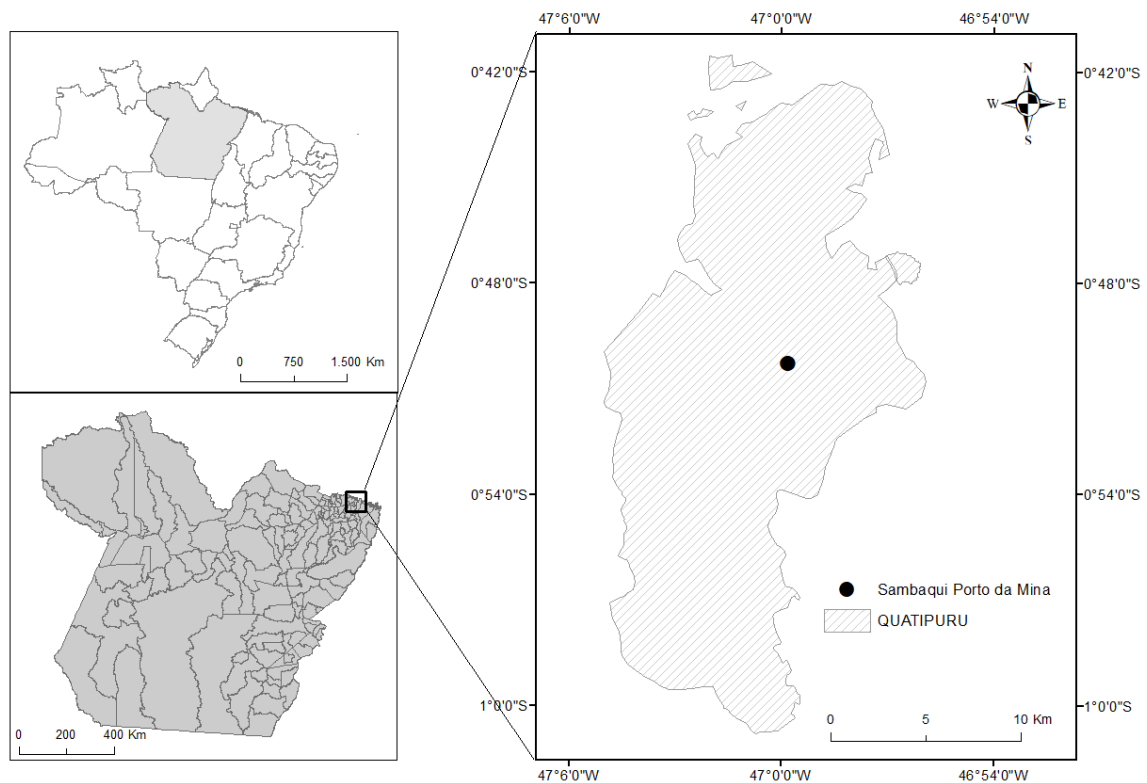
Essa análise, devido à natureza interdisciplinar dos fenômenos envolvidos, torna-se importante, uma vez que através de uma compreensão histórica e integrada das relações sociais com o ambiente físico será possível desenvolver modelos explicativos mais robustos para orientar políticas de uso da terra em regiões litorâneas. Logo, denota-se a necessidade da aplicabilidade de pesquisas sobre o uso e cobertura da terra, compostas tanto com dados do período mais atual quanto de períodos pretéritos, analisando as mudanças de paisagens entre as eras geológicas Holoceno, auxiliando assim, no enriquecimento de dados sobre as possíveis mudanças do uso e cobertura da terra com a evolução do tempo para a localidade do sítio Porto da Mina.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

O Sambaqui Porto da Mina localiza-se no município de Quatipuru (PA) e pertence à mesorregião Nordeste paraense e à microrregião Bragantina, localizando-se na latitude $00^{\circ} 53' 49''$ Sul e longitude $47^{\circ} 00' 19''$ Oeste, com uma altitude de 29 metros, fazendo limite ao Norte, com o oceano Atlântico, a Leste e ao Sul, com os municípios de Tracuateua e Capanema, respectivamente, e a Oeste, com os municípios de Primavera e São João de Pirabas (Figura 6) (LOPES; GASPAR; GOMES, 2018).

Figura 6 - Localização do município de Quatipuru - PA (em destaque) onde encontra-se a área de estudo.

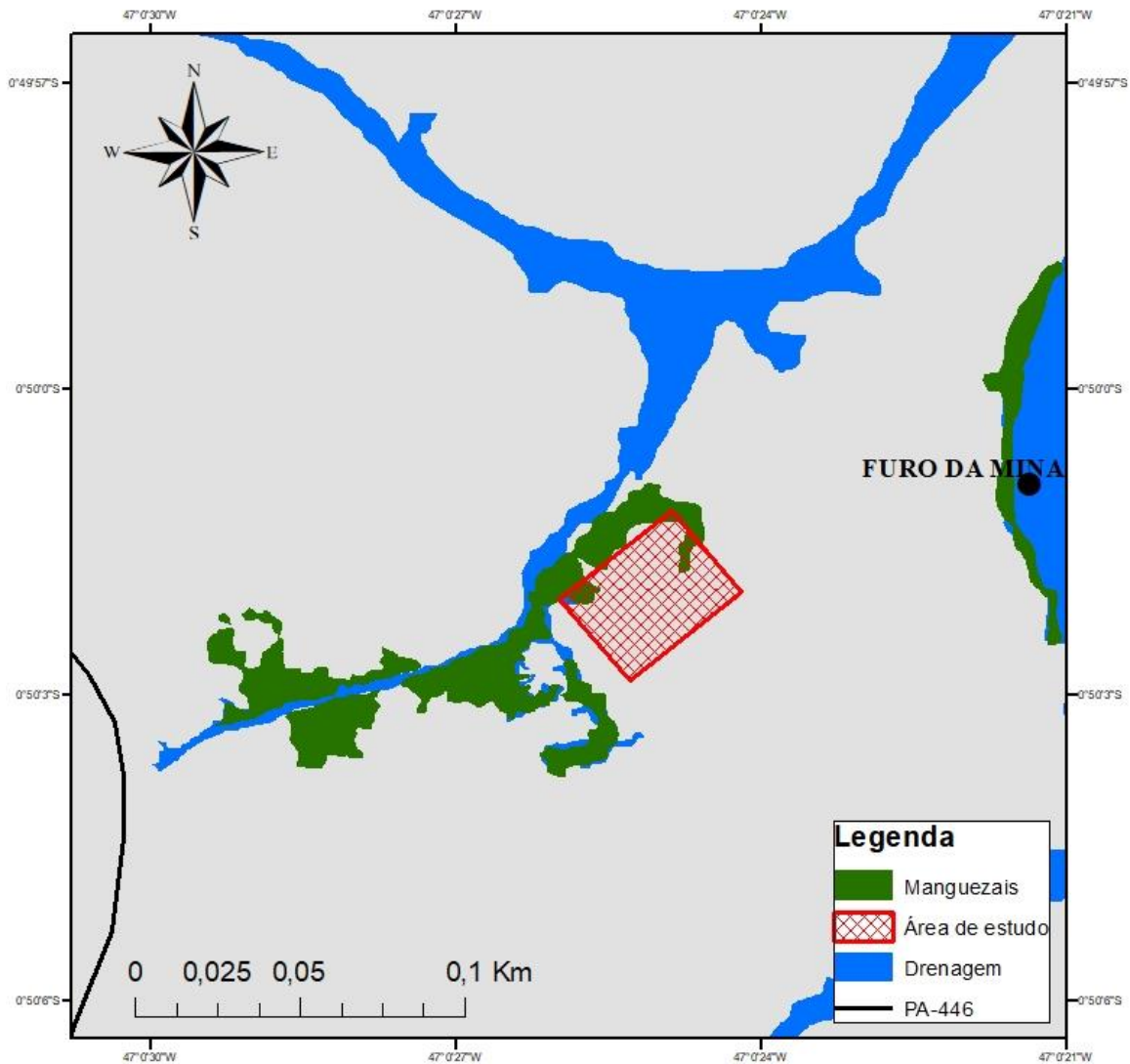


Fonte: Almeida et al. (2020).

O posicionamento atual do sambaqui no ecossistema de Quatipuru foi ilustrado conforme a figura 7. É importante frisar que, atualmente, o sambaqui Porto da Mina encontra-se afastado do litoral à 7 km de Quatipuru, com acesso pela rodovia PA-446, sendo necessário, posteriormente, percorrer um caminho (picada) que conduz à área sul do sambaqui a 130 m da referida rodovia. O sítio, localizado perto do igarapé Furo da Mina (SIMÕES, 1970; 1981;

LOPES, 2016), encontra-se sobre substrato arenoso e possui o formato oval, característicos de um sítio do tipo sambaqui.

Figura 7 - Localização do Sambaqui Porto da Mina.



Fonte: Da autora.

De acordo com Lopes (2016) e Lopes, Gaspar e Gomes (2018), o Sambaqui Porto da Mina possui dimensões de 3.380 m², formato triangular, com grande incidência de cavidades resultantes, possivelmente, de ações antrópicas, visando principalmente a utilização do material siltico-argiloso para a correção de solo para a agricultura, para adubos e etc., bem como biológicas (bioturbações).

Este sítio possui datação remetente à 5.280 ± 30 anos AP, porém resalta-se a existência de três datações diferentes para o sítio, realizadas por Simões (1981), Roosevelt (1995) e Lopes (2016) conforme mostra a tabela 1. Este trabalho considerou a datação de Lopes (2016), uma vez que é a mais recente.

Tabela 1 - Datações para o Sambaqui Porto da Mina.

Simões (1981)		
Profundidade	Material Analisado	Datação
68-80 cm	Cerâmica	4.380 ± 80 AP
120-140 cm	Carvão	5.115 ± 195 AP
180-200 cm	Carvão	5.070 ± 95 AP
180-200 cm	Cerâmica	5.050 ± 85 AP
300-320 cm	Carvão	4.340 ± 235 AP
Roosevelt (1995)		
60-80 cm	Concha	4.740 ± 80 AP
60-80 cm	Carvão	4.610 ± 55 AP
180-200 cm	Concha	4.695 ± 80 AP
220-240 cm	Carvão	4.750 ± 65 AP
280-300 cm	Carvão	5045 ± 95 AP
Lopes (2016)		
30-40 cm	Carvão	130.9 ± 03 pMC
130-140 cm	Carvão	5.070 ± 30 AP
230-240 cm	Carvão	5.200 ± 30 AP
260-270 cm	Carvão	5.280 ± 30 AP

Fonte: adaptado de Lopes (2016).

5.2 Coleta das amostras

5.2.1 Amostras não biológicas

Amostras não biológicas, no caso substratos, foram coletadas, seguindo cortes estratigráficos de 200 cm x 400 cm x 270 cm conforme descrito no trabalho de Lopes, Gaspar e Gomes (2018) e visualizado na figura 8. A coluna sedimentar (Figura 9) foi seccionada a cada 10 cm. Com base na coloração observada no topo do sambaqui (0-10 cm) duas amostras foram selecionadas, de forma a abranger qualquer variação existente no testemunho. Posteriormente o material coletado foi peneirado em malha de 2 mm para a triagem. Com base na composição do perfil e na datação com ^{14}C foram identificadas quatro camadas de deposição cujas datações e os intervalos estão listadas na Tabela 1.

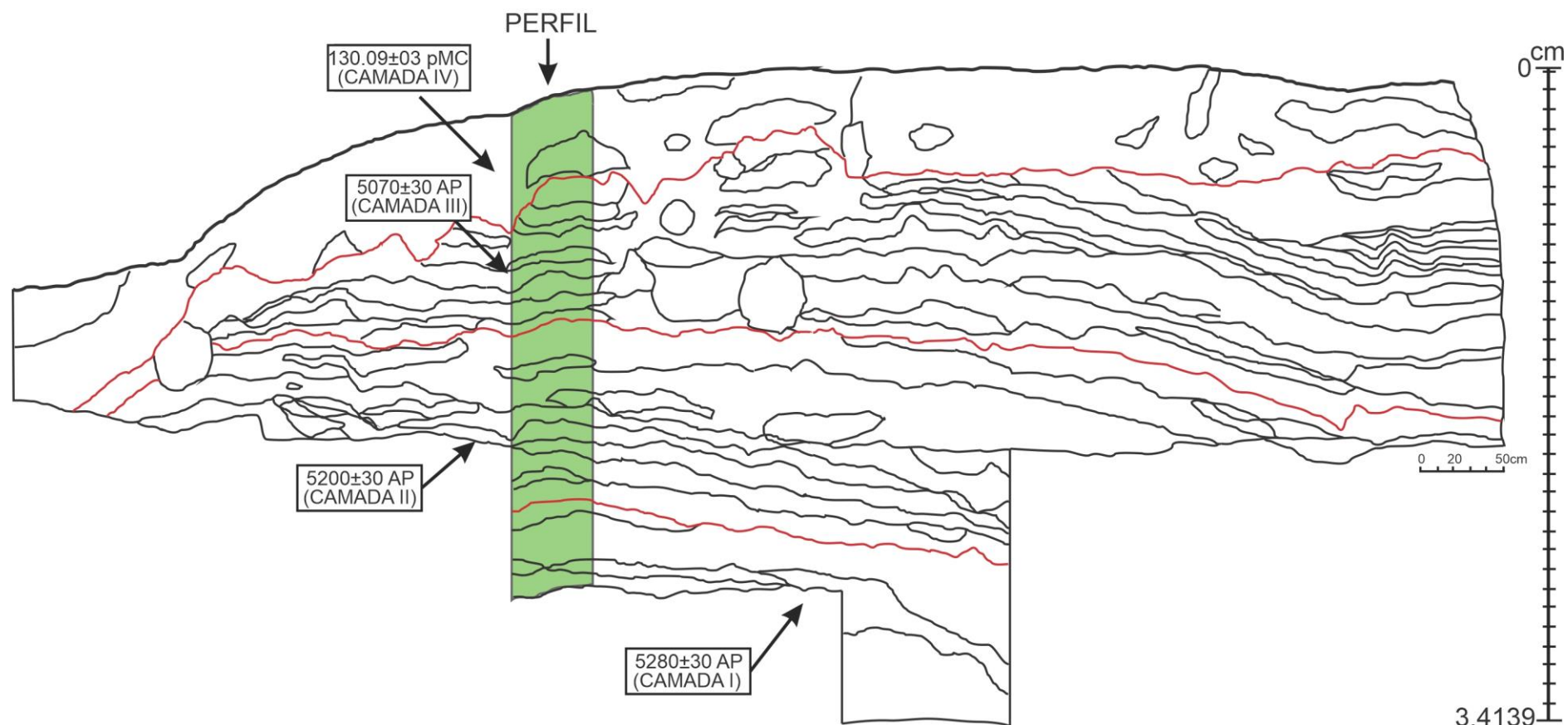
Ao todo, são 27 amostras de sedimento referentes ao sambaqui estudado, que estão depositadas no Laboratório de Palinologia do Museu Paraense Emílio Goeldi e foram gentilmente cedidas pelo Dr. Paulo Roberto do Canto Lopes para a aplicação de análises *multi-proxy*, buscando avaliar as distinções ambientais do sambaqui ao longo do seu período de ocupação, submetendo-as às determinações isotópicas, mineralógicas, químicas e biológicas.

Figura 8 - Sambaqui Porto da Mina durante a escavação do perfil.



Fonte: Adaptado de informações pessoais da Dr.^a Milena Carvalho

Figura 9 - Esquema do Sambaqui Porto da Mina, com localização do perfil sedimentológico registrado nessa pesquisa (em verde) e as camadas naturais determinadas para o sambaqui (limites de cada uma em vermelho).



Fonte: Adaptado de Lopes (2016).

5.2.2 Amostras biológicas

Assim como os substratos, os vestígios compostos por invertebrados carbonáticos, referentes ao sambaqui do Porto da Mina, foram coletados ao longo da coluna bio-antracológica. Vale ressaltar que os vestígios estão em processo de tombamento na Coleção Arqueológica do Museu Paraense Emílio Goeldi.

5.3 Metodologia

5.3.1 Análise física do material abiótico

Visando compreender o ambiente de formação do Sambaqui Porto da Mina, analisaram-se as informações referentes à granulometria do material siltico-argiloso, bem como a relação destes com a configuração arqueológica do sambaqui. Estas amostras foram separadas obedecendo os níveis artificiais escavados (10 cm), totalizando assim, 27 amostras. Alíquotas de 200g foram secas em estufas e posteriormente foram peneiradas, utilizando peneiras de 180, 200 e 250 *mesh*.

5.3.2 Análise mineralógica

As análises mineralógicas dos sedimentos foram realizadas por Difração de Raios-X (DR-X) no Laboratório de Caracterização Mineralógica (LCM) do Instituto de Geociências da UFPA. O difratômetro utilizado foi o X'PERT PRO MPD, equipado com goniômetro PW 3040/60 (theta-theta) da PANalytical, com anodo de cobre ($\lambda_{CuK\alpha 1} = 1,5406 \text{ \AA}$), filtro $K\beta$, gerador de tensão de 40 kV e corrente de 30 mA. O intervalo de varredura foi de 5° a $75^\circ 2\theta$, com passo de $0,02^\circ 2\theta$ e duração do passo de 5 segundos, aproximadamente. Os difratogramas obtidos foram interpretados com auxílio do *software* X'PERT HIGHSCORE e por comparação com as fichas PDF (*Powder Diffraction Files*) através do *software* PCPDFWIN do ICDD (*International Center for Diffraction Data*).

5.3.3 Análise química

As análises químicas voltadas para os elementos maiores foram realizadas por Espectrometria de Fluorescência de Raios-X (FR-X) também junto ao Laboratório de Caracterização Mineralógica (LCM). Empregou-se o espectrômetro WDS sequencial, modelo

Axios Minerals da marca *PANalytical*, com tubo de raios-X cerâmico, anodo de ródio (Rh) e máximo nível de potência 2,4 KW.

5.3.4 Identificação taxonômica

A identificação taxonômica foi centrada nos vestígios carbonáticos recuperados no sítio. Para tal, foi realizada comparação dos mesmos com os indivíduos de espécies recentes e literaturas especializadas como Cantera (1991), Ruppert, Fox e Barnes (2005), Danadai et al. (2006); Ceuta (2010), Brabo, Souza e Santana., (2013) etc., e chaves taxonômicas baseadas em referências amplamente utilizadas e disponíveis para consulta nos principais indexadores da área como *Scielo*, *Science Direct*, *Jstor* entre outros.

5.3.5 Análise de isótopos estáveis $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$

Para auxiliar na determinação das condições ambientais de formação dos sambaquis, foram realizadas determinações de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ na matéria orgânica contida nas 27 amostras de sedimentos provenientes de cada nível estratigráfico da coluna bio-antracológica. As amostras foram primeiramente preparadas em laboratório, conforme segue:

- 1 - Separação das amostras em alíquotas de 50g;
- 2 - Descarboxilação por meio de HCl a 10%;
- 3 - Secagem das amostras em estufa a 60 °C;
- 4 - Padronização de peso (10g);
- 5 - Acondicionamento adequado.

Após essas etapas, as amostras foram enviadas para análise ao Laboratório de Isótopos Estáveis do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP). Em laboratório, as amostras foram analisadas através do espectrômetro de massa *Thermo Scientific* (Modelo Delta Plus), o qual determinou o fracionamento $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$. Para comparação de dados, utilizou-se o padrão de referência internacional *Viena Pee Dee Belemnite* (VPDB). Por fim, o fracionamento isotópico foi expresso com a notação convencional (δ) em partes por mil (‰), e calculado de acordo com a equação:

$$\delta X = [(R_{\text{amostra}} / R_{\text{padrão}}) - 1] \times 1000$$

X representa o $\delta^{13}\text{C}$ ou $\delta^{15}\text{N}$ e R é a relação isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$. A precisão das determinações isotópicas é próxima de $\pm 0,2 \text{ ‰}$ ($\delta^{13}\text{C}$; $\delta^{15}\text{N}$).

5.3.6 Análises isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$

Para a determinação da paleotemperatura do sambaqui Porto da Mina realizou-se análises dos isótopos de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ em espécimes de ostras. As amostras de valvas de ostras foram enviadas ao Laboratório *Iso-Analytic* e analisadas pelo método CF- IRMS (*Continuous Flow Isotope Ratio Mass Spectrometry*).

5.3.7 Modelagem da resiliência ecológica

A fim de corroborar os resultados obtidos por meio das análises isotópicas, realizou-se análise ecológica a partir de modelos de resiliência ecológica. Para modelar a distribuição dos ecossistemas, utilizou-se o pacote biomod2 implementado no *software* R (THULLER et al., 2009). Os modelos de distribuição foram padronizados a partir dos dados de presença/ausência de cada ecossistema e os preditores climáticos para o ponto da localidade do Sambaqui Porto da Mina em específico. A simulação considerou *proxies* como resiliência e foi determinada a partir de uma escala de 8 mil anos AP.

Para tal, adotou-se a metodologia proposta por Anjos (2017), fundamentada na estratégia de *ensemble*, que consiste em realçar as predições mais consensuais entre diferentes métodos de simulação, minimizando, assim, o efeito das possíveis inconsistências nos modelos de simulação (DINIZ-FILHO et al., 2009). A modelagem foi realizada a partir da execução de assembleia de métodos de simulação ecológica, a saber:

- a) *Bioclim* (SRE);
- b) *Classification Tree Analysis* (CTA) (SCULL; FRANKLIN; CHADWICK, 2005);
- c) *Maxent* (PHILLIPS et al., 2016);
- d) *Random Forest* (RF) (BREIMAN, 2001);
- e) *Generalized Linear Models* (GLM) (GUISAN; EDWARDS; HASTIE, 2002);

- f) *Generalized Additive Models* (GAM) (HASTIE; TIBSHIRANI, 1986);
- g) *Function Discriminant Analysis* (FDA) (MANEL; DIAS; ORMEROD, 1999);
- h) *Artificial Neural Networks* (ANN) (MANEL; DIAS; ORMEROD, 1999);
- i) *Multiple Additive Regression Splines* (MARS) (FRIEDMAN, 1991).

Ainda de acordo com Anjos (2017), para cada método foram executadas 10 réplicas com partição de 75% e 25% para treino e teste, respectivamente. A avaliação da qualidade dos modelos produzidos pelos diferentes métodos foi feita com as métricas *True Skill Statistics* (TSS) e *Receive Operating Characteristic* (ROC). Os melhores modelos para compor a assembleia foram selecionados utilizando a métrica (TSS) responsável pela quantificação da qualidade combinando sensibilidade e especificidade (ALLOUCHE; TSOAR; KADMONN, 2006). Para efeito de limiar, foram considerados para compor o *ensemble* apenas os modelos com valores iguais ou maiores a TSS=0.7. O modelo de distribuição consensual foi obtido através da média aritmética entre os melhores modelos dos diferentes métodos (DINIZ-FILHO et al., 2009).

5.3.8 Modelagem climática

Para melhor avaliar e corroborar os dados obtidos por meios das análises geoquímicas, aplicou-se também modelos climáticos, o Modelo de Circulação Global *Trace-21ka*, a partir do ponto de localização específica do sítio. O modelo simulou transições de temperatura em uma escala de 8 mil anos AP. *TraCE-21ka* é uma simulação transiente do clima global desenvolvida com base no modelo CCSM3 (ANJOS, 2017), com resolução de $\sim 3.75^\circ$ latitude-longitude. Mais especificamente, é um modelo acoplado de interação atmosfera-oceano-criosfera terrestre AOILGCM (*Atmospheric-Ocean-Ice-Land Global Circulation Model*). As principais forçantes e condições iniciais consideradas na simulação foram: (1) concentração de CO₂; (2) insolação dependente da mudança de parâmetros orbitais terrestres; (3) o derretimento de calotas polares glaciais e (4) a variação no nível do mar (ANJOS, 2017). *TraCE-21ka* é a simulação mais robusta disponível e tem sido usada em vários estudos com diversas aplicações, sendo uma referência no auxílio à avaliação da acurácia de dados observados atuais (MARSON et al., 2014).

As variáveis utilizadas para simulação do paleoclima extraídas das simulações do TraCE21k são a temperatura do ar próximo a superfície (TSA) e precipitação (PREC), ambas medidas em valores mensais. A unidade de medida da temperatura adotada é o grau Celsius (°C) e a de precipitação é o milímetro mensal (mm/mês). Os dados originais do *TraCE-21ka* foram copiados do *Earth System* e possuem extensão global, resolução espacial de 3.75° (~416 km) e estão no formato netCDF. Para acessar e extrair os dados da simulação foi utilizado o protocolo proposto por Lima-Ribeiro et al. (2015) e adaptado por Anjos (2017).

5.3.9 Análise da evolução das modificações do uso e cobertura da terra

A análise da evolução das modificações do uso e cobertura da terra para a área do Sambaqui Porto da Mina foi realizada por meio da simulação do uso antropogênico do uso da Terra através do modelo KK10, que consiste no cálculo do desflorestamento antropogênico. Tais dados permitem a melhor compreensão sobre o modo de assentamento da população pretérita do sambaqui, identificando se eles possuíam um estilo de vida nômade ou não. Nessa modelagem, considerou-se, assim como os outros modelos, uma escala de tempo de 8 mil aos AP.

6 RESULTADOS

6.1 Caracterização geológica do Sambaqui Porto da Mina

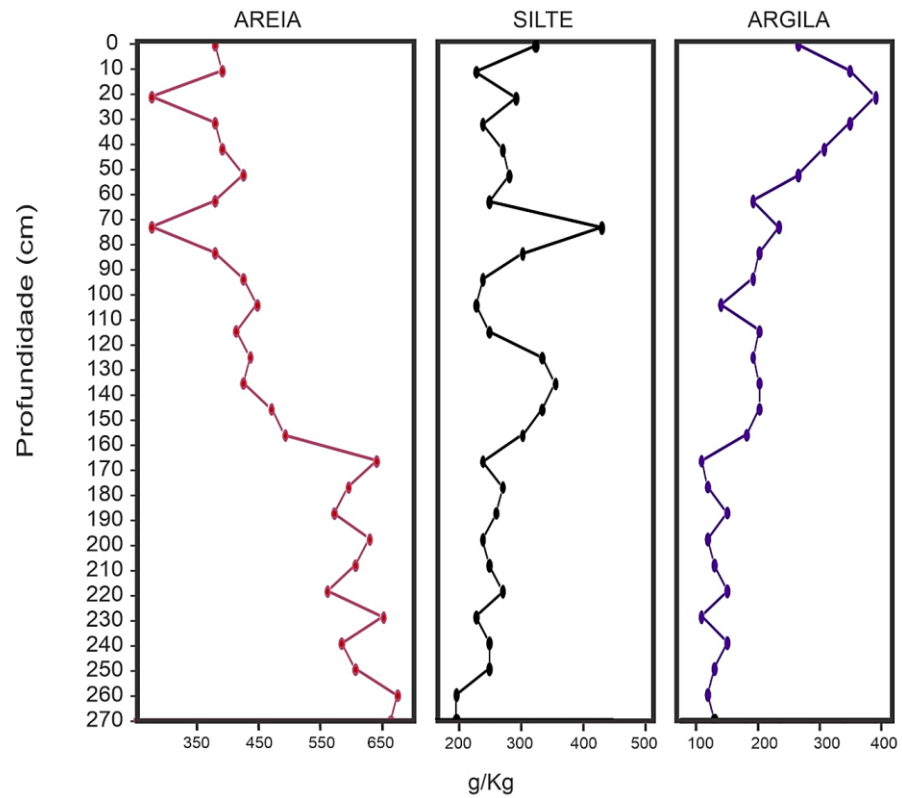
6.1.1 Descrição do perfil sedimentológico

Como será descrito aqui, a análise do perfil descritivo elaborado no sambaqui Porto da Mina revelou mistura de sedimentos com diversos tipos de concha, restos de ossos (principalmente peixes) e fragmentos arqueológicos líticos e cerâmicos. A análise dos constituintes e da organização interna desse sambaqui revelou origem complexa não totalmente antropogênica, como considerado até então, tendo importante participação de processos sedimentares, como será discutido no próximo capítulo. Para melhor compreender o processo de formação desse material, nesse capítulo apresenta a descrição detalhada de seus vários constituintes, incluindo aspectos geológicos (sedimentológicos, mineralógicos e químicos) e biológicos

A análise granulométrica indicou distribuição geral granodécrescente ascendente, caracterizada pelo decréscimo na proporção de areia com aumento na proporção de silte e argila para o topo (Figuras 10 a 12). Esse padrão granulométrico geral é também refletido internamente sob forma de vários ciclos granodécrescentes de menor escala, que podem chegar até cerca de 70 cm de espessura (Figura 12).

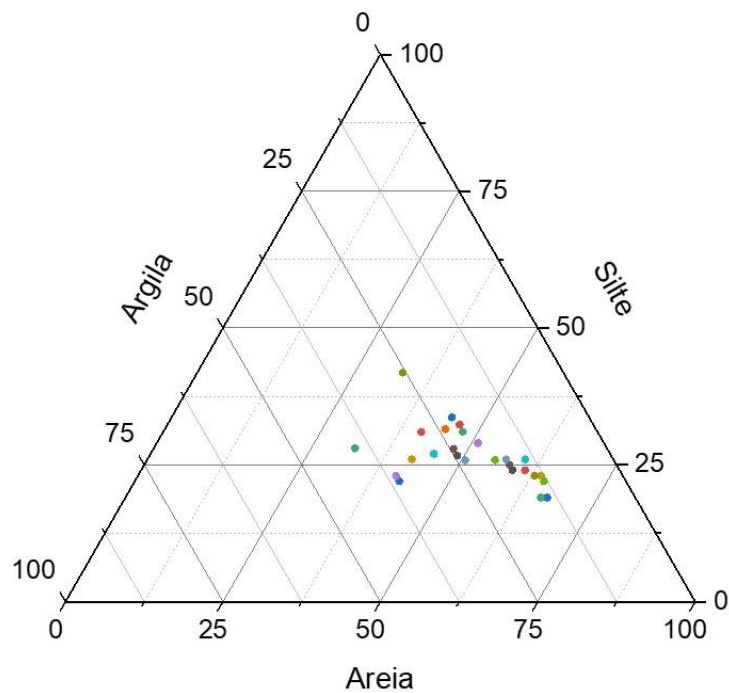
De maneira geral, a análise granulométrica indicou frações compostas por areia siltosa, areia argilosa, silte argiloso, argila siltosa e argila arenosa, com predomínio de uma configuração composta por sedimentos não consolidados, de granulometria predominantemente fina (silte e argila), embora em volume, as areias sejam mais abundantes em determinados níveis, o que está em conformidade com o perfil de outras áreas adjacentes (SOUZA-FILHO et al., 2005; BRITO et al., 2009).

Figura 10 - Composição granulométrica dos sedimentos do Sambaqui Porto da Mina.



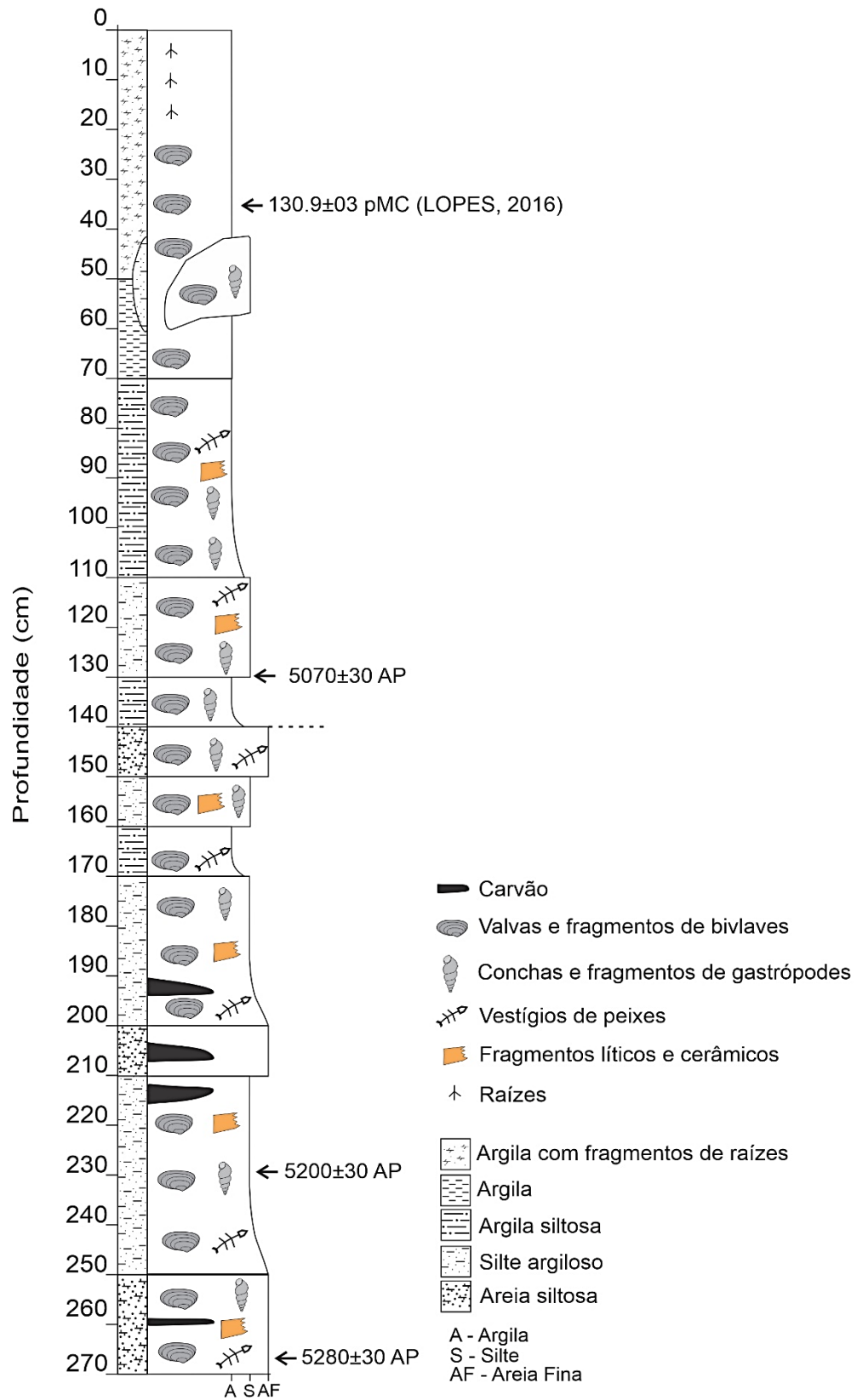
Fonte: Da autora.

Figura 11 – Classificação simplificada dos sedimentos do Sambaqui Porto da Mina.



Fonte: Adaptado de Shepard (1954).

Figura 12 - Perfil sedimentológico do Sambaqui Porto da Mina.



Fonte: Adaptada das datações obtidas de Lopes (2016).

6.1.2 Mineralogia

A análise mineralógica das amostras de sedimentos por difração de raios-X indicou a presença de quartzo, calcita e hematita (Apêndice A.1 a A.9). A distribuição destes minerais ao longo do perfil estudado não é homogênea, sendo a base dominada por quartzo e pobre em calcita e hematita.

Assim como o quartzo, a calcita varia de mineral acessório a principal nos sedimentos do Sambaqui Porto da Mina. Outros elementos como óxidos de ferro (Fe) (Apêndice C), principalmente na forma de hematita, foram identificados ao longo de toda coluna bio-antracológica (Apêndice A.1 a A.9).

6.1.3 Composição química do sedimento do sambaqui Porto da Mina

A composição química dos sedimentos é dominada por óxido de cálcio (CaO), dióxido de silício (SiO₂), óxido de alumínio (Al₂O₃) e pentóxido de fósforo (P₂O₅) (Tabela 2). O cálcio é o principal componente, sendo seguido por SiO₂, o que é condizente com o predomínio de calcita e quartzo nas amostras estudadas visualizadas, também, nas micrografias por MEV (Microscopia Eletrônicas de Varredura) e nas análises por EDS (Espectroscopia por Energia Dispersiva) (Apêndice C).

Tabela 2 - Composição química (em porcentagem) das amostras de sedimento do Sambaqui Porto da Mina.

Profundidade (cm)	Na₂O	MgO	Al₂O₃	SiO₂	P₂O₅	K₂O	CaO	TiO₂	Fe₂O₃
10	0,24	0,67	4,8	11,9	3,5	0,13	41	0,2	1,1
20	0,12	0,86	17,2	47,6	3,6	0,32	8,1	0,76	4,5
30	0,1	0,92	19,4	49,8	4,6	0,37	5,1	0,88	5,3
40	0,14	0,8	16,3	46,7	5	0,3	10,2	0,7	4,3
50	0,19	0,67	12	32,8	6,9	0,28	22,4	0,51	3,6
60	0,17	0,76	13,1	35,5	7,9	0,3	19,3	0,56	3,5
70	0,18	0,88	12,1	25,5	9,6	0,3	26,3	0,57	3,2
80	0,2	0,85	9,8	21,6	9,4	0,24	31	0,42	2,6
90	0,21	0,79	8	18,6	7,9	0,22	34,7	0,36	2
100	0,2	0,86	6,7	14,4	6,6	0,18	38,2	0,31	1,6
110	0,2	0,79	6,4	17,6	4,6	0,19	38,2	0,3	1,5
120	0,24	0,73	6,2	17,2	3,9	0,19	39	0,27	1,5
130	0,29	0,58	5,2	13,6	3,8	0,17	41,9	0,25	1,4
140	0,27	0,64	6,1	15	5,5	0,19	39,1	0,27	1,6
150	0,33	0,61	4,8	12,3	3,9	0,15	42,4	0,22	1,2
160	0,31	0,65	3,7	11,8	3,5	0,13	44,4	0,2	1,2
170	0,34	0,52	2,4	9,2	2	<0,1	47,6	0,13	0,81
180	0,32	0,57	2,8	9,5	2,3	0,1	47,3	0,14	0,84
190	0,41	0,44	2,8	10,6	1,6	0,1	46,7	0,15	0,8
200	0,42	0,43	2,8	10,3	2,1	.	47,1	0,15	0,81
210	0,33	0,59	2,6	7,9	2,8	.	47,3	0,14	0,74
220	0,31	0,73	2,9	7,6	3	.	46,9	0,14	0,82
230	0,3	0,85	2,9	8	2,6	.	47	0,15	0,77
240	0,37	0,64	2,9	8,7	1,8	.	47,5	0,14	0,78
250	0,56	0,32	2,5	8,5	1	.	48,7	0,12	0,7
260	0,53	0,32	2,5	11	1,2	.	48,3	0,16	0,79
270	0,42	0,34	2,3	9,5	1,1	.	49,1	0,13	0,67
Média Geral	0,28	0,66	6,9	18,62	4,14	0,21	36,73	0,31	1,84
M.C.¹	3,2	3,7	15,1	61,50	0,18	2,4	5,5	0,68	6,28

Fonte: Da autora.

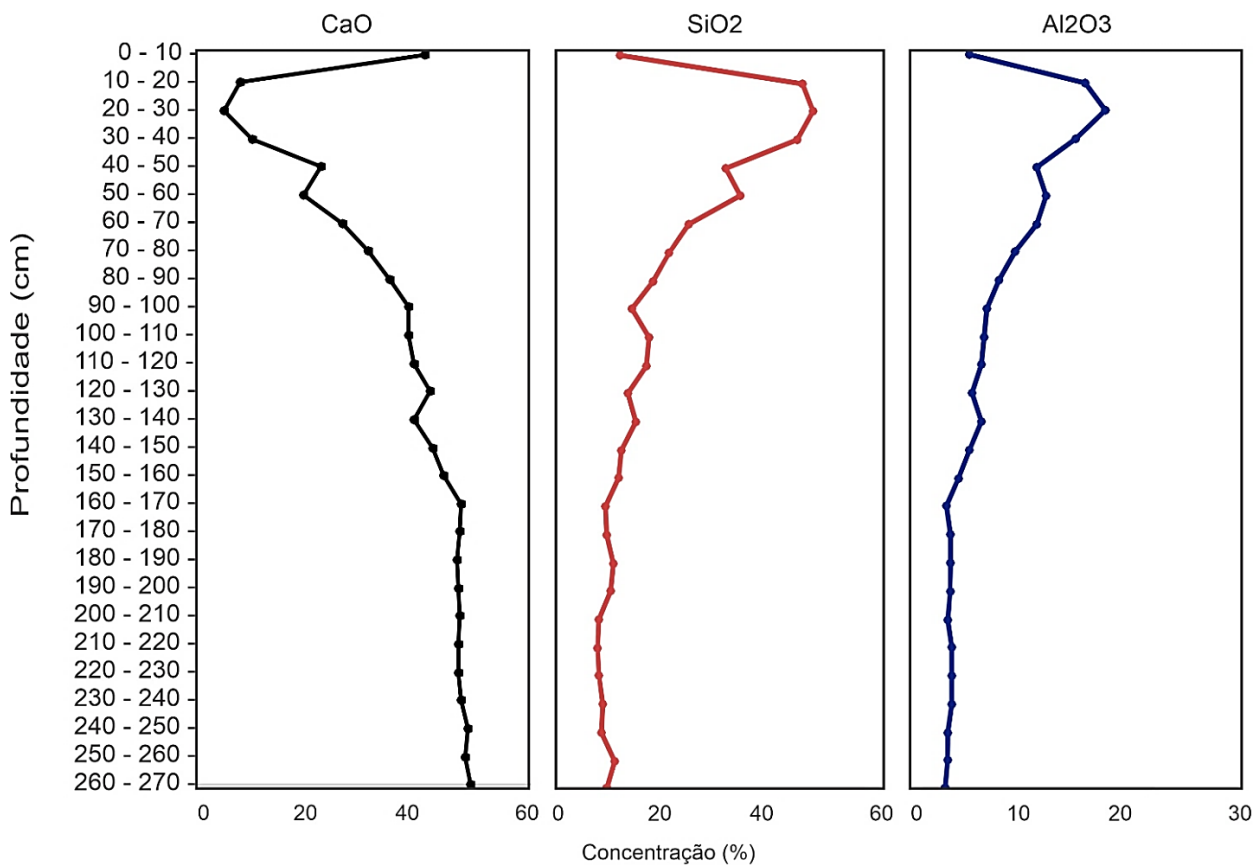
Os teores de CaO variam entre 5,1 e 49,1% (média de 36,73%), de SiO₂ entre 7,6 e 49,8% (média de 18,62%) e de Al₂O₃ entre 2,3 e 19,4% (média de 6,9%). Juntos, estes elementos perfazem mais de 60% da composição química do sedimento do sambaqui Porto da Mina, sendo relacionados com calcita, quartzo e sílica amorfa derivadas de carapaças de diatomáceas

¹ Média Crustal de acordo com Wedepohl (1995).

(ALMEIDA et al., 2020) e argilominerais como caulinita, respectivamente. Esta última em estado amorfo, uma vez que não há registro deste mineral nos difratogramas.

Há empobrecimento dos teores de CaO, com a diminuição da profundidade. Inversamente, ocorre enriquecimento dos teores de SiO₂ com a diminuição da profundidade, o mesmo ocorre com os teores de Al₂O₃ (Figura 13).

Figura 13 - Concentrações de CaO, SiO₂ e Al₂O₃ nos sedimentos do Sambaqui Porto da Mina.



Fonte: Da autora.

6.2 Invertebrados

6.2.1 Taxonomia

6.2.1.1 Ostras

Foram coletados 20 espécimes de ostras, distribuídos de forma heterogênea nos níveis estratigráficos do sítio (Tabela 3). Esses indivíduos foram analisados e identificados como pertencentes a classe das ostras. Estas descendem dos primeiros indivíduos com concha

calcária, que surgiram por volta do período Cambriano, onde provavelmente compartilhavam de uma forma corpórea padronizada, na qual derivou-se os sete táxons de moluscos atuais (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005). Entre eles estão os Conchíferas, onde incluem-se os Malacophora, Gastropoda, Cephalopoda, Scaphopoda e Bivalvia (AMARAL; SIMONE, 2014). Dos espécimes estudados, identificou-se apenas a espécie *Crassostrea rhizophorae*:

Animalia
Mollusca
Bivalvia
Pteriomorpha
Ostreoida
Ostreidae
Crassostrea
Crassostrea rhizophorae

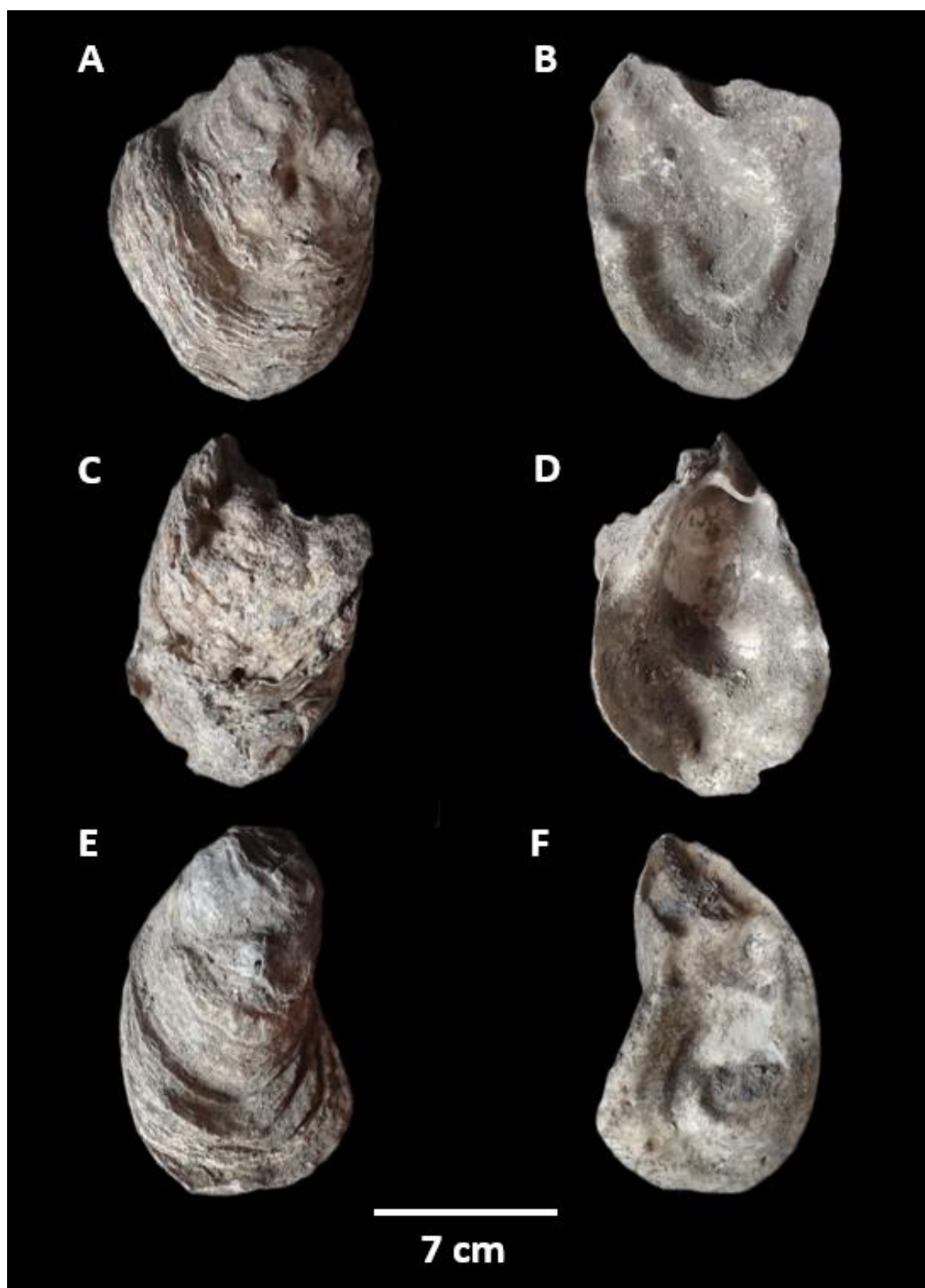
Tabela 3 - Distribuição de valvas de ostra no Sambaqui Porto da Mina ao longo dos níveis estratigráficos.

Profundidade (cm)	Ostras
0-10	1
10-20	1
20-30	0
30-40	0
40-50	0
50-60	0
60-70	1
70-80	1
80-90	1
90-100	0
100-110	1
110-120	1
120-130	1
130-140	0
140-150	1
150-160	0
160-170	0
170-180	0
180-190	1
190-200	1
200-210	1
210-220	0
220-230	1
230-240	1
240-250	0
250-260	1
260-270	1

Fonte: Da autora.

De acordo com a descrição de Amaral (2014), a espécie identificada se caracteriza por concha fortemente inequivalve, onde a valva esquerda pode ser mais convexa e a direita levemente mais achatada. O contorno é variável, apoiando-se sobre a valva esquerda (geralmente sobreposta no sedimento) (AMARAL; SIMONE, 2014). Tal classificação está de acordo com a morfologia dos indivíduos recuperados do Sambaqui Porto da Mina, como pode ser visto na Figura 14 (A-F).

Figura 14 - Valvas de *Crassostrea rhizophorae* provenientes do Sambaqui Porto da Mina: A, C, E: vista dorsal e B, D, F: vista ventral.



Fonte: Da autora.

