



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Geologia

Thaís de Castro Cunha Parméra

O paleoclima do Holoceno na região de influência do Sistema de Monções da América do Sul e o potencial uso dos isótopos de Sr em conchas de sambaquis como indicador climático

Rio de Janeiro

2020

Thaís de Castro Cunha Parméra

O paleoclima do Holoceno na região de influência do Sistema de Monções da América do Sul e o potencial uso dos isótopos de Sr em conchas de sambaquis como indicador climático

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geologia do Quaternário e mudanças ambientais

Orientador: Prof. Dr. Heitor Evangelista da Silva

Rio de Janeiro

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

P254 Parméra, Thaís de Castro Cunha.
O paleoclima do Holoceno na região de influência do Sistema de Monções da América do Sul e o potencial uso dos isótopos de Sr em conchas de sambaquis como indicador climático / Thaís de Castro Cunha Parméra. – 2020.
420 f.: il.

Orientador: Heitor Evangelista da Silva.
Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia.

1. Paleoclimatologia – Holoceno – América do Sul – Teses. 2. Sambaquis – América do Sul – Teses. 3. Isótopos estáveis – Teses. 4. Estrôncio – Isótopos – Teses. I. Silva, Heitor Evangelista da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia. III. Título.

CDU 551.583.794(8)

Bibliotecária responsável: Taciane Ferreira da Silva / CRB-7: 6337

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Thaís de Castro Cunha Parméra

O paleoclima do Holoceno na região de influência do Sistema de Monções da América do Sul e o potencial uso dos isótopos de Sr em conchas de sambaquis como indicador climático

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geologia do Quaternário e mudanças ambientais

Aprovada em 28 de dezembro de 2020.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Heitor Evangelista da Silva (Orientador)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Prof. Dr. Mauro César Geraldes
Faculdade de Geologia – UERJ

Prof.^a Dra. Elaine Alves dos Santos
Faculdade de Geologia – UERJ

Dr. Rafael Costa da Silva
Museu de Ciências da Terra – CPRM

Prof. Dr. Marcus Vinícius Licínio
Universidade Federal do Espírito Santo

Rio de Janeiro

2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha maior incentivadora, minha mãe, Cassia Cristina de Castro Cunha (C4) e às pessoas importantes na minha caminhada que já se foram: Vovô Vidocq Casas e meu amigo-irmão Arthur Rodrigues
Vou amar vocês para sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela maravilhosa Graça, pelo socorro, pelo humor de fazer tudo sempre cooperar para o bem (mesmo diante do desespero) e por ressuscitar meus sonhos.

Às agências de fomento que apoiaram essa tese através do apoio às pesquisas desenvolvidas no laboratório.

À Universidade do Estado do Rio de Janeiro, à Faculdade de Geologia, ao Programa de Pós-graduação em Geociências, ao Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, ao Departamento de Biofísica e Biometria e ao Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais (LARAMG) por fornecerem a estrutura necessária para o desenvolvimento deste projeto.

Aos laboratórios e as equipes do Laboratório de Malacologia Limnícia e Terrestre do Departamento de Zoologia da UERJ; ao Laboratório Geológico de Processamento de Amostras (LGPA), Laboratório Multiusuário de Meio Ambiente e Materiais (Multilab); ao Laboratório de Geocronologia e Isótopos Radiogênicos (LAGIR) pela orientação, apoio, auxílio e socorro necessários para o desenvolvimento de todas as etapas e experimentos da tese e ao Núcleo de Geotecnologias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Sistema Labgis) pelo auxílio na construção dos mapas.

A toda equipe do Departamento de Geologia Aplicada (Faculdade de Geologia/UERJ), em especial destaque o Prof. Francisco Dourado, Prof. Miguel Mane, Prof. Marcelo Salomão, Prof. Paulo de Tarso Menezes e Prof^a. Ana Beatriz Cunha pelo apoio e pela torcida em todos esses anos de dedicação a minha vida acadêmica.

Ao Dr. Heitor Evangelista (Departamento de Biofísica e Biometria/UERJ) pelo apoio, amizade e por acreditar no meu potencial.

Aos professores sem os quais a execução desse projeto seria absolutamente impossível: Matthieu Carré (Universidad Peruana Cayetano Heredia/Peru e Centre Nacional de La Recherche Scientifique/França) pela concepção deste projeto e pela realização das coletas; à Professora Sônia Barbosa dos Santos (Laboratório de Malacologia Limnícia e Terrestre/UERJ) pela árdua identificação das conchas de moluscos; Professor Mauro Geraldês pelo apoio, por disponibilizar o laboratório para

as análises isotópicas e pelo socorro irrestrito; Professor Hermínio Araújo (Laboratório de Paleontologia/UERJ) pelas suas considerações e críticas construtivas; Professora Elaine Alves dos Santos pelas sugestões e revisões; Dr Eduardo Sódré pelo auxílio na execução de várias etapas da tese; Professor Antônio Carlos de Freitas (Departamento de Biofísica) pelo apoio, pelas sugestões e, sobretudo, pelo companheirismo e amizade antes mesmo de eu cogitar entrar no doutorado e, em especial, a incrível cientista e Mestre Alexandra Asanovna Elbakyan.

À minha mãe, Cassia Cristina de Castro Cunha (C4), que tornou tudo isso possível, que esteve presente em todos os momentos (bons e ruins) e conquistas, que enxugou minhas lágrimas, celebrou comigo, me impulsionou a superar meus medos e me ensinou a sonhar. Obrigada por ser o amor da minha vida. Sem você absolutamente nada seria possível.

Aos amigos, sem os quais essa longa jornada seria insuportável: Vidocq Casas (vovô) por ter me inspirado a ser tudo o que sou hoje; Arthur Rodrigues pelo incentivo para seguir na vida acadêmica e na Paleontologia e pelos nossos anos dourados de amizade e companheirismo que persistiram até o fim; Rafael Costa da Silva pelo apoio irrestrito e pela sagacidade nerd compartilhada; Juliana Nogueira pelo companheirismo de todos esses anos; Thiago Pinto (Djamieis), pela amizade, pelos desabafos, risadas e pelas trocas; Francisco Javier Zuluaga (Javi) pelo socorro em momentos de desespero e pelos intervalos que me davam coragem para superar os obstáculos; Newton Magalhães por estar presente na minha vida por todos esses anos e por ser um verdadeiro amigo para todas as horas; Bruno Ximenes por ser um amigo dedicado, solícito e compreensivo diante dos meus dramas cotidianos; Amanda Garcia por estar sempre presente e por me apoiar em todas as etapas; meus amigos potiguares e cariocas de coração Ariane Félix e Lucas Henrique Trifilio que se tornaram a minha família; minhas amigas-irmãs companheiras de loucuras e (sobrevivências) cotidianas e acadêmicas Kamila Matta e Daniela Kozlowsky; ao grupo das Pessoas do Bem (Loren Martins, Ulisses Dardon, Victor Valentim e Lara Martins) que preencheram os meus dias de alegria, viraram minha família, me fizeram suportar os altos e baixos do cotidiano e foram essenciais em todas as etapas da minha vida e deste projeto; Pedro Bargiona, Yasmin Radef e Guilherme Lima pelo apoio; Roberta Valoura por ser minha irmã diante dos obstáculos da vida; Rodrigo Garcia (Tio Rodrigo) por ser minha família e

por acreditar em mim; Rodrigo Valladão pelas décadas de amizade, companheirismo e compreensão; Eduardo Borges por estar presente todo o tempo e por ser meu “irmão de armas” não só na academia e nos palcos, mas na vida em toda a sua completude.

The Dog Days are OVER.

Florence + The Machine

RESUMO

PARMÉRA, Thaís de Castro Cunha. *O Paleoclima do Holoceno na região de influência do Sistema de Monções da América do Sul e o potencial uso dos isótopos de Sr em conchas de sambaquis como indicador climático*. 2020.420f. Tese (Doutorado em Geociências) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