6.2.1.2 Berbigões

Bebigões foram encontrados ao longo de todo o perfil estudado, tendo sido coletados um total de 15 indivíduos para esse estudo (Tabela 4). Taxonomicamente, foram identificados como pertencentes somente à espécie *Anomalocardia brasiliana* Gmelin (Figura 15 A-F):

Animalia
Mollusca
Bivalvia
Venerida
Veneridae
Anomalocardia
Anomalocardia brasiliana

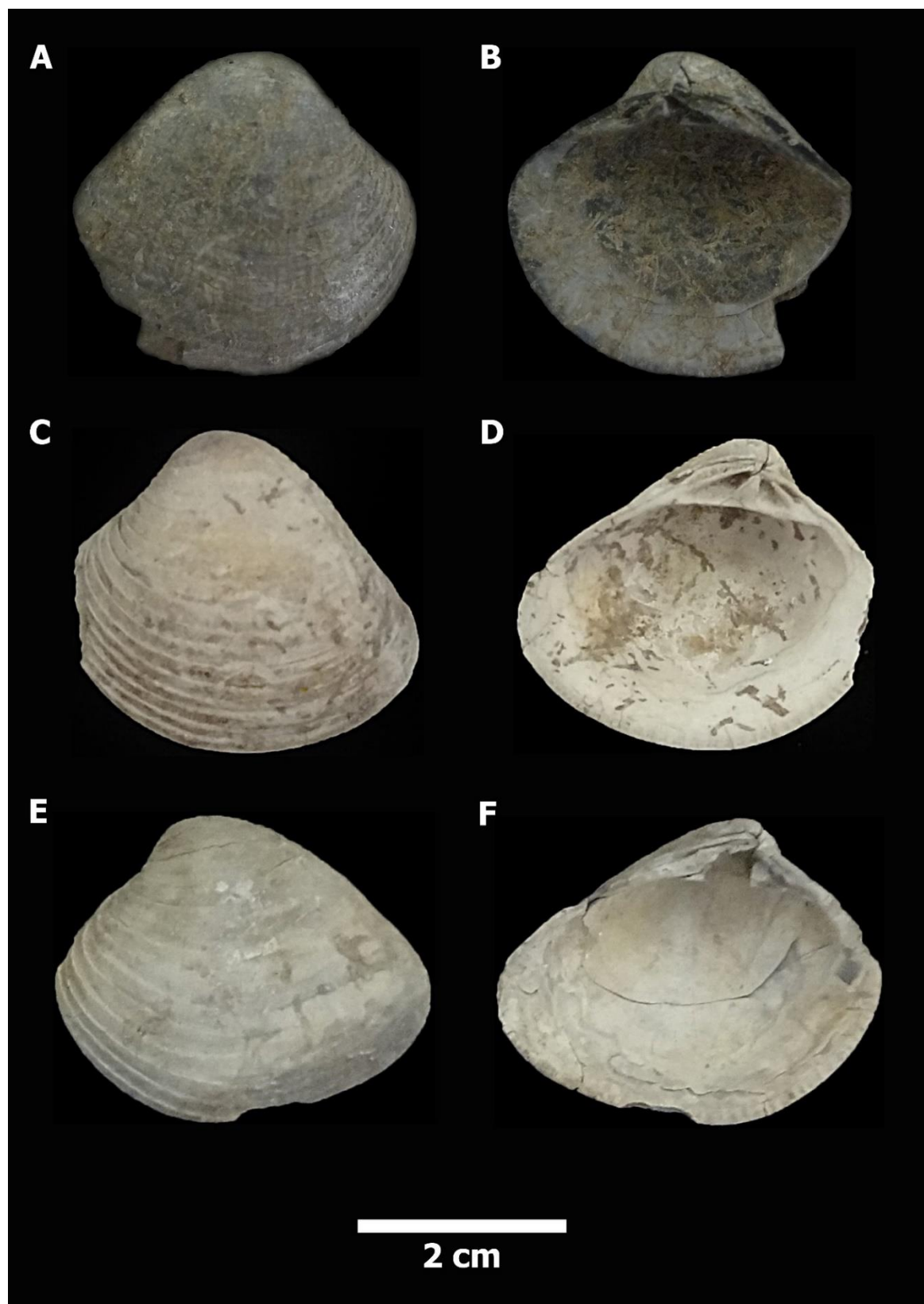
Tabela 4 - Distribuição de berbigão no Sambaqui Porto da Mina.

Profundidade (cm)	Berbigão
0-10	1
10-20	1
20-30	1
30-40	1
40-50	1
50-60	1
60-70	1
70-80	1
80-90	1
90-100	1
100-110	1
110-120	1
120-130	1
130-140	1
140-150	1
150-160	1
160-170	1
170-180	1
180-190	1
190-200	1
200-210	1
210-220	1
220-230	1
230-240	1
240-250	1
250-260	1
260-270	1

Fonte: Da autora.

De acordo com Rodrigues, Borges-Azevedo e Henry-Silva (2010) e Danadai et al. (2006), os espécimes de *Anomalocardia brasiliiana* (Figura 15 A-F) possuem valvas sólidas em formato trigonal. A carena é radial, e delimita a região dorsal posterior de suas valvas, sendo que ela apresenta umbos angulosos no terço anterior. Escudo com conferência longa e ampla, sendo delimitada por quilha inconspícua. Tal classificação está de acordo com a morfologia dos indivíduos recuperados do Sambaqui Porto da Mina.

Figura 15 - Valvas de *Anomalocardia brasiliiana* provenientes do sambaqui Porto da Mina: A, C, E: vista dorsal e B, D, F: vista ventral.



Fonte: Da autora.

6.2.1.3 Mexilhões

Um total de 22 carapaças de mexilhões foram coletadas ao longo do perfil estudado, a partir da profundidade de 50-60 cm (Tabela 5). Para a região do salgado geralmente são encontradas duas espécies do gênero *Mytella*: *Mytella guyanensis* que pode apresentar comprimento máximo de 80 mm e *Mytella falcata* pode crescer até 50 mm (ONODERA; HENRIQUES, 2018). Devido a fragmentação dos indivíduos recuperados no Sambaqui Porto da Mina, há impossibilidade de identificar os mesmos como *M. guyanensis* ou *M. falcata*, assim, classificou-se os espécimes como:

Animalia
Mollusca
Bivalvia
Mytilidae
Mytella
Mytella sp.

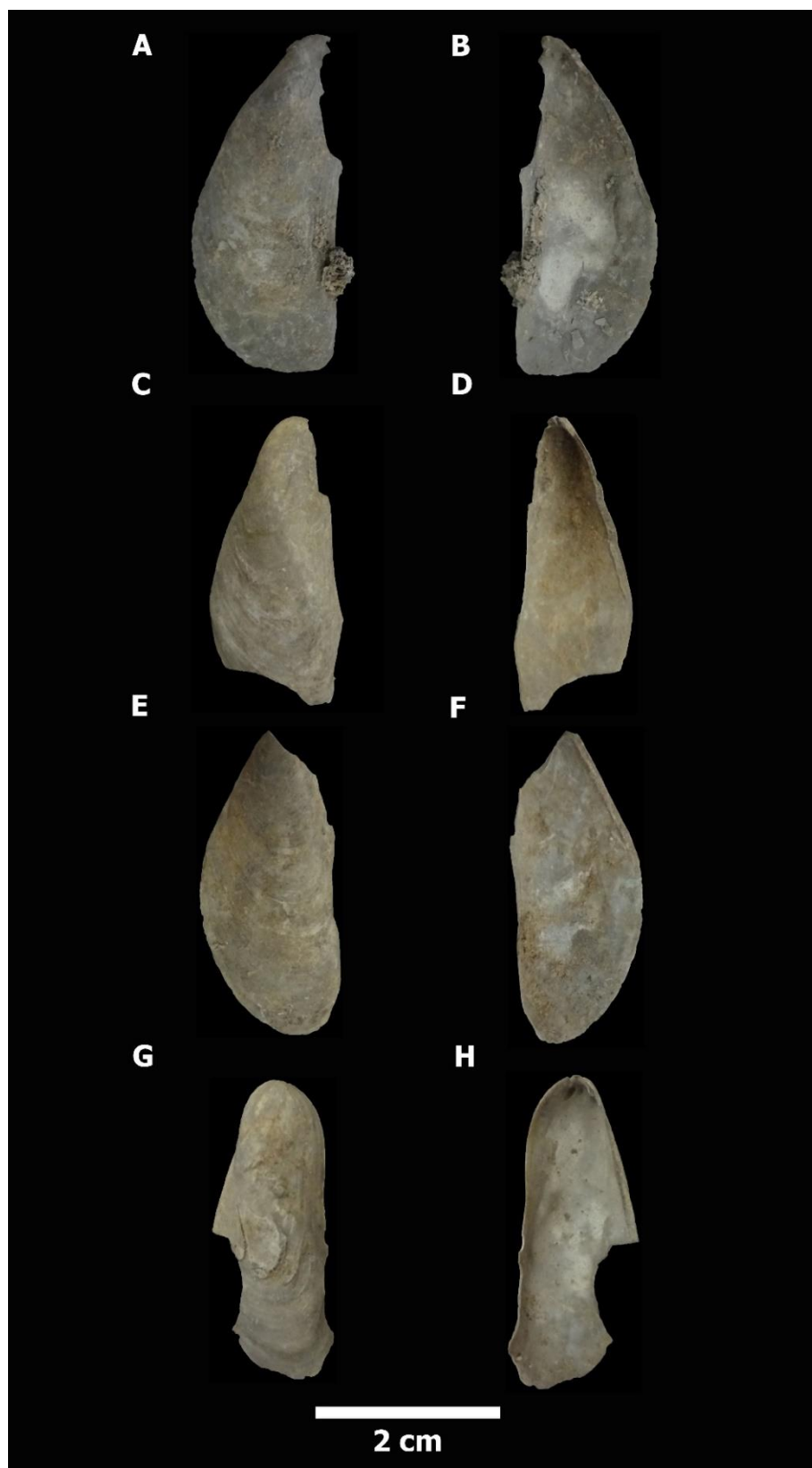
Tabela 5 - Distribuição de mexilhões no Sambaqui Porto da Mina.

Profundidade (cm)	Mexilhão
0-10	0
10-20	0
20-30	0
30-40	0
40-50	0
50-60	1
60-70	1
70-80	1
80-90	1
90-100	1
100-110	1
110-120	1
120-130	1
130-140	1
140-150	1
150-160	1
160-170	1
170-180	1
180-190	1
190-200	1
200-210	1
210-220	1
220-230	1
230-240	1
240-250	1
250-260	1
260-270	1

Fonte: Da autora.

Para Mediodia et al. (2017), os indivíduos classificados como pertencentes ao gênero *Mytella* (Figura 16 A-H) possuem simetria bilateral, divididos em quatro regiões: cabeça, pé, saco visceral e manto. Possuem concha formada por duas valvas unidas dorsalmente por um ligamento e bisso. O padrão das valvas é ondulado, com linhas concêntricas e anéis semicirculares são visíveis. Esta classificação está em conformidade com os espécimes identificados no Sambaqui Porto da Mina, e frisa-se ainda, que alguns indivíduos possuem cicatrizes do músculo adutor posterior, como pode ser visualizado (Figura 16 A-B).

Figura 16 - Valvas de *Mytella* sp. provenientes do Sambaqui Porto da Mina: A, C, E: vista dorsal e B, D, F: vista ventral.



Fonte: Da autora.

6.2.1.4 Caranguejos

Crustáceos tem sua ocorrência registrada no perfil estudado. Esse tem ampla distribuição, ocorrendo ao longo de todo o perfil, perfazem coletados 23 espécimes (Tabela 6). Os espécimes recuperados, foram taxonomicamente e morfológicamente analisados, e assim, identificados como correspondentes à espécie *Ucides cordatus* Linnaeus, conhecida atualmente como caranguejo-uçá, sendo muito comum na Região do Salgado, principalmente em Quatipuru (SANTOS; SENNA, 2015).

Animalia
Arthropoda
Crustacea
Malacostraca
Decapoda
Ucidinae
Ucides
Ucides cordatus

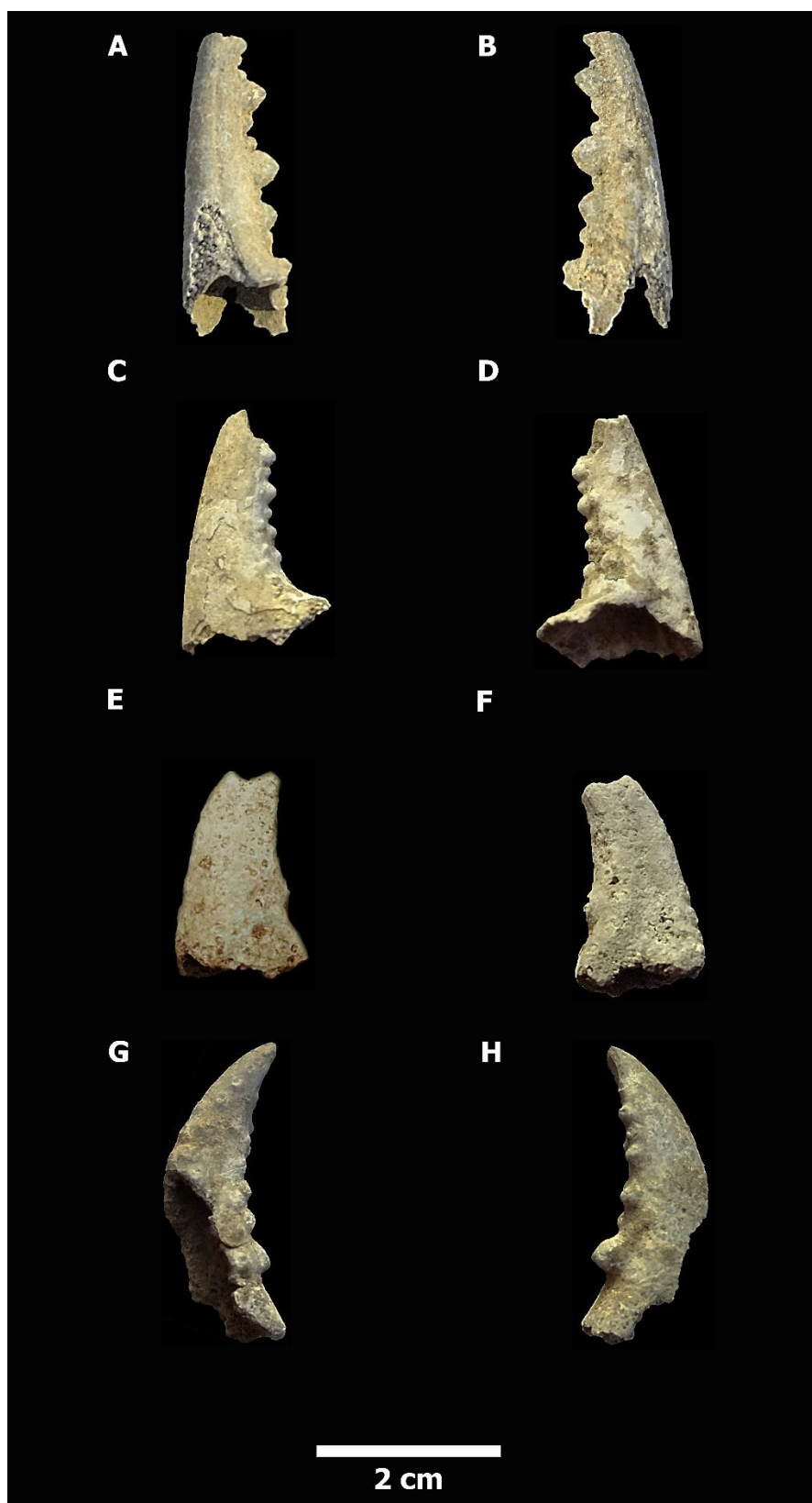
Tabela 6 - Distribuição de caranguejos no Sambaqui Porto da Mina.

Profundidade (cm)	Caranguejos
0-10	1
10-20	1
20-30	0
30-40	0
40-50	0
50-60	1
60-70	1
70-80	1
80-90	0
90-100	1
100-110	1
110-120	1
120-130	1
130-140	1
140-150	1
150-160	1
160-170	1
170-180	1
180-190	1
190-200	1
200-210	1
210-220	1
220-230	1
230-240	1
240-250	1
250-260	1
260-270	1

Fonte: Da autora.

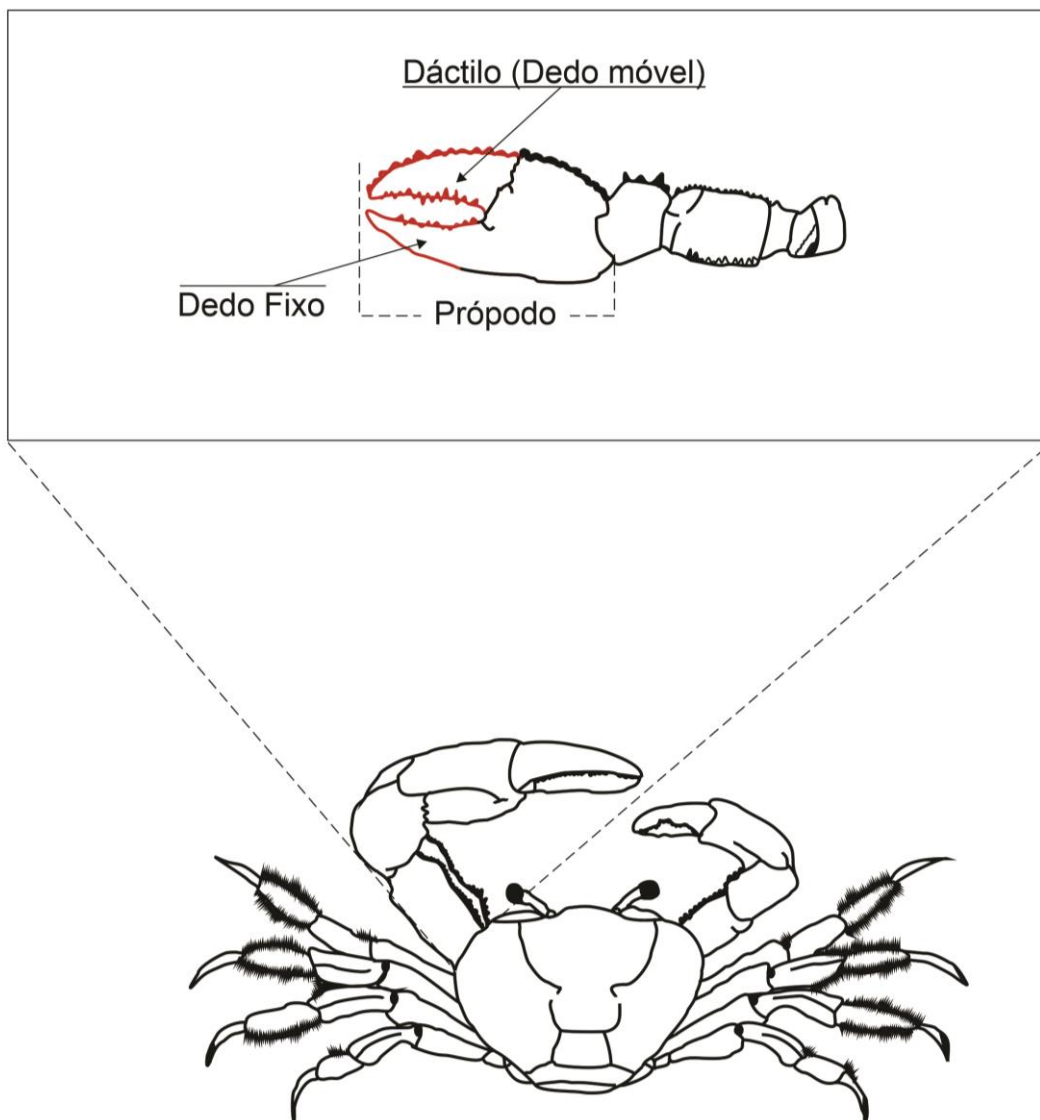
No Sambaqui Porto da Mina, os vestígios de *Ucides cordatus* encontrados, são compostos unicamente por quelípodos muito fragmentados (Figura 17 A-F). Estes quelípodos compõem o primeiro par de patas, mais desenvolvido, cuja principal função é defesa e alimentação, tendo os dois segmentos finais chamados própodo (a base) e dáctilo (divididos em dedo fixo e dedo móvel) compondo, assim, a quela (Figura 18) (NASCIMENTO, 1993; OLIVEIRA, 2006).

Figura 17 - Partes dos quelípodos de *Ucides cordatus* provenientes do sambaqui Porto da Mina: A, C, E: vista dorsal e B, D, F: vista ventral.



Fonte: Da autora.

Figura 18 - Esquema anatômico do quelípedo do *Ucides cordatus*, com destaque (em vermelho) para as partes recuperadas no Sambaqui Porto da Mina.

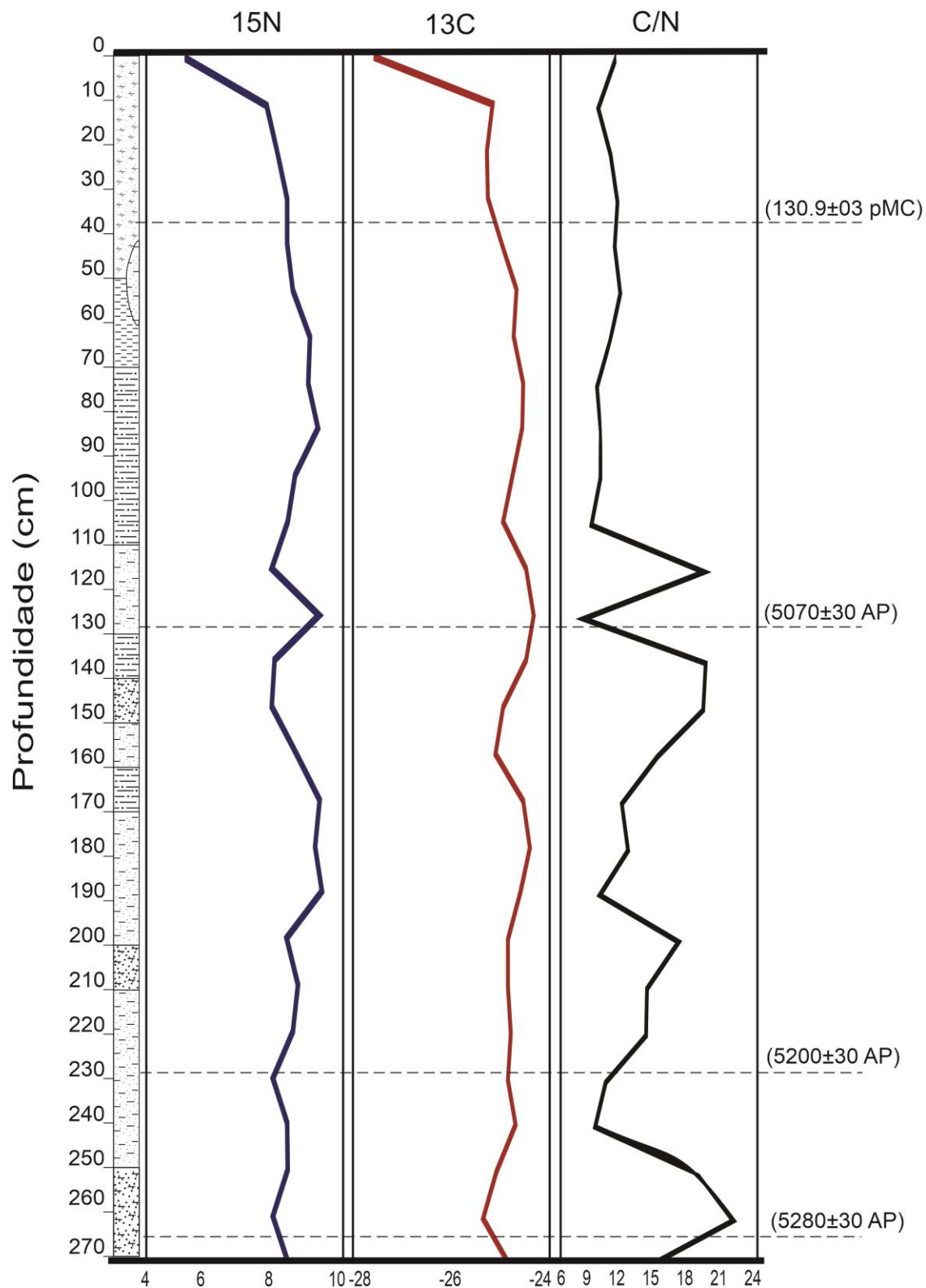


Fonte: Adaptado de Oliveira (2006).

6.3 Análises isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e C/N

A análise de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das amostras de sedimentos (Figura 19) indicou valores que variam de -24,455‰ (na base do perfil) a -27,295 (no topo) para carbono e de 8,158 a 4,784 (da base para o topo) com picos chegando a 9,28 no nível 180-190 para nitrogênio, enquanto que a razão C/N dessas amostras manteve-se oscilações ao longo de todo perfil com variações entre 14,5 e 11,7 (base para o topo), com picos menores de 8,9789 e maiores de 22,2087 (Apêndice B.1).

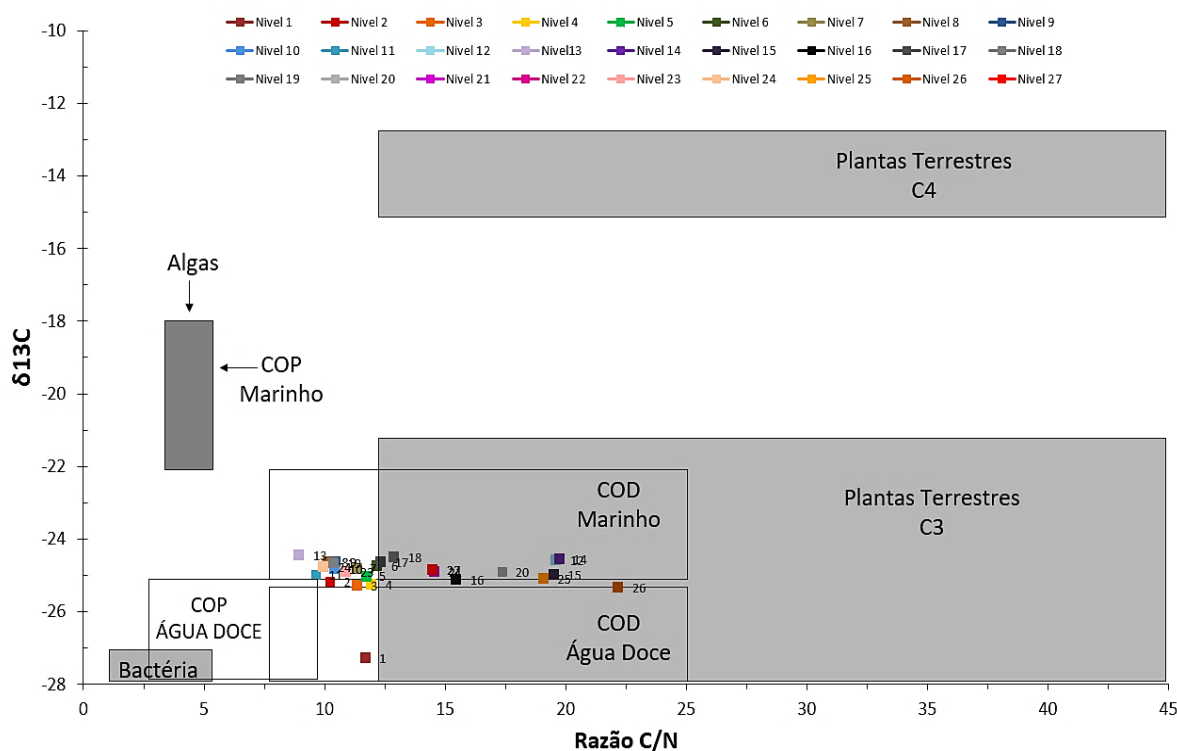
Figura 19 - Distribuição das concentrações de C e N (% em peso) nas amostras de sedimentos do Sambaqui Porto da Mina por nível estratigráfico.



Fonte: Da autora.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e C/N indicam que os sedimentos do Sambaqui Porto da Mina receberam contribuição de matéria orgânica (com grande presença de fitoplâncton marinho) aquática marinha e dulcícola, ao longo de todo o período do período de evolução do mesmo (Figura 19). Os dados sugerem que a cobertura vegetal era constituída, predominantemente, por floresta tropical úmida (Figura 20), havendo possibilidade de incidência de floresta de várzea, também descrito por outros autores como Lorenzi (2002) e Kerbauy (2004). Esse ambiente encontra-se ainda paralelo na configuração atual da região, a qual possui conexão com o mar e zona intermediária de ambiente salobro, bem como a caracterização da vegetação como floresta primária, conforme descrito por Barbosa Júnior (2017).

Figura 20 - Relação entre $\delta^{13}\text{C}$ e C/N derivado de amostras de sedimentos do Sambaqui do Porto da Mina, e inferências sobre o tipo de fonte da matéria orgânica sedimentar. Carbono Orgânico Dissolvido: COD; Carbono Orgânico Particulado: COP.



Fonte: Adaptado de Bordovskiy (1965).

Além da caracterização ambiental, a razão C/N auxiliou na compreensão da origem da matéria orgânica depositada no sítio estudado (Figura 20), inferindo que o Sambaqui Porto da Mina assentou-se em um ambiente de forte influência estuarina, corroborando o proposto por Reis (2011) para a mesma região.

Os resultados mostram que as concentrações de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ se distribuem de forma similar na sucessão dos níveis estratigráficos do sambaqui (Figura 19), indicando pouca variação na fonte de matéria orgânica sedimentar. Nota-se, também, que nos dois níveis sequenciais do topo do perfil, o valor de $\delta^{15}\text{N}$ cai de 7,443‰ para 4,784‰, indicando que houve uma maior contribuição de matéria orgânica derivada de plantas terrestres, o que é condizente com o fato que o ambiente deposicional para de ter deposição ativa, e houve desenvolvimento de solo (consequentemente estabelecimento e vegetação, no caso, terrestre) (MACHADO, 2014).

6.4 Análises isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$

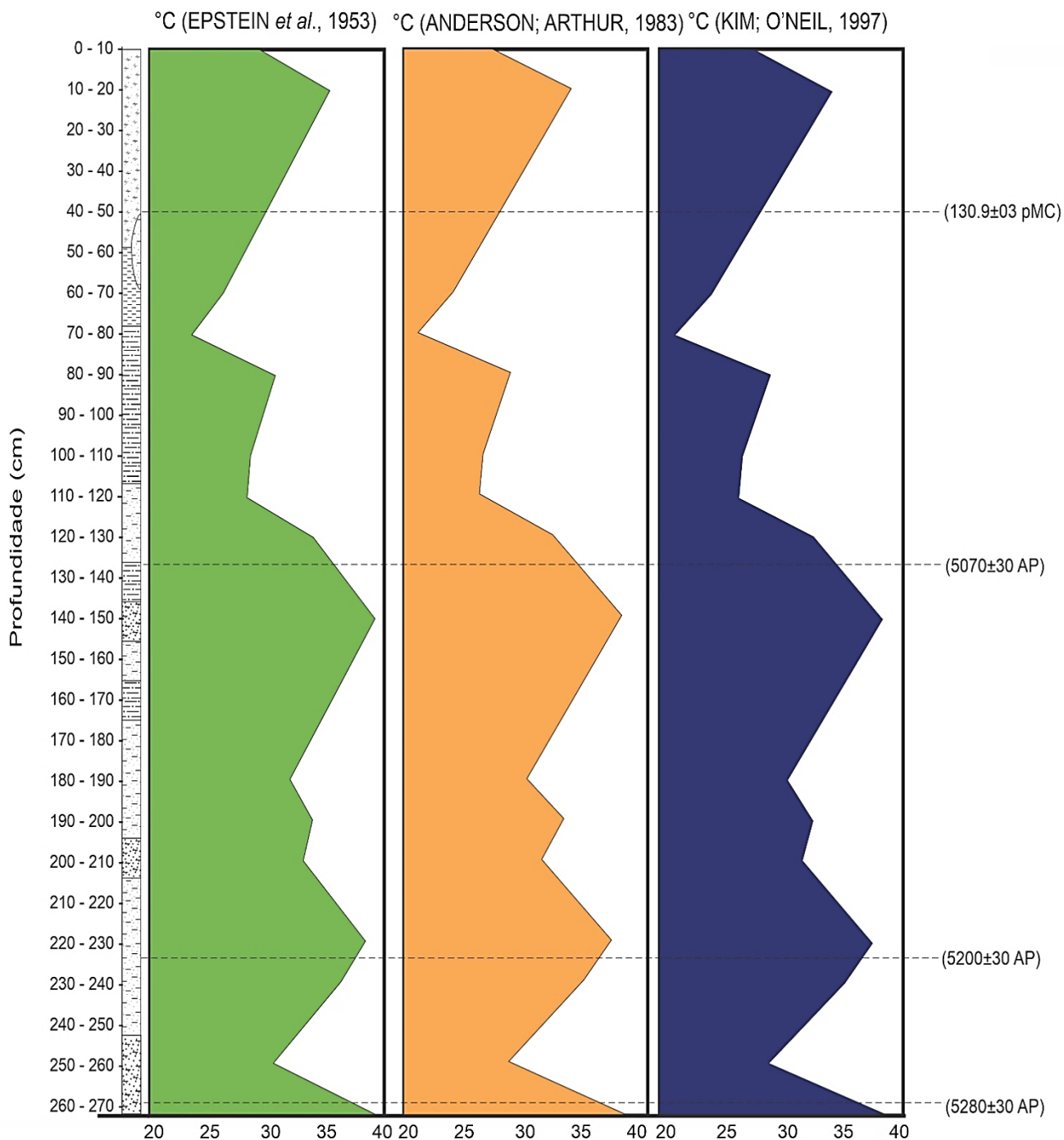
A análise de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ em amostras de valvas de ostras indicou valores que variam entre -1,5 a -4,72 ‰ e -5,73 a -9,27, respectivamente (Apêndice B.2). Estes dados possibilitaram o cálculo das temperaturas para o Sambaqui Porto da Mina. Foi possível notar diferentes variações de temperatura ao longo dos níveis estratigráficos do Sambaqui Porto da Mina para a sua área de entorno no intervalo de 39.7 a 23.2°C, de acordo com a metodologia de Epstein et al. (1953), e 38.8 a 22.17 °C, de acordo com a equação de Kim e O'Neil (1997) (Tabela 7). Os resultados mostram ainda, que o clima permanecia relativamente quente algumas regiões amazônicas (Figura 21), o que pode ser reiterado pelos trabalhos de Bush (1994) e Absy et al. (1991).

Tabela 7 - Temperatura para os níveis estratigráficos do Sambaqui Porto da Mina.

Profundidade (cm)	Temperatura °C (EPSTEIN et al., 1953)	Temperatura °C (ANDERSON; ARTHUR, 1983)	Temperatura °C (KIM; O'NEIL, 1997)
0-10	29,3	28,36	28,4
10-20	35,61	34,48	34,75
60-70	26,1	25,26	25,12
70-80	23,24	22,5	22,17
80-90	30,75	29,73	29,83
100-110	28,5	27,59	27,58
110-120	28,21	27,3	27,28
120-130	34,13	33,04	33,26
140-150	39,69	38,43	38,78
180-190	32,05	31,02	31,17
190-200	34,08	33,9	33,21
200-210	33,24	32,18	32,37
220-230	38,86	37,63	37,97
230-240	36,63	35,47	35,76
250-260	30,57	29,59	29,68
260-270	39,74	38,49	38,84

Fonte: Da autora.

Figura 21 - Variação de temperatura durante a evolução do Sambaqui Porto da Mina.



Fonte: Adaptado de Epstein et al. (1953), Anderson e Arthur (1983) e Kim e O'Neil (1997).

É importante ressaltar que há uma variação de temperatura, com intervalo de aproximadamente 10°C , uma vez que a média encontra-se entorno de 26°C . A provável causa para tais discrepâncias mudanças sazonais como períodos mais e menos chuvosos. Essa variação de temperatura tem forte relação com a salinidade dos mares, uma vez

quanto maior a temperatura, maior a concentração da salinidade, gerando um ótimo ambiental para o aumento da população de ostras, mexilhões e outros invertebrados, elevando a concentração e solubilidade de calcita. A partir disso, a calcita é absorvida pelo sedimento por meio de processos diagenéticos e, em contato com a água do mar, auxiliará no processo de evaporação da mesma, mantendo um ciclo biológico com influência na sazonalidade.

Este ciclo influencia, também, diretamente nas composições isotópicas registradas em animais, como bivalves, que dependem amplamente da produção de fitoplâncton (FRY, 2002). Desta forma, afirma-se que a alta oscilação da temperatura do Sambaqui Porto da Mina pode ser ocasionada devido à variabilidade sazonal. Tal afirmação é reiterada pelos baixos valores de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ das conchas, muito característico de áreas salobras, uma vez que há influxo e mistura de águas doces e marinhas (KIRBY, 2000; MARCHAIS; SCHAAL; LORRAIN, 2013; BAYNE, 2017), conforme observado pelas análises do material biológico e sedimento.

É importante ressaltar que ambientes salobros tendem a possuir grandes concentrações de decomposição de matéria orgânica (KIRBY, 2000), o que fica evidente pela vasta presença do ecossistema de mangue na região de entorno do sítio. O que faz gerar excesso de metanogênese e, conseqüentemente, liberar CO_2 , e em decorrência de tal processo, há aumento de temperatura dos mares, que também aumenta a carga fotossintética dos fitoplânctons e, por conseguinte, a concentração de CaCO_3 oriundo da proliferação de ostras e mexilhões, iniciando mais uma um ciclo biológico, porém, por meio da metanogênese. Como resultado desses ciclos ocorreria diferentes acréscimos e decréscimos de temperatura ao longo do período de ocupação do sítio, podendo ser confirmado pelos cálculos de temperatura por meio das assinaturas de $\delta^{18}\text{O}$ (Tabela 7).

Com relação aos dados de $\delta^{13}\text{C}$ dos espécimes carbonáticos (Apêndice B.2), é possível notar valores menos negativos quando comparados às amostras de sedimentos, o que é esperado, pois conchas provém do ambiente estuarino, com influência portanto de águas salinas. Isso torna os isótopos mais pesados. Logo tudo é incorporação do carbono nas conchas, que obscurece o sinal de $\delta^{13}\text{C}$ derivado da água do CID (Carbono Inorgânico Dissolvido). Menos de 10% do CO_2 respirável é incorporado em invertebrados aquáticos (MCCONNAUGHEY et al., 1997). No entanto, mais de 30% do carbono de conchas pode ter origens metabólicas em algumas espécies de bivalves (GILLIKIN; GOODWIN; DEHAIRS, 2009).

Outra possível razão para os valores de $\delta^{13}\text{C}$ menos negativos é a relação dos invertebrados carbonáticos com a salinidade. Em conchas de ambiente costeiro marinho, tem-se registrado que a salinidade tende a aumentar os valores desse isótopo para entre -9‰ e -4‰ (BOUILLON; CONOLLY; GILLINKIN, 2011; FERREIRA, 2015). Com base nessa comparação, pode-se sugerir que o enriquecimento nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ registrados em conchas relativo aos derivados de matéria orgânica não carbonática sedimentar é consistente com o ambiente estuarino proposto para os depósitos analisados.

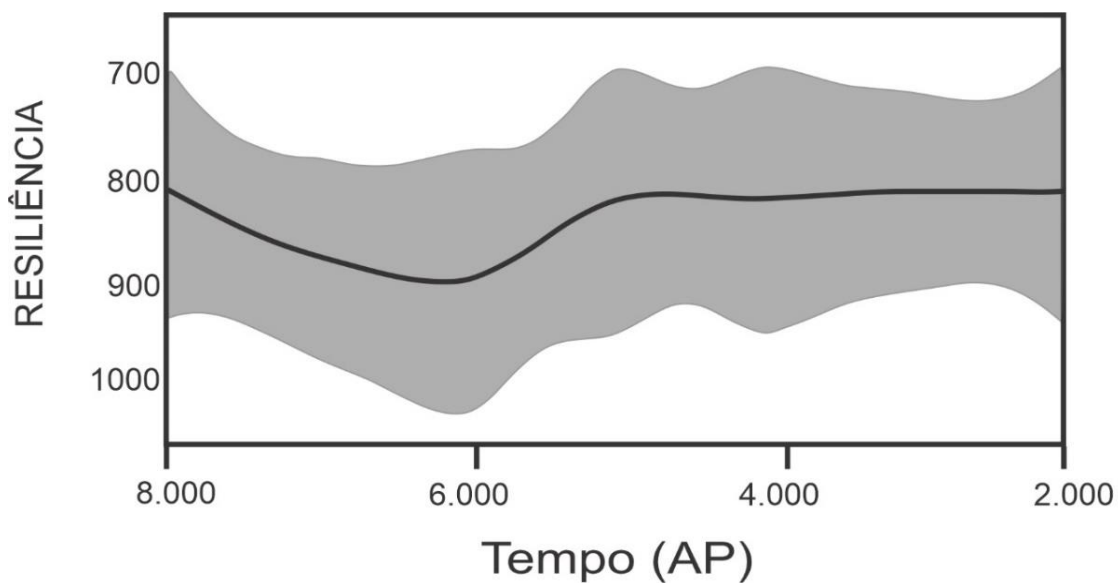
6.5 Modelagem paleoecológica

6.5.1 Resiliência Ecológica

A partir dos resultados obtidos, nota-se um declínio da resiliência da vegetação entre 8 e 6 mil anos AP (Figura 22). Posteriormente, a resiliência da vegetação eleva-se por volta de 5.500 anos AP, e torna-se constante até 2 mil anos AP na região do sítio. A temperatura pode ter sido um fator determinante na manutenção da vegetação do sítio, como mostra os dados de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ nos invertebrados analisados. O declínio da resiliência da vegetação do Sambaqui Porto da Mina, identificado na análise da resiliência ecológica, pode ser possível relação com outros fatos como a diminuição do nível do mar, resultado da sazonalidade, bastante evidenciada nas também nas análises de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$.

De acordo com Behling (2002), houve uma possível diminuição geral do nível do mar para o Estado do Pará por volta de 5.900 AP e em torno de 3.600 anos AP, o que sugere a diminuição da área florestal. Esses dois momentos de declínio da resiliência, no estado do Pará, foram alternados por períodos de estabilidade, geralmente ocorridos após um estresse climático, que acarretou adaptabilidade do ecossistema, se mantendo estável até um novo período de perda da vulnerabilidade (GUNDERSON, 2000). O que foi refletido na vegetação do Sambaqui Porto da Mina, conforme a figura 22.

Figura 22 - Resiliência da vegetação para o Sambaqui Porto da Mina entre 8.000 e 2.000 anos AP.

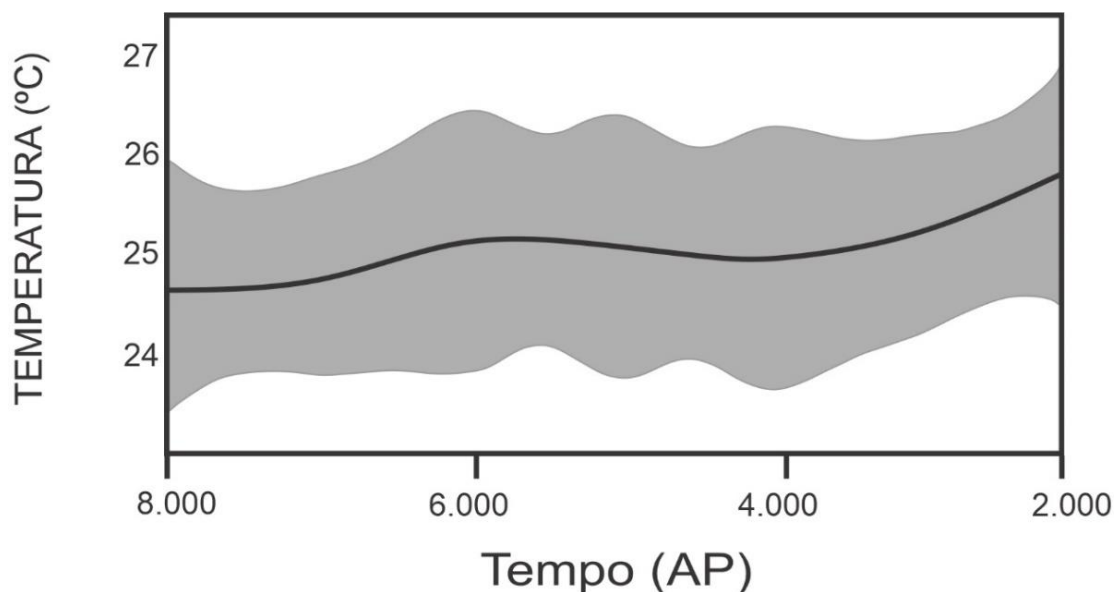


Fonte: Da autora.

6.5.2 Modelagem Paleoclimática

A variação de temperatura registrada, a partir da análise do modelo *TraCe-21ka*, mostra variação de temperatura ao longo de 8 mil anos AP (Figura 23), sendo mais evidente a partir de 6 mil anos AP. Essa oscilação está de acordo com os dados obtidos por meio das assinaturas de $\delta^{18}\text{O}$ absorvidas pelas ostras presentes na coluna sedimentar do sítio. Uma vez que ostras assimilam as assinaturas isotópicas do ambiente em que viveram, afirma-se a veracidade dos dados.

Figura 23 - Temperatura para o Sambaqui Porto da Mina entre 8.000 e 2.000 anos AP.

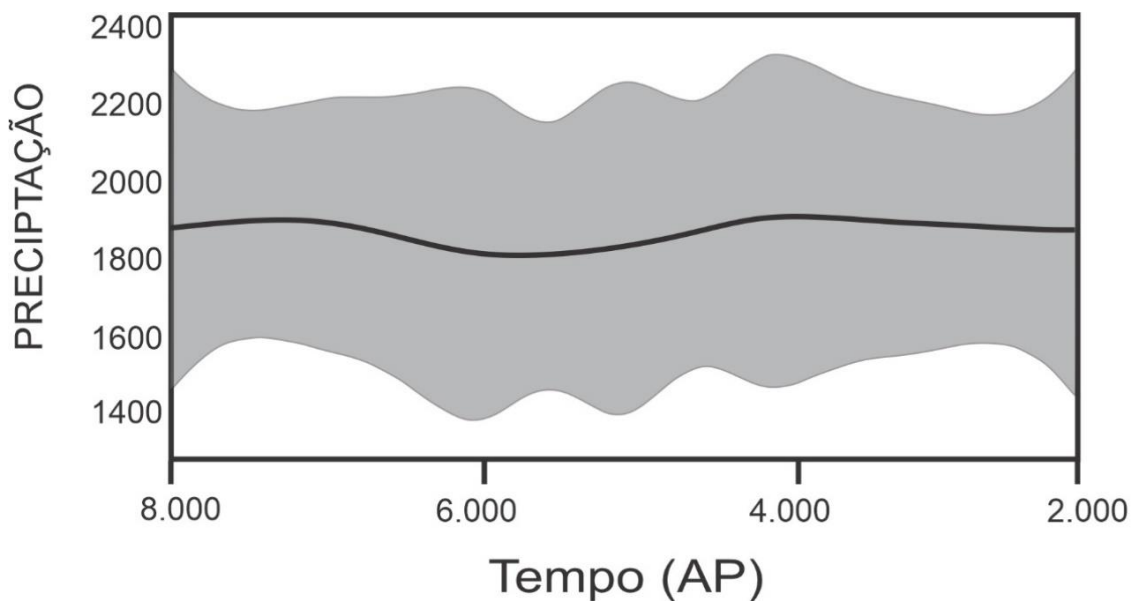


Fonte: Da autora.

Quanto a precipitação, os resultados deixam evidente a relação temperatura-nível do mar. De acordo com El-Robrini et al. (1992), durante o final do Pleistoceno, o nível do mar beirava a atual quebra do talude e, a partir desse evento, o nível do mar continuou a subir até o Holoceno (6.000 anos AP), afogando parcialmente as planícies costeiras. A subida do nível do mar está evidenciada pela presença de falésias mortas esculpidas no Planalto Costeiro, conforme pode ser evidenciado pelo nível de precipitação.

Permitiu-se também caracterizar a sazonalidade do entorno do sítio em dois períodos distintos: período chuvoso e período mais seco (Figura 24). De acordo com Alves (2013), a partir das médias mensais de precipitação pluviométrica dos últimos 11 anos (2000-2010), registrados pela estação meteorológica de Primavera (PA) fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), evidenciaram o mesmo padrão de sazonalidade, onde o período chuvoso é compreendido de janeiro a junho e o período seco entre os meses de julho a dezembro.

Figura 24 - Precipitação para o Sambaqui Porto da Mina entre 8.000 e 2.000 anos AP.



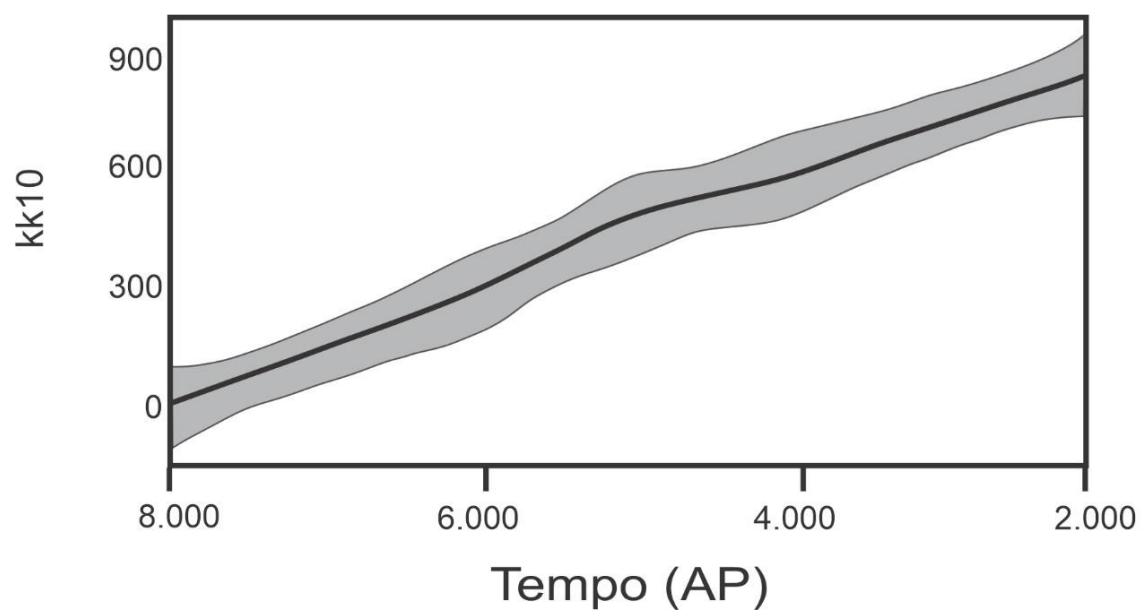
Fonte: Da autora.

6.5.3 Evolução das modificações do uso e cobertura da terra

A partir da análise dos dados obtidos pelo KK10, estimou-se um ligeiro aumento do uso humano da terra por volta de 5 mil anos AP. Posteriormente, a taxa de desflorestamento decresce e torna a acelerar de forma exponencial até cerca de 2 mil anos AP (Figura 25).

O aumento da taxa de desflorestamento para a região do entorno do Sambaqui Porto da Mina, pode ter se dado por fatores antrópicos como aumento da atividade da agricultura (ELLIS et al., 2013) ou simplesmente por causas naturais como mudanças ambientais ocorridas na área.

Figura 25 - Uso antrópico da terra do Sambaqui Porto da Mina entre 8.000 e 2.000 anos AP.



Fonte: Da autora.

7 DISCUSSÃO

7.1 Integração dos dados *Multi-Proxy*.

7.1.1 Formação do Sambaqui Porto da Mina

As análises *multi-proxies* (Figura 26) deste trabalho permitiram inferir que a formação do Sambaqui Porto da Mina ocorreu sob forte influência marinha/fluvial, conforme evidenciado pela análise sedimentológica, a qual mostra alternância de sedimentos siltosos e argilosos ao longo da coluna estratigráfica. Essas oscilações provavelmente devem-se em virtude de mudanças ambientais, como períodos de transgressão e regressão marinha-fluvial (BRITO et al., 2009).

É importante frisar que acima de 20 cm é evidente a presença de fragmentos de raízes, o que pode sugerir provável fim da ocupação da localidade. Adicionalmente, o padrão de diferenciação das frações granulométricas ao longo da coluna bio-antracológica do Sambaqui Porto da Mina pode também ser explicado pelos eventos de alterações ambientais e/ou climáticas ocorridos durante o Quaternário. Esta hipótese foi apresentada por Souza-Filho et al. (2009) em estudos sobre processos sedimentares na região costeira do Pará. Onde diferentes momentos de oscilação entre regressão e transgressão do mar, principalmente nos últimos 2.000 anos AP, são registrados para a área de estudo (COHEN et al., 2005). Segundo os autores, houve uma maior tendência da progressão dos mangues para o estuário até o estabelecimento dessas áreas ao nível do mar atual. As mudanças substanciais na granulometria (silte e argila) também podem ser explicadas por possível degradação da mata ciliar, uma vez que tanto a declividade quanto a formação geológica são regulares.

Tais hipóteses sobre a deposição de sedimentos do Sambaqui Porto da Mina, influenciada por mudanças ambientais, puderam ser corroboradas pela mineralogia determinada para o mesmo (Apêndice A.1 - A.9). Os resultados indicam vasta presença de minerais carbonáticos como a calcita, quartzo, caulinita e hematita que apresentam oscilações quanto às suas concentrações ao longo do perfil proposto. Tais resultados confirmam a sedimentologia composta por siltes e argilas alternada, reafirmando a estratificação altamente definida no sítio.

As análises químicas (Figura 26) demonstram que a coluna bio-antracológica é basicamente composta por CaO, SiO₂ e Al₂O₃. Os teores químicos foram possivelmente influenciados por fatores ambientais como pluviosidade, transgressão, regressão

marinho-fluvial e pH. A incidência desses fatores resulta na dissolução do carbonato de cálcio que, em conjunto com a fauna malacológica e de crustáceos, eleva a concentração de cálcio em determinados níveis da coluna bio-antracológica do sítio. Alguns elementos como Na_2O , foram recorrentes na concentração do sítio. O Na_2O representa minerais como a halita, que não é registrada nas análises mineralógicas provavelmente por encontrar-se em estado amorfo, ocasionado pela alta dissolução do mesmo devido às alterações de salinidade identificadas nas análises. Ao comparar todos os elementos traçados para o Sambaqui Porto da Mina (Figura 26), nota-se que estão em baixíssima concentração quando comparados com a média crustal. Isso se deve ao próprio ambiente do sítio, pois não favorece a fixação de determinados elementos para a formação de minerais, em decorrência de fatores como alta lixiviação, alcalinidade, forrageamento e solubilidade das águas.

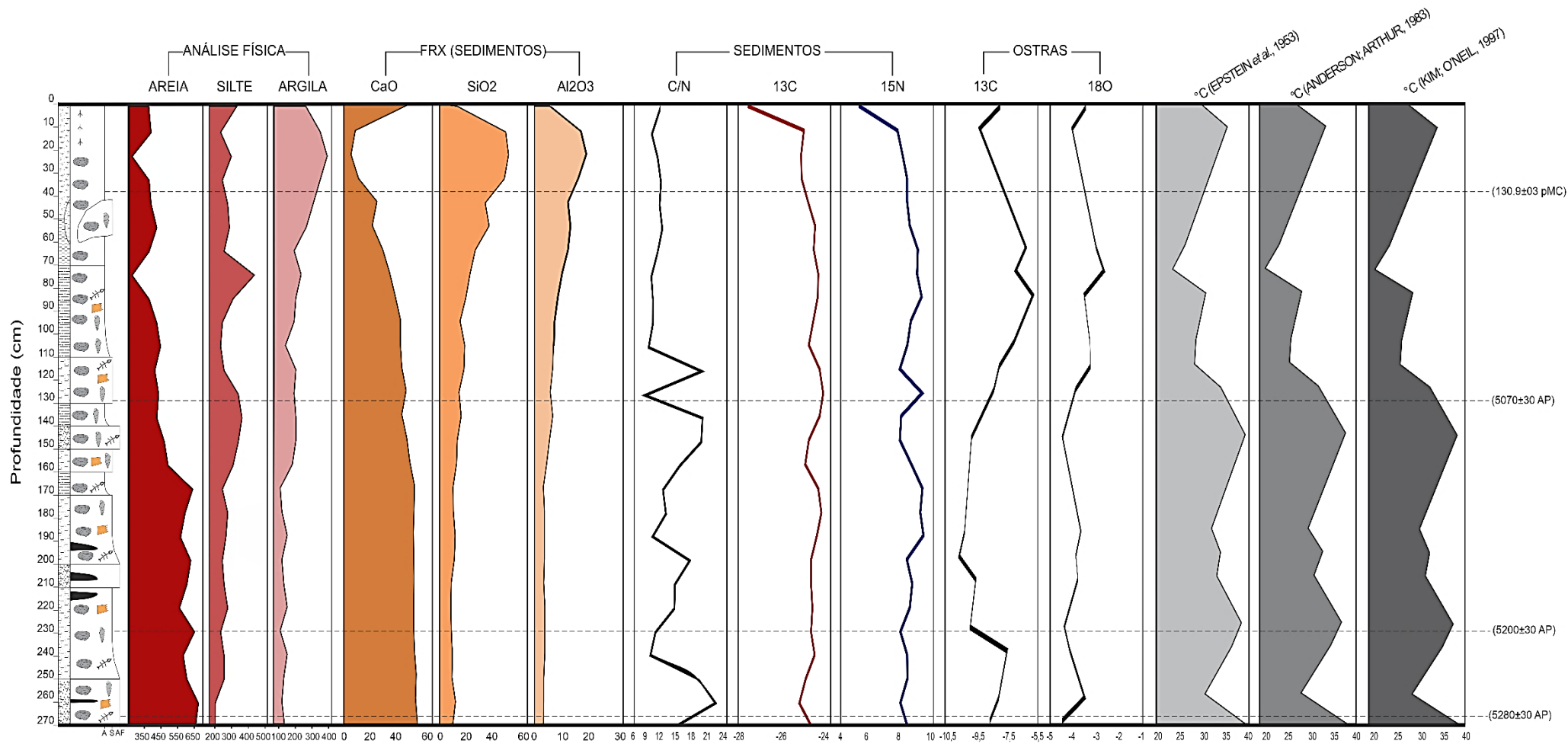
A influência marinha-fluvial relaciona-se com a biodiversidade das diatomáceas presentes na coluna bio-antracológica descritas por Almeida et al. (2020). A ocorrência de espécies exclusivamente marinhas ou fluviais perfaz toda a coluna bio-antracológica, estando em conformidade com as oscilações identificadas pela estratigrafia, mineralogia e química total. As variações ocorridas encontram-se em escalas espaciais e temporais, reforçando a importância das diatomáceas como elementos bioindicadores para melhor avaliar a evolução de sambaquis.

Diante destes dados confirma-se a hipótese proposta neste trabalho de que o Sambaqui Porto da Mina é uma construção mista, com uma base sedimentar de origem continental, tendo como área-fonte os mangues da região de entorno, assentando-se em um canal fluvial. Tal afirmação segue contrária ao que foi proposto por Simões (1981) e corroborado por Lopes (2016) e Lopes, Gaspar e Gomes (2018) em estudos posteriores, os quais propõem que o referido sítio nada mais é do que é uma construção unicamente humana e intencional.

Todavia esta hipótese da construção mista ou natural para sambaquis já foi defendida por Rossetti, Góes e Toledo (2009), em sítios arqueológicos localizados no Marajó (PA), afirmando que assentamentos arqueológicos desta localidade associados montes isolados ou compostos sejam sistematicamente desenvolvidos em cima de extensas superfícies elevadas formadas devido a processos sedimentares naturais. Além disso, os autores defendem a integração de estudos geomorfológicos, sedimentológicos e estratigráficos *multi-proxies* para a melhor compreensão dos sítios do tipo sambaqui,

mostrando a necessidade, uma vez que os processos de formação dos sítios marajoaras são pouco conhecidos. O mesmo ocorre com perfis escavados na região de Bragança (PA) (JORGE, 2018), mostrando semelhanças entre estas três localidades quanto a configuração geológica, o que evidencia a necessidade de estudos mais sistemáticos para estes sítios, bem como a revisão dos processos de formação propostos para estes.

Figura 26 - Dados biogeoquímicos do Sambaqui Porto da Mina.



Fonte: Da autora.

7.1.2 Reconstrução Paleoambiental e paleoclimática

As análises isotópicas ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) e a razão C/N (Figura 26), mostram que o Sambaqui Porto da Mina foi configurado com forte influência marinha/fluvial. Assim como os valores de $\delta^{13}\text{C}$ assinalam uma vegetação marcadamente C3 e o Carbono Orgânico Total (COT) indica um ambiente deposicional de baixa turbulência, configurada como floresta tropical. Logo, as mudanças do nível relativo marinho durante o Holoceno não influenciaram diretamente na vegetação conforme os resultados deste estudo, corroborados por Lorente (2015) e Beerling e Mayle (2006) que sugerem que a Amazônia permaneceu predominantemente coberta por floresta tropical sempre verde, embora em áreas ecótonas em direção às margens da bacia ela tenha sido substituída por savana e / ou floresta seca sazonalmente.

Os resultados mostram ainda a possibilidade de mudanças ambientais ocorridas durante o período de atividade do sítio, evidenciadas pelas oscilações nas concentrações de $\delta^{15}\text{N}$ ao longo de toda a coluna bio-antracológica (Figura 26). O mesmo ocorre com as concentrações de $\delta^{13}\text{C}$, consideradas comuns em sucessões ocupacionais, ou seja, quando há permanência de ocupação por longos períodos (FREITAS et al., 2001; MARTINELLI et al., 2009), e em conformidade com o tipo de ocupação descrita por Lopes (2016) para o Sambaqui Porto da Mina. Todavia, o autor afirma que a ocupação do sambaqui foi sedentária, ou seja, não haveria mais o hábito de maior procura ou deslocamentos para a obtenção de recursos de subsistência, que poderia ser ocasionada pela facilitação de recursos naturais. Entretanto, este trabalho considera que a ocupação do Sambaqui Porto da Mina não foi sedentária, devido a variabilidade de fontes de matéria orgânica identificadas nas análises, e sim contínua, onde a população sambaquieira poderia se deslocar para as atividades inerentes a subsistência, porém tendo uma habitação fixa.

A teia trófica do sambaqui foi caracterizada como marinha/fluvial por meio da análise dos dados de $\delta^{15}\text{N}$, nos quais foram identificados grupos como produtores, consumidores primários e secundários. Esses dados podem ser relacionados diretamente com os resultados obtidos por meio da taxonomia do Sambaqui Porto da Mina devido à presença de grupos de invertebrados recuperados ao longo dos níveis da coluna bio-antracológica do sítio, conforme mostram os dados da análise taxonômica dos espécimes invertebrados. Assim, as estimativas da posição trófica, baseadas em isótopos estáveis, fornecem uma poderosa fusão de paradigmas de nível trófico e teia alimentar para avaliar

a estrutura trófica realizada diante da complexidade desse sambaqui. E, ao integrar mudanças isotópicas em uma escala de tempo determinada para o Sambaqui Porto da Mina, é evidente que pouco do ambiente foi modificado ao ponto de interferir na biodiversidade. Portanto, a dieta alimentar da população pretérita do sítio também pouco alterou-se. Essa modesta alteração na dieta alimentar pode estar relacionada a resiliência ecológica da região do de entorno do sítio.

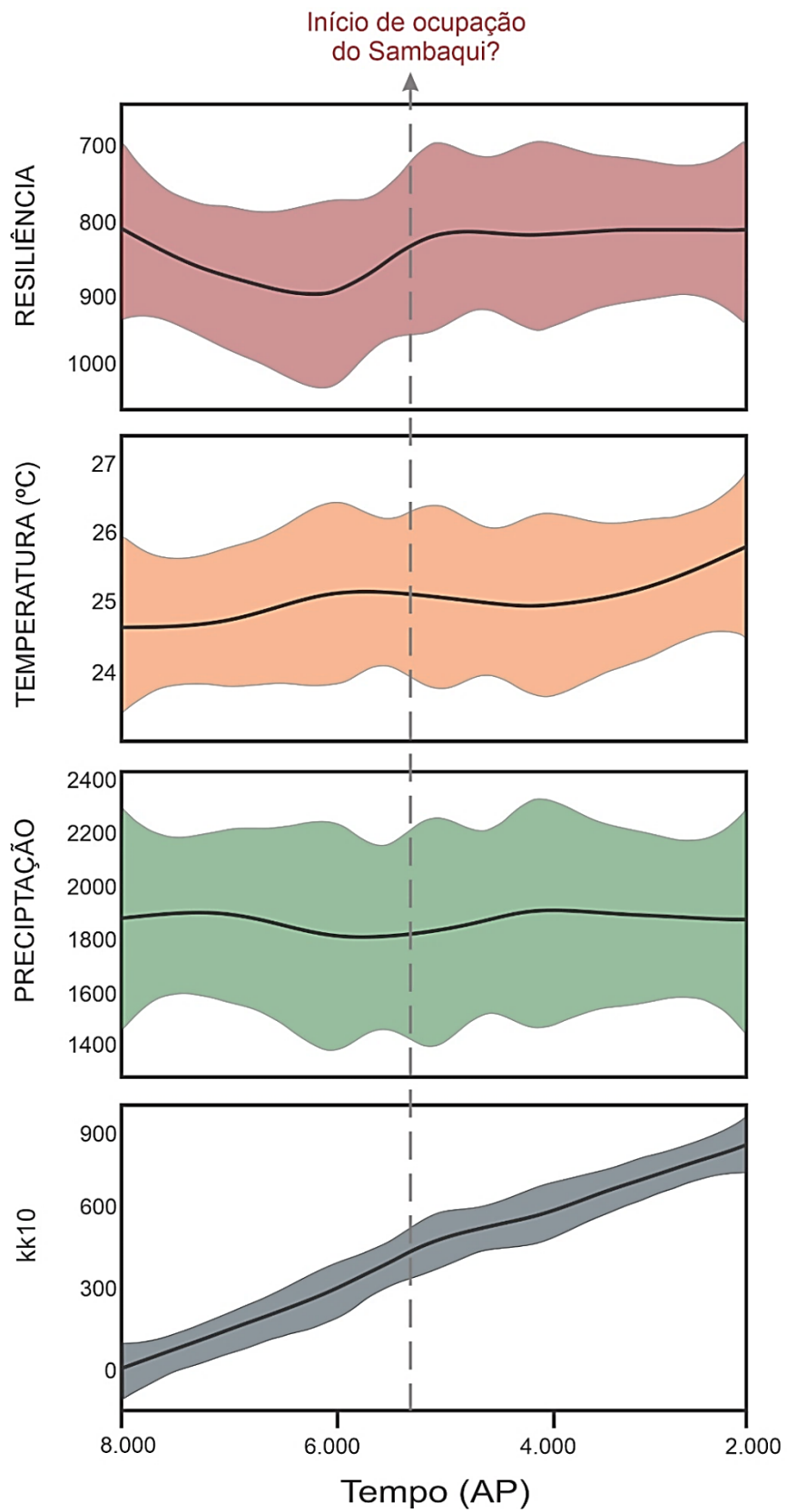
Os dados obtidos a partir de análises isotópicas em valvas de ostras (*Crassostrea rizophorea*) possibilitaram notar diferentes variações de temperatura ao longo dos níveis estratigráficos do Sambaqui Porto da Mina, de cerca de 10°C (Figura 26), evidenciando possíveis mudanças climáticas ocorridas ao longo de ocupação do sítio, confirmado por autores como Hoek (2001) e Lowe et al. (2008), que afirmam sobre o aumento progressivo do número de registros climáticos no Holoceno nas áreas marinhas e continentais, demonstrando a existência de oscilações em escala milenar e rápidas mudanças climáticas que interferiram tanto na comunidade biológica quanto em seu ambiente, como a progressão da costa da região.

Com relação aos resultados obtidos por meio de modelagem da resiliência ecológica (Figura 22), nota-se explicitamente um aumento da vulnerabilidade do ecossistema, porém não abrupto a ponto de interferir de maneira drástica. O aumento na magnitude/frequência da tempestade ou uma queda na oferta de sedimentos não afeta no ecossistema e, conseqüentemente, não impacta em modificações drásticas na alimentação da população do sambaqui. Isso ocorre porque as regiões costeiras são morfologicamente resilientes e mantêm sua forma a longo prazo, apesar sofrer variações de curto prazo nos processos de força, incluindo a oferta de sedimentos. De acordo com Beerling e Mayle (2006) a Bacia Amazônica é dominada por florestas tropicais sempre verdes desde o último máximo glacial (LGM), demonstrando a resiliência desse ecossistema às mudanças ambientais glacial-interglaciais, conforme mostras os dados desta pesquisa. Corroboram, também, estes resultados a teoria proposta por Mayle et al. (2009), que a partir de análises de simulações de modelos e dados de pólen fóssil sugerem que, considerando a América do Sul Tropical, as mudanças de bioma entre floresta e pastagem/savana entre o Último Máximo Glacial e o presente não eram substanciais, sendo restritas apenas a áreas ecótonas.

Os dados de precipitação (Figura 24), mostram que o período interglacial holocênico para a região de estudo caracteriza-se por condições climáticas relativamente quentes e homogêneas, com uma paisagem estável, apesar da evidência sedimentológica de flutuações paleo-hidrológicas. O que está em conformidade com trabalhos como o de Cohen et al. (2005), o qual afirma a ocorrência de variabilidade e oscilação entre regressão e transgressão do mar, principalmente nos últimos 2.000 anos AP na região costeira do Estado do Pará. Este tipo de cenário foi aventado por Prado et al. (2013) para o leste da América do Sul, descrevendo condições mais secas (exceto no nordeste do Brasil) durante o verão (dezembro a fevereiro) no Holoceno médio.

Assim, afirma-se que as possíveis mudanças ambientais ocorridas na região do Sambaqui Porto da Mina produziram efeitos na biodiversidade da comunidade biológica. Tais mudanças ocorreram, possivelmente, devido a mecanismos internos como alterações na circulação oceânica, variabilidade do sistema climático interno (BROECKER, 2006; RENSSSEN et al., 2009). Em particular, a influência de um sistema regido pela sazonalidade em períodos mais e menos chuvosos. Assim, ressalta-se a importância de análises de modelagem climática para compreender a evolução climática e a resposta da vegetação a mudanças e perturbações (FLETCHER; SÁNCHEZ GOÑI, 2008) em regiões sambaquieiras.

Figura 27 - Dados de simulação paleoecológica do Sambaqui Porto da Mina.



Fonte: Da autora.

7.1.3 Relação homem-meio ambiente no Sambaqui Porto da Mina

As inferências ecológicas obtidas indicam que o local de assentamento estava em um ambiente geograficamente diverso, com influência fluvial salobra e marinha, que estiveram sazonalmente registradas na coluna estratigráfica, conforme registrado nas análises anteriores (Figuras 26-27). Concomitantemente, os grupos autóctones que caracterizam o sítio como um sambaqui indicam que a população pretérita os utilizava, bem como outros recursos naturais. Assim, sua importância não está apenas no fator nutrição e construção do banco de conchas, mas também de desenvolvimento tecnológico, a partir da implementação de artefatos cerâmicos (SIMÕES, 1981), visto que a presença de grandes quantidades de fragmentos de bivalves, geralmente utilizados na composição de artefatos cerâmicos em conjunto com areia, eram utilizados como uma das matérias-primas para a confecção desses utensílios. Além disso, eram utilizados com o emprego de engobo vermelho como decoração e o predomínio de formas simples do tipo tigelas nas vasilhas, caracterizando, assim, a chamada Fase Mina.

Todavia, em se tratando das ostras, nem todas estavam fragmentadas, algumas apresentavam preservação quase em sua totalidade, evidenciando que, assim como outros moluscos bivalves, elas não foram utilizadas apenas na produção do sambaqui em sua estrutura ou em utensílios, mas também como alimento (WASELKOV, 1987). Tal fato pode ser corroborado na tabela 3, a qual evidência a presença de espécimes de ostras apenas pontualmente, em cerca de 50% dos níveis estratigráficos, inferindo que os habitantes do Sambaqui Porto da Mina provavelmente não faziam uso de conchas de ostras unicamente para a confecção do sítio.

Enquanto alimento, as ostras são consideradas pouco calóricas, ou seja, de baixo rendimento, uma vez que sua coleta só é rentável nutricionalmente quando os custos de sua aquisição, preparo e consumo são baixos (FIGUTI, 1993). A extração era efetuada pelos habitantes não engajados nas atividades principais de subsistência, no caso, mulheres, idosos e crianças (CHENORKIAN, 1989). Sua importância era evidenciada principalmente em períodos de maré baixa, quando a coleta era realizada apenas com as mãos ou com o uso de recursos simplificados, limitando-se em áreas relativamente próximas ao acampamento base, desde que apresentassem bancos de moluscos abundantes (WASELKOV, 1987). Esse tipo de atividade deixa de caracterizar as populações sambaquieiras como pescadores-caçadores e lhes dá a denominação *caçadores-coletores* (SILVEIRA, 2011).

É importante ressaltar que, ao utilizar invertebrados carbonáticos como alimentação, o meio de adquiri-los não era apenas coletando o que a natureza disponibilizava, mas sim por meio da prática de produção extrativista, tornando-se, assim, um viés para o desenvolvimento da tecnologia para a maricultura comercial atual, uma vez que até os dias atuais a cultura da produção da ostra, conhecida como ostreicultura, ainda é evidente na região do salgado (HOSHINO, 2009). O mesmo ocorre com relação aos demais invertebrados identificados, denotando que os saberes vernaculares das populações coletoras de mariscos e caranguejos são sempre marcados pelos seus próprios interesses: eles visam responder às necessidades ou exercício do poder (FIGUEIREDO FILHO, 2015).

A população de Quatipuru ainda faz grande uso dos recursos dos manguezais para sua subsistência e para obter renda. As árvores são utilizadas como combustíveis convertidos em lenha ou carvão, bem como na construção de casas ou cercas de quintais, pois a madeira oferece em geral alta resistência à degradação (FIGUEIREDO FILHO, 2015). As raízes das árvores de mangue são utilizadas em formas de chá para fins medicamentosos e as cascas e folhas como repelentes. Os moluscos (mexilhões, ostras e turus) e crustáceos (camarões, siris e principalmente o caranguejo-uçá) estão entre os mais explorados (HOSHINO, 2009). A pesca de peixes por captura nos manguezais também é bastante praticada na região. Tais tipos de atividades mostram que a população, atualmente, utiliza os recursos advindos da natureza, da mesma maneira como a população pretérita sambaqueira fazia, e isso pode ser inferido a partir dos espécimes recuperados no Sambaqui Porto da Mina, como conchas de outras espécies de berbigão, mexilhões e caranguejos. Ressalta-se, em relação a estes indivíduos foram registrados apenas os quelípodos destes, o que de acordo com (NASCIMENTO, 1984; BRABO; SOUZA; SANTANA, 2013; SOUZA, 2013) se deve ao fato da população sambaqueira consumir apenas estas partes anatômicas do animal, visando a regeneração do mesmo para o recurso não esgotar.

Todavia, estes grupos poderiam ser, também, agentes mantenedores do sítio, sendo carregados durante os períodos de cheia da maré, ou provenientes de áreas-fontes como o mangue (SILVA, 2006). Afinal, a alimentação de malacofauna e crustáceos tem uma carga proteica muito baixa, e no caso específico dos povos costeiros pré-históricos brasileiros, o fornecimento de proteínas foi muito elevado. Assim, para se consumir adequadamente essas carnes, magras em sua maioria, seria necessário,

concomitantemente, um fornecimento importante de carboidratos e/ou gorduras (FIGUTI, 1993). Dentro do quadro de uma dieta desse tipo, os moluscos representam um alimento pleno de possibilidades, um componente essencial de alimentação, certamente revalorizado na medida que ocorram baixas simultâneas de outras fontes de alimentação em qualidade e/ou quantidade (FIGUTI, 1993). Logo, a economia de populações sambaquieiras, baseadas na coleta de moluscos e crustáceos, seria pouco viável sob o ponto de vista nutricional e sobretudo energético. Porém, ao saber que sambaquis são o registro físico de uma população de caçadores-coletores pré-históricos (PROUS, 1992; GASPAR, 2000), e que esta população fazia uso de flora e fauna para subsistência, denota-se a importância desses registros para a compreensão dos seus hábitos alimentares em sua totalidade.

Isto reforça a ideia do sambaqui Porto da Mina como uma construção mista. O que pôde ser corroborado a partir de dados geoquímicos, onde observou-se a provável existência de um ambiente favorável para o desenvolvimento da fauna marinha, o que agrega em uma existência natural destes indivíduos na localidade, mostrando que o sambaqui não era apenas um local de descarte dos mesmos. Por conseguinte, há também, menor intensificação do uso da terra. Entretanto esta menor intensificação do uso da terra não está de acordo com os resultados da simulação por KK10 (Figura 27), uma vez que nota-se nos dados um crescimento contínuo do uso da terra, porém de baixa magnitude. O que configura o modo de assentamento da população pretérita do sambaqui como de maneira contínua, porém não necessariamente sedentária, em virtude da comunidade vivente necessitar buscar recursos em diferentes localidades, de acordo com a sazonalidade da região de entorno do sítio.

A tendência de uso da terra no conjunto de dados KK10 (KAPLAN; KRUMHARDT; ZIMMERMAN, 2009; KAPLAN et al., 2011) baseia-se na teoria da intensificação agrícola (ELLIS et al., 2013), segundo o qual, sob baixa pressão populacional, os humanos usavam a terra extensivamente e com pouca mão-de-obra, e apenas intensificavam o uso da terra sob circunstâncias de escassez de terra trazidas por altas densidades populacionais (KAPLAN; KRUMHARDT; ZIMMERMAN, 2009).

Segundo Kaplan, Krumhardt e Zimmerman (2009), o uso antrópico da terra nas Américas foi acelerado com a disseminação de colônias e nações criadas com a chegada dos primeiros colonizadores europeus, conforme evidenciado por trabalhos de

reconstruções de ALCC durante o Holoceno tardio que foram publicados (GOLDEWIJK et al., 2011; KAPLAN et al., 2011; PONGRATZ et al., 2008). Essas reconstruções foram baseadas em estimativas similares da população humana, mas diferem em suas suposições sobre a relação entre população e uso da terra. Outros conjuntos de dados como o HYD/E (GOLDEWIJK et al., 2011) assumem que, ao longo do Holoceno, o uso de terra permaneceu em níveis muito baixos na maior parte do mundo antes de 1850, porém contínuo, conforme também registrado para o Sambaqui Porto da Mina.

Logo, infere-se que o desmatamento de florestas por ação antrópica não poderia ter desempenhado um papel significativo no aumento gradual das concentrações de CO₂ na região analisada, uma vez que, de acordo com Kaplan et al. (2010), esta progrediu em apenas 22ppm a partir do Holoceno médio em cerca de 8 mil anos AP até o período colonial (RUDDIMAN, 2007). Tal fato foi registrado por Beerling e Mayle (2006), que afirmam, a partir de dados de modelagem, que o armazenamento total de carbono acima do solo na Amazônia era metade dos valores pré-industriais, indicativos de chuva nas florestas com densidades de copa notavelmente mais baixas e estruturas mais simples devido à redução dos níveis de CO₂. Ainda de acordo com Beerling e Mayle (2006), a taxa CO₂ teve um papel relativamente menor na promoção do processo substituição de vegetação adaptada à seca (por exemplo, savana ou floresta seca) por floresta tropical registrada em paleodados de áreas ecótonas.

Logo, os resultados da modelagem por KK10 talvez não reflitam a realidade do uso da terra em um ponto específico como o Sambaqui Porto da Mina (uma vez que este modelo tende a abranger áreas em larga escala) ou apenas não seja o mais indicado, devido a dinâmica do sambaqui, uma vez que aparentemente o modelo pode registrar efeitos naturais e não antrópicos. Ainda assim, ele pode auxiliar (desde que seja utilizado com outras *proxies*) na análise da relação homem-natureza em sítios do tipo sambaqui.

8 CONCLUSÃO

A partir do exposto neste trabalho, percebe-se a importância dos estudos *multi-proxy* em sambaquis, visto que multi-análises permitem melhor compreender a história ecológica, padrões de assentamento e biologia, bem como construir um contexto arqueológico, geológico e biológico para estes sítios. Neste trabalho, fica evidente que apesar do Sambaqui Porto da Mina ter sido estudado, em no mínimo três diferentes momentos, há hiatos quanto aos aspectos de formação e utilização do mesmo. Isto se dá pela falta de análises complementares que permitissem perceber o sítio e caracterizá-lo em sua totalidade.

Desta forma, esta pesquisa pretendeu, por meio de análises interdisciplinares, configurar o sambaqui estudado quanto à sua história geológica. Com base nos dados coletados, pode-se concluir que o sambaqui Porto da Mina, de fato, representa o acúmulo natural de sedimentos com vestígios arqueológicos. Os sedimentos, bem como demais constituintes retrabalhados a partir de sítios arqueológicos próximos, foram transportados por processos subaquosos e depositados todos juntos em ambiente estuarino. Neste trabalho, construiu-se ainda um novo conceito para os perfis escavados em sambaquis, visto a necessidade de uma caracterização que abrangesse e tivesse o cuidado de levar em consideração as terminologias corretas e a composição destes sítios abióticos e bióticos.

Os bioindicadores (invertebrados) resultantes de retrabalhamento de material arqueológico. Sugerem diferentes possibilidades do uso e manejo da fauna presente no local, o que deixa explícita a relação homem - meio ambiente, bem como a influência marinha/fluvial na formação e manutenção do sítio, tendo o mangue como uma das principais área-fonte. Devido esta forte influência, caracterizou-se o ambiente do sítio como estuarino. Além disso, sua cobertura vegetal, predominantemente primária de floresta tropical úmida, possibilita um ecossistema diverso com grande disponibilidade de matéria orgânica. Essa fitogeografia possibilitou a ocupação contínua do sítio, uma vez que, de acordo com a teia trófica proposta, a comunidade poderia utilizar invertebrados carbonáticos e peixes para a manutenção e subsistência do sítio. Afinal, tanto a fauna quanto a flora mantiveram-se resilientes por longos períodos, independente das pequenas variações ocorridas a curto prazo.

Na área de estudo ocorreram, também, possíveis mudanças climáticas relativamente baixas e sem intervenção humana, independente do uso crescente e contínuo da terra da região de entorno do sítio. Ou seja, as populações pretéritas utilizaram os recursos naturais do entorno do Sambaqui Porto da Mina, porém não ao ponto de degradar intensivamente o ambiente e interferi-lo.

Assim, comprava-se que análises *multi-proxies* são necessárias para o entendimento de sambaquis. Este trabalho desperta a possibilidade de novas análises com enfoques interdisciplinares para os sambaquis da região do Salgado Paraense, visto a necessidade de revisar as teorias de formação para estes sítios, bem como a complementação dos dados acerca da ocupação humana amazônica.

REFERÊNCIAS

ABSY, M. L.; CLEEF, A.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SERVANT, M.; SIFEDINE, A.; FERREIRA DA SILVA, M.; SOUBIES, K.; TURCQ, K.; VAN DER HAMMEN, T. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60.000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. **Comptes rendus de l'Académie des Sciences**, v. 312, n. 2, p. 673-78, 1991.

AITA, M.N.; TADOKORO, K.; OGAWA, N.O.; HYODO, F.; ISHII, R.; SMITH, S.L.; SAINO, T.; KISHI, M.J.; SAITOH, S.; WADA, E. Linear relationship between carbon and nitrogen isotope ratios along simple food chains in marine environments. **Journal of Plankton Research**, v. 33, n. 11, p. 1629-1642, 2011.

ALLOUCHE, O.; TSOAR, A.; KADMON R. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). **Journal of Applied Ecology**, v. 43, p. 1223-1232, 2006.

ALMEIDA, F.O.; NEVES, E.D. Evidências arqueológicas para a origem dos tupi-guarani no leste da Amazônia. **Mana**, v. 21, n. 3, p. 499-525, 2015.

ALMEIDA, P. D.; MACHADO, S. M.; BARROS, B. T.; LOPES, P. C.; BERRÊDO, J. F.; RUIVO, M. L. P.; GASPAR, M. Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico: utilização de diatomáceas (Bacillariophyta) como indicadoras de alterações ambientais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 15, n. 3, p. 1-20, 2020.

ALVÁREZ, M.; GODINO, I.B.; BALBO, A.; MADELLA, M. Shell middens as archives of past environments, human dispersal and specialized resource management. **Quaternary International**, v. 239, p. 1-7, 2011.

ALVES, L.P. **Análise das unidades de paisagem da microbacia do igarapé Moura, município de Castanhal (PA): subsídios para o planejamento/ordenamento territorial.** 2013. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

ALVES, R. **Estudo taxonômico de ostras do gênero *Crassostrea* Sacco, 1897, da região da Grande Florianópolis-Brasil.** 2004. 40f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

AMARAL, P.G.C.; GIANNINI, P.C.F.; SYLVESTRE, F.; PESSENDA, L.C.R. Paleoenvironmental reconstruction of a late Quaternary lagoon system in southern Brazil (Jaguaruna region, Santa Catarina state) based on multi proxy analysis. **Journal of Quaternary Science**, v. 27, n. 2, p. 181-191, 2012.

AMARAL, V.S. **Revisão taxonômica da subfamília Crassostreinae (Bivalvia: Ostreidae).** 2014. 541 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2014.

AMARAL, V.S.; SIMONE, L.R.L. Revision of genus *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) of Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 94, 4, p. 811-836, 2014.

ANGULO, R.J.; PESSEDA, L.C.R.; SOUZA, M.C.O. Significado das datações do ¹⁴C na reconstrução de paleoníveis marinhos e na evolução das barreiras quaternárias do litoral paranaense. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 1, p. 95-106, 2002.

ANJOS, L.J.S. **Mudanças climáticas e a resiliência da floresta amazônica ao longo do tempo e espaço**. 2017. 145 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação e, Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará, 2017.

ANTHONY, E.J. Sediment dynamics and morphological stability of estuarine mangrove swamps in Sherbro Bay, West Africa. **Marine Geology**, n. 208, p. 207–224, 2004.

ARAI, M. A grande elevação eustática do Mioceno: a verdadeira origem do Grupo Barreiras. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 10., 2005, Guarapari – ES. **Anais [...]**. Guarapari – ES: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2005, 1 CD-ROM.

ARAI, M. A Grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.

ARÁOZ, H. M. Crisis ecológica, conflictos socioambientales y orden neocolonial: Las paradojas de NuestrAmérica en las fronteras del extractivismo. **Rebela**, v. 3, n. 1, p. 118-155, Out. 2013.

ARNESTO, J.J.; MANUSCHEVICH, D.; MORA, A.; SMITH-RAMIREZ, C.; ROZZI, R.; ABARZÚA, A.M.; MARQUET, P.A. From the Holocene to the Anthropocene: A historical framework for land cover change in southwestern South America in the past 15,000 years. **Land Use Policy**, v. 27, p. 148-60, 2009.

ASOUTI, E.; AUSTIN, P. Reconstructing Woodland Vegetation and its Exploitation by Past Societies, based on the Analysis and Interpretation of Archaeological Wood Charcoal Macro-Remains. **Environmental Archaeology**, v. 10, p. 1-18, 2005.

BANDEIRA, A.M. **Ocupações humanas pré-históricas no litoral maranhense: um estudo arqueológico sobre o sambaqui do Bacanga na ilha de São Luís - Maranhão**. 2008. 371 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade de São Paulo, 2008.

BANDEIRA, A.M. Pesquisa arqueológica no sambaqui do Bacanga, São Luís, Maranhão: reflexões sobre a ocorrência de cerâmica em sambaquis do litoral equatorial amazônico. **Amazônica**, v. 1, n. 2, p. 484-511, 2009.

BANDEIRA, A.M. **Ocupações humanas pré-coloniais na Ilha de São Luís – MA: Inserção dos sítios arqueológicos na paisagem, cronologia e cultura material cerâmica**. 2013. 1162 f., Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade de São Paulo, 2013.

BANDEIRA, A.M. A cerâmica mina no contexto das ocupações pré-históricas da ilha de São Luís, MA. **Clio Arqueológica**, p. 160-208, 2018.

BAHRE, C. Destruction of the vegetation in northern central Chile. **University of California Press Publications**, v. 23, p.1-117, 1979.

BARBOSA, C.M.; AZEREDO, S.R.; SOUZA, S.M.F.M.; LOPES, R.T. Study of caprine bones after moist and dry heat processes by X-Ray Diffraction. *In*: INTERNATIONAL NUCLEAR ATLANTIC CONFERENCE – INAC, 2013, Recife. **Anais[...]**.Recife, 2013. p. 24-29.

BARBOSA-GUIMARÃES, M. Do lixo ao luxo: as premissas teórico-metodológicas e a noção de sambaqui. **Boletim do Museu Nacional, Antropologia**, v. 63, p.1-23, 2003.

BARBOSA JÚNIOR, J.S. **Análise espacial de unidades de paisagem do município de Quatipuru – Pará**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pará, 2017.

BARTLEIN, P.J.; HARRISON, S.P.; BREWER, S.; CONNOR, S.; DAVIS, B.A.S.; GAJEWSKI, K.; GUIOT, J.; HARRISON-PRENTICE, T.I.; HENDERSON, A.; PEYRON, O.; PRENTICE, I.C.; SCHOLZE, M.; SEPPÄ, H.; SHUMAN, B.; SUGITA, S.; THOMPSON, R.S.; VIAU, A. E.; WILLIAMS, J.; WU, H. Pollen-based continental climate reconstructions at 6 and 21 ka: a global synthesis. **Climate Dynamics**, v. 37, p. 775-802, 2011.

BAYNE, B.L. **Biology of oysters**. [S.l.]: Academic Press Elsevier, 2017. 840 p.

BEAUCLAIR, M.; DUARTE, M.R.; SILVA, E.P. Sambaquis (shell mounds) and mollusk diversity in the past history of Araruama Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 11, n. 1, p. 47-59, 2016.

BEERLING, D.J.; MAYLE, F.E. Contrasting effects of climate and CO₂ on Amazonian ecosystems since the last glacial maximum. **Global Change Biology**, v. 12, p. 1977-1984, 2006.

BEHLING, H. Impact of the Holocene sea-level changes in coastal, eastern, and central Amazonia. **Amazoniana**, v. 17, p. 41-52, 2002.

BEHLING, H.; COSTA, M.L.C. Mineralogy, geochemistry, and palynology of modern and late Tertiary mangrove deposits in the Barreiras Formation of Mosqueiro Island, northeastern Pará state, eastern Amazonia. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 17, p. 285-295, 2004.

BENEDITO-CECÍLIO, E.; LOPES, C.A.; DOURADO, E.C.S.; MANETTA, G.I.; GIMENES, M.F.; FARIA, A.E.A.; PINHEIRO, R.P.; MARTINELLI, L.A. Estrutura trófica das assembleias de peixes de inundação do Alto Rio Paraná: uso de isótopos estáveis. *In*: WORKSHOP – PELD, 2.,2002, Maringá. A planície alagável do alto rio Paraná-Maringá. **Anais[...]**. 2002. p. 131-136.

BERGER, P. **Ilha de Santa Catarina**: relatos de viajantes estrangeiros nos séculos XVIII e XIX. 2 ed. Florianópolis: Editora da UFSC; Assembléia Legislativa de Santa Catarina, 1990.

BIE, T. de; MEESTER, L. de; BRENDONCK, L.; MARTENS, K.; GODEERIS, B.; ERCKEN, D.; HAMPEL, H.; DENYS, L.; VANHECKE, L.; VAN DER GUCHT, K.; VAN WICHELEN, J.; VYVERMAN, W.; DECLERCK, S.A.J. Body size and dispersal mode as key traits determining metacommunity structure of aquatic organisms. **Ecology Letters**, v. 15, p. 740-747, 2012.

BISSA, W.M.; YBERT, J.P.; CATHARINO, E.L.M.; KUTNER, M. Evolução Paleoambiental na Planície Costeira do Baixo Ribeira durante a ocupação Sambaquiera. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 10, p. 89-102, 2000.

BLASIS, P. de Da era das glaciações às origens da agricultura: uma revisão das mais antigas culturas do território brasileiro. In: MONTERO, Paula; BLASIS, Paulo Antonio Dantas de. **Brasil 50 mil anos**: uma viagem ao passado pré-colonial. São Paulo: Edusp; Museu de Arqueologia e Etnologia-Universidade de São Paulo, 2001.

BLASIS, P. de; FISH, S.; GASPAR, M.D.; FISH, P. Some references for the discussion of complexity among the Sambaqui Moundbuilders from the Southern Shores of Brasil. **Revista de Arqueologia Americana**, n. 15, p. 75-105 1998.

BLASIS, P. de; KNEIP A.; SCHEEL-YBERT, R.; GIANNINI, P.C.; GASPAR. M.D. Sambaquis e Paisagem Dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. **Arqueología Suramericana**, v. 3, n. 1, p. 29-61, 2007.

BORDOVSKIY, O.K. Accumulation and transformation of organic substances in marine sediment. **Marine Geology**, v. 3, p. 3-114, 1965.

BOSCH, P.; ALEMÁN, I.; MORENO-CASTILLA, C.; BOTELLA, M. Boiled versus unboiled: a study on Neolithic and contemporary human bonés. **Journal of Archaeological Science**, v. 38, p.2561-2570, 2011.

BOUILLON, S.; CONOLLY, R.M.; GILLINKIN, D.P. Use of Stable Isotopes to Understand Food Webs and Ecosystem Functioning in Estuaries. In: Wolanski, E.; McLusky, D.S. (eds.) **Treatise on Estuarine and Coastal Science**, v. 7, p. 143-173, Waltham: Academic Press. 2011.

BRABO, M.F.; SOUZA, R.A.L.; SANTANA, J.V.M. Considerações sobre a captura e beneficiamento do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus* Linnaeus 1763) no estado do Pará. In: SOUZA, R.A.L. (org.). **Ecossistemas Aquáticos**: bases para o conhecimento. Belém-Pa: Editora da Universidade Federal Rural da Amazônia- EDUFRA, 2013.

BREIMAN, L. Random forests. **Machine Learning**, v. 45, p. 5-32, 2001.

BREITENBACH, S.F.M.; REHFELD, K.; GOSWAMI, B.; BALDINI, J.U.L.; RIDLEY, H.E.; KENNETT, D.J.; PRUFER, K.M.; AQUINO, V.V.; ASMEROM, Y.; POLYAK, V.J.; CHENG, H., KURTHS, J.; MARWAN, N.: Constructing Proxy Records from Age models (COPRA). **Climate of the Past**, v. 8, p. 1765-1779, 2012.

BRITO, R.N.R.; ASP, N.A.; BEASLEY, C.R.; SANTOS, H.S.S. Características sedimentares fluviais associadas ao grau de preservação da mata ciliar - Rio Urumajó, nordeste paraense. **Acta Amazônica**, v. 1, n. 39, p. 173-180, 2009.

BROECKER, W.S. The oceanic CaCO₃ cycle, in treatise on geochemistry. *In*: ELDERFIELD, E. (ed.). **The oceans and marine geochemistry**. Oxford, U.K.: Pergamon, 2006. v. 6, p. 529-549.

BUENO, L.; DIAS, A. Povoamento inicial da América do Sul: contribuições do contexto brasileiro. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 83, p. 119-147, 2015.

BUSH, M.B. Amazonian speciation: a necessarily complex model, **Biogeography**, v. 21, p. 5-17, 1994.

CABANA, G.; RASMUSSEN, J.B. Comparison of aquatic food chains using nitrogen isotopes. **Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America**, v. 93, p. 10844-10847, 1996.

CALAZANS, M.O. De restos a rastros: os sambaquis de Cubatão/SP e a construção de uma pré-história brasileira. **Oficina do Historiador**, v. 6, n. 1, p. 84-104.2013.

CALIPPO, F.R. **Sociedade sambaqueira, comunidades marítimas**. 2010. 311 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, 2010.

CANTERA, J.R. Shallow-water venerid clams (Bivalvia: Veneridae) from the pacific coast of Colombia. **The Veliger**, v. 34, p. 78-84, 1991.

CARVALHO, M.C. Uso dos Isótopos Estáveis de Carbono, Nitrogênio e Enxofre em Estudos de Ecologia Pesqueira. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 694-705, 2008.

CASTILLO-ESCRIVÀ, A.; VALLS, L.; ROCHERA, C.; CAMACHO, A.; MESQUITA-JOANES, F. Metacommunity dynamics of ostracoda in temporary lakes: overall strong niche effects except at the onset of the flooding period. **Limnologia**, v. 62, p. 104-110, 2017.

CASTRO, D. F.; ROSSETTI, D.F.; PESSENDA, L.C.R. Facies, $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$ and C/N analyses in a late Quaternary compound estuarine fill, northern Brazil and relation to sea level. **Marine Geology**, v. 274, p. 135-150, 2010.

CEUTA, L.O. **Parasitos e histopatologia do marisco-do-mangue, *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) (Bivalvia: Mytilidae), da Baía de Camamu (Bahia)**. 2010. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais, Universidade Estadual de Santa Cruz, 2010.

CHAMLEY, H. **Clay sedimentology**. Berlin: Springer-Verlag, 1989.

CHENORKIAN, R. **Mollusques testacés et diètes préhistoriques**. Travaux du LAPMO, 1989. p. 29-56.

CIOTTI, L.L. **Isótopos estáveis de carbono e nitrogênio aplicados ao estudo da ecologia trófica do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) no Brasil**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

COE, H.H.G.; SOUZA, R.C.C.L.; DUARTE, M.R.; RICARDO, S.D.F.; MACHADO, D.O.B.F.; MACARIO, K.C.D.; SILVA, E.P. Characterisation of phytoliths from the stratigraphic layers of the Sambaqui da Tarioba (Rio das Ostras, RJ, Brazil). **Flora**, v. 236–237, p. 1-8, 2017.

COHEN, M.C.L.; SOUZA-FILHO, P.W.M.; LARA, R.J.; BEHLING, H.; ANGULO, R.J. A model of Holocene mangrove development and relative sea-level changes on the Bragança Peninsula (northern Brazil). **Wetlands Ecology and Management**, v. 13, p. 433-443, 2005.

COSTA, M.L.; MORAES, E.L. Mineralogy, geochemistry and genesis of kaolins from the Amazon region. **Mineralium Deposita**, v. 3, n. 33, p. 283-297, 1998.

COSTA, M.L.; BEHLING, H.; SUGUIO, K.; KÄMPF, N.; KERN, D.C. Paisagens Amazônicas sob a ocupação do homem pré-histórico: uma visão geológica. *In*: TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C.; MADARI, B.E.; LIMA, H.N.; WOODS W. **As terras pretas de Índio da Amazônia**: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. [Belém]: Ed. EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2009. 422 p.

COSTA, M.L.; BERHLING, H. BERRÊDO, J.F.; CARMO, M.S.; SIQUEIRA, N.V.M. Mineralogical, geochemical and palynological studies of Late Holocene mangrove sediments from northeastern Para state, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 4, p. 479-488, 2014.

DANADAI, M.C.; ARRUDA, E.P.; DOMANESCHI, O.; AMARAL, A.C.Z. Veneridae (Mollusca, Bivalvia) da costa norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 3. 2006.

DAVIDSON, E. A.; ARTAXO, P. Globally significant changes in biological processes of the Amazon Basin: Results of large scale biosphere atmosphere experiment. **Global Change Biology**, v. 10, p. 529-529, 2004.

DEAN, J. S.; GUMERMAN, G. J.; EPSTEIN, J. M.; AXTELL, R. L.; SWEDLUND, A. C.; PARKET, M. T.; MCCARROLL, S. Understanding Anasazi cultural change through agent-based modeling. *In*: KOHLER, T. A. AND GUMERMAN, G. J. **Dynamics in human and primate societies**, ed. New York: Oxford University Press, 2000. p. 179-206.

DEARING, J.A. Landscape change and resilience theory: a palaeoenvironmental assessment from Yunnan, SW China. **The Holocene**, v. 18, p. 117-127. 2008.