A variabilidade sazonal do Sistema de Monções da América do Sul (SMAS) não é totalmente compreendida. Uma das formas de suprir as lacunas do entendimento desse mecanismo é através da realização de reconstruções paleoclimáticas. O objetivo deste trabalho consiste em buscar uma conexão, a partir do uso de *proxies* climáticos para o Holoceno, entre os perfis paleoclimáticos da região Sul e Sudeste com a Bacia Amazônica e também avaliar o potencial da diversidade de conchas em sambaquis como indicador climático. Para tal, foi criado um banco de dados contendo as ocorrências e *proxies* paleoclimáticos a partir do levantamento bibliográfico, com o intuito de basear discussões futuras que envolvam novos *proxies* climáticos relacionados a SMAS. Os dados foram classificados segundo o Sistema de Classificação Climática Köppen-Geiger. Foram obtidas 48 localidades com dados paleoclimáticos para o Sul e sudeste brasileiro que foram analisados e conjugados com dados e índices amazônicos e dados de satélite de abrangência espacial da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul). Para a proposta de reconstrução paleoclimática foram amostrados dez sambaquis do estado do Rio de Janeiro e Santa Catarina. As amostras coletadas de moluscos foram identificadas taxonomicamente. Nos sambaquis foram identificados 35 táxons de moluscos e foram selecionadas sete conchas de *Phacoides pectinatus* dos sítios Forte e Beirada para a esclerocronologia que apresentou poucas linhas de crescimento. Na etapa da análise geoquímica foram realizados testes com conchas recentes desse mesmo táxon para análises da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ através da espectrometria de massa por ablação a laser. De modo geral, os dados paleoclimáticos do Sul e Sudeste do Brasil não estão regionalmente integrados e utilizam majoritariamente a palinologia como método analítico. O tipo climático mais encontrado para essas regiões é o Cfa e a região que possui mais estudos é a Sudeste. O range temporal mais estudado é o Megalayano. Foram identificados dois comportamentos da ZCAS (tipo I e II). O paleoclima dessas duas regiões não foi estável ao logo do Holoceno. Entre 10 e 5 mil anos A.P. o clima era menos estável e árido e de 5 mil anos A.P. até os dias atuais o clima foi mais estável e com mais umidade. A variação da ZCAS foi pequena e foi paulatinamente reforçada ao longo do Holoceno. É possível conjugar os dados paleoclimáticos holocênicos dessas duas regiões com dados da Amazônia, aplicar índices paleoclimáticos e elencar inferências sobre as conexões climáticas envolvidas, sugerir novos comportamentos da ZCAS e aventar os efeitos no clima sobre a evolução da migração de seres humanos ao longo do território brasileiro. Os dados isotópicos obtidos atestam a viabilidade do método e sugerem haver uma relação entre a razão de estrôncio estudada e variáveis ambientais como a Temperatura da Superfície do Mar. Os dados também permitem inferir que bivalves de sambaquis podem ser *proxies* para auxiliar no entendimento do SMAS no Holoceno a partir da conjunção de técnicas de

esclerocronologia e geoquímica de isótopos de Estrôncio. Contudo, são necessários mais estudos para amplificar o entendimento da variabilidade desse sistema a partir desse *proxy*.

Palavras-chave: Reconstruções Paleoclimáticas. Sistema de Monções da América do Sul. Sambaquis. Holoceno. Esclerocronologia. Isótopos Estáveis de Estrôncio.

ABSTRACT

PARMÉRA, Thaís de Castro.Cunha. *The Holocene paleoclimate in the region of influence of South America Monsoon System and the potential use of Sr isotopes in Sambaqui shells as a climate indicator*. 2020.420f. Tese (Doutorado em Geociências) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