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

DENIRO, M.J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. **Geochimic et Cosmochimica Acta**, v. 42, p. 495-506, 1978.

DINIZ-FILHO, J.A.F.; BINI, L.M.; RANGEL, T.F.; LOYOLA, R.D.; HOF, C.; NOGUÉS-BRAVO, D.; ARAÚJO, M.B. Partitioning and mapping uncertainties in ensembles of forecasts of species turnover under climate change. **Ecography**, v. 32, p. 897-906. 2009.

DUCATTI, C. Aplicação de isótopos estáveis na aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1-10, 2007.

ELLIS, E.C.; RAMANKUTTY, N. Putting people in the map: Anthropogenic biomes of the world. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 6, p. 439-447, 2008.

ELLIS, E.C.; KAPLAN, J.O.; FULLER, D.Q.; VAVRUS, S.; GOLDEWIJK, K.K.; VERBURG, P.H. Used planet: a global history. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, p. 7978-7985, 2013.

EL-ROBRINI, E.; SOUZA FILHO, P.W.M.; SILVA, C.A.; SILVEIRA, O.F.M.; FARIA Jr, L.E.C.; MENDES, A.C. Registro das oscilações do nível do mar na plataforma continental norte do Brasil. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO QUATERNÁRIO DA AMAZÔNIA, 1992, Manaus. **Resumos[...]**, 1992. p. 73-75.

EMILIANI, C. Pleistocene temperatures. **Journal of Geology**, v. 63, p. 538-578, 1955.

EPSTEIN, S.R.; BUCHSBAUMH, R.; LOWENSTAM, A.; UREY, H. C. Revised carbonate-water isotopic temperature scale. **Geological Society of America Bulletin**, v. 64, n. 11, p.1315-1326, 1953.

FERREIRA, D.J.X. **Inferências paleoambientais para o nordeste da Amazônia Oriental a partir do estudo de registros fósseis e composição isotópica de carbono ($\delta^{13}C$) e oxigênio ($\delta^{18}O$) em rocha total de carbonatos da Formação Pirabas (PA), Mioceno Inferior**. 2015. 120 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará, 2015.

FERREIRA, L.C. Sociologia ambiental, teoria social e a produção intelectual no Brasil. *In*: ENCONTRO ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE,1., 2002, local. **Resumos**. Indaiatuba, Editora da Unicamp, 2002. p. 39-70.

FIGUEIREDO FILHO, J.B. **Paisagem, lugar e percepção: um estudo das relações do homem e os manguezais no município de Quatipuru - Pará**. 2015. 103f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pará, 2015.

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

FLETCHER, W.J.; SANCHEZ GOÑI; M.F. Orbital- and sub-orbital-scale climate impacts on vegetation of the western Mediterranean basin over the last 48,000 yr. **Quaternary Research**, v. 70, n. 3, p. 451-464, 2008.

FRAGAS, P.F. **Relação entre o sinal isotópico de oxigênio e carbono e o tamanho de testa de foraminíferos em amostras de topo de dois testemunhos da margem continental brasileira**. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Química e Geológica – Universidade de São Paulo, 2009.

FREITAS, H.A.; PESSEDA, L.C.R.; ARAVENA, R; GOUVEIA, S.E.M.; RIBEIRO, A.S.; BOULET, R. Late Quaternary vegetation dynamics in the Southern Amazon Basin inferred from carbon isotopes in soil organic matter. **Quaternary Research**, v. 55, p.39-46, 2001.

FRIEDMAN, J.H. Multivariate adaptive regression splines. **Annals of Statistics**, v. 19, p. 1-67. 1991.

FRITZ, P.; POPLAWSKI, S. 18O and 13C in the shells of freshwater molluscs and their environments. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 24, n. 1, p. 91-98, 1974.

FRY, B. Stable Isotopic Indicators of Habitat Use by Mississippi River Fish. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 21, n. 4, p.676-685, 2002.

GASPAR, M.D. **Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2000. 92 p.

GASPAR, M.D. KLOKLER, D.; BIACHINI, G.F. Arqueologia estratégica: abordagens para o estudo da totalidade e construção de sítios monticulares. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 8, n. 3, p. 517-533, 2013.

GERNET, M.V.; BIRCKOLZ, C.J. Fauna malacológica em dois sambaquis do litoral do estado do Paraná, Brasil. **Biotemas**, v. 24, n. 3, p. 39-49, 2011.

GIANNINI, P.C.F.; VILLAGRÁN, X.S.; FORNARI, M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.R.; MENEZES, P.M.L.; TANAKA, A.P.B.; ASSUNÇÃO, D.C.; BLASIS, P. de; AMARAL, P.G.C. Interações entre evolução sedimentar e ocupação humana pré histórica na costa centro sul de Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 5, n. 1, p. 105-128, 2010.

GILBERT, N.; TROITZCH, K. G. **Simulation for the social scientist**. Buckingham and Philadelphia; London: Open University Press, 1999.

GILLIKIN, D.P.; GOODWIN, D.H.; DEHAIRS, F. Using mollusk shell shutdown temperature to constrain oxygen isotopes of water. **Geological Society of America Abstracts with Programs**. Geological Society of America, v. 41, p. 475, 2009.

GOLDEWIJK, K.K.; BEUSEN, A.; VAN DRECHT, G.; DE VOS, M. The HYDE 3.1 spatially explicit database of human-induced global land-use change over the past 12,000 years. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n. 1, p. 73-86, 2011.

GOMES, C.H.A.M. **Ciclo reprodutivo da ostra *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) em cultivo e maturação em laboratório**. 2009. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

GRANATO, M.; RANGEL, M.F.(orgs.). **Cultura material e patrimônio da ciência e tecnologia**. Rio de Janeiro: MAST/CNPq. 2009.

GREGORY-EAVES, I.; BEISNER, B. E. Palaeolimnological insights for biodiversity science: an emerging field. **Freshwater Biology**, v. 56, p. 2653-2661, 2011.

GUNDERSON, L.H. Ecological resilience - in theory and application. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 31, p. 425-439. 2000.

GUISAN, A.; EDWARDS, T.C.; HASTIE, T. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. **Ecological Modelling**, v. 157, n. 2/3, p. 89-100, 2002.

HAHN, N. S.; MONFREDINHO JUNIOR, A.; FUGI, R.; AGOSTINHO, A. A. Aspectos da alimentação do armado, *Pterodoras granulosus* (Ostariophysi, Doradidae) em ambientes distintos do alto do Rio Paraná. **Revista Unimar**, v. 14, p. 163-176, 1992.

HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. Generalized Additive Models. **Statistical Science**, v. 1, n. 3, p. 297-310, 1986.

HE, K.S.; BRADLEY, B.A.; CORD, A.F.; ROCCHINI, D.; TUANMU, M.N.; SCHMIDTTLEIN, S.; TURNER, W.; WEGMANN, M.; PETTORELLI, N. Will remote sensing shape the next generation of species distribution models? **Remote Sensing in Ecology and Conservation**, v. 1, n. 1, p. 4-18, 2015.

HEINO, J. The importance of metacommunity ecology for environmental assessment research in the freshwater realm. **Biological Reviews**, v. 88, p. 166-178, 2013.

HEINO, J., MELO, A. S.; SIQUEIRA, T; SOININEN, J.; VALANKO, S.; BINI, L. M. Metacommunity organisation, spatial extent and dispersal in aquatic systems: patterns, processes and prospects. **Freshwater Biology**, v. 60, p. 845-869, 2015.

HOEK, W.Z. Vegetation response to the ~ 14.7 and ~ 11.5 ka cal. BP climate transitions: is vegetation lagging climate? **Global and Planetary Change**, v. 30, p. 103-115, 2001.

HOLLING, C.S.; GUNDERSON, L.H. Resilience and Adaptive Cycles. *In*: GUNDERSON, L.H; HOLLING, C.S. (eds.). **Panarchy: understanding Transformations in Human and Natural Systems**. Washington, D.C.: Island Press, 2002. 536 p.

HOLLING, C.S.; GUNDERSON, L.H.; LUDWIG, D. Quest of a theory of adaptive change. **Panarchy: understanding transformations in human and natural systems**. Washington, D.C.: Island Press, 2002. 536 p.

HONG, W.; KEPPENS, E.; NIELSEN, P.; VAN RIET, A. Oxygen and carbon isotope study of the Holocene oyster reefs and paleoenvironmental reconstruction on the northwest coast of Bohai Bay, China. **Marine Geology**, v. 124, n. 1-4, p. 289-302, 1995.

HOSHINO, P. **Avaliação e comparação de projetos comunitários de ostreicultura localizados no nordeste paraense.** 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, 2009.

HUGUET, C.; KIM, J.H.; DAMSTÉ, J.S.S.; SCHOUTEN, S. Reconstruction of sea surface temperature variations in the Arabian Sea over the last 23 kyr using organic proxies (TEX86 and UK'37). **Paleoceanography**, v. 21, 2006.
<https://doi.org/10.1029/2005PA001215>.

IGARASHI, M.A. **Caranguejo: exploração do *Ucides cordatus*.** [S.l.]: Sebrae, 2005. 48p.

IGNÁCIO, B.L.; ABSHER, T.M.; LAZOSKI, C.; SOLÉ-CAVA, A.M. Genetic evidence of the presence of two species of *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) on the coast of Brazil. **Marine Biology**, v.136, n. 6, p. 987-991, 2000.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate change 2007: Synthesis Report - Summary for Policymakers. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental. **Panel on Climate Change**, 104 p., 2007.

JAZWA, C.S.; MATHER, R. Archaeological Site or Natural Marine Community? Excavation of a Submerged Shell Mound in Ninigret Pond, Rhode Island. **The Journal of Island and Coastal Archaeology**, v. 9, n. 2, p.268-288, 2012.

JORGE, M.V.E. **Arcabouço geológico-geofísico da região nordeste do estado do Pará.** 2018. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Pará, 2018.

KÄMPF, N.; KERN, D. C. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. *In*: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P.; CARDOSO, E.J. (ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p. 277-320.

KAPLAN, J.O.; KRUMHARDT, K.M.; ZIMMERMAN, N. The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe. **Quaternary Science Reviews**, v. 28, p. 3016-3034, 2009.

KAPLAN, J.O.; KRUMHARDT, K.M.; ELLIS, E.C.; RUDDIMAN, W.F.; LEMMEN, C.; GOLDEWIJK, K.K. Holocene carbon emissions as a result of anthropogenic land cover change. **The Holocene**, v. 21, n. 5, p. 775-791, 2010.

KAPLAN, J.O.; KRUMHARDT, K.M.; ELLIS, E.C.; RUDDIMAN, W.F.; GOLDEWIJK, K.K. Holocene carbon emissions as a result of anthropogenic land cover change. **The Holocene**, v. 21, p. 775-791, 2011.

KASPERSON, R.E. DOW, K.; ARCHER, E.; CACERES, D.; DOWNING, T.; ELMQVIST, T.; ERIKSEN, S.; FOLKE, C.; HAN, G.; IYENGAR, K.; VOGEL, C.;

WILSON, K.; ZIERVOGEL, G. Vulnerable people and places. **Ecosystems and human wellbeing: current state and trends**. Washington: Island Press, 2005.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. [S.l.]: Ed. Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

KIM, S.-T.; O'NEIL, J. R. Equilibrium and nonequilibrium oxygen isotope effects in synthetic carbonates. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 61, p. 3461–3475, 1997.

KIRBY, M. Paleocological differences between Tertiary and Quaternary *Crassostrea* oysters, as revealed by stable isotope sclerochronology. **Palaios**, v. 15, n. 2, p. 132-141, 2000.

KLOKLER, D.M. Comida para o corpo e alma: Ritual funerário em sambaquis. **Revista de Arqueologia**, v. 23, n. 1, p. 112-115. 2010.

KLOKLER, D.; GASPAR, M.D.; SCHEEL-YBERT, R. Why clam? Why clams? Shell Mound construction in Southern Brazil. **Journal of Archaeological Science**, v. 20, p. 856-863, 2018.

KOHLER, T. A.; KRESL, J.; WEST, C. V.; CARR, E.; WILSHUSEN, R. H. Be there then: A modeling approach to settlement determinants and spatial efficiency among late ancestral pueblo populations of the Mesa Verde region, U.S. Southwest. In: KOHLER, T. A.; GUMERMAN, G. J. **Dynamics in human and primate societies**, ed. New York: Oxford University Press, p.145–178. 2000.

KOLODNY, Y.; LUZ, B.; NAVON, O. Oxygen isotope variations in phosphate of biogenic apatites, I. Fish bone apatite rechecking the rules of the game. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 64, p. 398-404, 1983.

LEDUC, G.; SCHNEIDER, R.; KIM, J.H.; LOHMANN, G. Holocene and Eemian sea surface temperature trends as revealed by alkenone and Mg/Ca paleothermometry. **Quaternary Science Reviews**, v. 29, p. 989-1004, 2010.

LEGRANDE, A.N.; SCHMIDT, G.A. Sources of Holocene variability of oxygen isotopes in paleoclimate archives. **Climate of the Past**, v. 5, p. 441-455, 2009.

LEIBOLD, M. A.; HOLYOAK, M.; MOUQUET, N.; AMARASEKARE, P.; CHASE, J.M.; HOOPES, M.F.; HOLT, R.D.; SHURIN, J.B.; LAW, R.; TILMAN, D.; LOREAU, M.; GONZALEZ A. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. **Ecology Letters**, v. 7, p. 601-613, 2004.

LEMIÈRE, B. A review of pXRF (field portable X-ray fluorescence) applications for applied geochemistry. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 188, p. 350-363, 2018.

LEONARDOS, O. H. **Concheiros naturais e sambaquis**. Rio de Janeiro: Publicações do Serviço de Fomento da Produção Mineral. Departamento Nacional de Produção Mineral; Encadernadora S.A., n. 37, 1938. 109 p.

LI, J.; GOU, X.; COOK, E.R.; CHEN, F. Tree-ring based drought reconstruction for the central Tien Shan area in northwest China. **Geophysical Research Letters.**, v. 33, L07715, 2006. DOI:10.1029/2006GL025803.

LIAGHATI, T.; PREDA, M.; COX, M. Heavy metal distribution and controlling factors within coastal plain sediments, Bells Creek catchment, southeast Queensland, Australia. **Environment International**, v. 29, p. 935-948, 2003.

LIMA, E.J.V.M.O. **Utilização de isótopos estáveis de ^{13}C e ^{15}N na identificação de bacalhau *Gadus* e outras espécies de peixes salgados secos.** 2010. 71 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, 2010.

LIMA-RIBEIRO, M.S.; VARELA, S.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, J.; DINIZ-FILHO, J.A.F.; TERRIBILE, L.C. Ecoclimate: a database of climate data from multiple models for past, present, and future for macroecologists and biogeographers. **Biodiversity Informatics**, v. 10, p. 1-21. 2015.

LIU, A.; TEGMARK, M.; ZALDARRIAGA, M. Will point sources spoil 21cm tomography? **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 394., n. 3., p. 1575-1587, 2009.

LLORCA, J.G.; CAHIZA, P.A. Aprovechamiento de Recursos Faunísticos en Las Lagunas de Guanacache (Mendoza, Argentina). Análisis Zooarqueológico de La Empozada y Altos de Melián II. **Revista de Antropología Chilena**, v. 39, n. 1, p. 117-133, 2007.

LOHMANN, G.; PFEIFFER, M.; LAEPPLE, T.; LEDUC, G.; KIM, J.H. A model–data comparison of the Holocene global sea surface temperature Evolution. **Climate of the Past**, v. 9, p. 1807-1839, 2013.

LOPES, P.R.C. **Caracterização do modo de vida dos sambaqueiros que ocuparam o litoral paraense:** Quatipuru, Pará, Brasil. 2016. 266 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Museu Nacional (UFRJ), 2016.

LOPES, P.R.C.; GASPAR, M.D.; GOMES, D.M.C. O sambaqui Porto da Mina e a cerâmica utilizada como material construtivo: um estudo de caso. **Revista de Arqueologia**, v. 31, n. 1, p. 52-75, 2018.

LÓPEZ-MERINO, L.; COLÁS-RUIZ, N.R.; ADAME, M.F.; SERRANO, O.; CORTIZAS, A.M.; MATEO, M.A. A six thousand-year record of climate and land-use change from Mediterranean seagrass mats. **Journal of Ecology**, v.105, n. 5, p. 1297-1278, 2017.

LORENTE, F.L. **Caracterização paleoambiental de depósitos quaternários da costa norte do estado do Espírito Santo (ES - Brasil):** uma abordagem interdisciplinar. 2015. 215 f. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2015.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. [S.l.]: Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 1, p. 352, 2002.

LOWE, J.J.; RASMUSSEN, S.O.; BJÖRCK, S.; HOEK, W.Z.; STEFFENSEN, J.P.; WALKER, M.J.C.; YU, Z.; INTIMATE GROUP. Precise dating and correlation of events in the North Atlantic region during the Last Termination: a revised protocol recommended by the INTIMATE Group. **Quaternary Science Reviews**, v. 27, n. 1-2, p. 6-17, 2008.

LUI, G.H.; MOLINA, S.M.G. A importância do conceito de paisagem em ecologia. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 59., 2007, Belém-Pa. **Resumos[...]**. Belém-Pa: SBPC, 2007. <http://www.sbpcnet.org.br/livro/59ra/livroeletronico/resumos/R0564-1.html>.

LUNDBERG, J.; MOBERG, F. Mobile link organisms and ecosystem functioning: implications for ecosystem resilience and management. **Ecosystems**, v. 6, p. 87-98, 2003.

MACÁRIO, K.C.D.; SOUZA, R.C.L. TRINDADE, D.C.; DECCO, J.; LIMA, T.A.; AGUILERA, O.A.; MARQUES, A.N.; ALVES, E.Q.; OLIVEIRA, F.; CHANCA, I.; CARVALHO, C.; ANJOS, R.M.; PAMPLONA, F.C.; SILVA, E.P. Chronological model of a Brazilian Holocene shellmound (Sambaqui da Tarioba, Rio de Janeiro, Brazil). **Radiocarbon**, v. 56, n. 2, p. 489-499, 2014.

MACHADO, J.S. Arqueologia e história nas construções de continuidade na Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Humanas**, v. 4, n. 1, p. 57-70, 2009.

MACHADO, M.C.; CHEMALE JR, F.; KAWASHITA, K.; REY, O.; MOURA, C.A.V. Isotope studies of carbonate rocks of La Luna Formation (Venezuela) to constrain the oceanic anoxic event 3 (OAE3). **Journal of South America Earth Sciences**, v.72, p.38-48, Dec. 2014.

MACHADO, S.M. **Contribuição dos sedimentos e ictiólitos para a identificação do ambiente de Formação do Sambaqui do Moa (Saquarema – RJ)**. 2014. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, 2014.

MANEL, S.; DIAS, J.M.; ORMEROD, S.J. Comparing discriminant analysis, neural networks and logistic regression for predicting species distributions: A case study with a Himalayan river bird. **Ecological Modelling**, v. 120, p. 337-347, 1999.

MANETTA, G.I.; BENEDITO-CECILIO, E. Aplicação da técnica de isótopos estáveis na estimativa da taxa de turnover em estudos ecológicos: uma síntese. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 25, n. 1, p. 121-129, 2003.

MARCHAIS, V.; SCHAAL, G.; LORRAIN, A. Spatial Variability of Stable Isotope Ratios in Oysters (*Crassostrea gigas*) and Primary Producers Along an Estuarine Gradient (Bay of Brest, France). **Estuaries and Coasts**, v. 36, p. 808-819, 2013.

MARSON, J.M.; WAINER, I.; MATA, M.M.; LIU, Z. The impacts of deglacial meltwater forcing on the South Atlantic Ocean deep circulation since the Last Glacial Maximum. **Climate of the Past**, v. 10, p. 1723-1734, 2014.

MARTINELLI, L.A.; OMETTO, J.P.H.B.; FERRAZ, E.S.; VICTORIA, R.L.; CAMARGO, P.B.; MOREIRA, M.Z. **Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis**. [São Paulo]: Oficina de Textos, 2009. 141 p.

MAYLE, F.E.; BURN, M.J.; POWER, M.; URREGO, D.H. Vegetation and fire at the last glacial maximum in tropical South America. *In*: SMOL, J.P. (ed.). **Developments in paleoenvironmental research book series**. Dordrecht: Springer, 2009. v. 14.

MAYEWSKI, P.A., ROHLING, E.E., STAGER, J.C., KARLÉN, W., MAASCH, K.A., MEEKER, L.D., MEYERSON, E.A., GASSE, F., KREVELD, S.V., LEE-THORP, J., ROSQVIST, G., RACK, F., STAUBWASSER, M., SCHNEIDER, R.R., STEIG, E.J. Holocene climate variability. **Quaternary Research**, v. 62, p. 233-330, 2004.

MCCONNAUGHEY, T.A.; BURDETT, J.; WHELAN, J.F.; PAULL, C.K. Carbon isotopes in biological carbonates: respiration and photosynthesis. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 61, p. 611-622, 1997.

MEDIODIA, D.P.; LEON, S.M.S.; ANASCO, C.; BAYLON, C.C. Shell Morphology and Anatomy of the Philippine Charru Mussel *Mytella charruana* (d'Orbigny 1842). **Asian Fisheries Science**, v. 30, n. 3, p. 185-194, 2017.

MEGGERS, B.J.; EVANS, C. **Como interpretar a linguagem da cerâmica**. Manual para Arqueólogos. Washington D. C.: Smithsonian Institution, 1970.

MIRANDA, M.C.da C; ROSSETTI, D.F.; PESSENDA, L.C.R. Quaternary Paleoenvironments and Relative Sea-Level Changes in Marajó Island (Northern Brazil): Facies, $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$ and C/N. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 282, n. 1-4, p. 1-13, 2009.

MONTEIRO, M.Y. **Memória sobre a cerâmica popular do Manaquiri**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Pesquisa da Amazônia. Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, Antropologia publicação, 1957. n.º 1.

MORAN, E. F. **Nós e a natureza**: uma introdução às relações homem-ambiente. São Paulo: Senac, 2008.

MOREIRA, A.F. A natureza em perspectiva: reflexões sobre saberes ecológicos locais e conhecimentos científicos. *In*: ALVES, A.G.C.; SOUTO, F.J.B.; PERONI, N. (orgs.). **Etnoecologia em perspectivas**: natureza, cultura e conservação. [S.l.]: NUPEEA, 2010, p. 75-88.

MORENO, E.; ZANGRANDO, A.F.; TESSONE, A.; CASTRO, A.; PANARELLO, H. Isótopos Estables, Fauna y Tecnología en el Estudio de los Cazadores-Recolectores de la Costa Norte de Santa Cruz. **Magallania**, v. 39, n. 1, p. 265-276, 2011.

NASCIMENTO, S.A. **Biologia do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Aracaju: ADEMA, 1993. 45 p.

NASCIMENTO, S.A. **Levantamento sócio-econômico da população humana envolvida com a captura do caranguejo-uçá**. Aracaju: ADEMA, 72 p. (Relatório técnico). 1984.

NEVES, W.A.; OKUMURA, M.M.M. Afinidades biológicas de grupos pré-históricos do vale do rio Ribeira de Iguape (SP): uma análise preliminar. **Revista de Antropologia**, v. 48, n. 2, p. 525-558, 2005.

OLIVEIRA, D.A.F. **Revisão sobre a biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae)**. 2006. 76f. Trabalho de Conclusão de Curso, Ciências Biológicas, com Habilitação em Gerenciamento Costeiro, Campus Experimental do Litoral Paulista (CLP), Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2006.

OLIVEIRA, N.R. **Avaliação do crescimento da ostra nativa *Crassostrea* (Sacco, 1897) cultivada em estruturas de sistemas fixos nas localidades de Ponta Grossa (município de Vera Cruz) e Iguape (município de Cachoeira), região do Recôncavo, na Baía de Todos os Santos, Bahia**. 2014. 70f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2014.

ONODERA, F.K.; HENRIQUES, M.B. Mortality of *Mytella falcata* and *M. Guyanensis* exposed to different temperatures. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 1, p. 106-111, 2018.

PAZINNI, N.V.; ROHN, R.; VICENTELLI, M.G. Integração de dados geológicos e geofísicos para a elaboração de um modelo geológico tridimensional da porção centro-norte da bacia do Paraná (Paleozoico). In: ENCONTRO DE GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE, 9., **Anais[...]**. 2016. <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/12153/8120>.

PARKER, D.C.; MANSON, S.M.; JANSSEN, M.A.; HOFFMANN, M.J.; DEADMAN, P. Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 93, n. 2, p. 314-337, 2003.

PASSEY, B.H.; CERLING, T.E. In situ stable isotope analysis ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) of very small teeth using laser ablation GC/IRMS. **Chemical Geology**, v. 235, p. 238-249, 2006.

PEARSON, P.N. Oxygen isotopes in foraminifera: overview and historical review. **The Paleontological Society Papers**, v.18, p. 1-38, 2012.

PELEGRINI, S.C.A. Cultura e natureza: os desafios das práticas preservacionistas na esfera do patrimônio cultural e ambiental. **Revista Brasileira de História**, v. 26, n. 51, p. 115-140, 2006.

PEREIRA, O. M.; HENRIQUES, M. B.; MACHADO I.C. Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliiana* em bosques de mangue e proposta para sua

extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, n. 1, p. 19-28, 2003.

PHILLIPS, S.J.; ANDERSON, R.P.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R.E.; BLAIR, M.E. Opening the black box: an open-source release of Maxent. **Ecography (Cop.)**, v. 40, p. 887-893. 2016.

PLENS, C.R. Papel dos amontoados de conchas no sambaqui fluvial. **Revista Arqueologia**, v. 22, n. 2, p. 77-93, 2009.

PONGRATZ, J.; REICK, C.; RADDATZ, T.; CLAUSSEN, M. A reconstruction of global agricultural areas and land cover for the last millennium. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 22, n. 3. 2008.

PRADO, L.F.; WAINER, I. CHIESSI, C.M.; LEDRU, M.P.; TURCQ, D. A mid-Holocene climate reconstruction for eastern South America. **Climate Past**, v. 9, p. 2117-2133, 2013.

PRIMACK, R.B.; ROZZI, R.; FEINSINGER, P.; DIRZO, R.; MASSARDO, F. **Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas**. México: Fondo de Cultura Económica, 2001. 797 p.

PROUS, A. **Arqueologia Brasileira**. [Brasília,DF]: UNB, 1992. 613 p.

PY-DANIEL, A.R. **Os contextos funerários na arqueologia da calha do rio Amazonas**. 2015. 398 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 2015.

REDMAN, C.L. Resilience theory in archaeology. **American Anthropologist**, v. 107, n. 1, p. 70-77, 2005.

REIS, S.H.O. **Variação espaço-temporal do zooplâncton no Estuário do Rio Quatipuru – Pará**. 2011. 130f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, 2011.

RENSSEN, H.; SEPPÄ, H.; HEIRI, O.; ROCHE, D.M.; GOOSSE, H.; FICHEFET, T. The spatial and temporal complexity of the Holocene thermal maximum. **Nature Geoscience**, v. 2, p. 411-414, 2009.

RESCHKE, M.; RECHFELD, K.; LAEPPLÉ, T. Empirical estimate of the signal content of Holocene temperature proxy records. **Climate of the Past**, v. 15, p. 521-537, 2019.

RITCHIE, J.C. Climate change and vegetation response. **Vegetation**, v. 67, p. 65-74, 1986.

RIOS, E. C. **Seashells of Brazil**. Rio Grande: FURG, 1994. 492p.

RIOS, E.C. **Compendium of Brazilian Seashells**. 1 ed., Porto Alegre. Evagraf, 2009. 500p.

ROBINSON, B.S.; JACOBSON, J.L.; YATES, M.G.; SPIESS, A.E.; COWIE, E.R. Atlantic Salmon, Archaeology and Climate Change in New England. **Journal of Archaeological Science**, v.36, p. 2184-2191, 2009.

RODRIGUES, A.M.L.; BORGES-AZEVEDO, C.M.; HENRY-SILVA, G.G. Aspectos da biologia e ecologia do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 4, p. 377-383, 2010.

RODRIGUES, S.I.; PORSANI, J.L.; GIANINI, P.C.F.; FORNARI, M.; ATORRE, T. DEBLAIS, P.; RUIZ, D.M.G. Radarfacies and sedimentological analysis: Study of sedimentary substrate from an archaeological site (shell mound), southern Brazil. **The Holocene**, v. 25, n. 8, p. 1257-1270, 2015.

ROOSEVELT, A.C. Determinismo ecológico na interpretação do desenvolvimento social indígena na Amazônia. In: NEVES, W. (ed.). **Origem, adaptações e diversidade biológica do homem nativo da Amazônia**. Belém-Pa: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. p.103-141.

ROOSEVELT, A.C. Early pottery in the Amazon. twenty years of scholarly obscurity. In: BARNET, W.K.; HOOPEES, J. (eds.), **The emergence of pottery. technology and innovation in ancient societies**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1995. p. 115-131.

ROSELL-MELÉ, A.; PRAHL, F.G. Seasonality of UK'37 temperature estimates as inferred from sediment trap data. **Quaternary Science Review**, v. 72, p. 128-136, 2013.

ROSSETTI, D.F. Paleosurfaces from northeastern Amazonia as a key for reconstructing paleolandscapes and understanding weathering products. **Sedimentary Geology**, v. 169, n. 3-4, p. 151-174, 2004.

ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M.; SOUZA, L.S.B. Estratigrafia da sucessão sedimentar Pósbarreiras (Zona Bragantina, Pará) com base em radar de penetração no solo. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 19, n. 2, p. 113-130, 2001.

ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M.; TOLEDO, P.M. Archaeological Mounds in Marajó Island in Northern Brazil: A Geological Perspective Integrating Remote Sensing and Sedimentology. **Geoarchaeology: An International Journal**, v. 24, n. 1, p. 22-41. 2009.

ROSTAIN, S. The archaeology of the Guianas: an overview. In: SILVERMAN, H.; ISBELL, W. (Ed.) **Handbook of South American Archaeology**. New York: Springer, p. 279-302, 2008.

RUDDIMAN, W.F. The early anthropogenic hypothesis: Challenges and responses. **Reviews of Geophysics**, v. 45, n. 4, p. 1-37, Oct. 2007. DOI: 8755-1209/07/2006RG000207

RULL, V. Ecology and palaeoecology: two approaches, one objective. **Open Ecology Journal**, v. 3, p. 15, 2010. DOI: 10.2174/1874213001003020001.

RUPPERT, E.E.; FOX, R.S.; BARNES, R.D. **Zoologia dos invertebrados uma abordagem evolutiva**. 7 ed. [S.l.]: Ed. ROCA, 2005. 1145 p.

SALEMI, L.F.; LINS, S.R.M.; RAVAGNANI, E.C.; MAGIOLI, M.; MARTINEZ, M.G.; GUERRA, F.; VIDAS, N.B.; FRANSOZI, A.; FERRAZ, S.F.B.; MARTINELLI, L.A. Past and present land use influences on tropical riparian zones: an isotopic assessment with implications for riparian forest width determination. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 2, p. 1-8, 2016.

SANTILLI, J. Conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade: elementos para a construção de um regime jurídico sui generis de proteção. *In*: ENCONTRO ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 1., 2004, Belo Horizonte: Del Rey, **Resumos[...]**. Belo Horizonte: Del Rey, 2004.

SANTOS, C.R.G.; SENNA, C.S.F. Análise da paisagem a partir das práticas sócio-culturais de comunidades tradicionais litorâneas em Quatipuru-Pará. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE, 12., 2015, Presidente Prudente. **Anais [...]**. Presidente Prudente: Editora UFGD, 2015. p. 6211-6221.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R. Variability of mangrove ecosystems along the brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204-218, 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; SORIANO-SERRA, E.D.; VALE, C.C.; BERNINI, E.; ROVAI, A.S.; PINHEIRO, M.A.A.; SCHIMIDT, A.J.; ALMEIDA, R.; COELHO JÚNIOR, C.; MENGHINI, R.P.; MARTINEZ, R.I.; ABUCHAHLA, G.M.O.; CUNHA-LIGNON, M.; CHARLIER-SARUBO, S.; SHIRAZAWA-FREITAS, J.; CINTRÓN-MOLERO, G. Climate changes in mangrove forests and salt marshes. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. 2, p. 37-52, 2016.

SCHAAN, D. **The Camutins Chiefdom**. 2004. Tese (Doutorado) - University of Pittsburgh, Pittsburgh. 2004.

SCHEEL-YBERT, R. Considerações sobre o método de datação pelo Carbono-14 e alguns comentários sobre a datação de sambaquis. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 9, p. 297-301, 1999.

SCHEEL-YBERT, R.; EGGERS, S.; WESOLOVSKI, V.; PETRONILHO, C.C.; BOYADJIAN, C.H.; BLASIS, P.A.D.de; BARBOSA-GUIMARÃES, M.; GASPAR M.D. Novas perspectivas na reconstituição do modo de vida dos sambaquieiros: Uma abordagem multidisciplinar. **Revista Arqueologia**, v. 16, p. 109-137, 2003.

SCHEEL-YBERT, R.; AFONSO, M. C.; BARBOSA-GUIMARÃES, M.; GASPAR, M. D.; YBERT, J-P. Considerações sobre o papel dos sambaquis como indicadores do nível do mar. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v.1, n. 1, p. 3-9, 2009.

SCHMIDT, M. J. A formação de terra preta: análise de sedimentos e solos no contexto arqueológico. *In*: MAGALHÃES, M. P. (org.) **Amazônia antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016. 429p. p. 121-176.

SCHMIDT, M.W.; SPERO, H. J.; LEA D. W. Links between salinity variation in the Caribbean and North Atlantic thermohaline circulation. **Nature**, v. 428, n. 6979, p. 160-163, 2009.

SCHMITZ, P.I. Prehistoric hunters and gatherers of Brazil. **Journal of World Prehistory**, v. 1, n. 1, p. 53-126, 1987.

SCHNEIDER, F.; WOLF, S.; KREUTZ, M.R.; MACHADO, N.T.G. Tempo e Espaço Guarani: um estudo acerca da ocupação, cronologia e dinâmica de movimentação pré-colonial na Bacia do Rio Taquari/Antas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas**, v. 12, n. 1, p. 31-56. 2017.

SCHOENER, T.W. Resource Partitioning in Ecological Communities. **Science, New Series**, v. 185, n. 4145, p. 27-39, 1974.

SCULL, P.; FRANKLIN, J.; CHADWICK, O.A. The application of classification tree analysis to soil type prediction in a desert landscape. **Ecological Modelling**, v. 181, p. 1-15, 2005.

SHERPARD, F.P. Nomenclature based on sand-silty-clay ratios. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 24, n. 3, p. 151-158, 1954.

SIQUEIRA, G.W.; BRAGA, E.S.; MAHÍQUES, M.M.; APRILE, F.M. Determinação da matéria orgânica e razões C/N e C/S em sedimentos de fundo do estuário de Santos - SP/Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, n. 1-2, p. 18-27, 2006.

SILVA, C.A. **A dinâmica do uso da terra nos locais onde há sítios arqueológicos: o caso da Comunidade Cai N'água, Manaquiri-AM**. 2010. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 2010.

SILVA, J.F.B.R. **Geoquímica dos sedimentos de manguezais do nordeste do estado do Pará: um exemplo do estuário do rio Marapanim**. 2006. 201 f. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, 2006.

SILVA, M.M.T. **Bioecologia e produção comercial do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus* Linnaeus, 1763) em Quatipurú – Pará**. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, 2008.

SILVEIRA, C.S.; SILVA JÚNIOR, G.C. O Uso de Isótopos Ambientais em Estudos Hidrogeológicos no Brasil: Uma Resenha Crítica. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 25, p. 25-43, 2002.

SILVEIRA, M.I.; SCHAAN, D.P. Onde a Amazônia encontra o mar: estudando os sambaquis do Pará. **Revista de Arqueologia**, v. 18, p. 67-79, 2005.

SILVEIRA, M.I.; OLIVEIRA, E.R.; KERN, D.C.; COSTA, M.L.; RODRIGUES, S.F.R. O sítio Jabuti, em Bragança, Pará, no cenário arqueológico do litoral amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 6, n. 2, p. 335-345, 2011.

SIMÕES, M.F. **Relatório de pesquisa arqueológica na região do Salgado (Projeto Salvamento)**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1970.

SIMÕES, M.F. Coletores-pescadores ceramistas do litoral do Salgado (Pará). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Antropologia, v. 78, p. 1-26, 1981.

SOMBRIO, M.; VASCONCELLOS, C.M. O legado de Betty Meggers na constituição de acervos museológicos no Brasil. **Anais do Museu Histórico Nacional**, v. 50, p. 69-84, 2018.

SOUZA, R.A.L. (org.). **Ecosistemas aquáticos**: bases para o conhecimento. Belém-Pa: Editora da Universidade Federal Rural da Amazônia- EDUFRA, 2013. 204p.

SOUZA, R.C.C.L.; TRINDADE, D.C.; DECCO, J.; LIMA, T.A.; SILVA, E. Archaeozoology of marine mollusks from Sambaqui da Tarioba, Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Brasil. **Zoologia**, v. 27, n. 3, p. 363-371, 2010

SOUZA-FILHO, P.W.M.; COHEN, M.C.L.; LARA, R.J.; LESSA, G.C.; BEHLING, H. Holocene evolution and fácies model of the Bragança Macrotidal Flat, Northern Brazil. *In*: CONGRESSO DA ABEQUA.10., 2005, Guarapari. **Resumos Expandidos [...]**. Guarapari: ABEQUA, 2005.
http://www.abequa.org.br/trabalhos/0301_pedro_walfir.pdf.

SOUZA-FILHO, P.W.M.; LESSA, G.C.; COHEN, M.C.L.; COSTA, F.R.; LARA, R. L. The Subsiding macrotidal barrier estuarine system of the Eastern Amazon Coast, Northern Brazil. *In*: DILLENBURG, S.F.; HESP, P.A. (ed.). **Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil**. [S.l.]: Springer-Verlag, 2009. 380 p.

SOUZA-JÚNIOR, V.S.; VIDAL-TORRADO, P.; TESSLER, M.G.; PESSEDA, L.C.R.; FERREIRA, T.O.; OTERO, X.L.; MACÍAS, F. evolução quaternária, distribuição de partículas nos solos e ambientes de sedimentação em manguezais do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 753-769. 2007.

STEWART, J. H. (ed). Handbook of South American Indians: the tropical forest tribes. Washington DC: Smithsonian Institution, 1948. v.3.

SYMONS, C.C.; ARNOTT, S.E. Timing is everything: priority effects alter community invasibility after disturbance. **Ecology and Evolution**, v. 4, p. 397-407, 2014.

THUILLER, W.; LAFOURCADE, B.; ENGLER, R.; ARAÚJO, M.B. Biomod – a platform for ensemble forecasting of species distributions. **Ecography**, v. 32, p. 369-373, 2009.

TURNER, B.S. **Theories of modernity and postmodernity**. California: Sage Publications, 1990.

VERCHORT, L.V.; DAVIDSON, E.A.; CATTÂNIO, J.H.; ACKERMAN, I.L. Land-Use Change and Biogeochemical Controls of Methane Fluxes in Soils of Eastern Amazonia. **Ecosystems**, v. 3, p. 41-56, 2000.

VILHENA, M.P.S.P.; COSTA, M.L.; BERRÊDO, J.F. Continental and marine contributions to formation of mangrove sediments in an Eastern Amazonian mudplain: The case of Marapanin Estuary. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 29, p. 427-438, 2010.

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

VILLAGRAN, X.S.; BLASIS, P.de; GIANNINI, P.C.F. Primeros estudios micromorfológicos en sambaquis brasileños (sitio Jabuticabeira II, Estado de Santa Catarina). **Intersecciones en Antropología**, v.10, p. 359-364, 2009.

VILLAGRAN, X.S.; KLÖKLER, D.; PEIXOTO, S. BLASIS, P.de; GIANNINI, P. C. Building coastal landscapes: Zooarchaeology and geoarchaeology of Brazilian shell mounds. **Journal of Island and Coastal Archaeology**, v. 6, p. 211-234, 2011.

WAGNER, G.; HILBERT, K.; BANDEIRA, D.; TENÓRIO, M.C.; OKUMURA, M.M. Sambaquis (shell mounds) of the Brazilian coast. **Quaternary international**, v. 1, n. 239, p. 51-60, 2011.

WALKER, B.H., ANDERIES, J.M., KINZIG, A.P., RYAN, P. Exploring resilience in social-ecological systems through comparative studies and theory development: introduction to the special issue. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, Jun. 2006. DOI: 10.5751/ES-01573-110112.

WASELKOV, G.A. Shellfish gathering and shellmidden archaeology. **Advances in Archaeological Method and Theory**, New York, Academic Press, v. 70, p. 93-209, 1987.

WILLIAMS, J.W.; BLOIS, J.L.; SHUMAN, B.N. Extrinsic and intrinsic forcing of abrupt ecological change: case studies from the late Quaternary. **Journal of Ecology**, v. 99, p. 664-677, 2011.

WILLIS, K.J., BAILEY, R.M., BHAGWAT, S.A., BIRKS, H.J.B. Biodiversity baselines, thresholds and resilience: testing predictions and assumptions using palaeoecological data. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 25, p. 583-591, 2010.

ZHANG, L.; FANG, X.; GUO, X.; LI, G.; LUO, R.; XU, F.; YANG, P.; ZHANG, L.; WANG, X.; QI, H.; XIONG, Z.; QUE, H.; XIE, Y.; HOLANDA, P.W.; PAPS, J.; ZHU, Y.; WU, F.; CHEN, Y.; WANG, J.; PENG, C.; MENG, J.; YANG, L.; LIU, J.; WEN, B.; ZHANG, N.; HUANG, Z.; ZHU, Q.; FENG, Y.; MONTE, A.; HEDGECOCK, D.; XU, Z.; LIU, Y.; DOMAZET-LOŠO, T.; DU, Y.; SOL, X.; ZHANG, S.; LIU, B.; CHENG, P.; JIANG, X.; LI, J.; VENTILADOR, D.; WANG, W.; FU, W.; WANG, T.; WANG, B.; ZHANG, J.; PENG, Z.; LI, Y.; LI, N.; WANG, J.; CHEN, M.; ELE, Y.; TAN, F.; CANÇÃO, X.; ZHENG, Q.; HUANG, R.; YANG, H.; DU, X.; CHEN, L.; YANG, M.; GAFFNEY, P.M.; WANG, S.; LUO, L.; ELA, Z.; MING, Y.; HUANG, W.; ZHANG, S.; HUANG, B.; ZHANG, Y.; QU, T.; NI, P.; MIAO, G.; WANG, J.; WANG, Q.; STEINBERG, C.E.; WANG, H.; LI, N.; QIAN, G.; ZHANG, L.; LI, Y.; YANG, H.; LIU, X.; WANG, J.; YIN, Y.; WANG, J. The oyster genome reveals stress adaptation and complexity of shell formation. **Nature**, v. 490, n. 7418, p. 49-54. 2012.

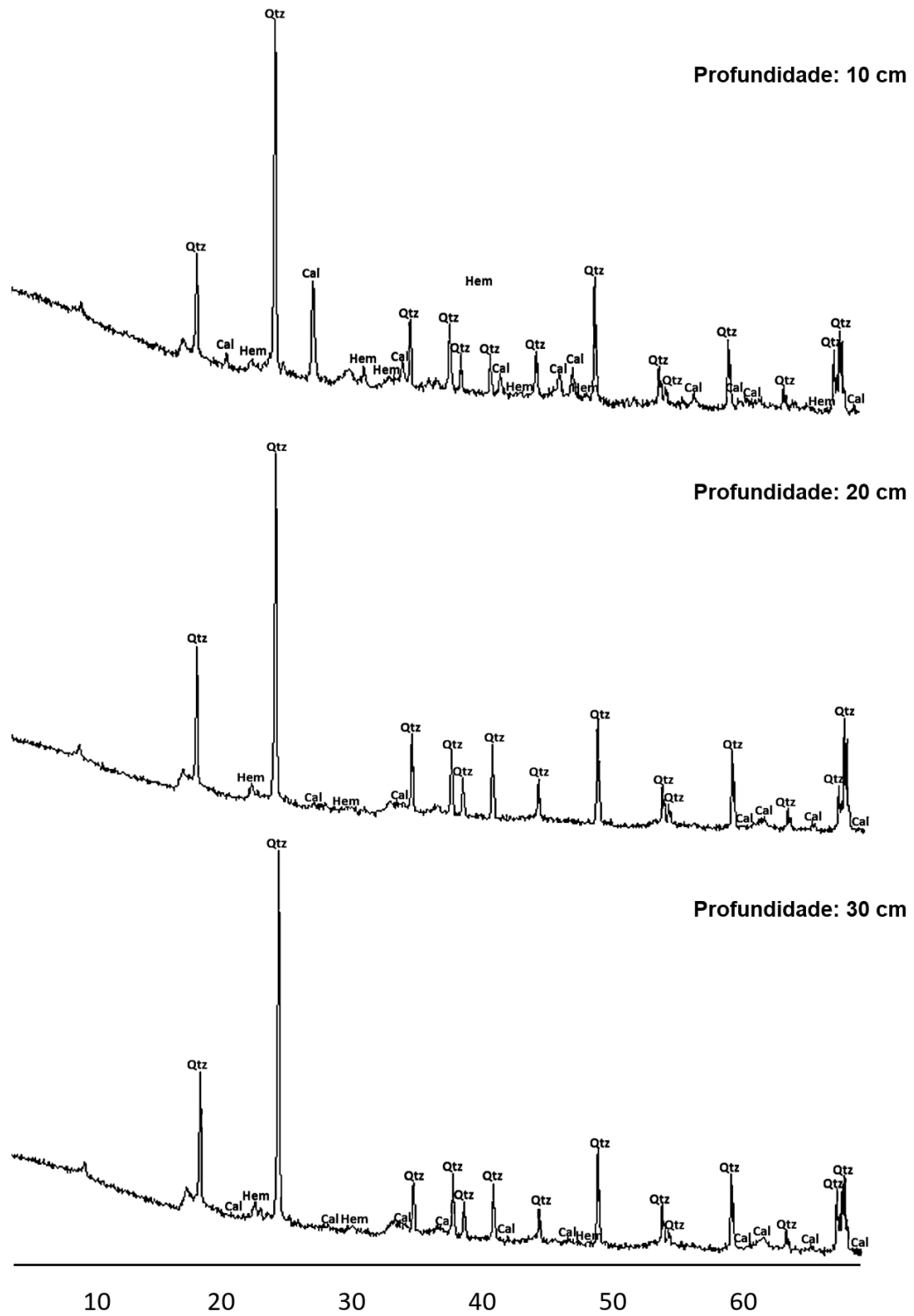
ZARINATO, S.H.; RIBEIRO, W.C. Patrimônio cultural: a percepção da natureza como um bem não renovável. **Revista Brasileira de História**, v. 26, n. 51, p. 251-262. 2006.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Hábitos alimentares e distribuição dos atuns e afins (Osteichthyes – Teleostei) e suas relações ecológicas com outras espécies pelágicas das regiões Sudeste e Sul do Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) – Universidade de São Paulo. 237 p., 1982.

ZOHAR, I.; DAYAN, T.; GALILI, E.; SPANIER, E. Fish Processing During the Early Holocene: A Taphonomic Case Study from Coastal Israel. **Journal of Archaeological Science**, v. 28, p. 1041-1053, 2001.

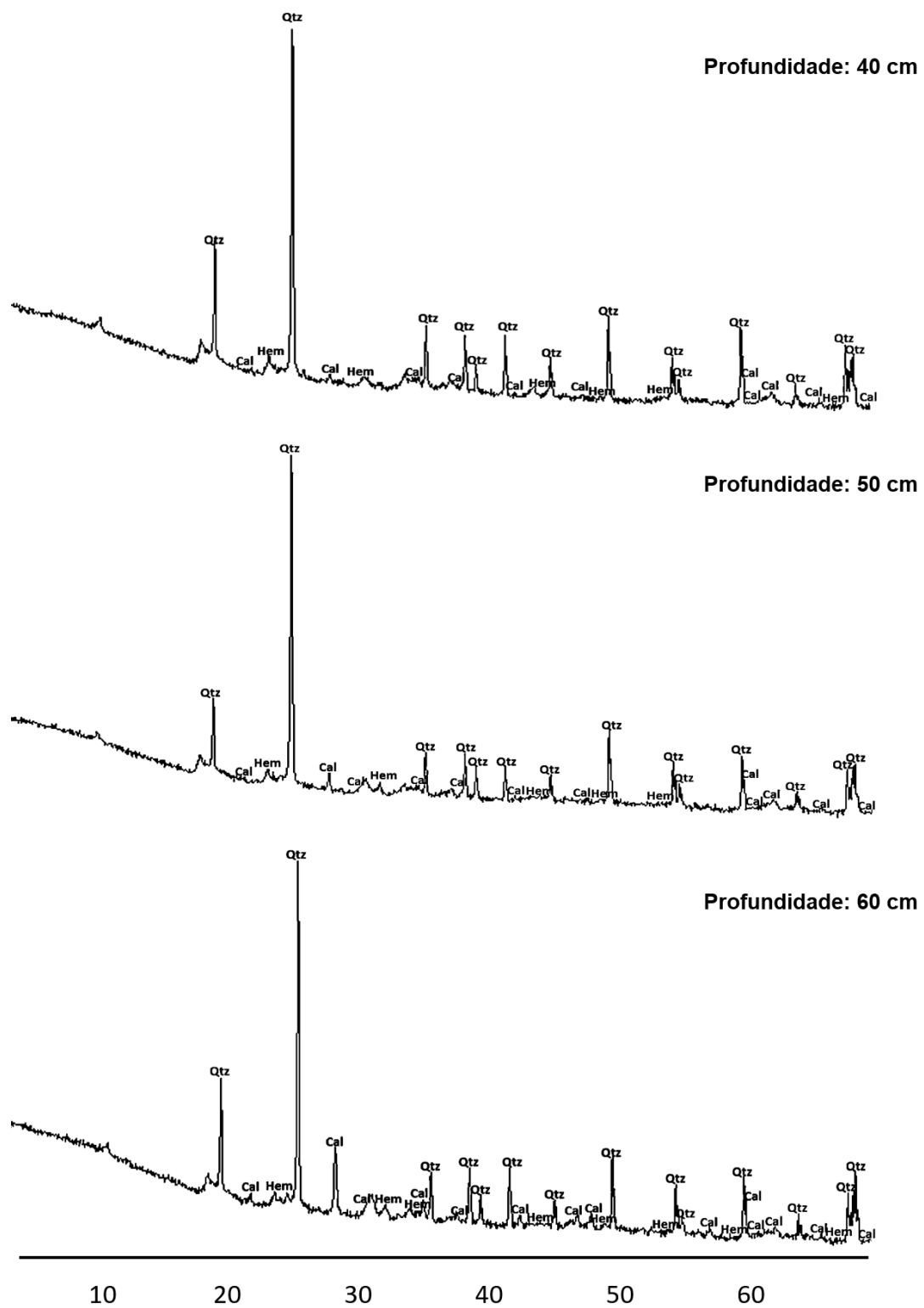
**APÊNDICE A - DIFRATOGRAMAS DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DO
SAMBAQUI PORTO DA MINA**

APÊNDICE A.1 - Difratoogramas dos sedimentos provenientes do Sambaqui Porto da Mina, referente às profundidades 10, 20 e 30 cm.



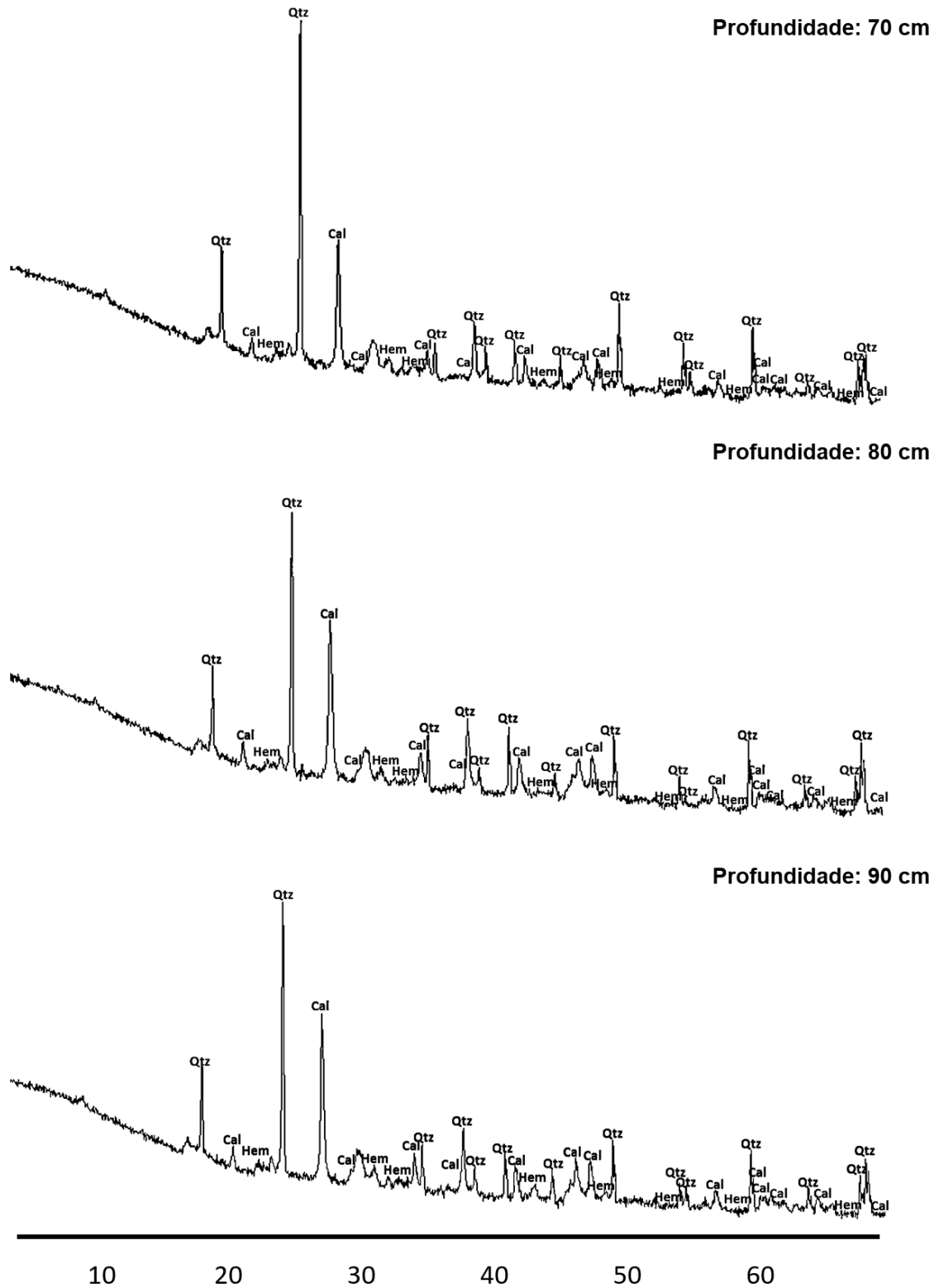
Fonte: Da autora.

APÊNDICE A.2 - Difratomogramas dos sedimentos provenientes do Sambaqui Porto da Mina, referente às profundidades 40, 50 e 60 cm.



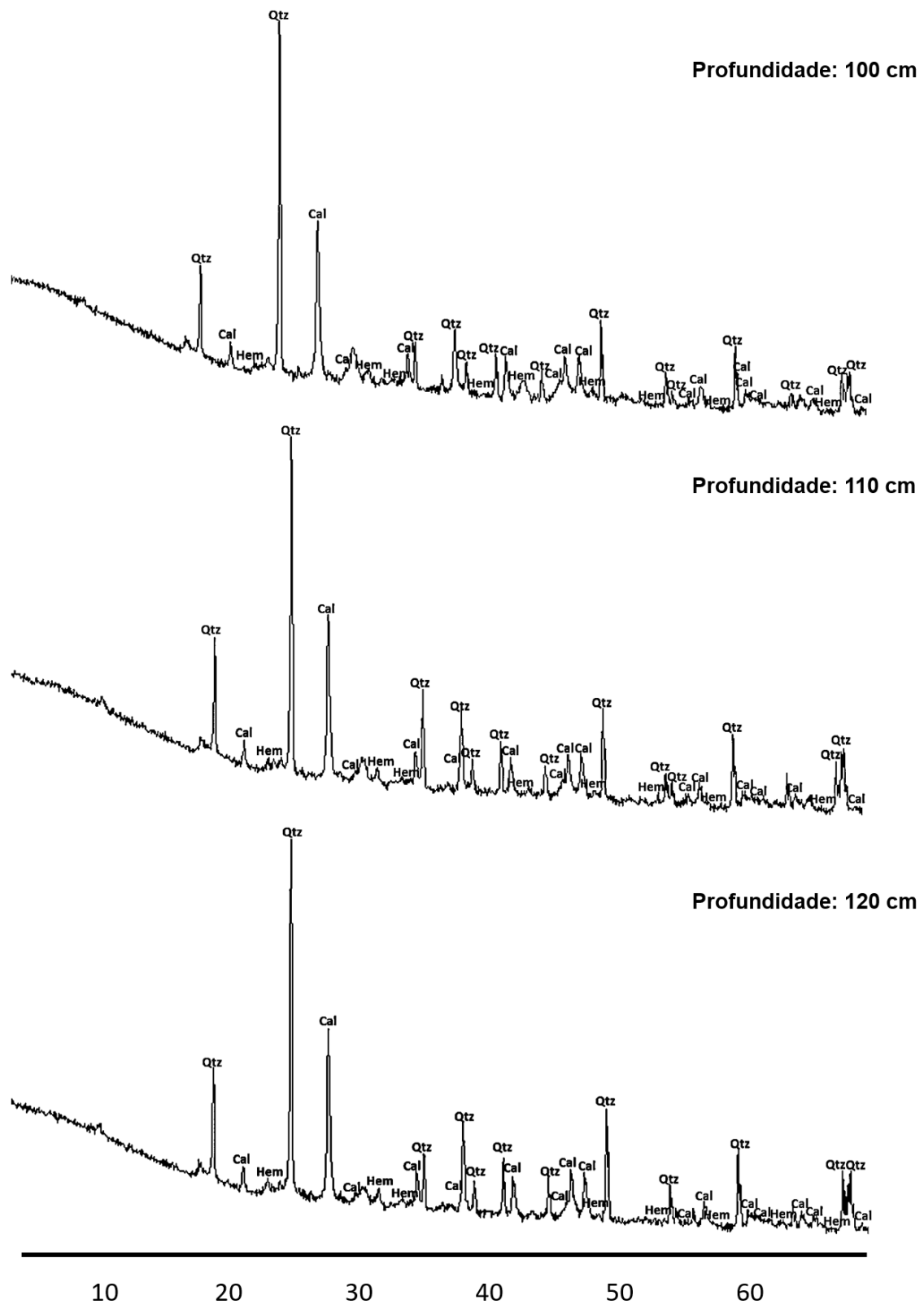
Fonte: Da autora.

APÊNDICE A.3 - Difractogramas dos sedimentos provenientes do Sambaqui Porto da Mina, referente às profundidades 70, 80 e 90 cm.



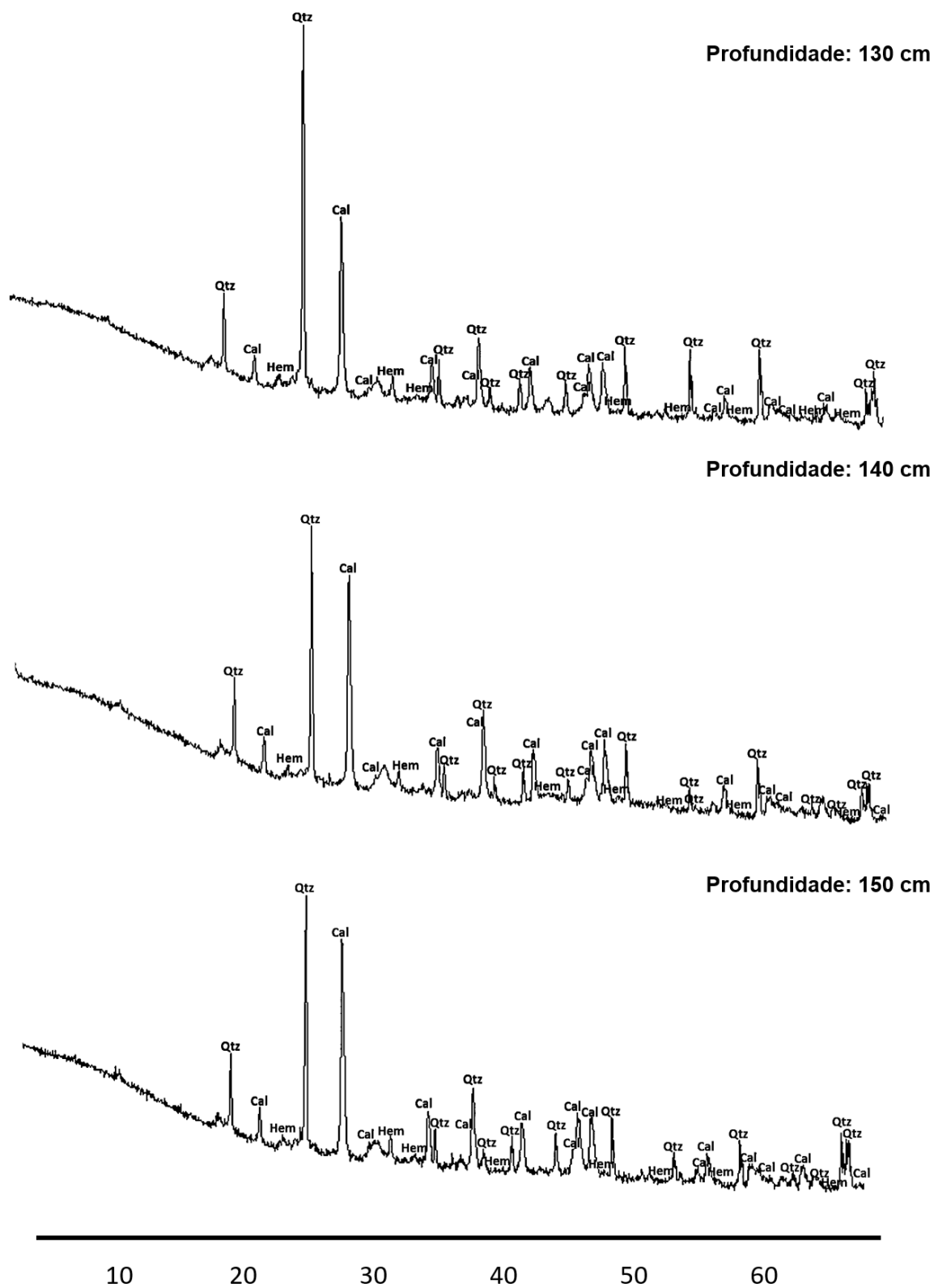
Fonte: Da autora.

APÊNDICE A.4 - Difratomogramas dos sedimentos provenientes do Sambaqui Porto da Mina, referente aos às profundidades 100, 110 e 120 cm.



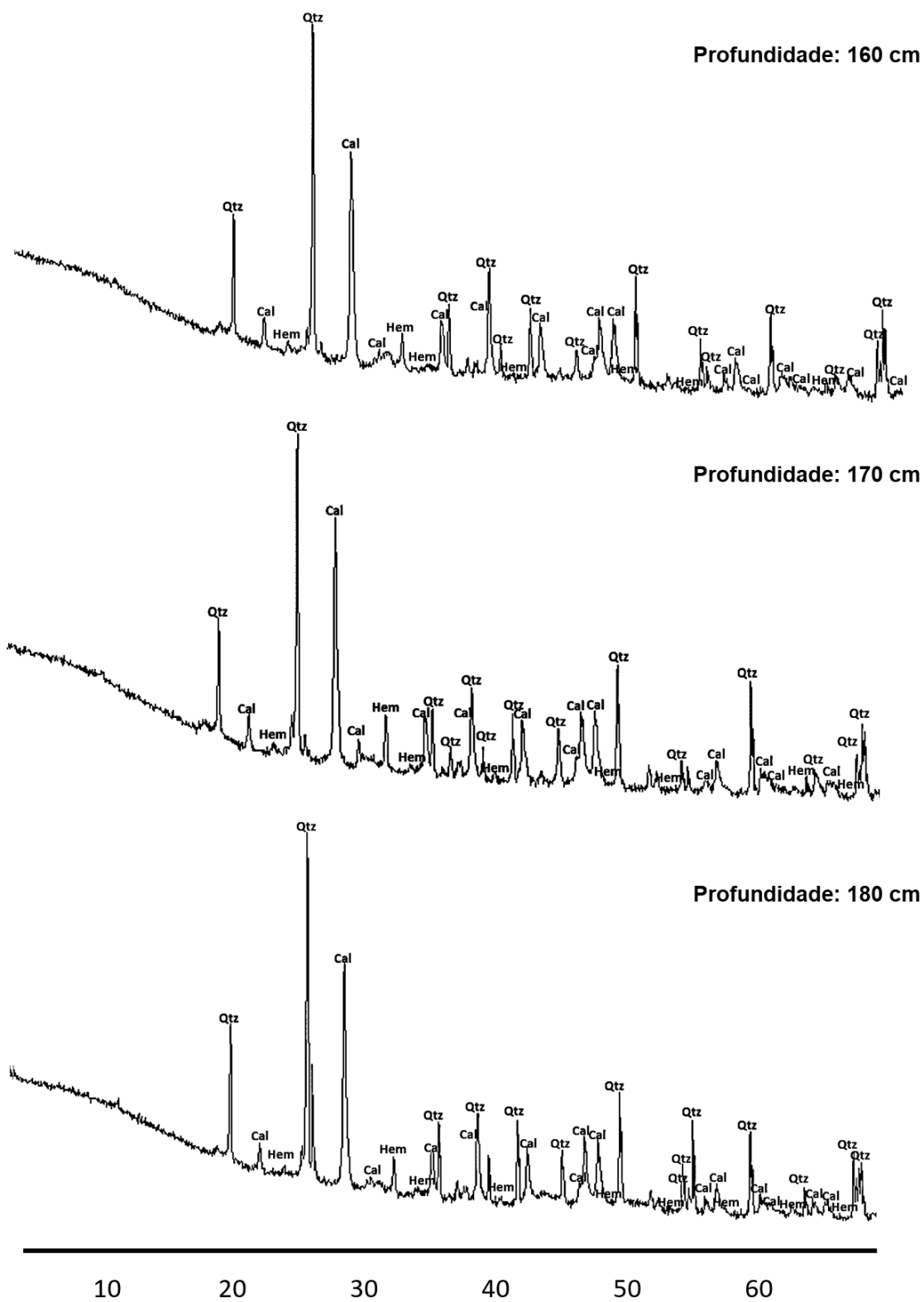
Fonte: Da autora.

APÊNDICE A.5 - Difratomogramas dos sedimentos provenientes do Sambaqui Porto da Mina, referente às profundidades 130, 140 e 150 cm.



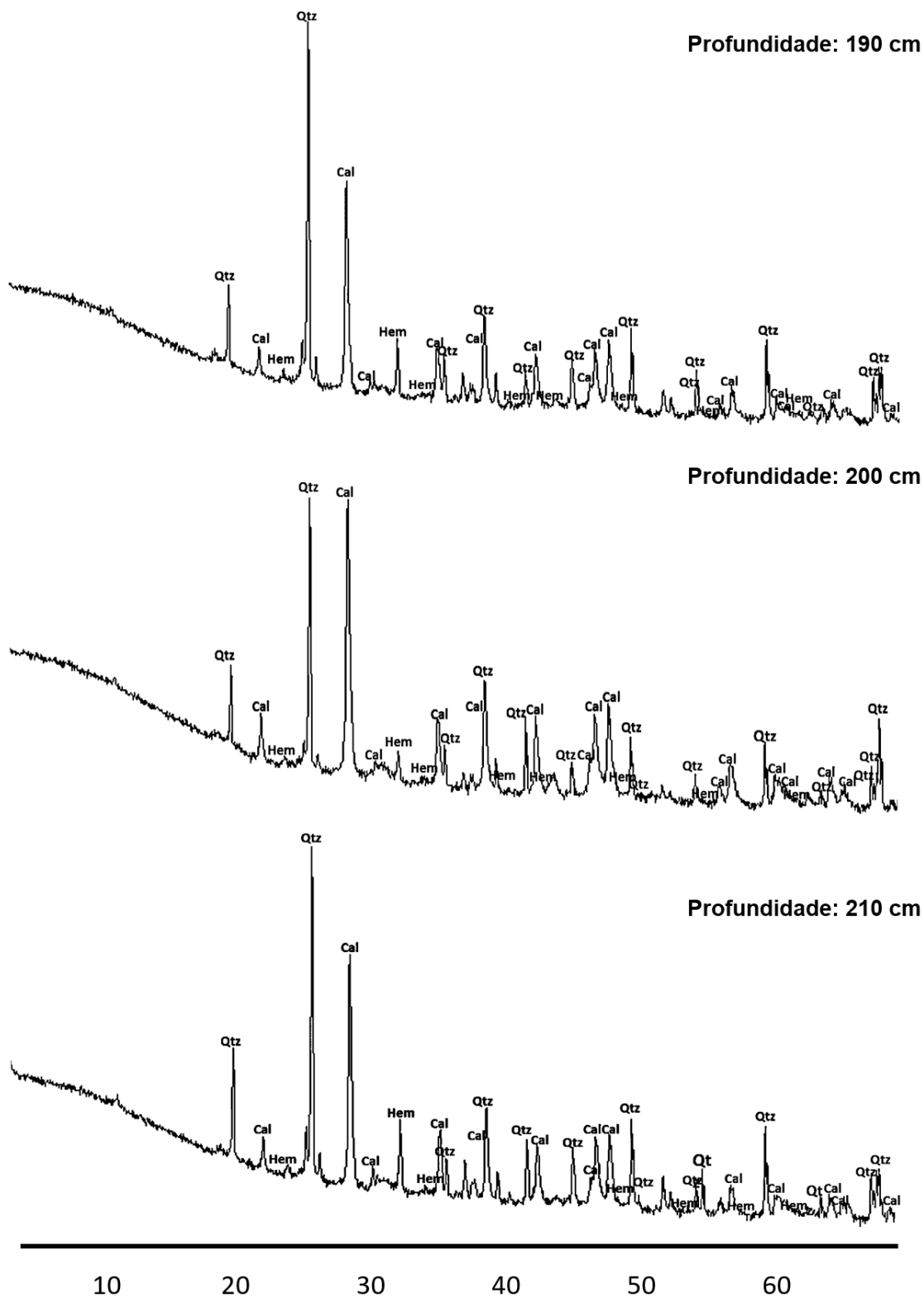
Fonte: Da autora.

APÊNDICE A.6 - Difratomogramas dos sedimentos provenientes do Sambaqui Porto da Mina, referente às profundidades 160, 170 e 180 cm.



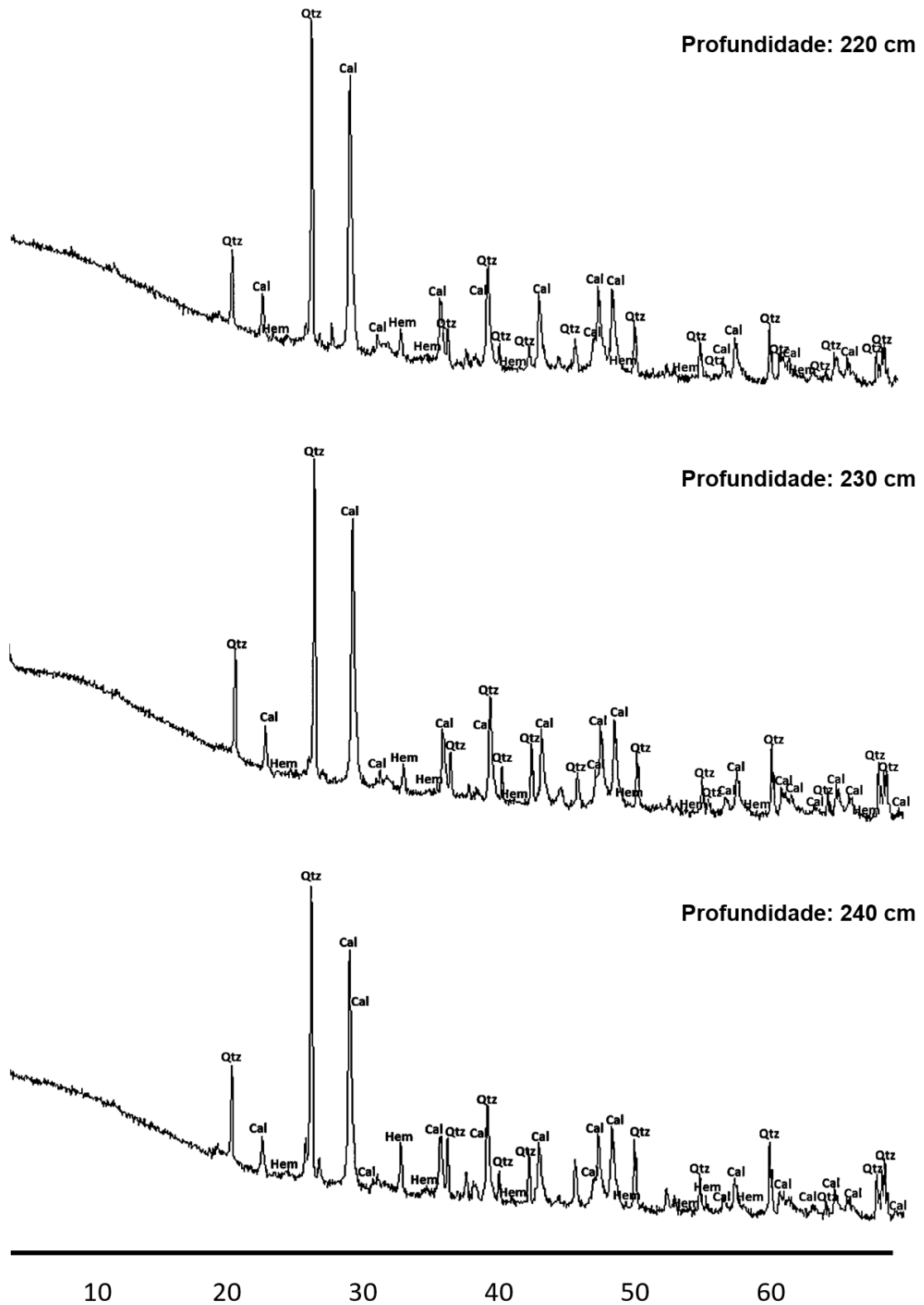
Fonte: Da autora.

APÊNDICE A.7 - Difratomogramas dos sedimentos provenientes do Sambaqui Porto da Mina, referente às profundidades 190, 200 e 210 cm.



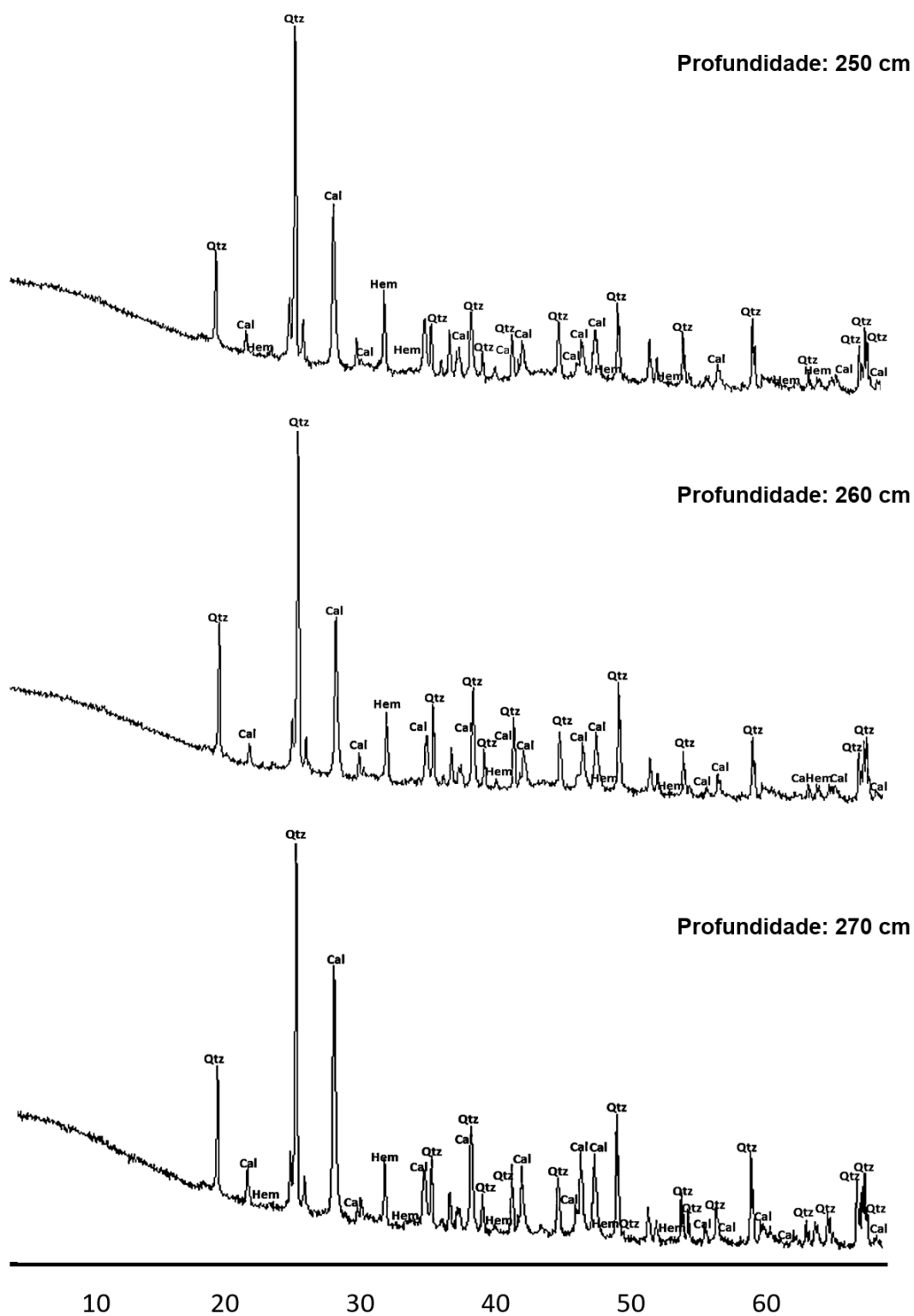
Fonte: Da autora.

APÊNDICE A.8 - Difractogramas dos sedimentos provenientes do Sambaqui Porto da Mina, referente às profundidades 220, 230 e 240 cm.



Fonte: Da autora.

APÊNDICE A.9 - Difratomogramas dos sedimentos provenientes do Sambaqui Porto da Mina, referente às profundidades 250, 260 e 270 cm.



Fonte: Da autora.

APÊNDICE B – TABELAS REFERENTES AOS VALORES ISOTÓPICOS DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO E OSTRAS DO SAMBAQUI PORTO DA MINA.

APÊNDICE B.1 - Valores dos isótopos $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$, e razão C/N de amostras de sedimentos do Sambaqui Porto da Mina.

Profundidade (cm)	$\delta^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	C/N
0-10	4,784	-27,295	11,7172
10-20	7,443	-25,193	10,2667
20-30	7,806	-25,287	11,3707
30-40	8,117	-25,274	11,9717
40-50	8,124	-25,038	11,7323
50-60	8,319	-24,757	12,2132
60-70	8,869	-24,807	11,3483
70-80	8,829	-24,639	10,1601
80-90	9,138	-24,652	10,4874
90-100	8,387	-24,827	10,4598
100-110	8,141	-24,999	9,6517
110-120	7,611	-24,588	19,6355
120-130	9,18	-24,455	8,9789
130-140	7,718	-24,582	19,7629
140-150	7,609	-25,001	19,5324
150-160	8,424	-25,135	15,4916
160-170	9,202	-24,644	12,3618
170-180	9,047	-24,524	12,9112
180-190	9,28	-24,687	10,402
190-200	8,114	-24,91	17,3883
200-210	8,477	-24,908	14,5855
210-220	8,313	-24,87	14,506
220-230	7,659	-24,915	10,9251
230-240	8,135	-24,776	9,9888
240-250	8,152	-25,119	19,1056
250-260	7,648	-25,353	22,2087
260-270	8,158	-24,874	14,5228

Fonte: Da autora.

APÊNDICE B.2 - Valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ de valvas de ostras provenientes do Sambaqui Porto da Mina.

Profundidade (cm)	13C	18O
0-10	-7,29	-2,75
10-20	-8,49	-3,97
60-70	-6,09	-2,1
70-80	-6,62	-1,5
80-90	-5,73	-3,03
100-110	-6,71	-2,59
110-120	-7,48	-2,53
120-130	-7,75	-3,69
140-150	-8,91	-4,72
180-190	-9,27	-3,29
190-200	-9,55	-3,68
200-210	-8,69	-3,52
220-230	-8,98	-4,57
230-240	-7,07	-4,16
250-260	-7,51	-3
260-270	-7,98	-4,73

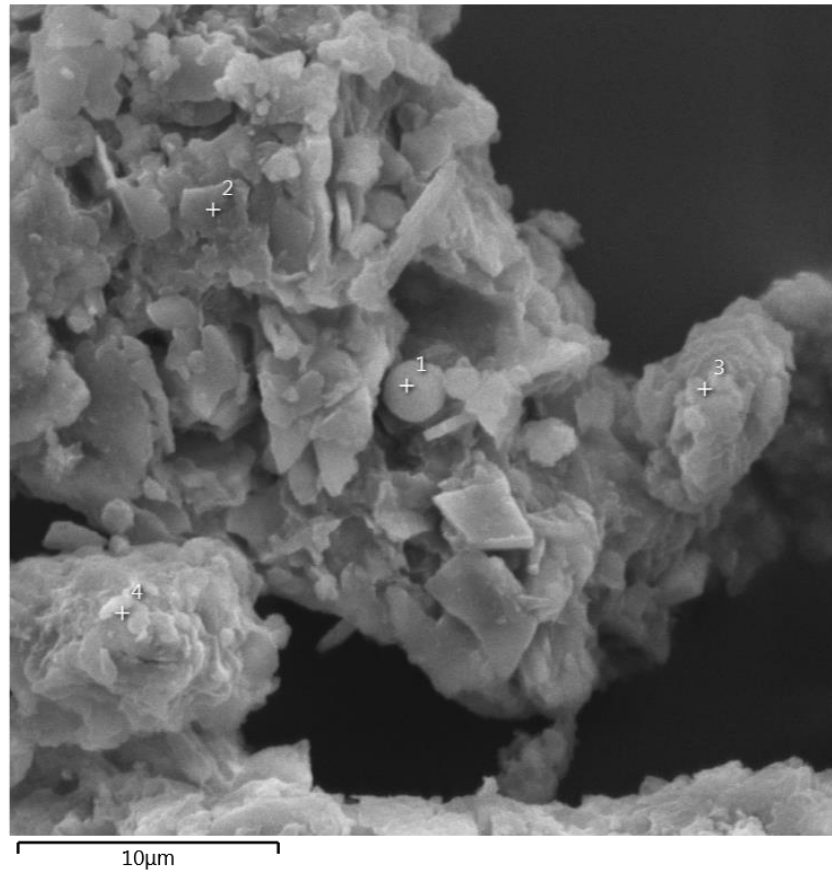
Fonte: Da autora.

APÊNDICE C - MICROGRAFIAS E EDS DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DO SAMBAQUI PORTO DA MINA.

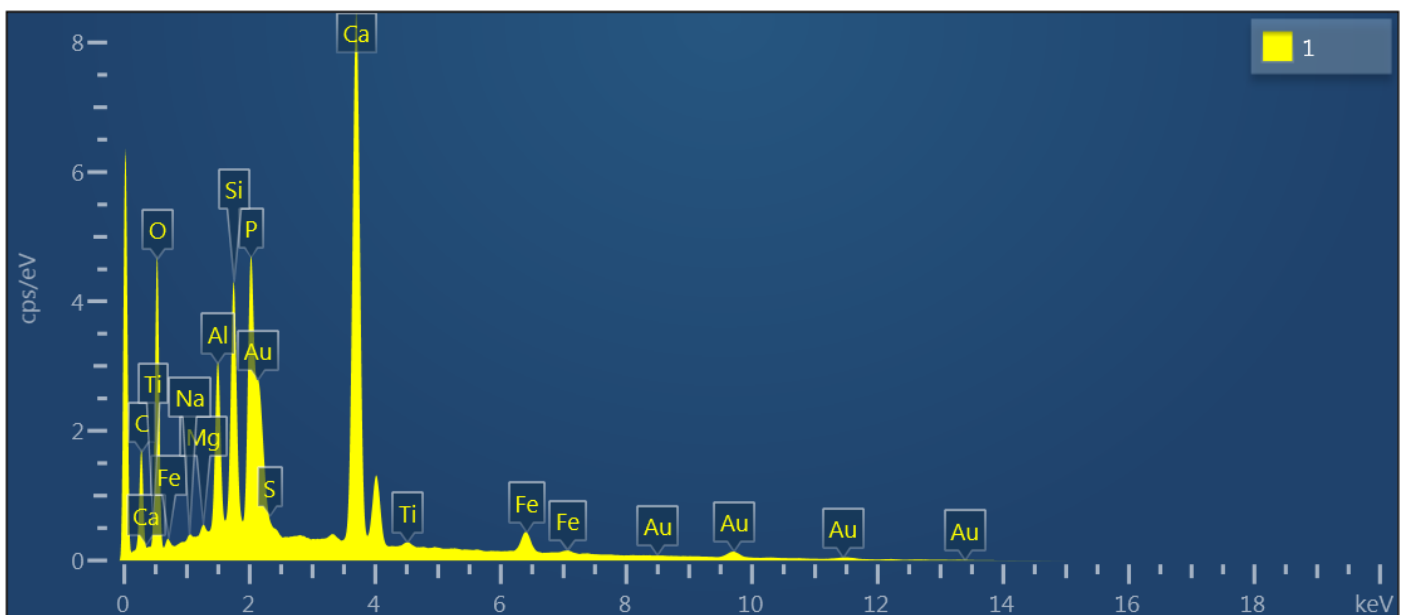
Com a finalidade de corroborar os dados químicos e mineralógicos, foram analisadas amostras de sedimentos do Porto da Mina por EDS. As imagens foram obtidas no Laboratório Institucional de Microscopia Eletrônica de Varredura do Museu Paraense Emílio Goeldi, utilizando-se um microscópio eletrônico TESCAN, modelo Mira3, com canhão de elétrons tipo FEG (*field emission gun*). As lâminas foram metalizadas com Au por 1'30", o que deposita sobre estas uma película com espessura média de 10 a 15 nm. As imagens foram geradas por detecção de elétrons secundários, utilizando-se aceleração de voltagem de 5 kV e distância de trabalho em torno de 15 mm.

A análises por EDS foram obtidas com aceleração de voltagem de 15 kV para todos os elementos determinados e distância de trabalho de 15 mm. O detector EDS, modelo X-Act, e software AZtecOne, são produzidos pela Oxford Instruments Limited (Oxford, England). Assim, seguem-se os resultados:

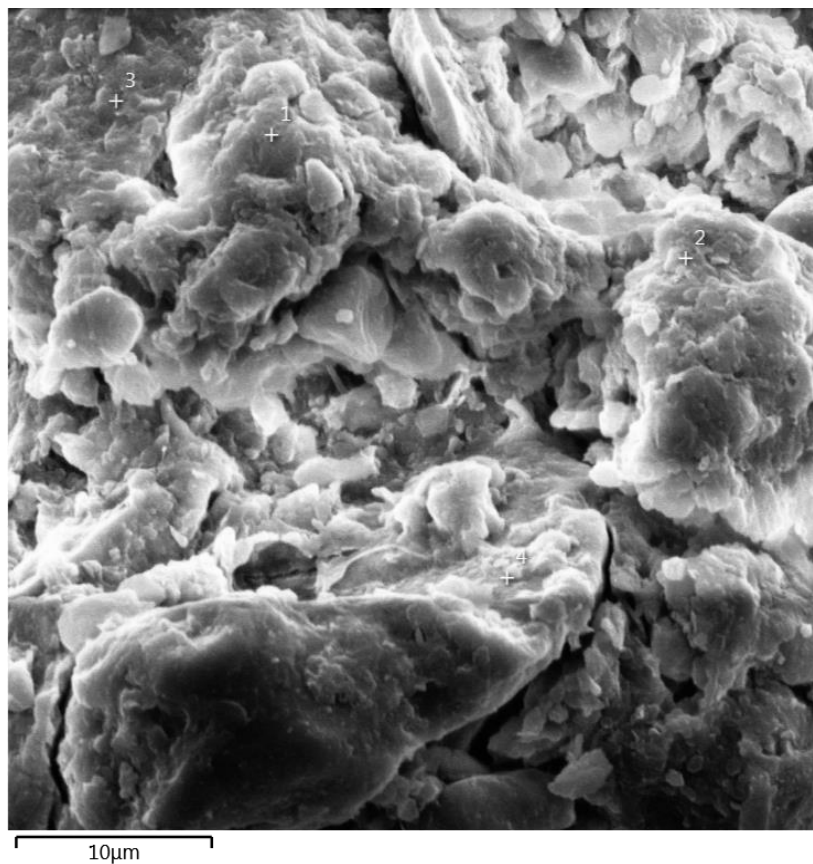
APÊNDICE C.1 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 0-10 cm de profundidade.



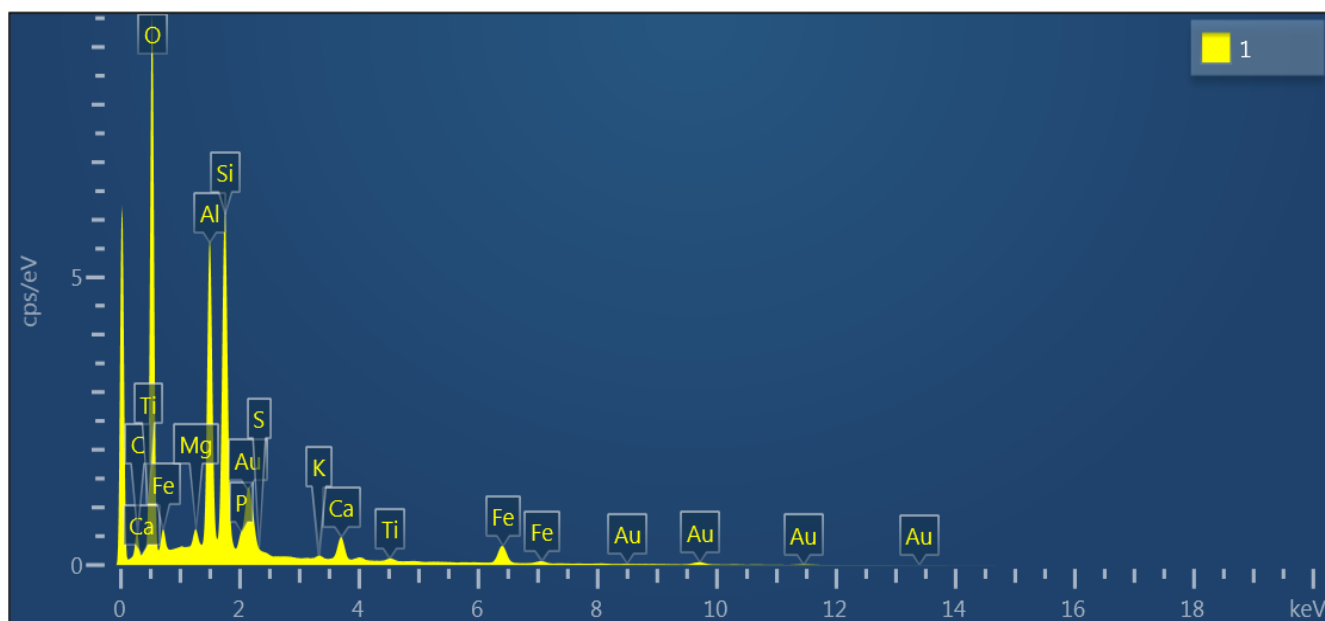
APÊNDICE C.2 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 0-10 cm de profundidade.



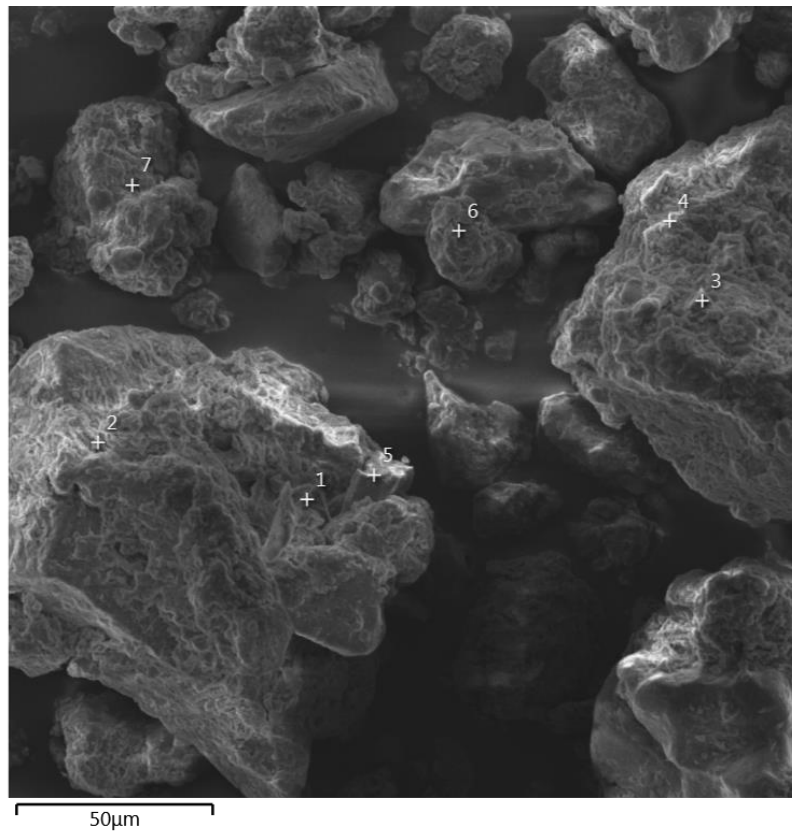
**APÊNDICE C.3 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível
escavado a 10-20 cm de profundidade.**



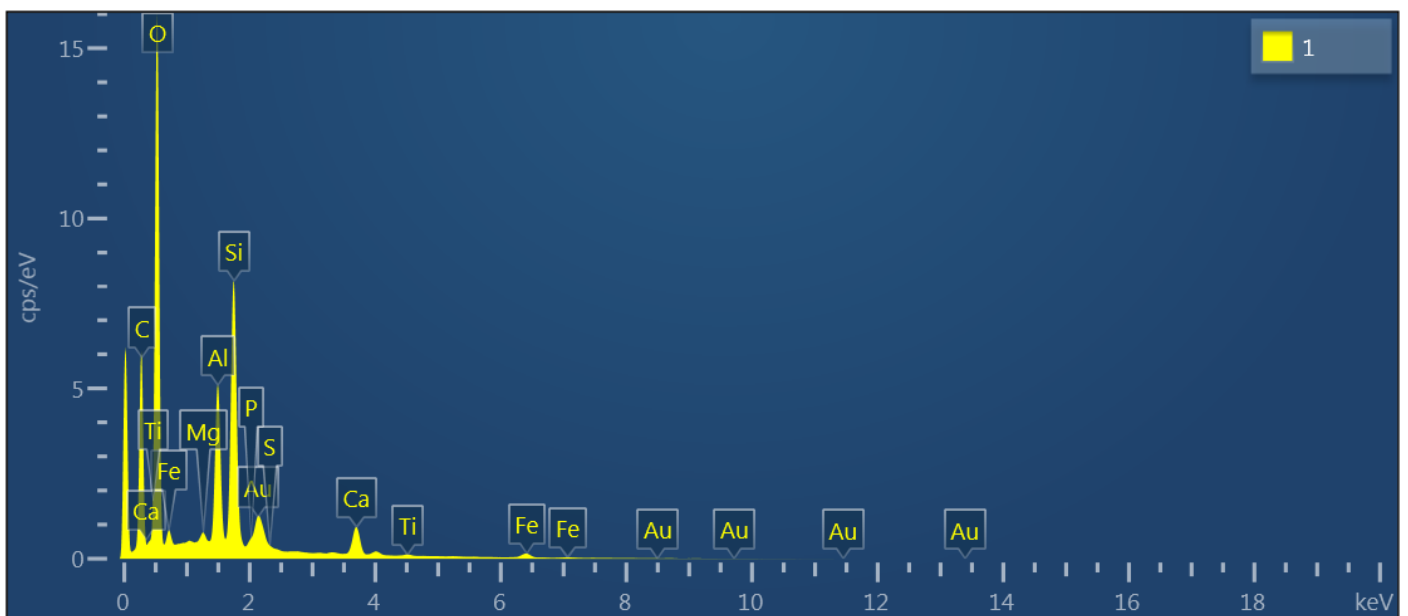
**APÊNDICE C.4 -EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 10-
20 cm de profundidade.**



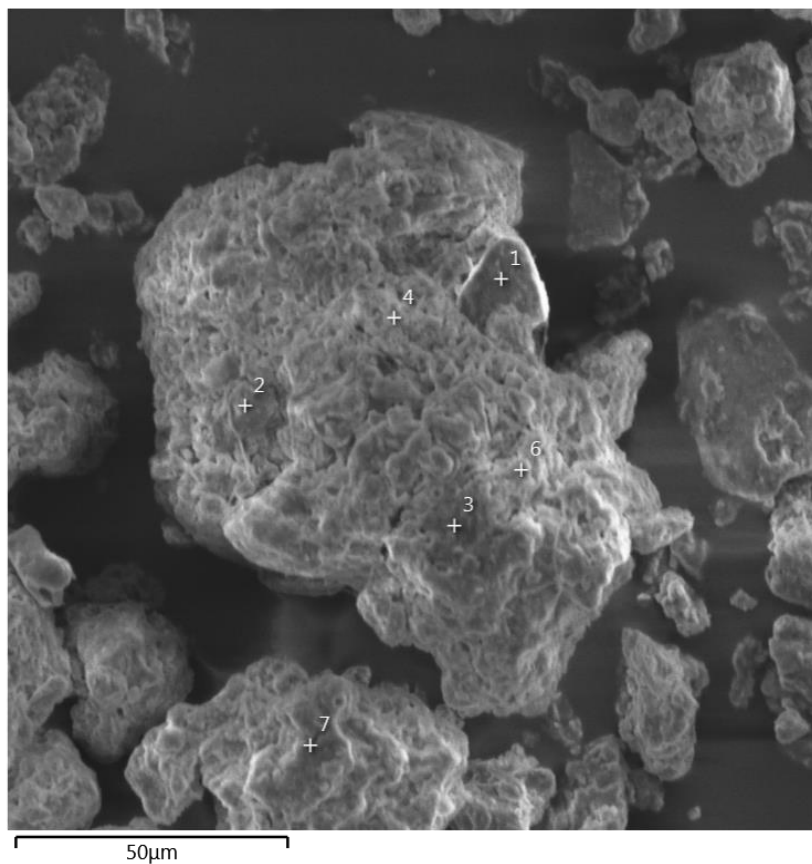
APÊNDICE C.5 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 20-13 cm de profundidade.