The seasonal variability of the South American Monsoon System (SAMS) is not fully understood. One of the ways to fill the gaps in research on this mechanism is through paleoclimatic reconstructions. The aim of this work is to search for a connection, from the use of climatic proxies for the Holocene, between the paleoclimatic profiles of the South and Southeast region with the Amazon Basin and also to evaluate the potential of the diversity of shells in sambaquis as a climatic indicator. To this end, a database was created containing occurrences and paleoclimate proxies from the literature review, in order to base future discussions involving new climate proxies related to SMAS. The data were classified according to the Köppen-Geiger Climate Classification System. 48 locations were obtained with paleoclimatic data for the South and Southeast of Brazil, which were analyzed and combined with Amazonian data and indices and satellite data of spatial coverage from the SACZ (South Atlantic Convergence Zone). For the proposal for paleoclimatic reconstruction were sampled ten sambaquis the state of Rio de Janeiro and Santa Catarina. Mollusks samples were collected and taxonomically identified. In the sambaquis 35 taxa of mollusks were identified and seven shells of *Phacoides pectinatus* from the Forte and Beirada sites were selected for sclerochronology that showed few growth lines. In the geochemical analysis stage tests were carried out with recent shells of that same taxon for analysis of the $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ ratio through laser ablation mass spectrometry. In general, paleoclimatic data from the South and Southeast of Brazil are not regionally integrated and mostly use palynology as an analytical method. The most found climate type in these regions is and the region that has more studies is the Southeast. The most studied temporal range is Megalayan. Two SACZ behaviors (type I and II) were identified. The paleoclimate of these two regions was not stable under the Holocene. Between 10 and 5,000 years B.P. the climate was less stable and arid and from 5,000 years B.P. to the present day the climate has been more stable and with more moisture. The variation of SACZ was small and was gradually increased over the Holocene. It is possible to combine the Holocenic paleoclimatic data from these two regions with data from the Amazon, apply paleoclimatic indices and list inferences about the climate connections involved, suggest new behaviors of the SACZ and consider the effects on climate on the evolution of human migration along the Brazilian territory. The isotopic data obtained attest to the viability of the method and suggest that there is a relationship between the strontium ratio studied and environmental variables such as Sea Surface Temperature. The data also allow us to infer that sambaquis bivalves may be proxies to help in understanding the SAMS in the Holocene from the combination of sclerochronology and strontium isotope geochemistry techniques. However, further studies are needed to amplify the understanding of the variability of this system from this proxy.

Keywords: Paleoclimatic Reconstructions. South American Monsoon System. South Atlantic Convergence Zone. Sambaquis.Holocene. Sclerochronology. Strontium Stable Isotopes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fases secas e úmidas do SMAS.....	32
Figura 2 -	Sistema de Monções da América do Sul (SMAS).....	35
Figura 3 -	Posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)...	37
Figura 4 -	Sistemas atmosféricos relacionados a ZCAS.....	38
Figura 5 -	Diferentes registros multiproxy das paleomonções na América do Sul.....	42
Figura 6 -	Sepultamentos em sambaquis.....	55
Figura 7 -	Mapa de localização de sambaquis.....	56
Figura 8 -	Histograma de idades dos sambaquis.....	58
Figura 9 -	Ambiente do Sambaqui do Forte.....	70
Figura 10 -	Caracterização ambiental do sambaqui do Forte.....	71
Figura 11 -	Demonstração das Linhas de Crescimento.....	140
Figura 12 -	Esquema de anatomia geral de bivalves.....	140
Figura 13 -	Modelo conceitual da Esclerocronologia de bivalves associada a Geoquímica.....	143
Figura 14 -	Esquema do ciclo de Estrôncio na natureza.....	153
Figura 15 -	Ciclo de estrôncio na natureza.....	153
Figura 16 -	Classificação Köppen-Geiger para América do Sul.....	169
Figura 17 -	Foto do sambaqui do Forte em Cabo Frio.....	175
Figura 18 -	Sambaqui de Laguna em Santa Catarina.....	175
Figura 19 -	Mapa de localização dos sambaquis do Rio de Janeiro e Santa Catarina a serem analisados.....	177
Figura 20 -	Esquema da coleta de carvão e de conchas para análises geoquímicas de $\delta^{14}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$	178
Figura 21 -	Peneiras de diferentes granulometrias.....	179
Figura 22 -	Uso de peneiras na separação de amostras.....	179
Figura 23 -	Identificação e acondicionamento de amostras.....	180
Figura 24 -	Exemplo de limpeza individual das conchas.....	181
Figura 25 -	Limpeza de amostras.....	182
Figura 26 -	Secagem de conchas.....	182