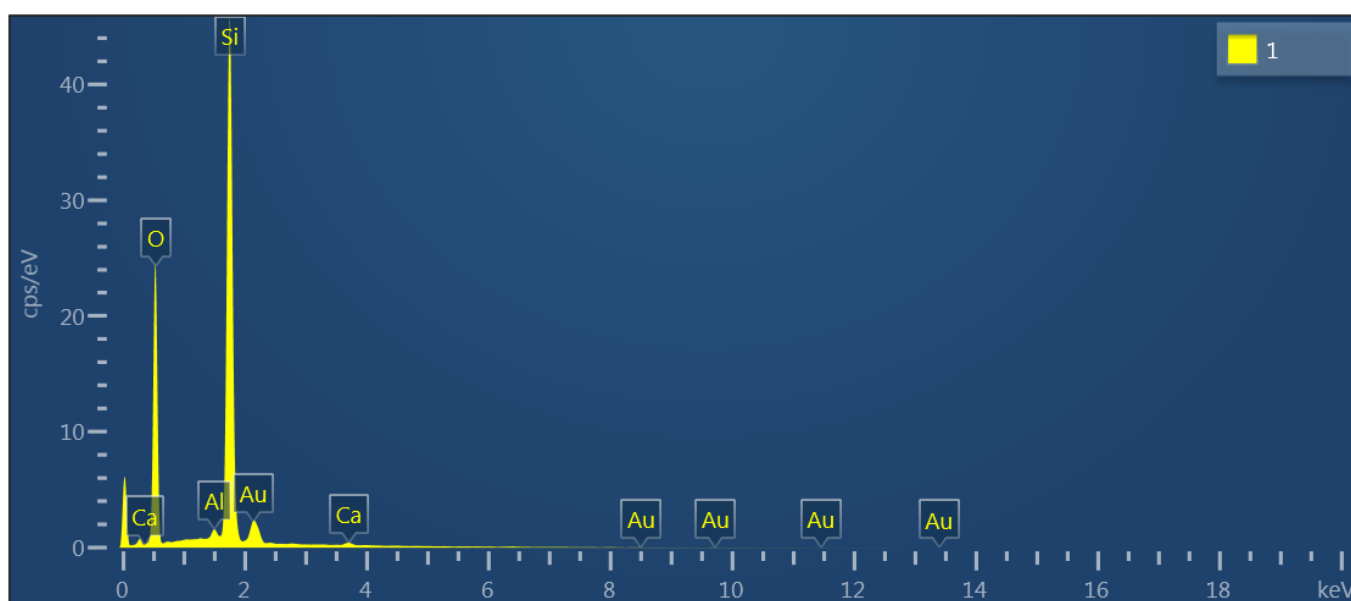
APÊNDICE C.6 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 20-30 cm de profundidade.



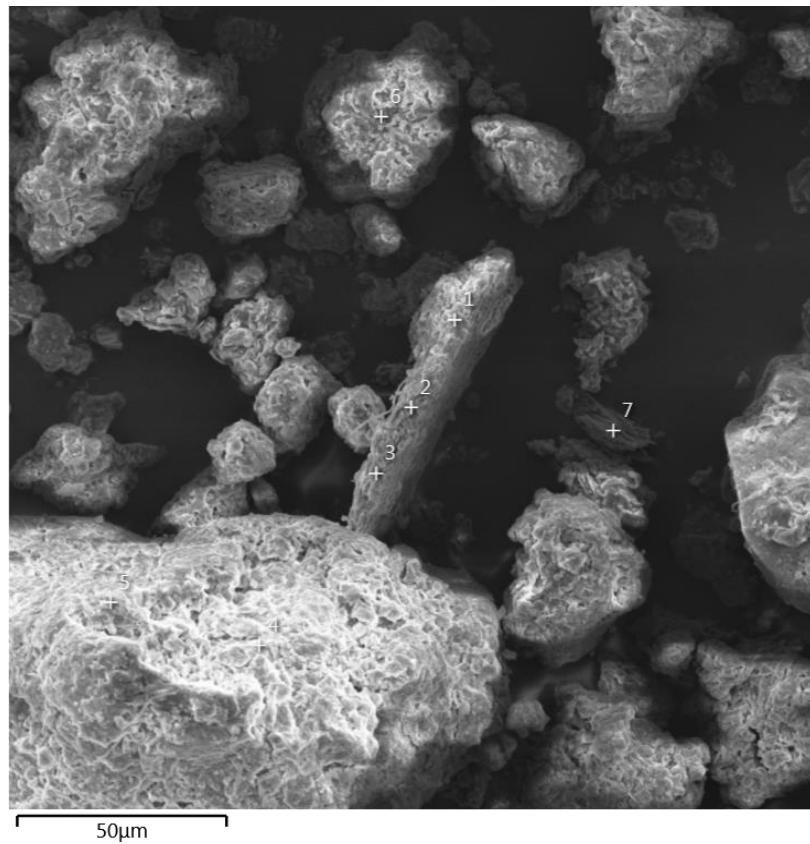
APÊNDICE C.7 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 30-40 cm de profundidade.



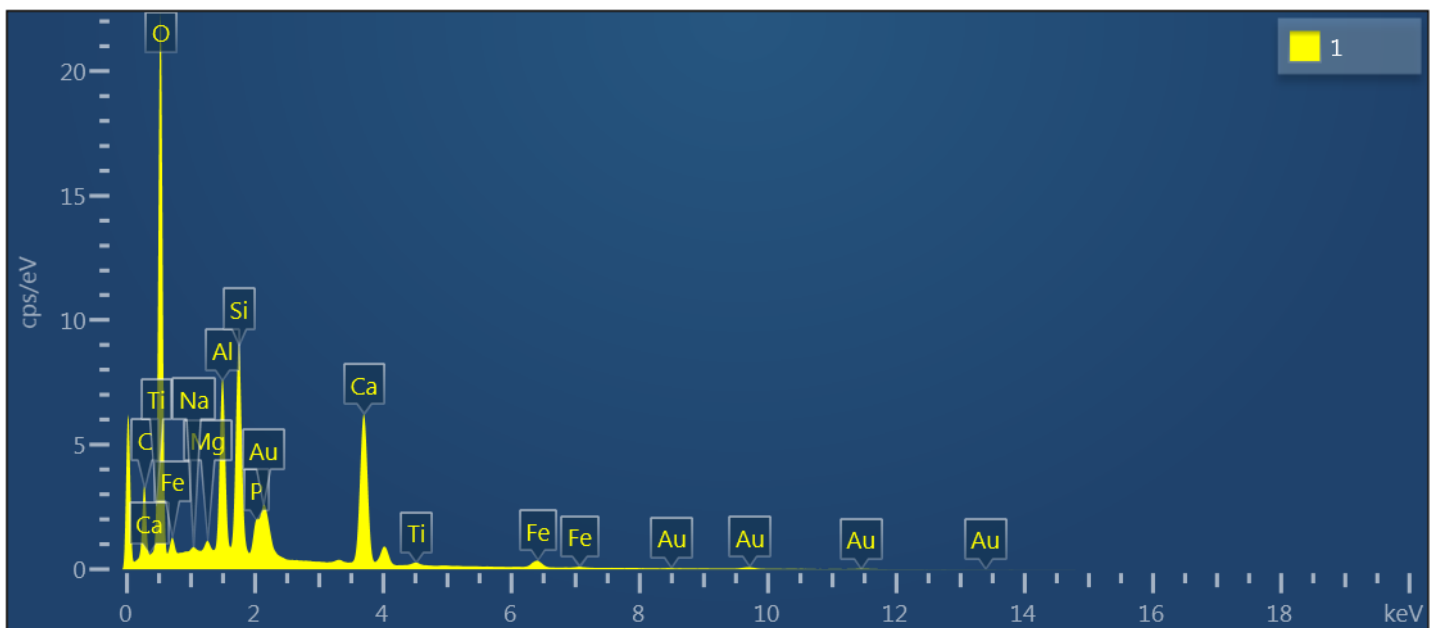
APÊNDICE C.8 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 30-40 cm de profundidade.



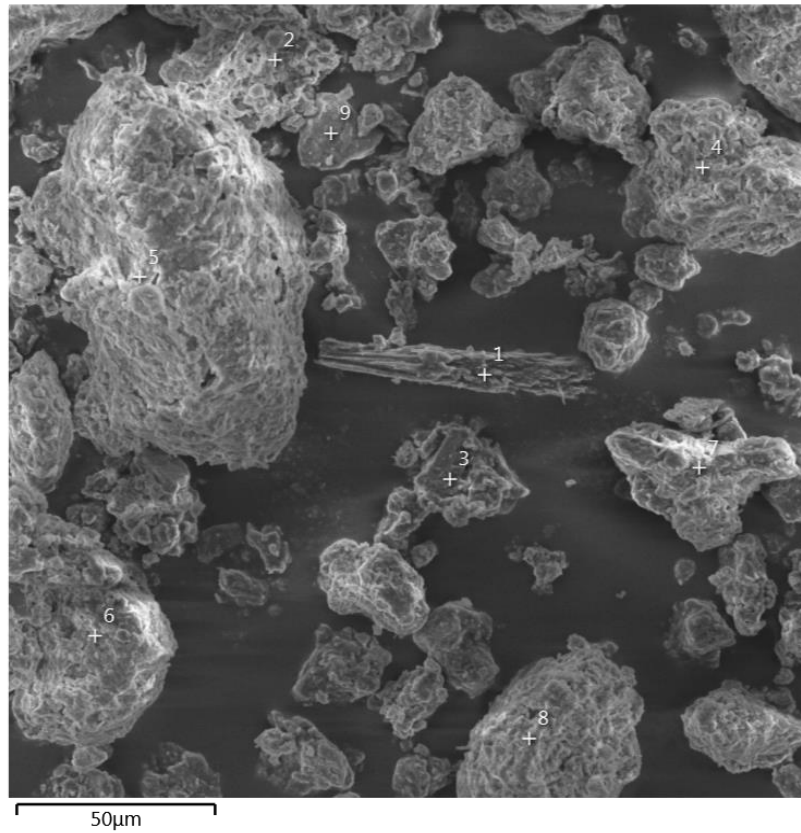
APÊNDICE C.9 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 40-50 cm de profundidade.



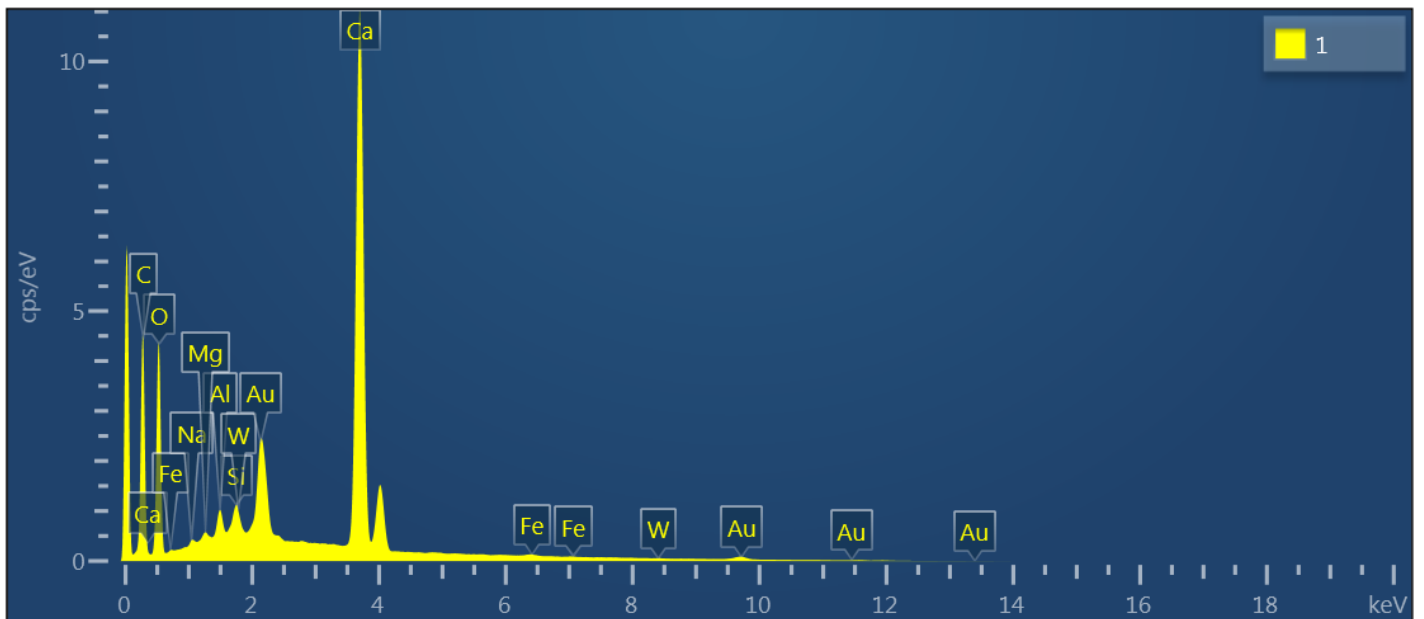
APÊNDICE C.10 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 0-10 cm de profundidade.



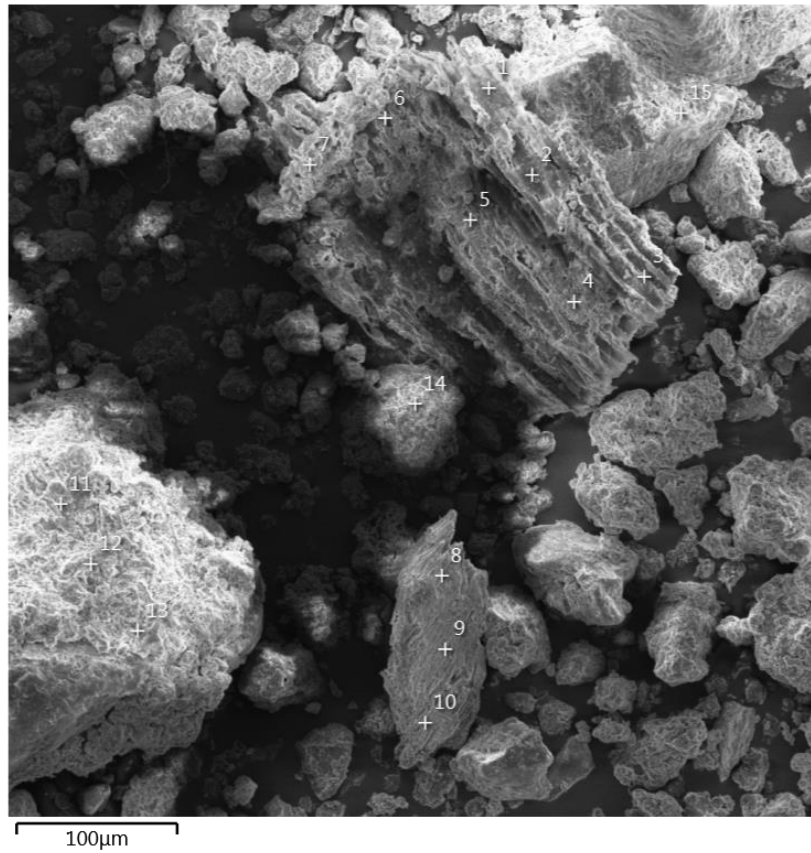
APÊNDICE C.11 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 50-60 cm de profundidade.



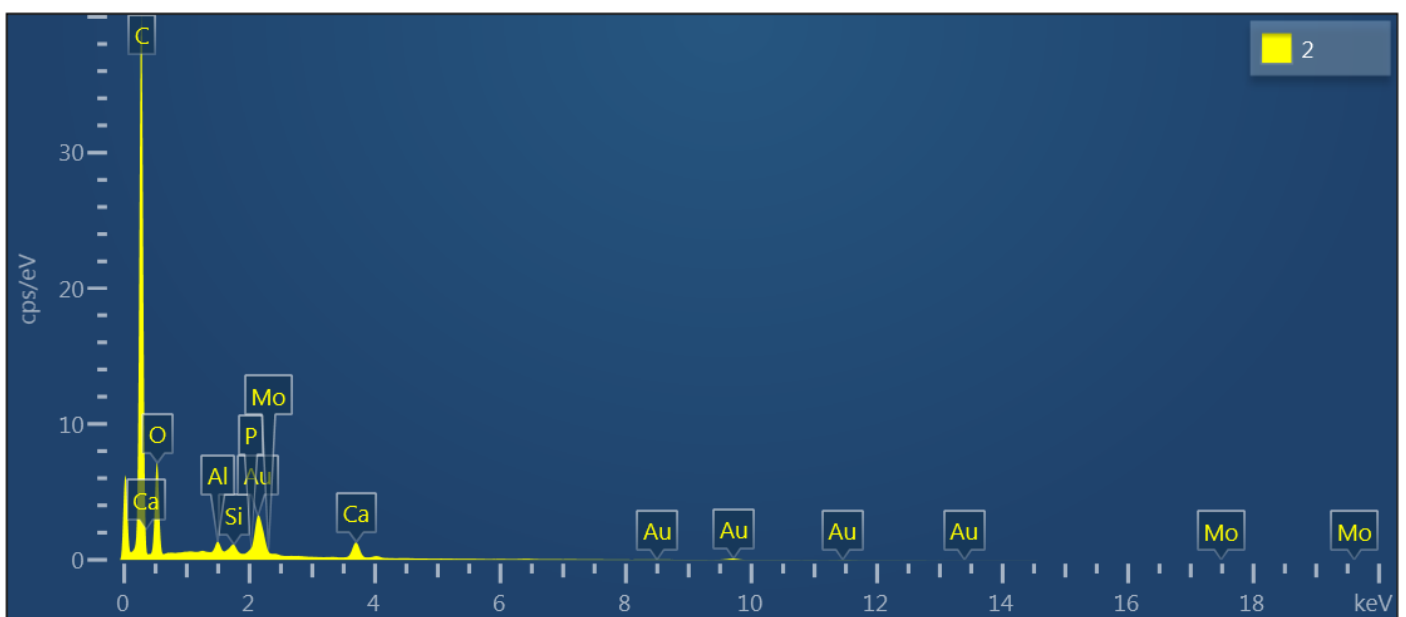
APÊNDICE C.12 – EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 50-60 cm de profundidade.



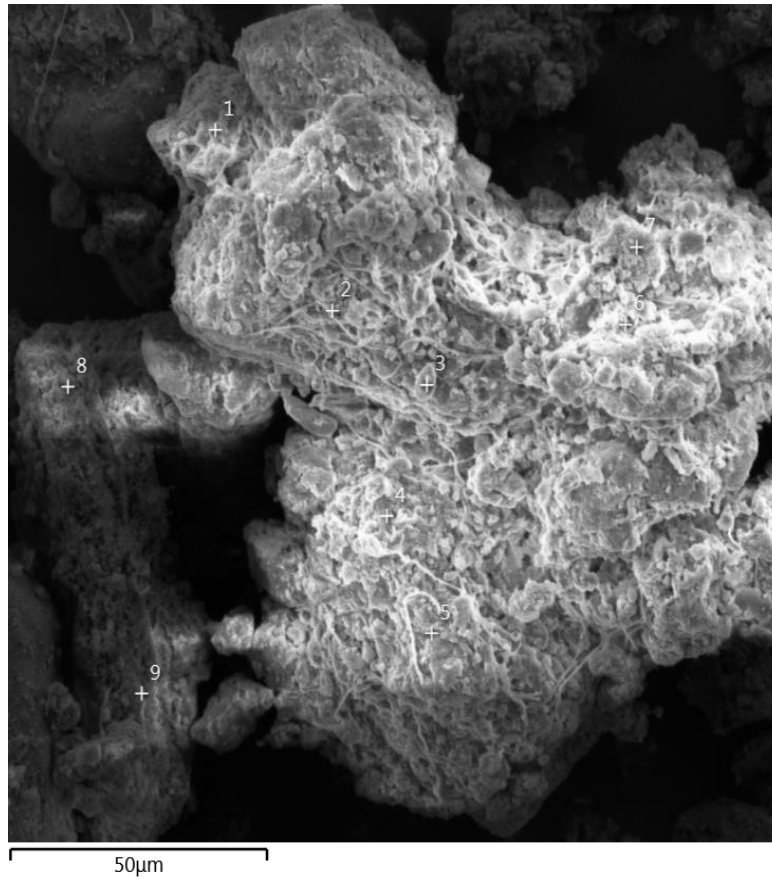
APÊNDICE C.13 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 60-70 cm de profundidade



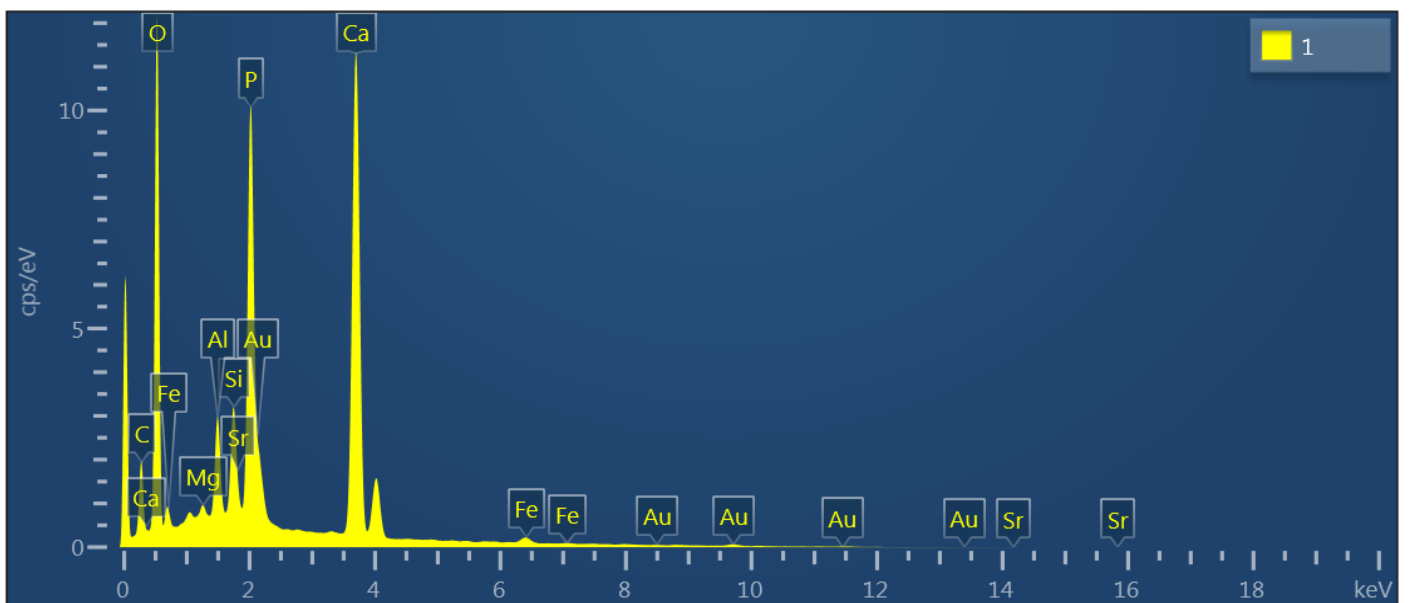
APÊNDICE C.14 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 60-70 cm de profundidade.



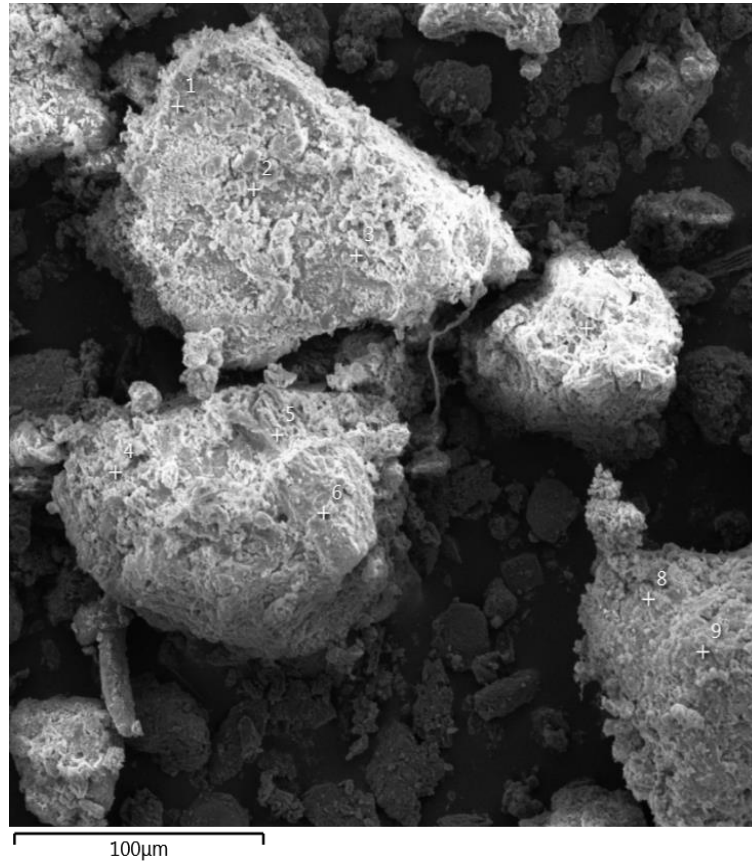
APÊNDICE C.15 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 70-80 cm de profundidade.



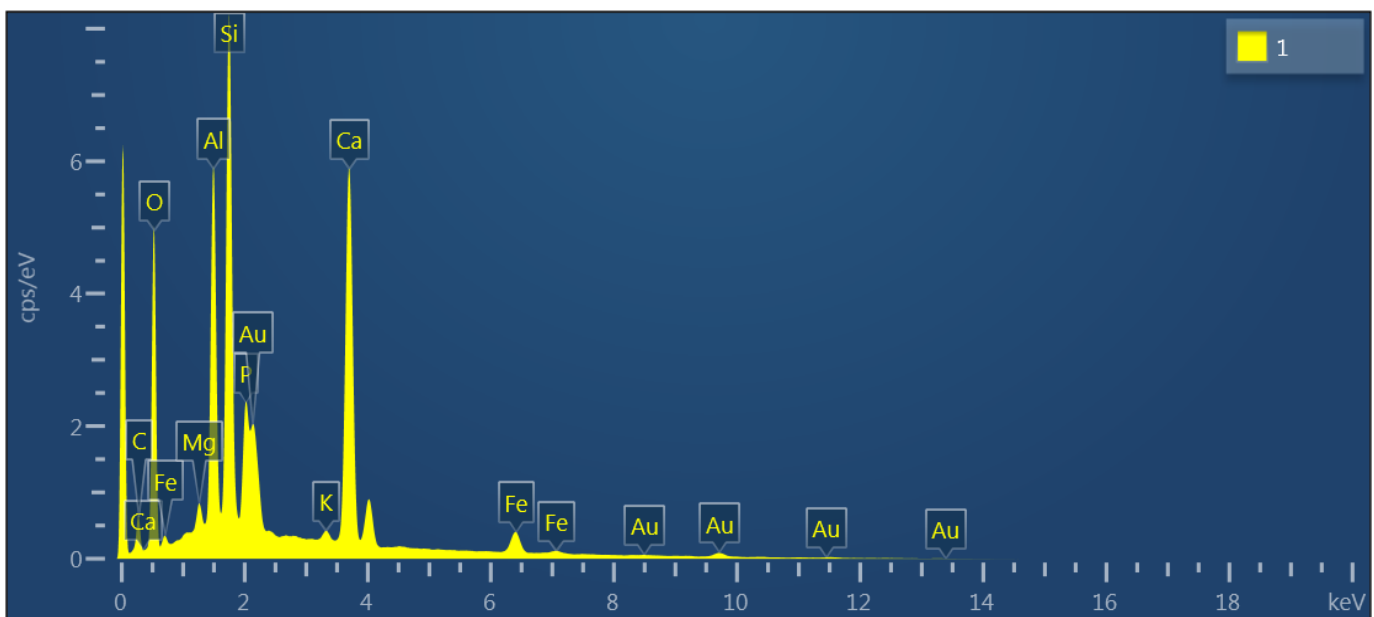
APÊNDICE C.16 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 70-80 cm de profundidade.



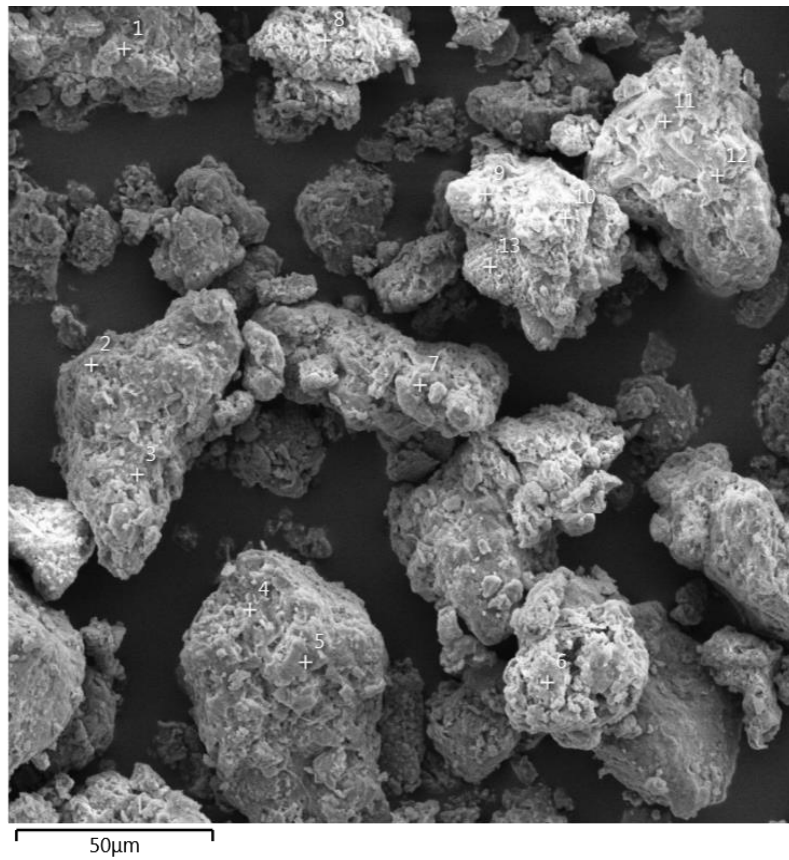
APÊNDICE C.17 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 80-90 cm de profundidade.



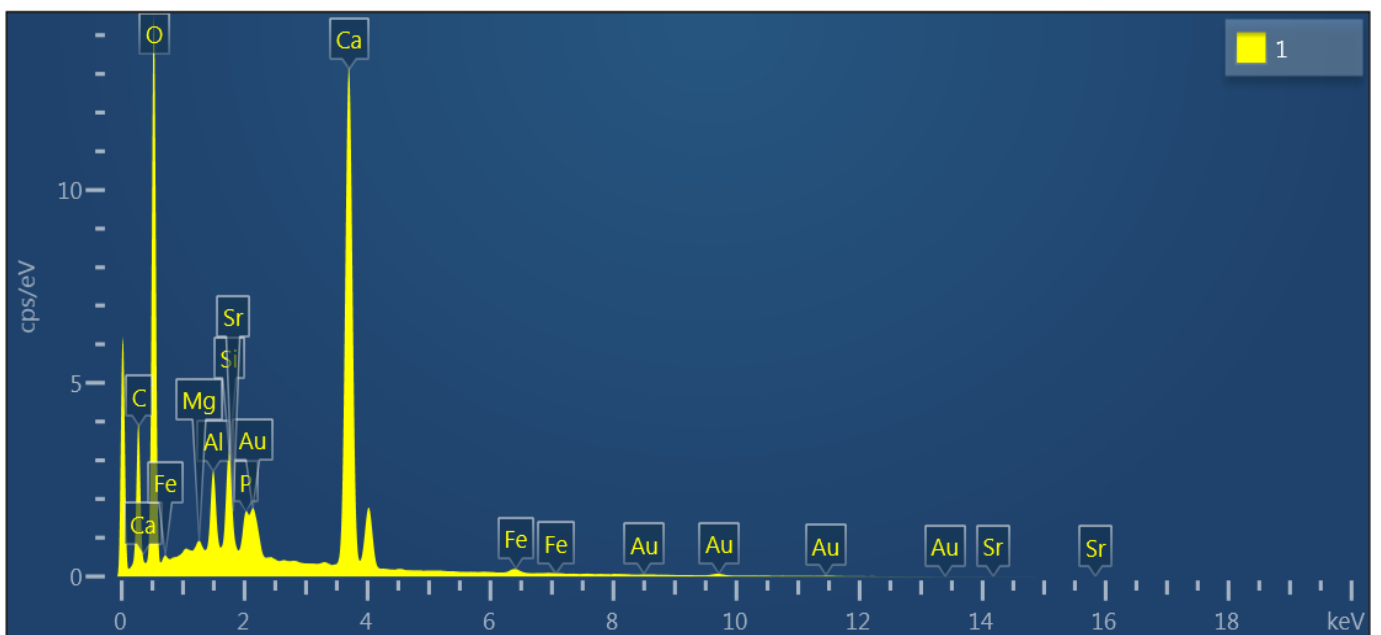
APÊNDICE C.18 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 80-90 cm de profundidade.



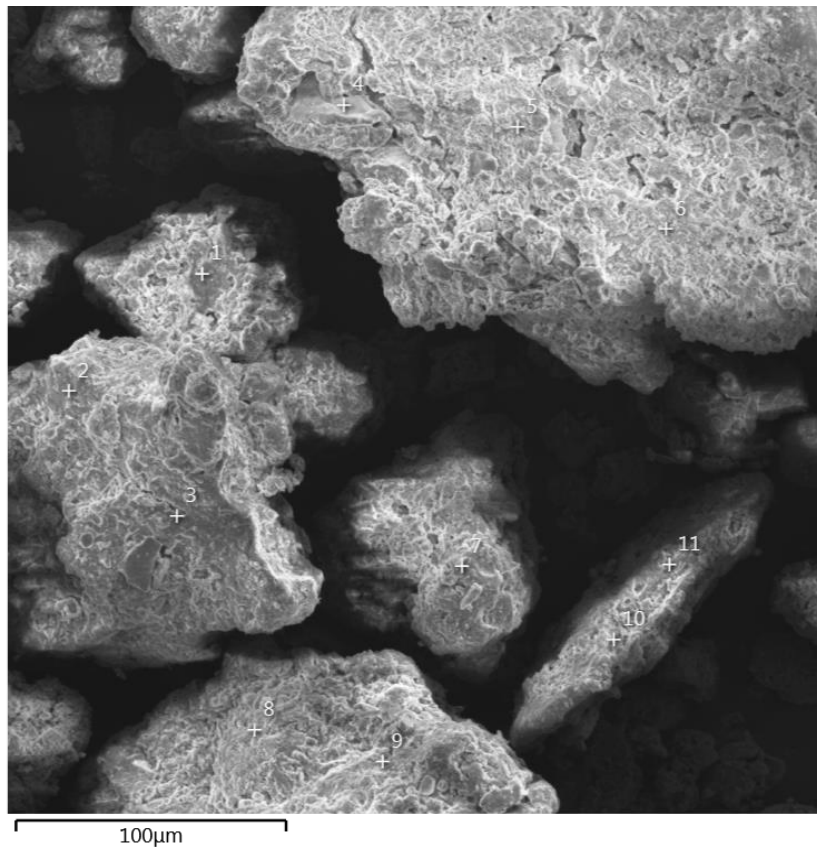
APÊNDICE C.19 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 90-100 cm de profundidade.



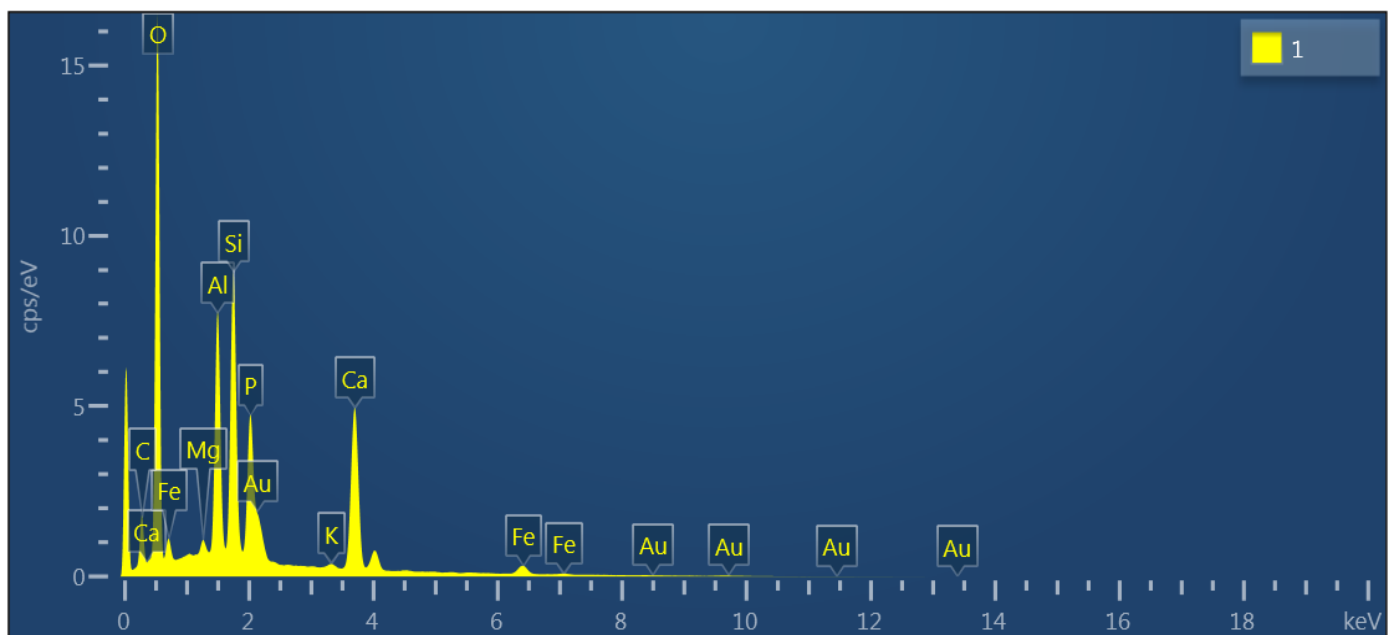
APÊNDICE C.20 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 90-100 cm de profundidade.



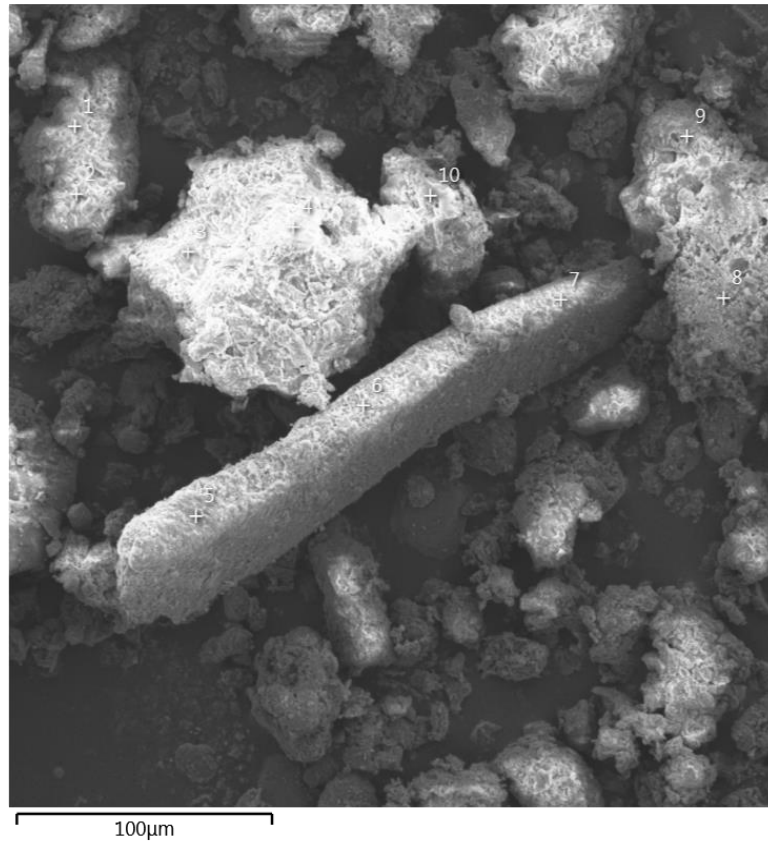
APÊNDICE C.21 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 100-110 cm de profundidade.



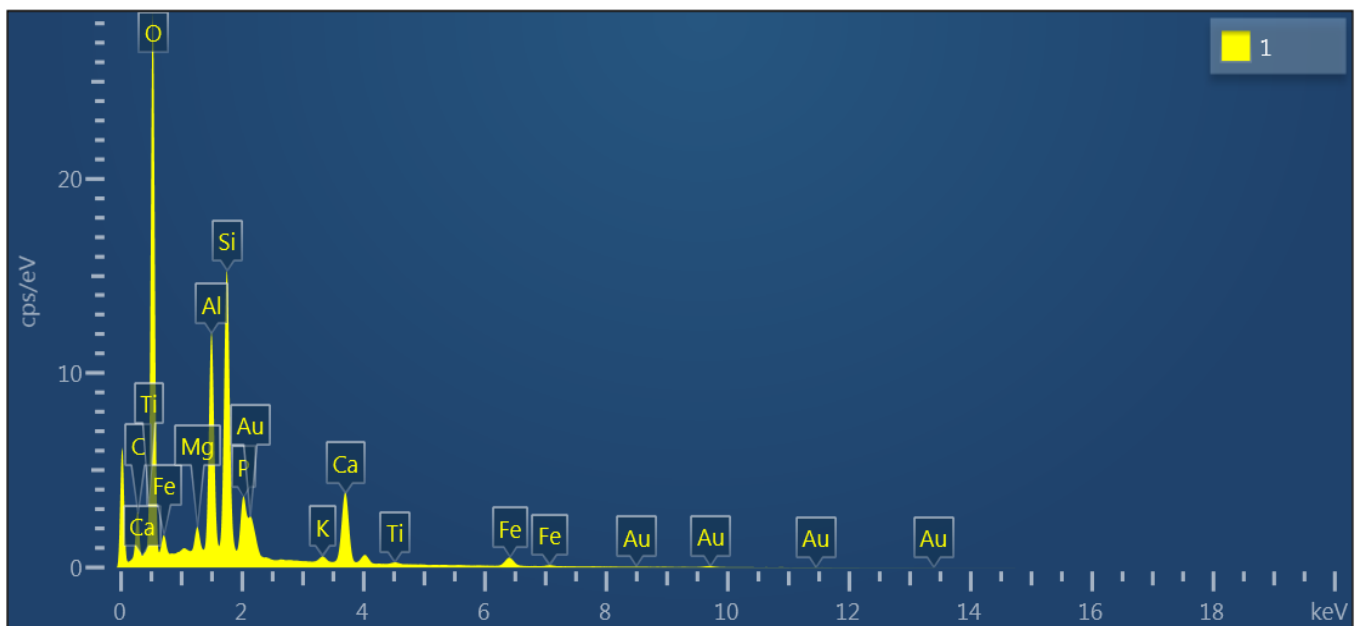
APÊNDICE C.22 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 100-110 cm de profundidade.



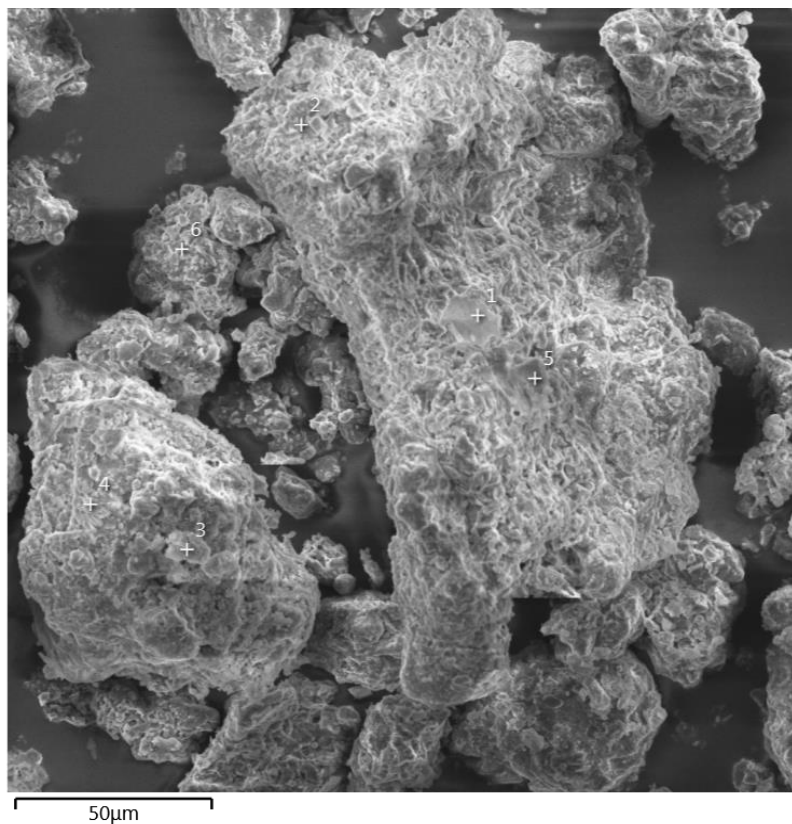
APÊNDICE C.23 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 110-120 cm de profundidade.



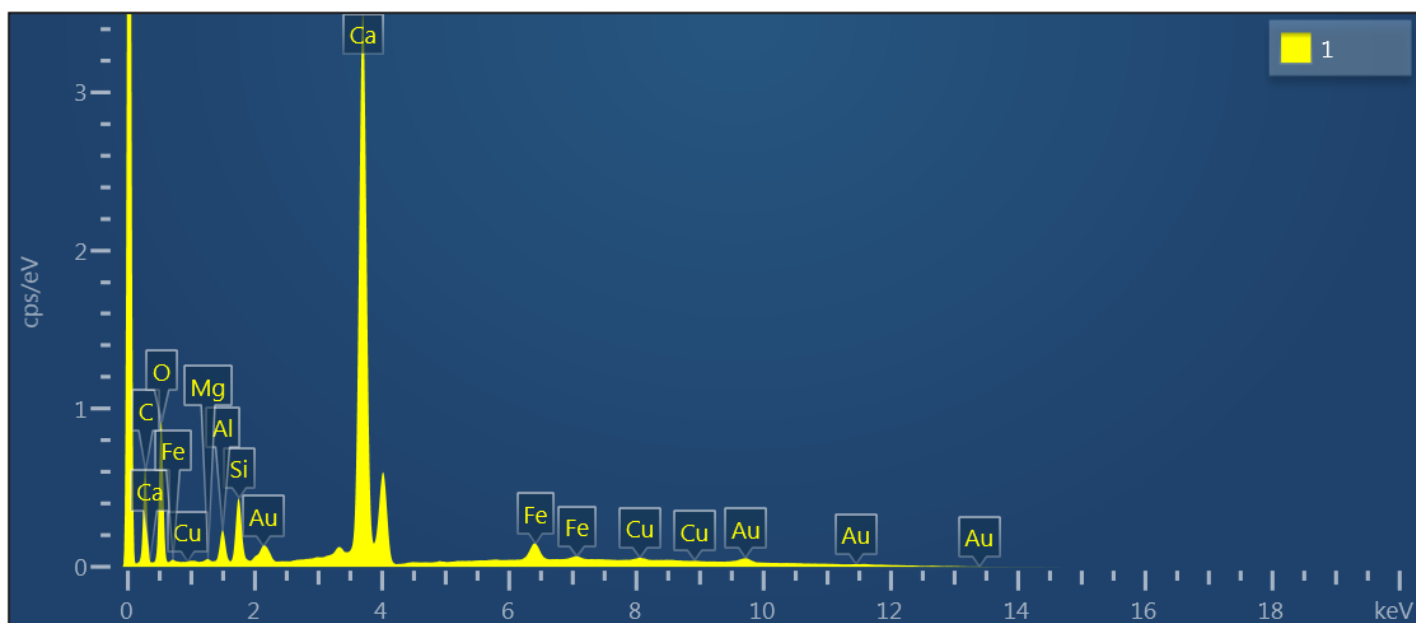
APÊNDICE C.24 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 110-120 cm de profundidade.



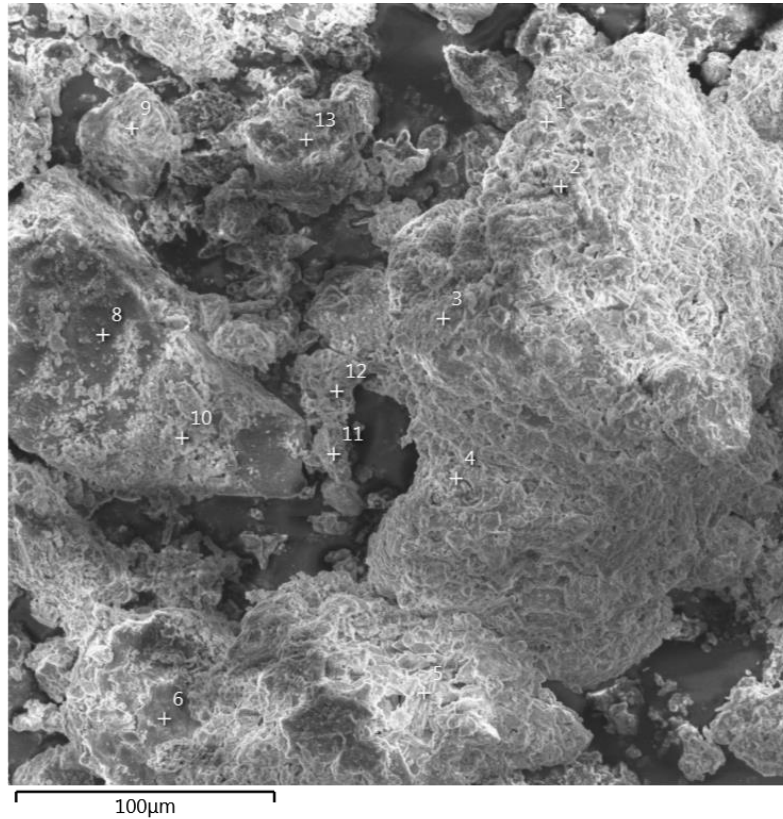
APÊNDICE C.25 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 160-170 cm de profundidade.