Figura 27 -	Exemplo de espécime de <i>Phacoides pectinatus</i>	190
Figura 28 -	Esquema da feitura do molde para a resinagem.....	196
Figura 29 -	Esquema para a feitura da resinagem.....	197
Figura 30 -	Exemplo do processo de resinagem.....	197
Figura 31 -	Exemplo de máquina para feitura do corte do bloco de resina.....	198
Figura 32 -	Exemplo do processo de corte do bloco de resina.....	198
Figura 33 -	Esquema do sentido do corte da concha.....	199
Figura 34 -	Exemplo de amostras cortadas.....	199
Figura 35 -	Exemplo de politriz para polimento das amostras.....	200
Figura 36 -	Exemplo de polimento.....	200
Figura 37 -	Exemplo de lupa acoplada a câmera utilizada.....	201
Figura 38 -	Exemplo de amostra resinada, cortada e polida observada na lupa.....	202
Figura 39 -	Perfuratriz de precisão utilizada para realizar microamostragens.	203
Figura 40 -	Exemplo do processo de microamostragem.....	203
Figura 41 -	Calibração do Espectômetro de massa.....	205
Figura 42 -	Sequência de etapas do funcionamento de um espectômetro de massa.....	207
Figura 43 -	Espectômetro de massa LA I ICP – MS/MC.....	208
Figura 44 -	Mapa de localidades com dados paleoclimáticos levantados.....	212
Figura 45 -	Mapa com dados paleoclimáticos levantados segundo a classificação climática de Köppen-Geiger.....	213
Figura 46 -	Mapa de Influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul Tipo I.....	254
Figura 47 -	Mapa de Influência da ZACS Tipo II.....	255
Figura 48 -	Mapa de Localização das ocorrências paleoclimáticas e das zonas de influência da ZACS.....	256
Figura 49 -	Informações paleoclimáticas da Zona de Convergência do Atlântico Sul do Tipo I.....	260
Figura 50 -	Informações paleoclimáticas da Zona de Convergência do Atlântico Sul do Tipo II.....	264
Figura 51 -	Padrão de insolação e padrão dos dados climáticos da regiões Sul e Sudeste do Brasil.....	268

Figura 52 -	Mapa das localidades utilizadas para a feitura do AME.....	272
Figura 53 -	Dados de isótopos e microcarvão das localidades utilizadas para feitura do AME.....	273
Figura 54 -	Índice AME e Comparação com outros dados.....	274
Figura 55 -	Descrição dos Impactos Climáticos Holocênicos para a América do Sul.....	278
Figura 56 -	Padrão de Insolação no Holoceno.....	280
Figura 57 -	Diferentes comportamentos espaciais da ZACS ao longo do Holoceno.....	282
Figura 58 -	Blocos de quartzo provavelmente usado como ferramenta ou restos de fabricação de ferramentas utilizados pelas populações sambaqueiras.....	304
Figura 59 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui do Forte (superfície).....	305
Figura 60 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui do Forte (duna).....	305
Figura 61 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Beirada.....	306
Figura 62 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Guaratiba 1.....	307
Figura 63 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Guaratiba 2.....	307
Figura 64 -	Análise de Cluster dos Sítios do Rio de Janeiro.....	309
Figura 65 -	Gráfico de ocorrência de táxons do sambaqui Perrixil (330 cm)...	314
Figura 66 -	Gráfico de ocorrências de táxons no sambaqui Cabeçuda (150 cm)	315
Figura 67 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Cabeçuda (80 - 90 cm).....	316
Figura 68 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Cabeçuda (40 - 50 cm).....	316
Figura 69 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Carniça 1 (190-220 cm).....	317
Figura 70 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Carniça 1 (30 - 40 cm).....	318
Figura 71 -	Gráfico de ocorrência de táxons de Garopaba do Sul.....	319
Figura 72 -	Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Camboriú.....	319

Figura 73 -	Análise de Cluster para os sambaquis de Santa Catarina.....	321
Figura 74 -	Esclerocronologia da Concha atual (teste).....	324
Figura 75 -	Esclerocronologia da amostra CF01B.....	325
Figura 76 -	Esclerocronologia da amostra CF02A.....	326
Figura 77 -	Esclerocronologia da amostra CF03A.....	327
Figura 78 -	Esclerocronologia da amostra BE01B.....	328
Figura 79 -	Esclerocronologia da amostra BE02A.....	329
Figura 80 -	Esclerocronologia da amostra BE03B.....	330
Figura 81 -	Esclerocronologia da amostra BE04B.....	330
Figura 82 -	Gráfico dos perfis com os valores da razão isotópica.....	334
Figura 83 -	Esquema comparativo de Dados de Sr e Temperatura da Superfície do Mar.....	335
Figura 84 -	Cartaz da Divisão Cronoestratigráfica Internacional.....	416

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Perfil do Sambaqui do Forte.....	78
Quadro 2 - Perfil do Sambaqui Beirada.....	91
Quadro 3 - Perfil do Sambaqui de Guaratiba (Zé do Espinho).....	96
Quadro 4 - Perfil do Sambaqui Geribá I.....	99
Quadro 5 - Perfil Sambaqui Geribá II.....	102
Quadro 6 - Perfil Sambaqui de Perrixil.....	121
Quadro 7 - Perfil Sambaqui Ponta do Perrixil II.....	121
Quadro 8 - Perfil do Sambaqui Cabeçuda.....	122
Quadro 9 - Perfil Carniça I.....	124
Quadro 10 - Sambaqui Carniça III.....	125
Quadro 11- Perfil do Sambaqui Garopaba do Sul.....	127
Quadro 12 - Perfil do Sambaqui Laranjeiras I.....	131
Quadro 13 - Perfil do Sambaqui de Laranjeiras II.....	136
Quadro 14 - Chave explicativa dos grandes tipos climáticos de Köppen, representados pelos caracteres maiúsculos (PEEL <i>et al.</i> , 2007).....	417
Quadro 15 - Relação dos segundos caracteres do sistema de classificação de Köppen com a sua descrição (PEEL <i>et al.</i> , 2007).....	418
Quadro 16 - Relação dos terceiros caracteres do sistema de classificação de Köpen (PEEL <i>et al.</i> , 2007).....	419
Quadro 17 - Classificação de Köppen-Geiger.....	420

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Abundâncias relativas dos principais isótopos estáveis.....	147
Tabela 2 -	Padrões Internacionais de Razões Isotópicas.....	148
Tabela 3 -	Proxies Lacustres e informações ambientais.....	161
Tabela 4 -	Os nove tipos climáticos de Köppen-Geiger para o Brasil, modificado de Sampaio <i>et al.</i> (2011).....	170
Tabela 5 -	Inventário dos dados das coletas dos sambaquis do Rio de Janeiro e Santa Catarina realizadas em 2014.....	176
Tabela 6 -	Relação de amostras consideradas viáveis para aplicação do método de esclerocronologia geoquímica.....	185
Tabela 7 -	Parâmetros operacionais da instrumentação ICP-MS e sistemas de introdução de amostra.....	208
Tabela 8 -	Parâmetros operacionais da instrumentação de Ablação a Laser e sistemas de introdução de amostra.....	208
Tabela 9 -	Dados sobre as localidades do tipo climático Af no Sul e Sudeste do Brasil.....	221
Tabela 10 -	Dados sobre as localidades do tipo climático Aw no Sudeste do Brasil.....	227
Tabela 11 -	Dados sobre as localidades do tipo climático Cfa no Sul e Sudeste do Brasil.....	233
Tabela 12 -	Dados sobre as localidades do tipo climático Cfb no Sul e Sudeste do Brasil.....	241
Tabela 13 -	Dados sobre as localidades do tipo climático Cwa no Sudeste do Brasil.....	244
Tabela 14 -	Dados sobre as localidades do tipo climático Cwb no Sudeste do Brasil.....	246
Tabela 15 -	Quantidade de tipos climáticos levantados.....	247
Tabela 16 -	Localidades da região Sul e Sudeste.....	247
Tabela 17 -	Ocorrências de ranges temporais holocênicos.....	247
Tabela 18 -	Tipos de <i>proxies</i> e análises.....	248
Tabela 19 -	Esquema de resultados da contabilização das condições climáticas do Holoceno.....	267