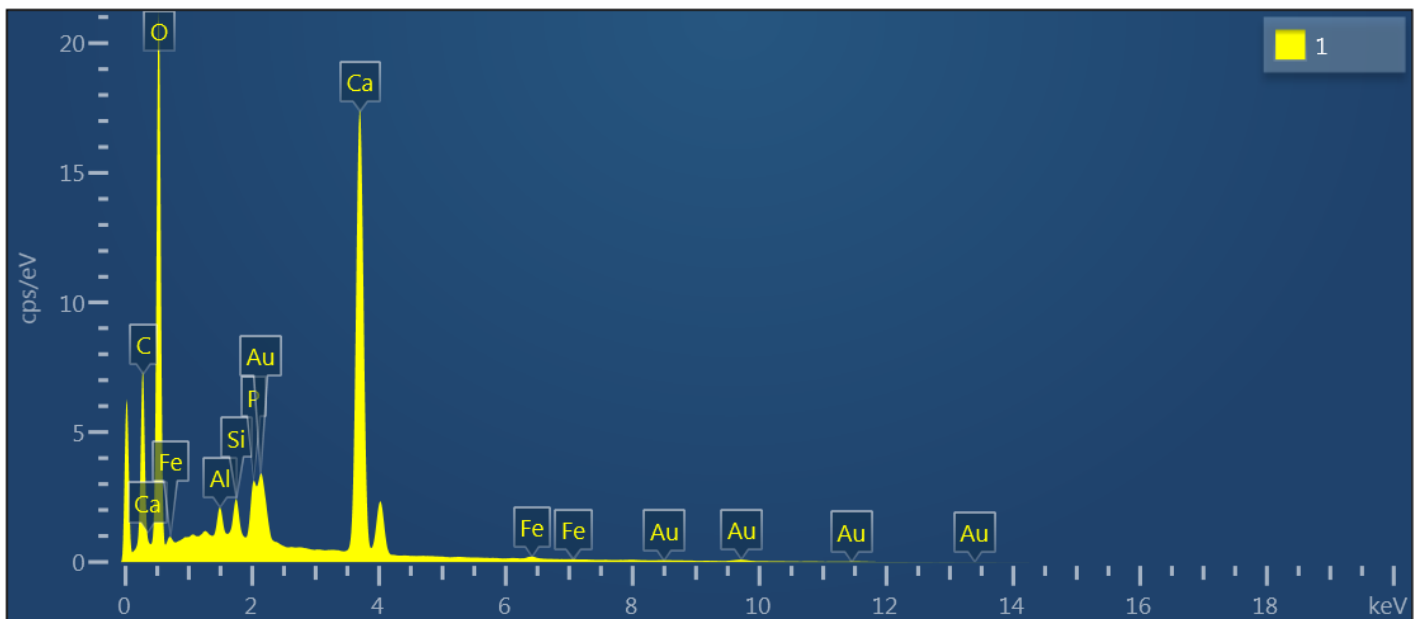
APÊNDICE C.26 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 160-170 cm de profundidade.



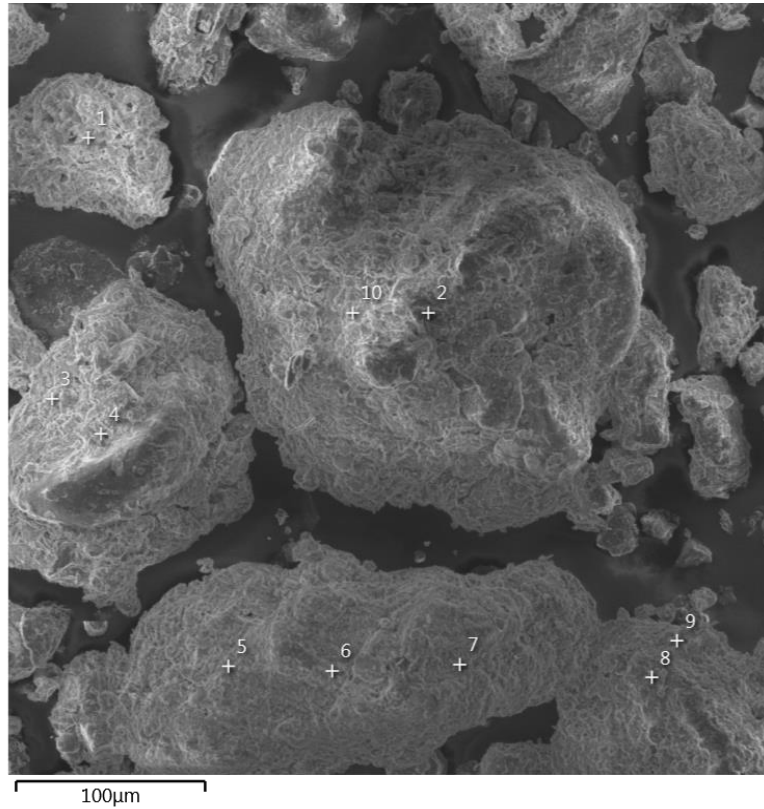
APÊNDICE C.27 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 167-180 cm de profundidade.



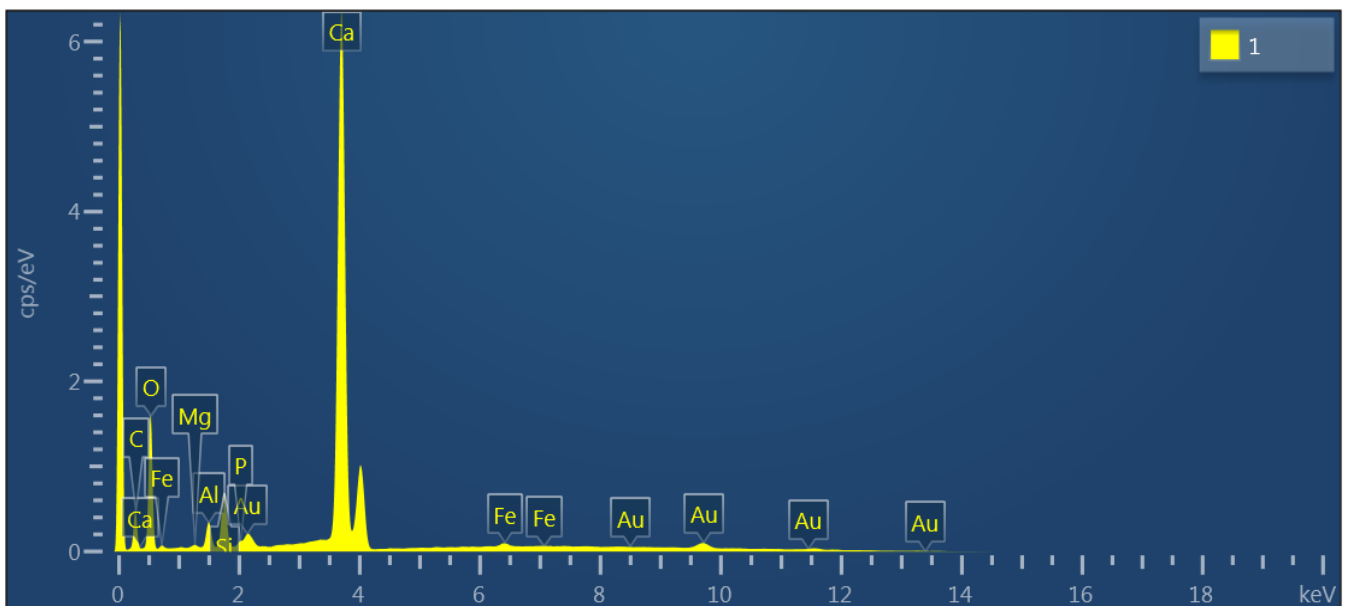
APÊNDICE C.28 – EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 170-180 cm de profundidade.



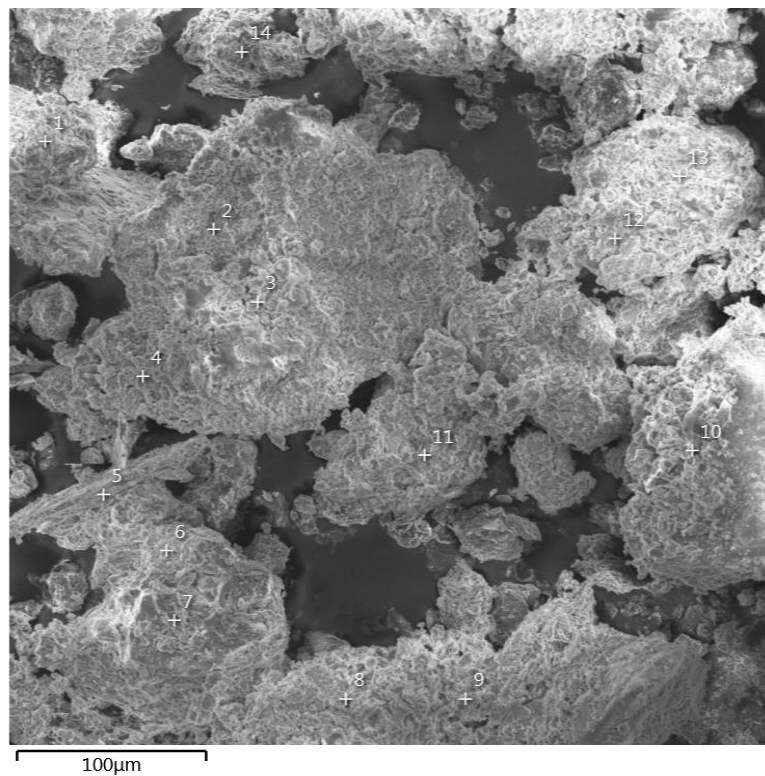
APÊNDICE C.29 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 230-240 cm de profundidade.



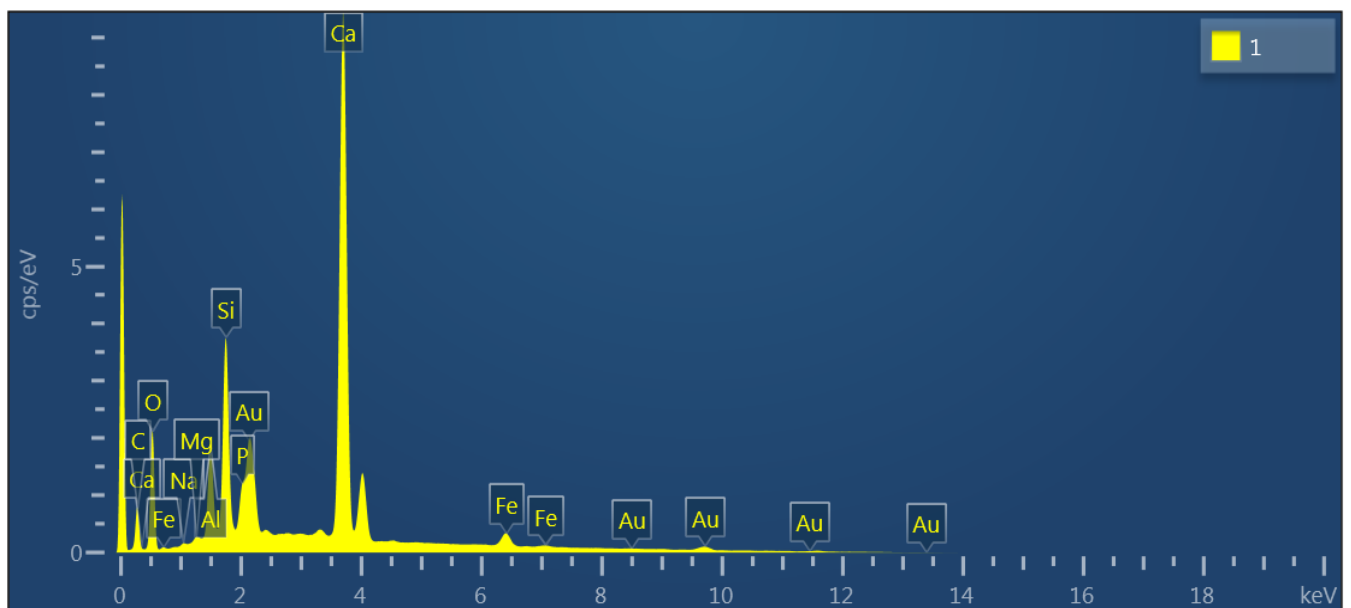
APÊNDICE C.30 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 230-240 cm de profundidade.



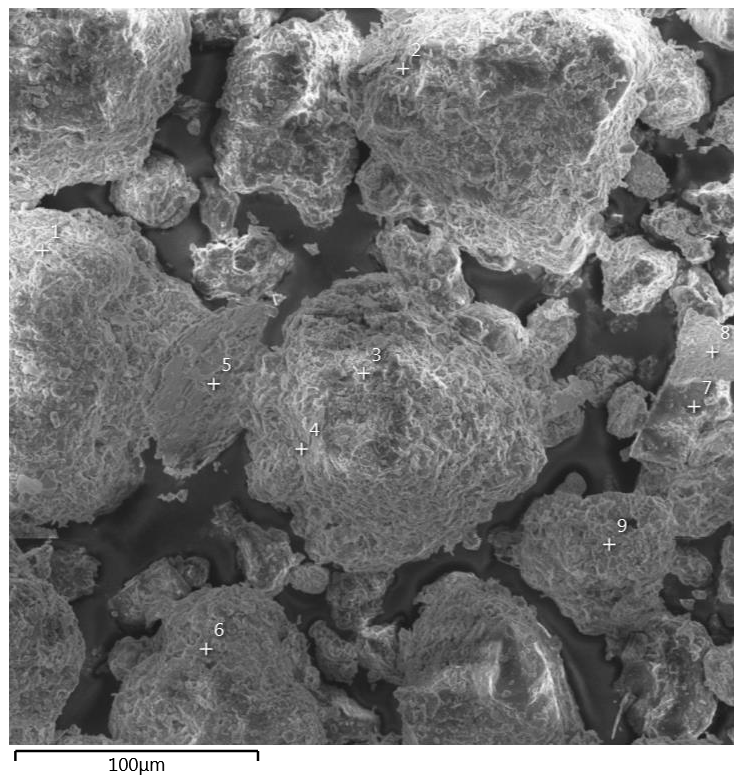
APÊNDICE C.31 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 240-250 cm de profundidade.



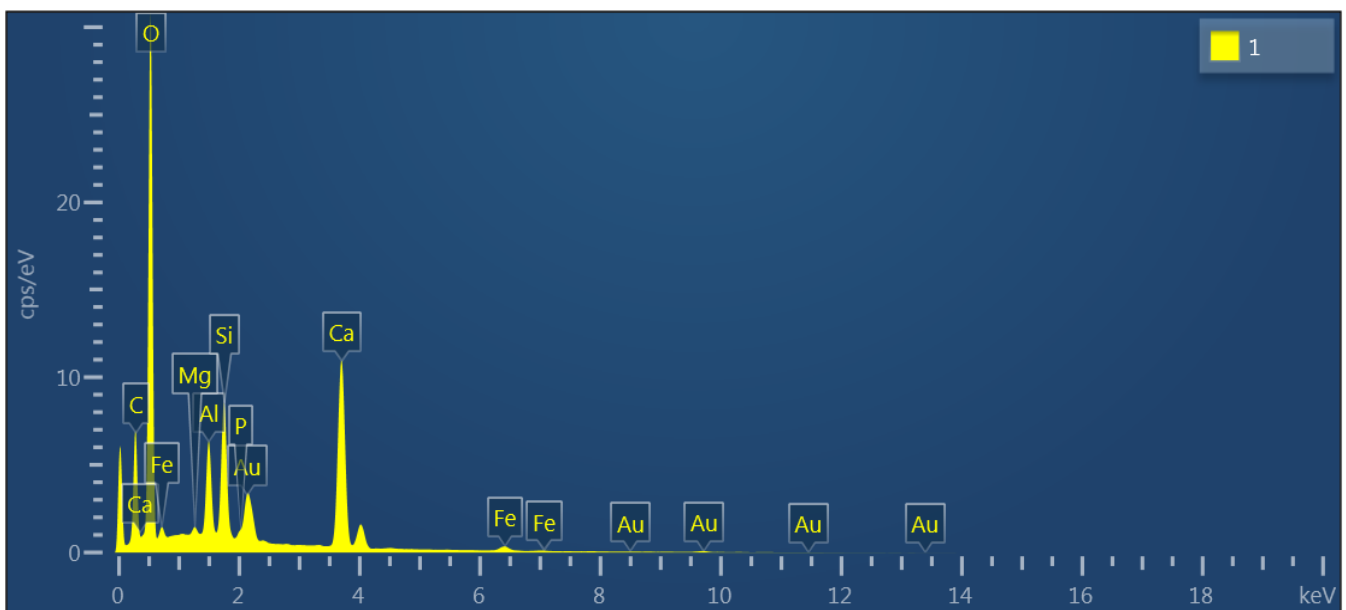
APÊNDICE C.32 - EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 240-250 cm de profundidade.



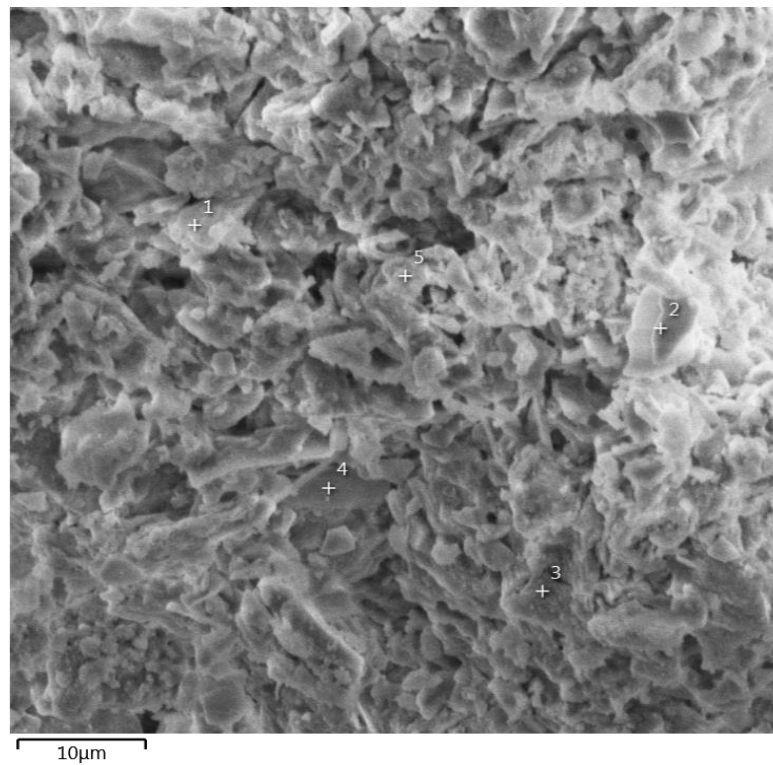
APÊNDICE C.33 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 250-260 cm de profundidade.



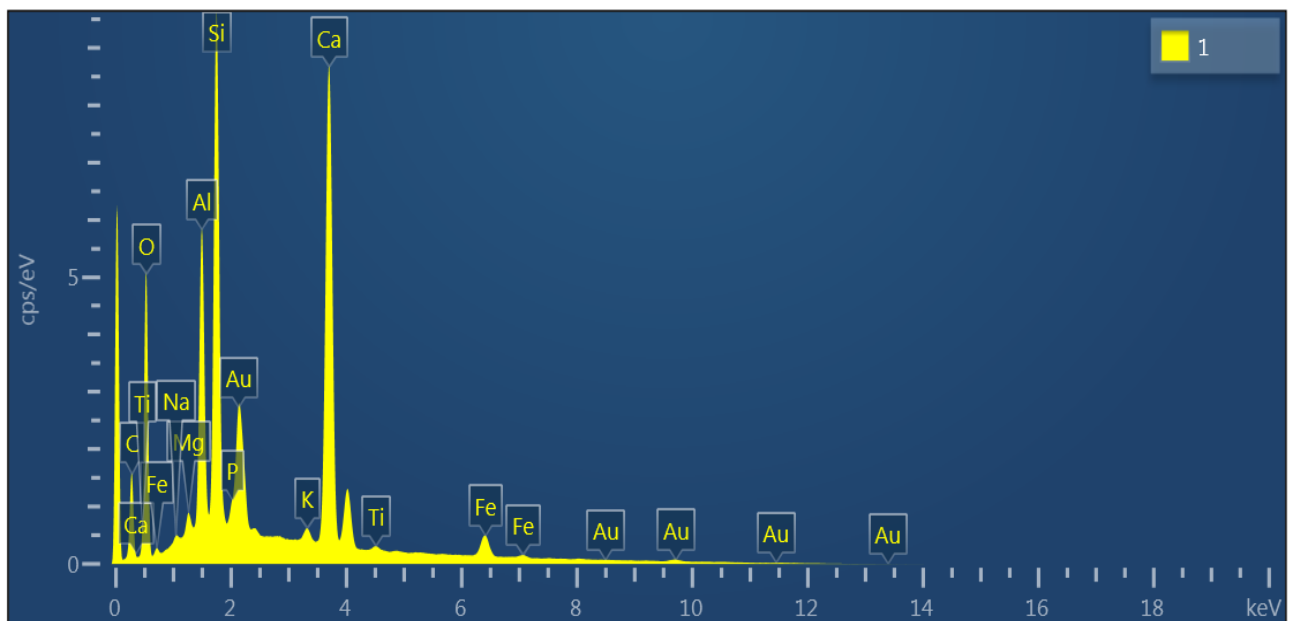
APÊNDICE C.34 – EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 250-260 cm de profundidade.



APÊNDICE C.35 - Micrografia da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 260-270 cm de profundidade.



APÊNDICE C.36 – EDS da amostra de sedimento referente ao nível escavado a 260-270 cm de profundidade.



**APÊNDICE D – ARTIGO PUBLICADO, VINCULADO AO BOLETIM DO
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI - CIÊNCIAS HUMANAS.**

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas



**Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico:
utilização de diatomáceas (Bacillariophyta) como
indicadoras de alterações ambientais**

Journal:	<i>Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas</i>
Manuscript ID	BGOELDI-2019-0036
Manuscript Type:	Original Article
Keyword:	Algas, bio-antracológica, concheiros, Holoceno, Paleoecologia

SCHOLARONE™
Manuscripts



Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico: utilização de microalgas (Diatomáceas, Bacillariophyta) como indicadoras de alterações ambientais
Archaeobotanical records in an Amazonian shell mound: microalgae (Diatomacea, Bacillariophyta) as indicators of environmental changes

Priscilla Denise Almeida^I  | Sauri Moreira Machado^{II}  | Brenda Barros^{II}  | Eduardo Antonio Morales^{III}  | Paulo do Canto^{IV}  | Maria Dulce Gaspar^V  | Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo^I  | José Francisco Berrêdo^I 

^IMuseu Paraense Emílio Goeldi. Belém, Pará, Brasil

^{II}Universidade Federal do Pará. Belém, Pará, Brasil

^{III}Universidade de Évora. Instituto de Ciências da Terra e Laboratório da Água. Évora, Portugal

^{IV}Museu do Estado do Pará. Belém, Pará, Brasil

^VMuseu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo: Os registros das condições existentes durante a formação dos sítios arqueológicos foram obtidos a partir de pesquisas interdisciplinares. Inseridas no campo da arqueobotânica, as diatomáceas são microalgas capazes de indicar as condições pretéritas. Quando presentes nos solos arqueológicos, podem indicar cursos d'água próximos ao sítio ou inferir condições paleoambientais. Este artigo apresenta pioneiramente o registro de diatomáceas em toda a coluna bioantropológica de um sambaqui. Nesse sentido, amostras do Sambaqui Porto da Mina (Quatipuru, Pará, Brasil) foram analisadas ao longo da coluna sedimentar. As diatomáceas encontradas reforçam a ideia da permanência dos grupos sambaquieiros no local de construção por pelo menos 210 anos. As inferências ecológicas obtidas apontam que o assentamento estava em um ambiente geograficamente diverso, com entrada de água doce, salobra e marinha. Assim, a inclusão da análise das diatomáceas no contexto arqueológico representa uma técnica adicional para os estudos de reconstrução ambiental.

Palavras-chave: Algas. Concheiros. Holoceno. Paleoecologia.

Abstract: Records of the conditions during the formation of archaeological sites were obtained from interdisciplinary investigations. In archaeobotany, diatoms are microalgae that can depict these previous conditions; when present in archaeological soils, they indicate the presence of watercourses near the site or may permit inferences about paleoenvironmental conditions. This study is the first to describe the diatom record throughout the entire anthracological column of a shell mound. Samples from the Porto da Mina Shell Mound (Quatipuru, Pará, Brazil) were analyzed along the sedimentary column. The diatoms found in the mound reinforce the notion that groups have been associated with the shell mound at the site for at least 210 years. The ecological inferences indicate that the settlement was in a geographically diverse environment, with fresh, brackish, and marine water entering. The inclusion of diatom analysis in the archaeological context represents an additional technique for environmental reconstruction studies.

Keywords: Algae. Holocene. Paleoecology. Shell mound.

Almeida, P. D., Machado, S. M., Barros, B., Morales, E. A., Canto, P., Gaspar, M. D., Ruivo, M. L. P., & Berrêdo, J. F. (2020). Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico: utilização de microalgas (Diatomáceas, Bacillariophyta) como indicadoras de alterações ambientais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 15(3), e20190036. doi: 10.1590/2178-2547-BGOELDI-2019-0036

Autora para correspondência: Priscilla Denise Almeida. Museu Paraense Emílio Goeldi. Av. Perimetral, 1901. Belém, PA, Brasil. CEP 66040-170 (pryalmeida@gmail.com).

Recebido em 23/04/2019

Aprovado em 23/03/2020

Responsabilidade editorial: Cristiana Barreto



INTRODUÇÃO

Sambaquis são sítios arqueológicos caracterizados pela deposição de sedimentos, resíduos vegetais, restos de animais, artefatos arqueológicos e sepultamentos. Os conteúdos, acumulados de maneira intencional, acarretam uma sequência complexa que revela a cronologia cultural temporal e, dessa forma, fornecem informações sobre o uso de recursos locais (DeBlasis et al., 1998; Gaspar, 2000; Lima et al., 2002; Scheel-Ybert et al., 2009; Gaspar et al., 2013; Villagran & Giannini, 2014; Coe et al., 2017).

No Brasil, os sambaquis datam de 8.000 a 1.000 anos Antes do Presente (AP) e representam ambientes ocupados pelos grupos sociais pré-coloniais adaptados a ambientes costeiros e ribeirinhos em cenários deposicionais (DeBlasis et al., 1998, 2007; Gaspar, 2000). De acordo com Macario et al. (2014), os sambaquis brasileiros estão localizados ao longo de 2.000 km da costa brasileira. Os mais estudados são os sambaquis situados nas regiões Sul e Sudeste (Wagner et al., 2011), e os menos documentados estão localizados no Pará (PA), Norte do Brasil (Silveira & Schaan, 2005).

Os sambaquis encontrados na costa Norte e Nordeste são considerados diferentes, quando comparados aos localizados no Sul e Sudeste do Brasil, quanto à sua configuração, principalmente em decorrência da existência de fragmentos cerâmicos em todos os níveis ou camadas estratigráficas (Lopes et al., 2018). Porém, é importante ressaltar que os pescadores-coletores do litoral das regiões Norte, Sudeste e Sul integram um único sistema sociocultural, sem prejuízo das especificidades regionais e temporais (Gaspar, 2000).

A compreensão da formação desses sítios arqueológicos auxilia na elaboração de modelos de evolução ambiental e dos processos culturais dos grupos sociais que ocupavam as regiões costeiras, assim como da biodiversidade existente durante o Holoceno, através do estudo de organismos fósseis ou em processo de fossilização encontrados ao longo das camadas estratigráficas (Villagran & Giannini, 2014).

Foi necessário adotar metodologias e ferramentas de diferentes áreas, como das ciências arqueológicas, geológicas, antracológicas, geoquímicas, arqueofácies, paleoambientais e biológicas (e.g. Bissa et al., 2000; Gaspar, 2000; Scheel-Ybert et al., 2009; Villagran et al., 2009; Souza et al., 2010; Macario et al., 2014; Villagran & Giannini, 2014; Beauclair et al., 2016; Coe et al., 2017; Lopes et al., 2018).

Uma das relações mais tradicionais tem sido a abordagem interdisciplinar da arqueologia com as ciências biológicas (Grana, 2018). Entre as múltiplas afinidades dessas ciências, um dos campos mais desenvolvidos é o da arqueobotânica, cujos estudos estão concentrados nos vestígios de plantas, sejam eles madeiras, frutos, sementes, folhas, fibras, pólen, esporos, fitólitos ou algas (Figueiral & Willcox, 1999; Celant et al., 2015). Embora as diatomáceas sejam amplamente utilizadas em estudos de paleoecologia (e.g. Battarbee, 1986; Vanlandingham, 2006; Villagran et al., 2009), pouco se sabe sobre a presença de microalgas em sambaquis.

As diatomáceas possuem parede celular composta de sílica polimerizada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) e apresentam alta resistência física e química, resistindo inclusive a ambientes sedimentares (Battarbee, 1986; Julius & Theriot, 2010), sendo excelentes indicadoras para estudos arqueológicos e paleoambientais.

Ecologicamente bem-sucedidas, as diatomáceas ocorrem em uma ampla gama de *habitats* e são importantes nos ciclos biogeoquímicos da atmosfera (Falkowski et al., 2000; Yool & Tyrell, 2003; Kociolek & Williams, 2015). Além disso, essas microalgas, por sua ocorrência, capacidade de colonização e tolerâncias ambientais específicas, respondem rapidamente às mudanças ambientais, atuando, por isso, como eficazes indicadores biológicos em estudos de reconstrução e interpretação arqueológica (Round et al., 1990; Lobo et al., 2002; Grana et al., 2014).

Recentemente, Grana (2018) avaliou os trabalhos que aplicaram a análise de diatomáceas em estudos arqueológicos, sintetizando as potencialidades e limitações dessas microalgas silicosas nas diferentes escalas temporais



e espaciais. O levantamento realizado por essa autora representa um marco conceitual na relação das diatomáceas com a arqueologia, além de apontar medidas para garantir a qualidade das informações obtidas através dessas algas. A abordagem das diatomáceas nos contextos arqueológicos permite enriquecer os resultados, uma vez que, a partir dessas microalgas, é possível inferir as condições ambientais existentes na área de estudo (Battarbee, 1986; Round et al., 1990; Julius & Theriot, 2010).

No Brasil, estudos utilizando as diatomáceas como indicadoras de mudanças paleoambientais podem ser encontrados tanto na região costeira (Medeanic et al., 2001; Nascimento et al., 2003; Saupe & Mosimann, 2003; Senna et al., 2005; Medeanic & Torgan, 2006; Ribeiro et al., 2010; Santos-Fischer et al., 2016) quanto em ambientes de água doce (Costa-Boddeker et al., 2012; Almeida & Bicudo, 2014; Ruwer et al., 2018). No contexto das pesquisas arqueológicas, estudos envolvendo as diatomáceas como *proxy* são escassos (Bissa et al., 2000; Boyadjian et al., 2007, 2016; Villagran et al., 2009; Amaral et al., 2012; Villagran & Giannini, 2014). No que tange o registro de diatomáceas em sítios arqueológicos no litoral do estado do Pará, essas informações são inexistentes.

Dessa forma, este artigo objetiva conhecer a biodiversidade das diatomáceas encontradas no Sambaqui Porto da Mina e utilizar os dados de autoecologia¹ para inferir as alterações ambientais ocorridas durante seu processo de construção e ocupação. Em um contexto maior, visa também auxiliar na compreensão da evolução paleoambiental ocorrida nos últimos 5.000 anos AP na costa norte amazônica.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O município de Quatipuru está localizado no nordeste paraense (00° 53' 49" S-47° 00' 19" W) (Figura 1), possui

relevo do tipo tabuleiros aplainados, com terraços e várzeas de maré, sedimentos argilo-orgânicos, com ocorrência dos solos hidromórficos argiloso e humoso (Souza-Filho & El-Robrini, 1996; Souza-Filho et al., 2009). Os ecossistemas encontrados nessa área são variados, formados por uma extensa rede hidrográfica, com presença de manguezais, campos salinos, restinga, praias, várzea de maré e terra firme, sendo escolhida para a construção dos sambaquis (Senna et al., 2011; Lopes et al., 2018).

Entre os sambaquis localizados na região, encontra-se o Sambaqui Porto da Mina (PA: SA-5), originalmente recuperado por M. Simões (1981) em um levantamento realizado pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) para sítios da região do Salgado.

O Sambaqui Porto da Mina reflete o modelo de povoamento do litoral paraense, caracterizado por diferentes migrações oriundas do Noroeste e Norte da América do Sul (M. Simões, 1981), sendo um dos representantes da Tradição da Fase Mina estabelecidas para a Amazônia oriental (Lopes et al., 2018).

A estratigrafia proposta para o sítio sugere quatro camadas de ocupação, cujas datações mais recentes (Lopes, 2016) demonstram uma sequência cronológica para a ocupação do sítio da base para o topo, sendo que, na camada I, a datação é de 5.280 ± 30 anos AP; na camada II, de 5.200 ± 30 anos AP; na camada III, de 5.070 ± 30 anos AP; e, na camada IV, de 130.9 ± 03 pMC (Porcentagem de Carbono Moderno).

É importante frisar que, atualmente, o Sambaqui Porto da Mina se encontra afastado do litoral com a distância de 7 km em relação à sede municipal de Quatipuru, com acesso pela rodovia PA-446. O sítio localiza-se perto do igarapé Furo da Mina (M. Simões, 1970, 1981; Lopes, 2016) e situa-se sobre substrato areno-argiloso, possuindo bordas recortadas, características de um sítio do tipo sambaqui.

¹ A autoecologia (Schröter, 1896) estuda as inter-relações de uma única espécie com seu meio, avaliando os diferentes fatores ecológicos que envolvem estas interações.



Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico: utilização de microalgas (Diatomáceas, Bacillariophyta)

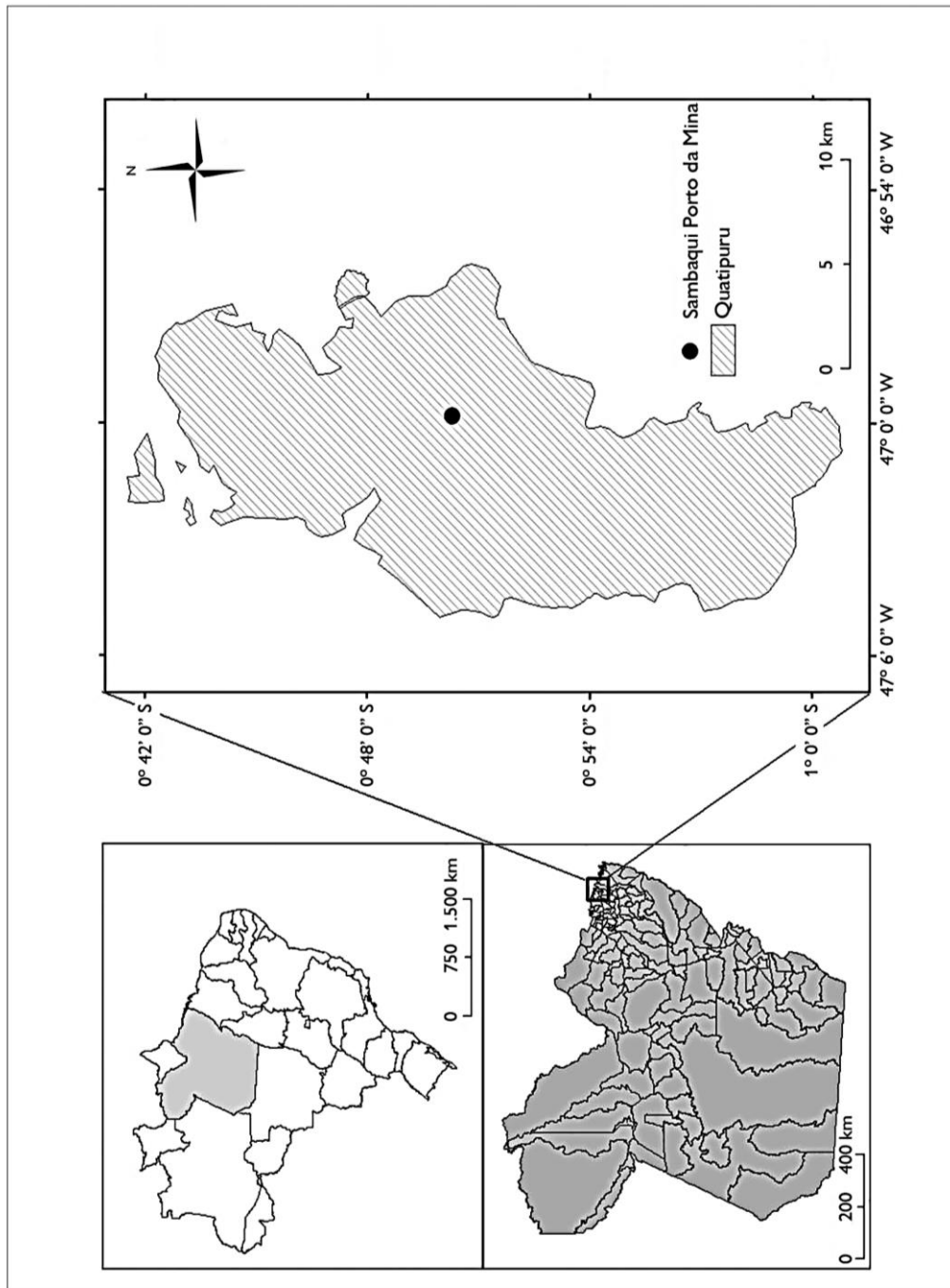


Figura 1. Localização do sítio arqueológico Sambaqui Porto da Mina, município de Quatipuru, região nordeste do Pará. Mapa: Brenda Barros (2018).



RETIFICAÇÃO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO E MATERIALIDADES

As intervenções no Sambaqui Porto da Mina seguiram retificação em perfil estratigráfico com as seguintes dimensões de 200 cm x 400 cm x 280 cm (Figura 2), conforme descrito no trabalho de Lopes et al. (2018). A coluna sedimentar foi seccionada a cada 10 cm para identificação das camadas e lentes estratigráficas. Com base na coloração observada no topo do sambaqui (0-10 cm), duas amostras foram selecionadas, de forma a abranger qualquer variação existente no perfil (Figura 3). Na coluna sedimentar, foram coletadas 28 amostras para análise de diatomáceas, sendo duas referentes à primeira camada, de 0-10 cm. O material coletado foi separado em malha de 2 mm na triagem individual das amostras. Com base na composição da coluna estratigráfica e na datação por ^{14}C , foram identificadas quatro camadas de deposição, com as datações e os intervalos listados na Tabela 1.

Neste artigo, denominamos a coluna sedimentar com o termo coluna bioantracológica, dada a presença de vestígios zoológicos (moluscos, artrópodes, peixes, mamíferos), botânicos (raízes, pólen, madeira), fúngicos, microbiológicos, de ossos humanos, manchas de carvão e, a partir das análises realizadas neste trabalho, também se verificou o registro de microalgas (diatomáceas). Assim, o termo bioantracológico abrange os componentes encontrados ao longo da construção do sambaqui.



Figura 2. Sambaqui Porto da Mina: vista geral das camadas estratigráficas na coluna bioarqueológica. Foto: Paulo Canto (2014).

PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS E PREPARAÇÃO DAS LÂMINAS

No total, foram selecionadas 28 amostras referentes a cada 10 cm do perfil, que foram preparadas seguindo o protocolo padrão para recuperação de diatomáceas de amostras de sedimento (Battarbee, 1984). Para isso, pesou-se 0,5 g de material seco e, para a oxidação de matéria orgânica, foi utilizado H_2O_2 (37%); após o fim da reação, foi adicionado 1 ml de HCl (37%), para eliminar os carbonatos (European Committee for Standardization, 2003). Em centrífuga, as amostras oxidadas foram tratadas com água deionizada a 1.200 RPM, por três minutos, até que a solução atingisse pH neutro.

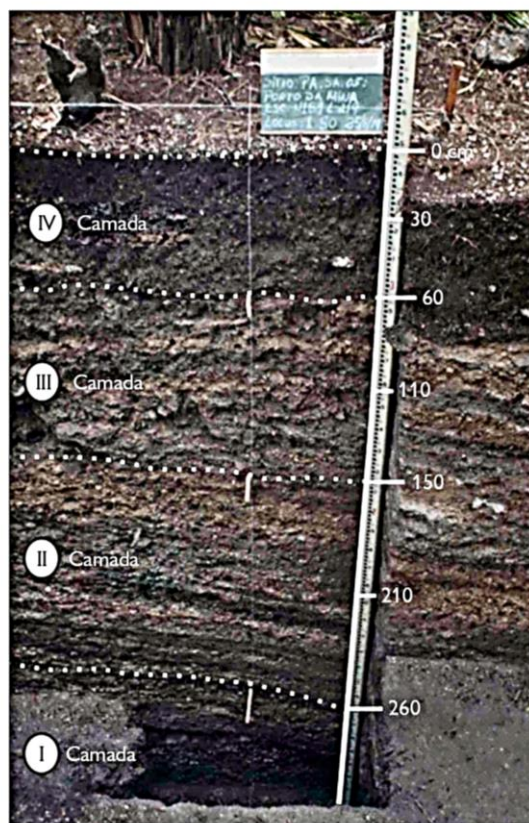


Figura 3. Camadas estratigráficas do Sambaqui Porto da Mina com identificação das quatro fácies encontradas durante o estudo. Foto: Paulo Canto (2014).



Tabela 1. Caracterização das camadas estratigráficas identificadas no Sambaqui Porto da Mina, Quatipuru, Pará.

Níveis estratigráficos	Camadas estratigráficas	Datação AP (^{14}C)	Descrição do perfil estratigráfico
0-5 cm (A1) 5-10 cm (A2) 10-20 cm 20-30 cm 30-40 cm 40-50 cm 50-60 cm	Camada IV	130.9 \pm 03 pMC	Camada com sutil diferença de coloração entre as partes superior e inferior do nível 0-10. Foi determinada a divisão deste em A1 (0-5 cm), o qual possui coloração marrom; e A2 (5-10 cm), com coloração preta. Há presença de fragmentos cerâmicos, lateritas e carvões dispersos. A camada ainda possui bolsões de berbigão (<i>Anomalocardia</i> sp.), vestígios fragmentados de partes ósseas de peixes, conchas de gastrópodes e, em menor quantidade, de ostras.
60-70 cm 70-80 cm 80-90 cm 90-100 cm 100-110 cm 110-120 cm 120-130 cm 130-140 cm 140-150 cm	Camada III	5.070 \pm 30 AP	Camada compactada de coloração amarelada. Há presença de bioturbações e de um bolsão de cinzas, o qual está relacionado a vestígios de fogueiras. Possui fragmentos cerâmicos, lateritas e carvões. Além de concreções (3 cm de espessura) de coloração preta-acinzentada, com presença de conchas calcinadas e bioclastos, valvas de berbigão e mexilhão. Esta camada é marcada pela vasta concentração de conchas de gastrópodes, bem como fragmentos de artrópodes (caranguejo) e valvas de bivalves (berbigão e mexilhão) triturados e calcinados.
150-160 cm 160-170 cm 170-180 cm 180-190 cm 190-200 cm 200-210 cm 210-220 cm 220-230 cm 230-240 cm 240-250 cm 250-260 cm	Camada II	5.200 \pm 30 AP	Camada compactada formada por mexilhões e conchas de bivalves e gastrópodes fortemente fragmentadas, lentes de coloração cinza e preta com 3 cm de espessura, granulometria de tamanho areia fina, fragmentos de cerâmicas, lateritas, carvões e estrutura de fogueira. Entre as camadas III e II, foi localizado um sepultamento na área norte do perfil, a 1,53 cm de profundidade; a presença de cinza foi um importante marcador para sua identificação. Nas proximidades do crânio, observou-se presença de mexilhões, distribuídos por todas as extremidades do sepultamento. Foi verificada, ainda, presença de estrutura de fogueira nas proximidades do crânio e maior compactação na camada.
260-270 cm	Camada I	5.280 \pm 30 AP	Camada compactada com presença de lentes de carvão (3 cm de espessura) de coloração marrom e preta, fragmentos cerâmicos e lateritas. Predominância de valvas altamente fragmentadas e preservadas de berbigão, ostras e mexilhões.

As lâminas permanentes foram montadas utilizando-se 2 ml do material oxidado e o meio de inclusão utilizado foi o Naphrax ($IR = 1,73$). As imagens foram obtidas em aumento de 1.000 \times , por meio do microscópio binocular Axiomager A1, com sistema de captura de imagem. As imagens adquiridas foram padronizadas e as pranchas foram confeccionadas no programa CorelDraw X8[®].

TAXONOMIA E ECOLOGIA DAS DIATOMÁCEAS

Para a identificação das espécies encontradas, foram obtidas medidas de comprimento, largura e densidade de estrias em 10 μm . A literatura utilizada para a identificação são referências para a América do Sul (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998, 2007; Metzeltin al., 2005), a fim de



evitar a adaptação taxonômica forçada (Tyler, 1996). Para espécies indefinidas ou não reportadas nesses trabalhos, foram consultadas as publicações de Krammer e Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991). As informações ecológicas foram obtidas através da revisão da literatura (Lowe, 1974; Denys, 1991; Van Dam et al., 1994; Lobo et al., 1995, 1996; Moro & Furstenberger, 1997).

O sistema de classificação adotado foi o de Medlin e Kaczmarek (2004) e Round et al. (1990). A riqueza (S) foi calculada considerando-se o número de espécies encontradas em cada nível estratigráfico. A frequência relativa de ocorrência foi calculada segundo Fonseca (2006), ou seja, refere-se ao número de amostras de dada espécie em relação ao número de níveis estratigráficos analisados. As categorias estabelecidas foram: rara = < 10%, comum = 10-50% e constante = > 50%.

Para avaliar a diversidade de espécies entre as quatro camadas da coluna bioestratigráfica, uma análise de componentes principais (PCA) foi performada, considerando-se a frequência de ocorrência dos táxons e as datações para cada camada. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o pacote estatístico PAST 3.22 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ASSEMBLEIA DE DIATOMÁCEAS

A assembleia de diatomáceas encontradas no Sambaqui Porto da Mina esteve representada por 44 táxons, distribuídos em 32 gêneros. Na Tabela 2, estão listadas as características morfométricas, ecológicas, frequência de ocorrência e distribuição das espécies na coluna bioestratigráfica. A maioria das espécies foi categorizada como rara (66%), seguida das espécies comuns (30%); as enquadradas como constantes foram apenas *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen e *Pinnularia divergens* var. *mesoleptiformis* Krammer e Metzeltin. Estas espécies foram encontradas em quase todos os níveis amostrados.

Aulacoseira granulata possui distribuição cosmopolita, hábito planctônico e ecologia relacionada a ambientes de água doce, com baixa condutividade, águas em regime de mistura e com condições de alto fluxo (Bicudo et al., 2016). A espécie *P. divergens* var. *mesoleptiformis* está relacionada a ambientes com baixa condutividade, pH levemente ácido e ricos em matéria orgânica.

A assembleia de diatomáceas encontradas no Sambaqui Porto da Mina esteve representada por espécies com valvas bem preservadas e por muitos fragmentos. Essa composição pode ser decorrente do processo de formação e manutenção do sítio arqueológico, onde as atividades de sepultamento, descarte de material e compactação das camadas promovem a ruptura das células. Na Figura 4, estão registrados os indivíduos inteiros encontrados ao longo da coluna. É possível observar que as espécies ocorrem em formas e tamanhos variados.

O ótimo estado de preservação das valvas sem indícios de degradação química reflete a qualidade das diatomáceas como bioindicadoras, indicando também o bom estado de conservação do sítio arqueológico. As espécies encontradas permitem inferir que o ambiente está submetido a poucas interferências, dada a fragilidade das estruturas (Battarbee, 1986; Julius & Theriot, 2010).

A presença de indivíduos com diferentes tamanhos (5-120 μm) reflete a importância da análise do material não peneirado para inferir a biodiversidade das diatomáceas na coluna. Em estudo com sambaquis, Villagran et al. (2009) relacionaram a presença de diatomáceas com a fração grossa do material mineral (100-200 μm). Entretanto, nossos resultados indicam que o peneiramento e/ou fracionamento do material arqueológico subestimam a real diversidade das diatomáceas. É importante considerar que as espécies apresentam variação de tamanho decorrente do seu ciclo de vida (Round et al., 1990). A importância de analisar o material não peneirado também pode ser mensurada dada a diversidade de organismos encontrados como espículas de esponja, bactérias e fungos filamentosos e que normalmente não são observados.



Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico: utilização de microalgas (Diatomáceas, Bacillariophyta)

Tabela 2. Distribuição das diatomáceas encontradas nas camadas estratigráficas do Sambaqui Porto da Mina, Quatipuru, Pará. Legendas: C = comprimento; CA = canais alares; L = largura; E = densidade de estrias em 10 μm ; D = diâmetro; A = altura. (Continua)

Espécie	Medidas (μm) e estrias (em 10 μm)	Ecologia (literatura)	Ocorrência e distribuição nas camadas
Família Aulacoseiraceae			
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	C: 20-28; L: 6-9; E: 13-18	Água doce	Rara (7%), camada III
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	C: 27-52; L: 5-22; E: 12-14	Água doce	Constante (93%), camadas I, II, III e IV
<i>Aulacoseira herzogii</i> (Lemmermann) Simonsen	C: 8-12; L: 4-5; E: inconspícuas	Água doce	Rara (7%), camada III
Família Coscinodiscaceae			
<i>Coscinodiscopsis jonesiana</i> (Greville) Sar & Sunesen	D: 100-130; A: 6-7	Marinha	Comum (18%), camadas III e IV
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	D: 25-70; A: 3-5	Marinha	Comum (18%), camadas III e IV
Família Melosiraceae			
<i>Melosira varians</i> Agardh	D: 12-30	Salobra	Rara (4%), camada IV
Família Stephanodiscaceae			
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	D: 8-20; E: 7-8	Salobra	Rara (4%), camada III
<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk & Klee	C: 5-10; E: 16-20	Água doce	Rara (7%), camada III
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	C: 5-12; E: 10-15	Água doce	Rara (7%), camada III
Família Orthosiraiceae			
<i>Orthosira roeseana</i> (Rabenhorst) Pfitzer	D: 25-30; E: 16-17	Água doce	Comum (32%), camadas II, III e IV
Família Rhizosoleniaceae			
<i>Urosolenia delicatissima</i> S.Sala, M.Núñez-Avellaneda & A.Vouilloud	C: > 120; L: 3-4	Água doce	Comum (14%), camadas II e III
Família Fragilariaceae			
<i>Fragilaria spectra</i> P.D.Almeida, E.Morales & C.E.Wetzel	C: 50-65; L: 2-3; E: inconspícuas	Água doce	Rara (7%), camada III
<i>Fragilariforma stevensonii</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	C: 15-25; L: 10-15; E: 16-18	Água doce	Comum (25%), camadas II e III
<i>Rimoneis</i> sp.	C: 10-15; L: 2-4	Salobra	Rara (4%), camada III



Tabela 2.

(Continua)

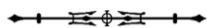
Espécie	Medidas (μm) e estrias (em 10 μm)	Ecologia (literatura)	Ocorrência e distribuição nas camadas
<i>Staurosirella dubia</i> (Grunow) E.A.Morales & K.M.Manoylov	C: 15-25; L: 5-7; E: 8-9	Água doce	Rara (4%), camada III
Família Eunotiaceae			
<i>Actinella gessneri</i> Hustedt	C: 85-130; L: 35-7; E: 12-15	Água doce	Rara (7%), camada III
<i>Actinella pararobusta</i> D.Metzeltin & Lange-Bertalot	C: 100-110; L: 3,5-5; E: 10-11	Água doce	Rara (4%), camada III
<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt	C: 23-30; L: 3-4; E: 18-20	Água doce	Comum (29%), camadas II, III e IV
<i>Eunotia sudetica</i> Otto Müller	C: 18-35; L: 4-5; E: 15	Água doce	Comum (25%), camadas II, III e IV
<i>Eunotia tenella</i> (Grunow) Hustedt	C: 15-20; L: 3,5-5; E: 18-20	Água doce	Rara (4%), camada III
<i>Eunotia vanheurckii</i> R.M.Patrick	C: 30-45; L: 4-5; E: 14-16	Água doce	Rara (7%), camadas III e IV
Família Peroniaceae			
<i>Peronia braunii</i> (Husted) Costa, Wetzel, Ector, Williams & Bicudo	C: 70-80; L: 2-3	Água doce	Rara (4%), camada II
Família Bacillariaceae			
<i>Nitzschia palea</i> (Kützinger) W.Smith	C: 30-45; L: 4-5; E: 10-13	Salobra	Comum (11%), camada III
Família Cymbellaceae			
<i>Encyonema</i> sp.	C: 27-35; L: 4-5; E: 15-16	Água doce	Rara (4%), camada III
<i>Encyonopsis</i> sp.	C: 20-25; L: 4,5-5; E: 13-14	Água doce	Rara (4%), camadas III e IV
<i>Placoneis</i> sp.	C: 20-25; L: 8-10; E: 15-16	Água doce	Rara (4%), camada III
Família Gomphonemataceae			
<i>Gomphonema</i> sp.	C: 25-30; L: 5-5,5; E: 13-15	Água doce	Rara (4%), camada IV
Família Amphipleuraceae			
<i>Frustulia pseudomagalesmontana</i> K.E. Camburn & D.F. Charles	C: 25-50; L: 3,5-4	Água doce	Rara (7%), camada III
Família Brachysiraceae			
<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compère	C: 18-32; L: 3-5; E: 30-32	Água doce	Comum (14%), camadas III e IV
Família Diadesmidaceae			
<i>Luticola hustedtii</i> Levkov, Metzeltin & A. Pavlov	C: 18-25; L: 8-9; E: 19	Água doce	Rara (7%), camadas III e IV



Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico: utilização de microalgas (Diatomáceas, Bacillariophyta)

Tabela 2. (Conclusão)

Espécie	Medidas (μm) e estrias (em 10 μm)	Ecologia (literatura)	Ocorrência e distribuição nas camadas
<i>Luticola</i> sp.	C: 18-25; L: 6-9; E: 18-22	Água doce	Rara (4%), camada III
Família Diploneidaceae			
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve	C: 30-45; L: 15-20; E: 8-10	Salobra	Rara (4%), camada III
Família Naviculaceae			
<i>Navicula herbstiae</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	C: 40-50; L: 6-8; E: 14-15	Água doce	Comum (11%), camadas III e IV
<i>Navicula neomundana</i> (Lange-Bertalot & Rumrich) Lange-Bertalot, Jarlman & van de Vijver	C: 60-100; L: 10-12; E: 8-9	Água doce	Comum (25%), camadas II, III e IV
<i>Nupela metzeltinii</i> P. Tremarin & T. Ludwig	C: 15-17; L: 3,5-4	Água doce	Rara (4%), camada III
<i>Nupela tenuistriata</i> (Hustedt) Metzeltin & Lange-Bertalot	C: 20-25; L: 9-10	Água doce	Rara (4%), camada III
Família Pinnulariaceae			
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>brasiliensis</i> Krammer & D.Metzeltin	C: 40-45; L: 7-8; E: 10-12	Água doce	Rara (4%), camada III
<i>Pinnularia divergens</i> var. <i>mesoleptiformis</i> Krammer & Metzeltin	C: 60-70; L: 4-5; E: 10-12	Água doce	Constante (61%), camadas I, II, III e IV
<i>Pinnularia</i> sp.	C: 50-80; L: 10-12; E: 10	Água doce	Rara (4%), camada III
Família Sellaphoraceae			
<i>Sellaphora renata</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	C: 50-72; L: 8-9; E: 18-20	Água doce	Rara (4%), camada III
Família Stauroneidaceae			
<i>Stauroneis demerarae</i> Cleve	C: 20-32; L: 7-8; E: 27-30	Água doce	Rara (4%), camada III
Família Rhopalodiaceae			
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	C: 62-70; L: 8-10; E: 13-15	Salobra	Rara (4%), camada III
Família Rhopalodiaceae			
<i>Surirella linearis</i> var. <i>elliptica</i> O.Müller	C: 80-120; L: 30-45; CA: 3-4	Salobra	Comum (14%), camadas II e III
Família Plagiogrammeae			
<i>Dimeregramma</i> sp.	C: 20-25; L: 4-6; E: 14-15	Marinha	Comum (11%), camada IV



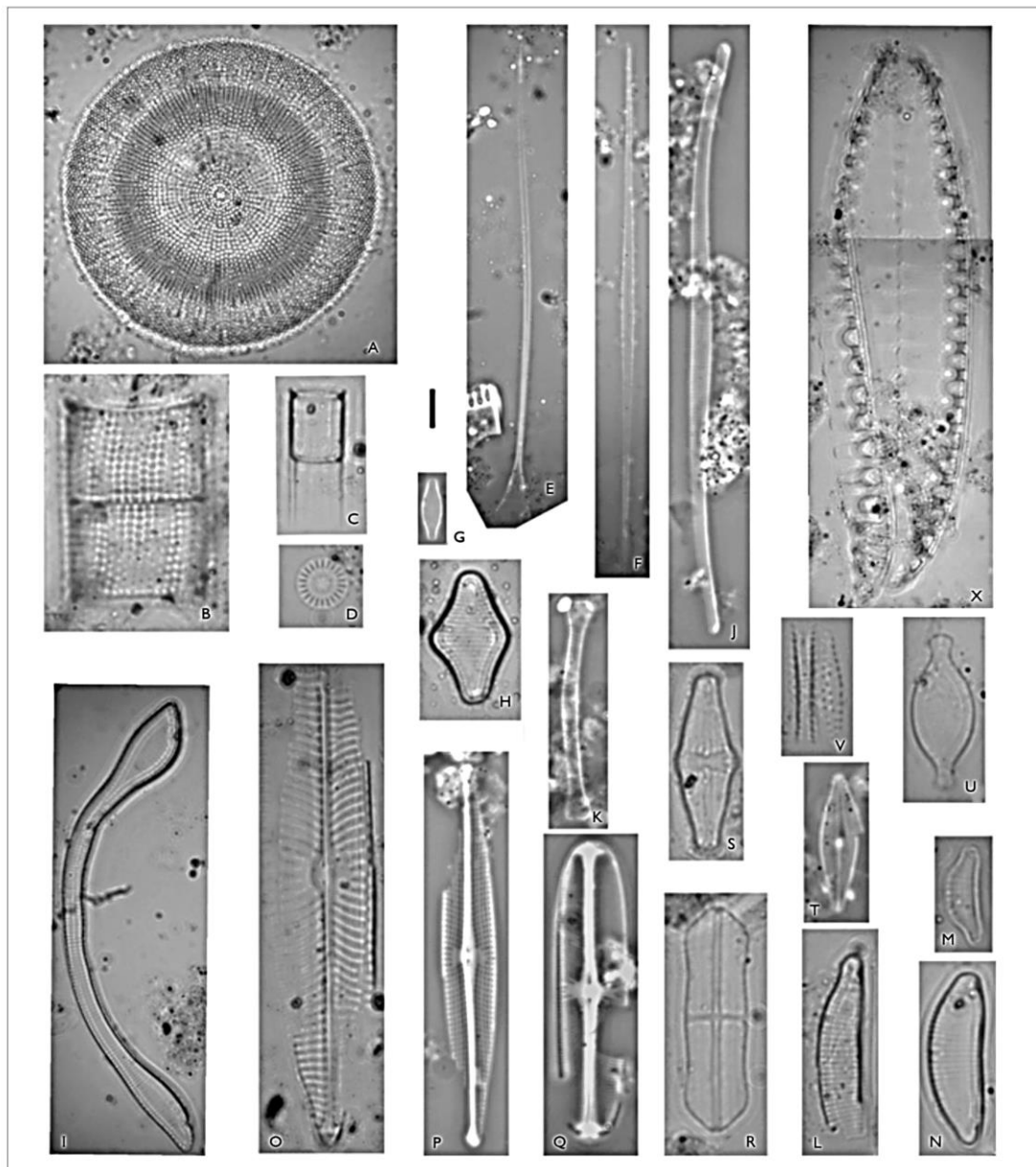


Figura 4. Diatomáceas encontradas no Sambaqui Porto da Mina: A) *Coscinodiscopsis joneasiana*; B) *Aulacoseira granulata*; C) *A. herzogii*; D) *Discostella stelligera*; E) *Urosolenia delicatissima*; F) *Fragilaria spectra*; G) *Rimoneis* sp.; H) *Fragilariforma stevensonii*; I) *Actinella gessneri*; J) *A. pararobusta*; K) *Eunotia asterionelloides*; L) *E. sudetica*; M) *E. tenella*; N) *E. vanheurckii*; O) *Navicula neomundana*; P) *N. herbstiae*; Q) *Sellaphora renata*; R) *Stauroneis demerarae*; S) *Luticola hustedtii*; T) *Nupela metzeltinii*; U) *N. tenuistriata*; V) *Dimeregramma* sp.; X) *Surirella linearis* var. *elliptica*. Escala: 10 μ m.



Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico: utilização de microalgas (Diatomáceas, Bacillariophyta)

Os maiores valores de densidade de diatomácea foram encontrados no intervalo 50-60 cm (camada IV) e a maior riqueza foi registrada no nível estratigráfico 100-110 cm (camada III) (Figura 5). A baixa densidade encontrada pode estar relacionada à quantidade de material utilizado (0,5 g) para a preparação das lâminas permanentes. Dessa forma, em estudos arqueológicos, sugerimos que seja selecionada uma quantidade maior de material.

Os dados ecológicos das diatomáceas permitem inferir que o Sambaqui Porto da Mina recebia influência de água doce, salobra e marinha, sendo caracterizado como estuarino. Nos estuários amazônicos, a sazonalidade, a distribuição anual das chuvas, a evapotranspiração e o regime das marés contribuem decisivamente para a variação do teor de sais das águas estuarinas, ocasionando diferenças entre o período chuvoso e a estiagem (Berrêdo et al., 2008). A dinâmica fitoplanctônica é diretamente influenciada por essa variação na salinidade, sendo

registradas diferenças na composição da comunidade em diferentes estuários da costa amazônica paraense (Paiva et al., 2006; Sousa et al., 2008, 2009; Matos et al., 2011). As dinâmicas ambientais favorecem a alta diversidade desses ambientes.

INFERÊNCIAS PALEOECOLÓGICAS

A diversidade registrada na coluna bioantracológica do Sambaqui Porto da Mina pode ser explicada pelos eventos de alterações ambientais e/ou climáticas ocorridos durante o Quaternário. E são inferidas por meio de estudos sobre os processos sedimentares, como demonstrado através dos dados apresentados por Souza-Filho et al. (2009) para a região costeira do Pará.

Entre as variáveis que mais oscilaram durante as alterações climáticas, a temperatura possui suma importância para a manutenção do ambiente biótico (Drisdell et al., 2008). A elevação da concentração

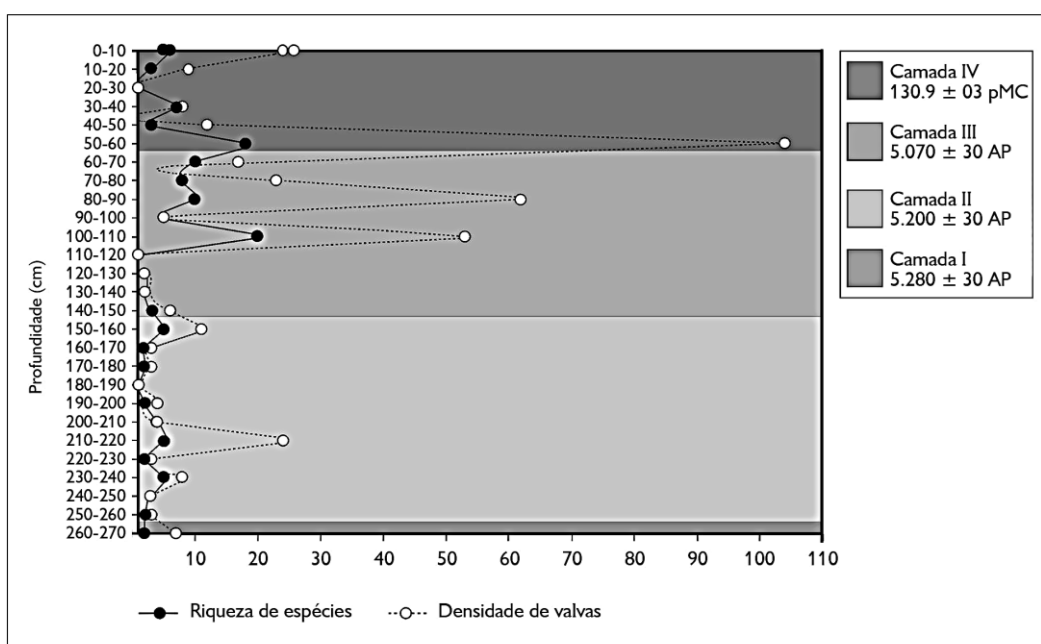


Figura 5. Riqueza e densidade de valvas de diatomáceas encontradas no Sambaqui Porto da Mina, Quatipuru, Pará.



de oxigênio, observada durante o Holoceno, indica aumento da atividade fotossintética realizada pelos produtores primários, com destaque para a comunidade fitoplanctônica (Huber et al., 2011). Dessa maneira, existem, pelo menos, duas forças ambientais que agem ao longo do período de ocupação do sítio e, consequentemente, nas oscilações do nível do mar.

Em ambientes aquáticos costeiros, o aumento da produtividade primária está diretamente relacionado com a salinidade e, consequentemente, com o acréscimo dos consumidores secundários (Watson et al., 2009), cujos vestígios são importantes elementos da composição e do conteúdo de sambaquis.

As diatomáceas com ecologia marcadamente marinha foram registradas a partir do nível estratigráfico 130-140 cm até o topo da coluna bioantracológica, influenciando diretamente a biodiversidade. A presença dessas espécies pode ser reflexo da transgressão máxima holocênica ocorrida em 5.100 AP para a região costeira do Pará.

Para esta região, diferentes momentos de oscilação entre regressão e transgressão do mar, principalmente nos últimos 2.000 anos AP, são registrados com maior tendência de progressão das áreas de mangue para o estuário, até provável restabelecimento destas áreas para o atual nível do mar (Cohen et al., 2005; Souza-Filho et al., 2009). Tal afirmação é corroborada pelas amostras de diatomáceas recuperadas da coluna bioantracológica, indicando possíveis mudanças ambientais que produziram efeito na estrutura da comunidade biológica.

USO E OCUPAÇÃO DO LITORAL PARAENSE

Os grupos sambaquieiros se fixaram no território e estabeleceram relações socioculturais gradativamente construídas, superando as diversidades do ecossistema. Desta forma, a análise do território ocupado por estes grupos demonstra o potencial deles para a exploração dos ambientes que, como estratégia, realizavam construções em locais altos, como falésias, paleodunas e/ou ilhas-barreira (Lopes, 2016).

Ainda que os grupos sambaquieiros não estejam mais presentes nos locais onde construíram os sambaquis, permanecem as suas evidências, por meio das formas do uso que faziam do território, com base nos testemunhos arqueológicos, na análise do macroambiente, além da cultura material.

Quanto ao processo construtivo e a formação do Sambaqui Porto da Mina, observou-se que os impactos acentuados pelas ações humanas e naturais dificultaram a sua interpretação, sendo imprescindível testar e adaptar a estratégia de pesquisa. Por exemplo, a vegetação predominante na área de estudo é o manguezal, porém há possibilidade de que, na época da construção dos sambaquis, esse ecossistema estivesse em processo de colonização e sucessão ecológica. Dessa forma, assume-se que o mar era uma das principais fontes de subsistência, além da floresta tropical, onde a coleta e a caça eram abundantes.

A pesquisa com grupos sambaquieiros definiu que os sambaquis eram frutos de trabalho social, implicando a existência de prováveis regras ou normas para as construções, onde cada sítio apresenta especificidades para a escolha do local de construção, dos materiais usados e do território a ser utilizado.

A cronologia para o início da ocupação dos grupos pescadores-coletores e das atividades de construções de alguns sambaquis espalhados pela Amazônia aponta para datações que correspondem a 5.570 ± 125 anos AP para o Sambaqui Uruá, a 5.280 ± 30 anos AP para o Porto da Mina e a 4.500 ± 90 anos AP para o Ponta de Pedras, todos localizados na costa norte paraense (M. Simões, 1981; Roosevelt, 1995; Lopes, 2016); de 7.090 ± 80 anos AP para o Sambaqui Taperinha, construído no baixo Amazonas; e de 6.600 ± 1.400 anos AP para o Sambaqui Bacanga, estabelecido no litoral do Maranhão (Bandeira, 2008).

No que se refere a artefatos cerâmicos, o Sambaqui Porto da Mina está inserido na Tradição Mina (5.570 ± 125 anos AP), com ampla distribuição geográfica e temporal (M. Simões, 1981; Meggers & Evans, 1961, 1985).



A presença da cerâmica Mina se sobressai nos sambaquis da região amazônica, sendo considerada um dos mais antigos registros dos grupos pescadores-coletores presentes na América (Lopes et al., 2018).

Este modelo estabelecido por M. Simões (1981) constituiu as sequências cronológicas para o desenvolvimento cultural e temporal relacionado à ocupação humana pré-colombiana na Amazônia e, em especial, para a costa norte paraense. Com base na fabricação da cerâmica pelos grupos sambaquieiros, observa-se padrões semelhantes na região Nordeste do Brasil (M. Simões, 1981, 1973), no litoral norte da Guiana (Meggers & Evans, 1960), no Equador, na Colômbia e na Venezuela, onde foram localizadas datações antigas para a América do Sul naquele momento (M. Simões, 1981).

Ainda de acordo com M. Simões (1981), as semelhanças nos padrões de assentamentos, de subsistência e da tipologia da cerâmica embasavam a proposição de uma só tradição, a Tradição Mina, caracterizada pela exploração dos recursos aquáticos para sua manutenção. Para o Sambaqui Porto da Mina, os padrões cerâmicos seriam cerâmica utilitária, com manufatura acordelada, antiplástico de conchas trituradas (M. Simões, 1981; E. Oliveira & Silveira, 2016; Lopes, 2016) e, em menor proporção, areia, vasilhas pequenas, forma arredondada, base plana, borda direta, inclinada interna ou externamente ou, ainda, extrovertida; a decoração é o banho vermelho e inciso incipiente (Lopes, 2016).

As pesquisas envolvendo a cerâmica manufaturada por grupos sambaquieiros contribuíram também para a interpretação a respeito do indicativo de sedentarismo e da continuidade da ocupação destes sítios, pois os avanços das pesquisas estabelecidas no Sul e Sudeste apontam para esse tipo de ocupação (Gaspar, 1998, 1999, 2000; C. Simões, 2007). Em contrapartida, para as análises dos sambaquis da Amazônia, persistia a classificação de sambaquis baseada em movimentações constantes (Hilbert, 1959; M. Simões, 1981). E esse conceito modificou-se com as pesquisas no Sambaqui

de Taperinha (Roosevelt, 1995, 1998), aprofundando-se por meio de novas metodologias, como análise de perfil, da estratigrafia complexa, das coletas de materiais arqueológicos e das datações (Gaspar et al., 2013; M. Oliveira et al., 2013).

A construção de sambaqui requer transporte de materiais provenientes das margens de rios, dos manguezais e das florestas. Assim, associar o estudo de diatomáceas aos vestígios arqueológicos pode contribuir para a explicação das estratégias utilizadas pelos grupos sociais frente às mudanças que ocorriam no meio ambiente, uma vez que esses organismos são comumente encontrados em rios, igarapés, lagos e estuários. Por terem preferências ecológicas bem definidas, possibilitam inferir as condições ambientais existentes durante o processo de formação dos sambaquis (Figura 6).

No caso do Sambaqui Porto da Mina, a presença das diatomáceas foi frequente em todas as camadas da coluna bioarqueológica. Associando os dados de frequência de ocorrência e as datações obtidas das camadas, a análise dos componentes principais (ACP) definiu três grupos distintos: grupo A = formado pelas camadas estratigráficas I e II; grupo B = formado pela camada III; e grupo C = formado pela camada IV. A maior parte da variação (59%) foi explicada pelo primeiro componente, enquanto o segundo foi responsável por 30,30% da variação.

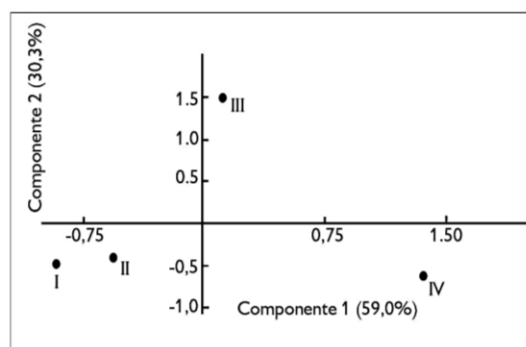


Figura 6. Análise de componentes principais usando dados de frequência de ocorrência de diatomáceas e datação das camadas da coluna bioarqueológica do Sambaqui Porto da Mina, Quatipuru, Pará.



A formação do grupo A inicia em 5.280 ± 30 anos AP e termina em 5.070 ± 30 anos AP, sendo possível inferir que durante 210 anos as diatomáceas foram transportadas a partir da mesma fonte. Assim, o indicativo de ocupação continuada a partir dos estudos de diatomáceas é mais consistente para o Sambaquí Porto da Mina, bem como a percepção acerca dos hábitos culturais é feita a partir dos vestígios faunísticos, de carvão, sementes, inclusive fragmentos de cerâmica e laterita, entre outros.

CONCLUSÃO

A análise de diatomáceas em pesquisas arqueológicas, ainda que incipiente, possui aplicações que permitem inferir variações ocorridas em escalas espaciais e temporais. A confiabilidade dos resultados obtidos com esses biomarcadores depende diretamente das técnicas utilizadas durante as etapas de coleta e de preparação do material em laboratório.

Considerando a variação populacional existente no ciclo de vida desses organismos, a análise de material não fracionado e/ou peneirado possibilitou o registro de organismos de diferentes tamanhos, abrangendo aqueles menores de $100 \mu\text{m}$. A inclusão desses organismos na análise afeta os dados sobre a riqueza e a diversidade encontradas nos sítios arqueológicos. Em nossas análises, além da comunidade de diatomáceas, foram encontradas espículas de esponjas, bactérias não fotossintetizantes e fungos filamentosos, reforçando a necessidade de ampliar os estudos de arqueobotânica em sambaquis.

A uniformidade de espécies de diatomáceas encontradas nas camadas I e II reforça a ideia da permanência dos grupos sambaquieiros no local de construção por pelo menos 210 anos. As inferências ecológicas obtidas indicam que o local de assentamento estava em um ambiente geograficamente diverso, com influência de águas doce, salobra e marinha.

O registro de espécies marinhas ocorre a partir do nível 130 cm, indicando um sinal de transgressão marinha. Assim, em 5.070 ± 30 AP, os grupos

sambaquieiros da área de estudo passaram a acessar ambientes aquáticos com teores de salinidade mais elevados. A diversidade de ambientes possibilitou ampliar a obtenção de recursos e interferiu diretamente na dieta desse grupo. O aumento de recursos permitiria que os grupos aumentassem sua resiliência e permanecessem no mesmo local por longos períodos.

A inclusão da análise da comunidade de diatomáceas em sambaquis representa uma ferramenta potencial para a compreensão da dinâmica existente no entorno dos assentamentos e permite enriquecer os dados através das informações autoecológicas e da origem desses biomarcadores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Programa de Capacitação Institucional (MPEG/MCTI) (processos 444338/2018-7 e 300678/2019-3). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado concedida a SMM (processo 1557766). Agradecem, ainda, ao Dr. Peter Mann de Toledo, pelo apoio inestimável e orientação. Agradecem, finalmente, aos dois revisores anônimos, pelas valiosas contribuições para a qualidade deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Almeida, P. D., & Bicudo, D. C. (2014). Diatomáceas planctônicas e de sedimento superficial em represas de abastecimento da região metropolitana de São Paulo, SP sudeste do Brasil. *Hoehnea*, 41(2), 187-207. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S2236-89062014000200004>
- Amaral, P. G. C., Gianinni, P. C. F., Sylvestre, F., & Pessenda, L. C. R. (2012). Paleoenvironmental reconstruction of a Late Quaternary lagoon system in southern Brazil (Jaguaruna region, Santa Catarina state) based on multi-proxy analysis. *Journal of Quaternary Science*, 27(2), 181-191. doi: <https://doi.org/10.1002/jqs.1531>
- Bandeira, A. M. (2008). *Ocupações humanas pré-históricas no litoral maranhense: um estudo arqueológico sobre o sambaquí do Bacanga na Ilha de São Luís – Maranhão* (Dissertação de mestrado). Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.



- Battarbee, R. W. (1984). Diatom analysis. In S. A. Norton (Ed.), *Proceedings of a Workshop in Palaeolimnological Studies of the History and Effects of Acidic Precipitation* (p. 275). Rockland, Maine.
- Battarbee, R. W. (1986). Diatom analysis. In B. E. Berglund (Ed.), *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology* (pp. 527-570). Chichester: John Wiley & Sons.
- Beauclair, M., Duarte, M. R., & Silva, E. P. (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.
- Berrêdo, J. F., Costa, M. L., Vilhena, M. P. S. P., & Santos, J. T. (2008). Mineralogia e geoquímica de sedimentos de manguezais da costa amazônica: o exemplo do estuário do rio Marapanim (Pará). *Revista Brasileira Geociências*, 38(1), 24-25.
- Bicudo, D. C., Tremarim, P. I., Almeida, P. D., Zorzal-Almeida, S., Wengrat, S., Faustino, S. B., . . . Morales, E. A. (2016). Ecology and distribution of *Aulacoseira* species (Bacillariophyta) from tropical reservoirs in Brazil. *Diatom Research*, 31(3), 199-215. doi: <https://doi.org/10.1080/0269249X.2016.1227376>
- Bissa, W. M., Ybert, J.-P., Catharino, E. L. M., & Kutner, M. (2000). Evolução Paleambiental na Planície Costeira do Baixo Ribeira durante a ocupação Sambaquiera. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, (10), 89-102.
- Boydjian, C. H. C., Eggers, S., & Reinhard, K. (2007). Dental wash: a problematic method for extracting microfossils from teeth. *Journal of Archaeological Science*, 34(10), 1622-1628. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.12.012>
- Boydjian, C. H. C., Eggers, S., Reinhard, K. J., & Scheel-Ybert, R. (2016). Dieta no sambaqui Jabuticabeira-II (SC): consumo de plantas revelado por microvestígios provenientes de cálculo dentário. *Cadernos do LEPAARQ*, 13(25), 131-161.
- Celant, A., Magri, D., & Stasolla, F. R. (2015). Collection of plant remains from archaeological contexts. In C. T. Y. Edward, C. Stasolla, M. J. Sumner & B. Q. Huang (Eds.), *Plant Microtechniques and protocols* (pp. 469-485). New York: Springer.
- Coe, H. H. G., Souza, R. C. C. L., Duarte, M. R., Ricardo, S. D. F., Machado, D. O. B. F., Macario, K. C. D., & Silva, E. P. (2017). Characterisation of phytoliths from the stratigraphic layers of the Sambaqui da Tarioba (Rio das Ostras, RJ, Brazil). *Flora*, 236/237, 1-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2017.09.007>
- Cohen, M. C. L., Souza-Filho, P. W. M., Lara, R. J., Behling, H., & Angulo, R. J. (2005). A model of Holocene mangrove development and relative sea-level changes on the Bragança Peninsula (Northern Brazil). *Wetlands Ecology and Management*, 13(4), 433-443.
- Costa-Boddeker, S., Bennion, H., Jesus, T. A., Albuquerque, A. L. S., Figueira, R. C. L., & Bicudo, D. C. (2012). Paleolimnologically inferred eutrophication of a shallow tropical urban reservoir, southeast Brazil. *Journal of Paleolimnology*, 48(4), 751-766.
- Deblasis, P., Fish, S. K., Gaspar, M. D., & Fish, P. R. (1998). Some references for the discussion of complexity among the sambaquimoundbuilders from the southern shores of Brasil. *Revista de Arqueologia Americana*, 15, 75-105.
- Deblasis, P., Kneip, A., Scheel-Ybert, R., Gianinni, P. C. F., & Gaspar, M. D. (2007). Sambaquis e paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. *Arqueologia Sul-Americana*, 3(1), 29-61.
- Denys, L. (1991). *A check-list of the diatoms in the Holocene deposits of the Western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements: I. Introduction, ecological code and complete list* (No. 246). Belgium. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/35118087.pdf>
- Drisdell, W. S., Cappa, C. D., Smith, J. D., Saykally, R. J., & Cohen, R. C. (2008). Determination of the evaporation coefficient of D2O. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8(22), 6699-6706. doi: <https://doi.org/10.5194/acp-8-6699-2008>
- European Committee for Standardization. (ECS). (2003). *Water quality: guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers*. Belgium. Recuperado de http://www.safrass.com/partners_area/BSI%20Benthic%20diatoms.pdf
- Falkowski, P., Scholes, R. J., Boyle, E., Canadell, J., Canfield, D., Elser, J., . . . Gruber, N. (2000). The global carbon cycle: a test of our knowledge of earth as a system. *Science*, 290(5490), 291-296.
- Figueiral, I., & Willcox, G. (1999). Archaeobotany: collecting and analytical techniques for sub-fossils. In T. P. Jones & N. P. Rowe (Eds.), *Fossil plants and spores: modern techniques* (pp. 290-294). London: The Geological Society.
- Fonseca, B. M. (2006). *Diversidade fitoplanctônica como discriminador ambiental em dois reservatórios rasos com diferentes estados tróficos no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil.
- Gaspar, M. D. (1998). Considerations about the sambaquis of the brazilian coast. *Antiquity*, 72(227), 592-615.
- Gaspar, M. D. (1999). Os ocupantes pré-históricos do litoral brasileiro. In M. C. Tenório (Org.), *Pré-história da terra brasilis* (pp. 159-169). Rio de Janeiro: UFRJ.
- Gaspar, M. D. (2000). *Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro* (Coleção descobrindo o Brasil). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.



- Gaspar, M. D., Klokler, D., & Biachini, G. F. (2013). Arqueologia estratégica: abordagens para o estudo da totalidade e construção de sítios monticulares. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 8(3), 517-533. doi: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222013000300003>
- Grana, L., Cohen, M. L., & Maidana, N. (2014). Methodological proposal to identify irrigation canals using diatom analysis as a biomarker: Peñas Coloradas (Antofagasta de la Sierra, Southern Argentine Puna). In D. Kligmann & M. Morales (Eds.), *Physical, Chemical and Biological Markers in Argentine Archaeology: Theory, Methods and Applications* (pp. 73-86) (BAR International Series, 2678). Oxford: Archaeo Press.
- Grana, L. (2018). La arqueología desde el microscopio: aportes interdisciplinarios de las diatomeas a las problemáticas arqueológicas. *Revista del Museo de Antropología*, 11(1), 35-48. doi: <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v11.n1.16902>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontology Electronica*, 4(1), 1-9.
- Hilbert, P. P. (1959). *Achados arqueológicos num sambaqui do baixo Amazonas* (Publicação, No. 10). Belém: Instituto de Antropologia e Etnologia do Pará.
- Huber, B., Macleod, K., Gröcke, D., & Kucera, M. (2011). Paleotemperature and paleosalinity inferences and chemostratigraphy across the Aptian/Albian boundary in the subtropical North Atlantic. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 26(4), 1-20. doi: <https://doi.org/10.1029/2011PA002178>
- Julius, M., & Theriot, E. (2010). The diatoms: a primer. In J. P. Smol & E. F. Stoermer (Eds.), *The diatom: applications for the environmental and earth sciences* (pp. 23-54). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kocielek, J. P., & Williams, D. M. (2015). How to define a diatom genus? Notes on the creation and recognition of taxa, and a call for revisionary studies of diatoms. *Acta Botanica Croatica*, 74(2), 195-210.
- Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1986). Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.), *Subwasserflora von Mitteleuropa 2/1* (pp. 1-876). Berlin: Gustav Fischer.
- Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1988). Epithemiaceae, Surirellaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.), *Subwasserflora von Mitteleuropa 2/2* (pp. 1-612). Berlin: Gustav Fischer.
- Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1991). Centrales, fragilariaceae, eunotiaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.), *Subwasserflora von Mitteleuropa 2/3* (pp. 1-600). Stuttgart: Gustav Fischer.
- Lima, H. N., Schaefer, C. E. G., Mello, J. W. V., Gilkes, R. J., & Ker, J. C. (2002). Pedogenesis and pre-columbian land use of "Terra Preta Anthrosoils" ("Indian black earth") of western Amazonia. *Geoderma*, 110(1-2), 1-17. doi: [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00141-6](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00141-6)
- Lobo, E. A., Katoh, K., & Aruga, Y. (1995). Response of epilithic diatom assemblages to water pollution in rivers in the Tokyo metropolitan area, Japan. *Freshwater Biology*, 34(1), 191-204. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1995.tb00435.x>
- Lobo, E. A., Callegaro, V. L. M., Schuler, S., Oliveira, M. A., Salomoni, S. E., & Asai, K. (1996). Pollution tolerant diatoms from rivers in the Jacuí Basin, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Botânica*, 47(1), 45-72.
- Lobo, E. A., Callegaro, V. L. M., & Bender, E. P. (2002). *Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC.
- Lopes, P. R. C. (2016). *Caracterização do modo de vida dos sambaquieiros que ocuparam o litoral paraense: Quatipuru, Pará, Brasil* (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Lopes, P. R. C., Gaspar, M., & Gomes, D. M. C. (2018). O Sambaqui Porto da Mina e a cerâmica utilizada como material construtivo: um estudo de caso. *Revista de Arqueologia*, 31(1), 52-72. doi: <https://doi.org/10.24885/sab.v31i1.521>
- Lowe, R. L. (1974). *Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms*. Cincinnati, Ohio: Environmental Protection Agency.
- Macario, K. C. D., Souza, R. C. C. L., Trindade, D. C., Decco, J., Lima, T. A., Aguilera, O. A., ... Silva, E. P. (2014). Chronological model of a Brazilian Holocene shellmound (Sambaqui da Tarioba, Rio de Janeiro, Brazil). *Radiocarbon*, 56(2), 489-499. doi: <https://doi.org/10.2458/56.16954>
- Matos, J., Sodré, D., Costa, K., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2011). Spatial and temporal variation in the composition and biomass of phytoplankton in an Amazonian estuary [Special Issue]. *Journal of Coastal Research*, (64), 1525-1529.
- Medeanic, S., Dillenburg, S., & Toldo, E. J. (2001). Registros palinológicos da transgressão marinha pós-glacial em sedimentos da Laguna dos Patos. In 8º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (Imbé), Recife.
- Medeanic, S., & Torgan, L. C. (2006). Silicoflagellate records in Holocene lagoon sediments in the south Brazil. In *European Paleobotany-Palynology Conference*, Prague.
- Medlin, L. K., & Kaczmarek, I. (2004). Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia*, 43(3), 245-270. doi: <https://doi.org/10.2216/10031-8884-43-3-245.1>



- Meggers, B. J., & Evans, C. (1960). *Archeological investigations in British Guiana*. Washington: Bureau of American Ethnology.
- Meggers, B. J., & Evans, C. (1961). An experimental formulation of horizon styles in the tropical forest of South America. In S. Lothrop (Ed.), *Essays in pre-columbian art and archaeology* (pp. 372-388). Cambridge: Harvard University Press.
- Meggers, B. J., & Evans, C. (1985). Um método cerâmico para o reconhecimento de comunidades pré-históricas. *Instituto de Arqueologia Brasileira Boletim - Série Ensaios*, 3, 8-30.
- Metzeltin, D., & Lange-Bertalot, H. (1998). Tropical diatoms of South America I, about 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. *Iconographia Diatomologica*, 5, 1-695.
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H., & García-Rodríguez, F. (2005). Diatoms of Uruguay compared with other taxa from South America and elsewhere. *Iconographia Diatomologica*, 15, 1-736.
- Metzeltin, D., & Lange-Bertalot, H. (2007). Tropical diatoms of South America II, special remarks on biogeographic disjunction. *Iconographia Diatomologica*, 18, 1-876.
- Moro, R. S., & Furstenberger, C. (1997). *Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas*. Ponta Grossa: Editora UEPG.
- Nascimento, L. R., Sifeddine, A., Albuquerque, A. L. S., Torgan, L. C., & Gomes, D. F. (2003). Estudo da evolução paleohidrológica do Lago Caçó (MA-Brasil) nos últimos 20.000 anos inferido através das diatomáceas. In *II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibéricas*, EDUNISC, Santa Cruz do Sul.
- Oliveira, E. R., & Silveira, M. I. (2016). A cerâmica mina no estado do Pará: oleiras das águas salobras da Amazônia. In C. Barreto, H. P. Lima & C. J. Betancourt (Orgs.), *Cerâmicas arqueológicas da Amazônia: rumo a uma nova síntese* (pp. 125-146). Belém: IPHAN.
- Oliveira, M. D. B. G., Klokler, D., & Bianchini, G. F. (2013). Arqueologia estratégica: abordagens para o estudo da totalidade e construção de sítio monticulares. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 8(3), 517-533. doi: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222013000300003>
- Paiva, R. S., Eskinazi-Leca, E., Passavante, J. Z. O., Silva-Cunha, M. G. G., & Melo, N. F. A. C. (2006). Considerações ecológicas sobre a fitoplâncton da Baía do Guajará e Foz do Rio Guamá (Pará, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 1(2), 133-146.
- Ribeiro, F. C. P., Senna, C. S. F. S., & Torgan, L. C. (2010). The use of diatoms for palaeohydrological and paleoenvironmental reconstructions of Itupanema Beach, Pará State, Amazon region, during the last millennium. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 13(1), 21-32. doi: <https://doi.org/10.4072/rbp.2010.1.03>
- Roosevelt, A. C. (1998). Arqueologia Amazônica. In M. C. Cunha (Org.), *História dos índios no Brasil* (pp. 53-86). São Paulo: Companhia das Letras. Recuperado de <https://leiaufsc.files.wordpress.com/2013/03/5-3b-roosevelt-a-arqueologia-amaz3b4nica.pdf>
- Roosevelt, A. C. (1995). Early pottery in the Amazon: twenty years of scholarly obscurity. In W. K. Banrett & J. Hoopes (Eds.), *The emergence of pattery: technology and innovation in ancient societies* (pp. 115-131). Washington: Smithsonian Institution Press.
- Round, F. E., Crawford, R. M., & Mann, D. G. (1990). *The diatoms: biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ruwer, D. T., Bernardes, M. C., & Rodrigues, L. (2018). Diatom responses to environmental changes in the Upper Paraná River floodplain (Brazil) during the last ~ 1000 years. *Journal of Paleolimnology*, 60(4), 543-551. doi: <https://doi.org/10.1007/s10933-018-0039-7>
- Santos-Fischer, C. B., Corrêa, I. C. S., Weschenfelder, J., Torgan, L. C., & Stone, J. R. (2016). Paleoenvironmental insights into the Quaternary evolution of the southern Brazilian coast based on fossil and modern diatom assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 446, 108-124. doi: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.01.018>
- Saupe, A. C., & Mosimann, R. M. S. (2003). Diatomáceas (Bacillariophyta) preservadas nos sedimentos holocênicos da lagoa do Peri, Florianópolis, SC, Brasil. *Ínsula*, 32, 33-61.
- Scheel-Ybert, R., Eggers, S., Wesolowski, V., Petronilho, C., Boyadjian, C. H., Gaspar, M. D., . . . Deblasis, P. (2009). Subsistence and lifeway of coastal Brazilian moundbuilders. In A. Capparelli, A. Chevalier & R. Piqué (Coords.), *La alimentación en la América precolombina y colonial: una aproximación interdisciplinaria* (Vol. 7, pp. 37-53). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Schröter, C. (1896). Die Schwebeflora unserer Seen. (Das Phytoplankton). *Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich*, 99, 1-58.
- Senna, C. S. F., Ribeiro, F. C. P., & Paiva, R. S. (2005). Análise da riqueza, diversidade e equabilidade da diatomoflora em sedimentos holocênicos da baía de Marapanim-Pa. In *56º Congresso Nacional de Botânica*, Curitiba.



- Senna, C. S. F., Oliveira, D. S., & Absy, M. L. (2011). Composição, abundância e diversidade de tipos polínicos em paleoambientes holocênicos do estuário do rio Marapanim, estado do Pará. In A. C. Mendes, M. T. Prost & E. Castro (Eds.), *Ecossistemas amazônicos: dinâmicas, impactos e valorização dos recursos naturais* (pp. 79-97). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Silveira, M. I., & Schaan, D. P. (2005). Onde a Amazônia encontra o mar: estudando os sambaquis do Pará. *Revista de Arqueologia*, 18(1), 67-79. doi: <https://doi.org/10.24885/sab.v18i1.205>
- Simões, M. F. (1970). *Relatório de pesquisa arqueológica na Região do Salgado (Projeto Salvamento)*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Simões, M. F. (1973). A pesquisa arqueológica na Amazônia Legal brasileira. *Década*, 17/18, 11-23.
- Simões, M. F. (1981). Coletores-pescadores ceramistas do litoral do Salgado (Pará). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Nova Série Antropologia*, 7(8), 1-32.
- Simões, C. B. (2007). *O processo de formação dos sambaquis: uma leitura estratigráfica do Sítio Jaboticabeira II, SC* (Dissertação de mestrado). Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Sousa, E. B., Costa, V. B., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2008). Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). *Acta Botanica Brasilica*, 22(3), 626-636. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062008000300004>
- Sousa, E. B., Costa, V. B., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2009). Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). *Acta Botanica Brasilica*, 23(4), 1084-1095. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062009000400018>
- Souza, R. C. C. L., Trindade, D. C., Decco, J., Lima, T. A., & Silva, E. (2010). Archaeozoology of marine mollusks from Sambaquí da Tarioba, Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Brasil. *Zoologia*, 27(3), 363-371. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702010000300007>
- Souza-Filho, P. W. M., & El-Robrini, M. (1996). Morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfosedimentares da Planície Costeira Bragantina - Nordeste do Pará (Brasil). *Geonomos*, 4(2), 1-16. doi: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v4i2.197>
- Souza-Filho, P. W. M., Lessa, G., Cohen, M. C. L., Costa, F. R., & Lara, R. (2009). The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the eastern Amazon coast, northern Brazil. In S. Dillenburg & P. Hesp (Eds.), *Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil* (pp. 347-375). New York: Springer-Verlag.
- Tyler, P.A. (1996). Endemism in freshwater algae. *Hydrobiologia*, 336, 127-135. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00010826>
- Van Dam, H., Mertens, A., & Skindelam, J. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwaters diatoms from Netherlands. *Netherland Journal of Aquatic Ecology*, 28(1), 117-133. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02334251>
- Vanlandingham, S. L. (2006). Diatom evidence for autochthonous artifact deposition in the Valsequillo region, Puebla, Mexico during the Sangamonian (sensu lato = 80,000 to ca. 220,000 yr BP) and Illinoian (220,000 to 430,000yr BP). *Journal of Paleolimnology*, 36, 101-116. doi: <https://doi.org/10.1007/s10933-006-0008-4>
- Villagran, X. S., Deblasis, P., & Giannini, P. C. F. (2009). Primeros estudios micromorfológicos em sambaquis brasileiros (sítio Jaboticabeira II, Estado de Santa Catarina). *Intersecciones en Antropología*, 10(2), 359-364.
- Villagran, X. S., & Giannini, P. C. F. (2014). Shell mounds as environmental proxies on the southern coast of Brazil. *The Holocene*, 24(8), 1009-1016. doi: <https://doi.org/10.1177/0959683614534743>
- Wagner, G., Hilbert, K., Bandeira, D., Tenório, M. C., & Okumura, M. M. (2011). Sambaquis (shell mounds) of the Brazilian coast. *Quaternary International*, 239(1/2), 51-60. doi: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.03.009>
- Watson, S.-A., Southgate, P. C., Tyler, P. A., & Peck, L. S. (2009). Early larval development of the Sydney Rock oyster *Saccostrea glomerata* under near-future predictions of CO₂-driven ocean acidification. *Journal of Shellfish Research*, 28(3), 431-437. doi: <http://dx.doi.org/10.2983/035.028.0302>
- Yool, A., & Tyrrell, T. (2003). Role of diatoms in regulating the ocean's silicon cycle. *Global Biogeochemical Cycles*, 7(4), 14-21. doi: <https://doi.org/10.1029/2002GB002018>



CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

P. D. Almeida contribuiu com conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia e escrita (rascunho original, revisão e edição); S. M. Machado com conceituação, metodologia e escrita (rascunho original, revisão e edição); T. B. Barros com metodologia e escrita (rascunho original); E. Morales com conceituação, análise formal e escrita (rascunho original, revisão e edição); P. Canto com conceituação, aquisição de financiamento, metodologia, validação e escrita (rascunho original, revisão e edição); M. D. Gaspar com análise formal, investigação, metodologia e escrita (rascunho original); M. L. P. Ruivo com administração de projeto, recursos, supervisão e visualização; e J. F. Berrêdo com conceituação, aquisição de financiamento, investigação, administração de projeto e supervisão.



APÊNDICE E – RESUMO APRESENTADO DURANTE O XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA.



O efeito do paleoclima a partir das assinaturas de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ no ambiente de formação do Sambaqui Porto da Mina

¹Machado, S. M., ²Barros, B. T., ²Pinto, R. W. B. M., ³Almeida, P. D. S., ⁴Toledo, P. M.

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA/UFGA). sauri.machado@gmail.com
2. Universidade Federal do Pará (UFPA)
3. Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)
4. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Resumo

Análises isotópicas têm sido uma importante *proxy* no auxílio da na reconstrução de padrões de assentamento e sazonalidade de sambaquis. Em regiões costeiras, as reconstruções de sazonalidade são tipicamente dependentes das variações da temperatura da água. Assim, um ambiente aquático é propício para estimar oscilações climáticas baseadas em vestígios como valvas carbonáticas. No caso de sambaquis, sua configuração formada por vasta quantidade de fauna carbonática possibilita melhor compreensão dos contextos arqueológicos e sobre estações as quais estas foram colhidas/deslocadas. Estas análises permitem o conhecimento acerca do clima no contexto de sambaquis, porém, quando trata-se da história paleoclimática holocênica da região amazônica e sua possível relação com a ação antrópica, é evidente o desafio. Poucos são os sítios que estão preservados ao ponto de fornecer alguma informação, dada a geologia da região. Entre os sítios preservados, está o Sambaqui Porto da Mina, localizado em Quatipuru (PA) com datações a partir de ± 5.280 anos AP. Para reconstruir o paleoclima deste sítio determinou-se a temperatura a partir de análises de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ em valvas de ostras, recuperadas ao longo da sua coluna bio-antracológica. Estas, revelaram, ainda, a ocorrência de variabilidade climática durante os últimos 6 mil anos AP, caracterizando-se por condições climáticas relativamente quentes e homogêneas, com paisagem estável, apesar da existência registrada de flutuações paleo-hidrológicas. Desta forma, afirma-se que as variações climáticas ocorridas para a região de entorno do sítio são naturais, e estão em conformidades com padrões climáticos registrados para o mesmo período.

Palavras-chave: Paleoclima; Quatipuru; Sambaqui.