Tabela 20 -	Dados das localidades utilizadas para a feitura do AME.....	271
Tabela 21 -	Ocorrências de gastrópodes do sambaqui do Forte.....	284
Tabela 22 -	Ocorrências de bivalves do sambaqui do Forte.....	285
Tabela 23 -	Ocorrências do sambaqui do Forte (duna).....	286
Tabela 24 -	Ocorrências do sambaqui Beirada.....	287
Tabela 25 -	Ocorrências sambaqui Guaratiba 1.....	288
Tabela 26 -	Ocorrências sambaqui Guaratiba 2.....	289
Tabela 27 -	Ocorrências do sambaqui Geribá.....	289
Tabela 28 -	Ocorrências do sambaqui Cabeçuda (150 cm).....	290
Tabela 29 -	Ocorrências do sambaqui Cabeçuda (80-90 cm).....	291
Tabela 30 -	Ocorrências do sambaqui Cabeçuda (40-50 cm).....	292
Tabela 31 -	Ocorrência do sambaqui Carniça 1 (190-220 cm).....	294
Tabela 32 -	Ocorrências do sambaqui Carniça 1 (30-40 cm).....	295
Tabela 33 -	Ocorrências do sambaqui Carniça 3.....	296
Tabela 34 -	Ocorrências do Sambaqui Perrixil- (100 cm e 330 cm).....	297
Tabela 35 -	Ocorrências do sambaqui Garoapaba do Sul.....	297
Tabela 36 -	Ocorrências do sambaqui Camboriú.....	298
Tabela 37 -	Números absolutos do total de ocorrências separadas por grupos dos sambaquis do estado do Rio de Janeiro.....	301
Tabela 38 -	Porcentagens totais de ocorrências de cada grupo dos sambaquis Rio de Janeiro.....	302
Tabela 39 -	Porcentagens de ocorrências de cada grupo separadas por sítios do Rio de Janeiro.....	302
Tabela 40 -	Total de ocorrências de diferentes táxons para cada sítio do Rio de Janeiro.....	303
Tabela 41 -	Frequências Relativas de diferentes grupos para cada sítio de Santa Catarina.....	312
Tabela 42 -	Porcentagens de ocorrência de diferentes grupos dos sambaquis de Santa Catarina.....	312
Tabela 43 -	Números absolutos de ocorrências de táxons para todos os sítios de Santa Catarina.....	313
Tabela 44 -	Resultado das linhas de crescimento obtidas pela	

	Esclerocronologia.....	322
Tabela 45 -	Resultados das medidas de $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ para as dez medidas realizadas no padrão MAC-03.....	332
Tabela 46 -	Dados dos Perfis.....	333
Tabela 47 -	Run A.....	372
Tabela 48 -	Run B	376
Tabela 49 -	Run C.....	380
Tabela 50 -	Run D.....	385
Tabela 51 -	Run E.....	389
Tabela 52 -	Run F.....	393
Tabela 53 -	Run G.....	398
Tabela 54 -	Run H.....	402
Tabela 55 -	Run I.....	406
Tabela 56 -	Run J.....	411

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	23
1	OBJETIVOS	27
1.1	Objetivo Geral	27
1.2	Objetivos Específicos	27
2	A CIRCULAÇÃO DE MONÇÕES	28
2.1	Sistemas de Monções da América do Sul (SMAS)	31
2.1.1	<u>Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)</u>	35
2.1.2	<u>Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)</u>	37
2.2	Paleomonções	39
3	PANORAMA PALEOCLIMÁTICO DA REGIÃO DE INFLUÊNCIAS DAS MONÇÕES DA AMÉRICA DO SUL	43
3.1	Região Sudeste do Brasil	47
3.2	Região Sul do Brasil	48
3.3	Região Amazônica	49
4	SAMBAQUIS	54
4.1	Áreas de Estudo das Amostras dos Sambaquis	62
4.1.1	<u>Sambaquis do Estado do Rio de Janeiro</u>	63
4.1.1.1	Sambaqui do Forte.....	67
4.1.1.2	Sambaqui Beirada.....	83
4.1.1.3	Guaratiba.....	92
4.1.1.4	Geribá.....	97
4.1.2	<u>Sambaquis de Santa Catarina</u>	103
4.1.2.1	Sambaqui Perrixil.....	118
4.1.2.2	Sambaqui Cabeçuda.....	120
4.1.2.3	Sambaqui Carniça (I e III).....	122
4.1.2.4	Sambaqui Garopaba do Sul	126
4.1.2.5	Sambaqui das Laranjeiras.....	127
5	ESCLEROCRONOLOGIA	137
5.1	Esclerocronologia aplicada a bivalves	138
5.2	Esclerocronologia e Geoquímica aplicada a bivalves	142

6	ISÓTOS ESTÁVEIS.....	146
6.1	Isótopos de Estrôncio.....	149
6.2	Uso de Indicadores Geoquímicos Elementares.....	154
6.3	Análises Geoquímicas aplicadas a bivalves.....	158
6.4	Outros <i>proxies</i> paleoclimáticos a Sistemas Lacustres.....	159
7	MATERIAIS E MÉTODOS.....	162
7.1	Levantamentos Bibliográfico e construção de Banco de Dados.....	163
7.2	Levantamento de ocorrências paleoclimáticas e <i>proxies</i> paleoclimáticos.....	164
7.3	O Sistema de Classificação Climática Köppen-Geiger.....	164
7.4	A Construção do Índice AME.....	170
7.5	Construção de Mapas.....	171
7.6	Construção de Figuras.....	173
7.7	Análises dos Bancos de Dados.....	173
7.8	Coletas nos Sambaquis.....	174
7.9	Preparo das Amostras.....	178
7.10	Identificação taxonômica e caracterização das amostras.....	183
7.11	Escolha dos espécimes para a aplicação da esclerocronologia e geoquímica.....	184
7.11.1	<i>Phacoides pectinatus</i>.....	190
7.12	Esclerocronologia.....	195
7.13	Análises Geoquímicas.....	204
7.13.1	<u>Espectômetro de massa multicoletor e procedimentos de ablação a laser.....</u>	206
7.13.2	<u>Critérios para escolher o material de referência.....</u>	209
7.13.3	<u>Procedimentos de Cálculo.....</u>	210
8	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	211
8.1	Panorama de dados paleoclimáticos holocênicos para o Sul e Sudeste do Brasil.....	211
8.2	Caracterização paleoclimática do Holoceno para o Sul e Sudeste do Brasil.....	214
8.2.1	<u>Região Sudeste do Brasil.....</u>	214
8.2.2	<u>Região Sul.....</u>	216

8.3	Tipos climáticos de Köppen-Geiger para o Sul e Sudeste do Brasil..	218
8.4	O Comportamento espacial da Zona de Convergência do Atlântico Sul.....	249
8.5	Outras implicações paleoclimáticas supra-regionais no Holoceno...	269
8.5.1	<u>A construção de índices paleoclimáticos e seus efeitos para a interpretação do clima e dos movimentos migratórios humanos no Holoceno.....</u>	269
8.5.2	<u>Comparação paleoclimática entre Região Sul e Sudeste com a região da Bacia Amazônia.....</u>	279
8.6	Identificação taxonômica das amostras.....	283
8.7	Caracterização das Amostras.....	300
8.7.1	<u>Sítios do Rio de Janeiro.....</u>	301
8.7.2	<u>Sítios de Santa Catarina.....</u>	309
8.8	Esclerocronologia.....	321
8.9	Análises Geoquímicas.....	331
8.9.1	<u>Resultados de isótopos de Sr do material de referência do NIST-612.....</u>	331
8.9.2	<u>Resultados de isótopos de Sr do material de referência MAC-03.....</u>	331
8.9.3	<u>Isótopos de Sr em concha carbonática.....</u>	332
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	336
	REFERÊNCIAS	344
	APÊNDICE – Resultados analíticos para os isótopos de Sr no padrão NIST- 612.....	372
	ANEXO A – Divisão do Tempo Geológico	416
	ANEXO B – Método de construção do Sistema de Classificação Climática Köppen-Geiger	417

INTRODUÇÃO

O clima impacta fortemente as atividades humanas. Por isso, é imperativo conhecer suas alterações globalmente e regionalmente uma vez que ele é de extremo interesse para diversos setores de desenvolvimento sociais como o industrial, econômico e financeiro, agrícola entre outros (GARCIA, 2010).

Exatamente por isso, as mudanças climáticas representam uma das grandes preocupações da humanidade uma vez que entendê-las pode permitir que a sociedade lide com seus efeitos e suas implicações sociais e econômicas (NETO e NERY, 2005; GARCIA, 2010).

O regime de chuvas é uma das grandes variáveis meteorológicas que influenciam as alterações do clima do planeta, a distribuição de biomas e espécies, a produção de biomassa e diversos outros aspectos ambientais (NOGUEIRA, 2016). Além disso, as chuvas impactam direta ou indiretamente os seres humanos podendo trazer benefícios ou catástrofes. Como por exemplo, longos períodos de seca podem afetar culturas de um determinado local enquanto chuvas torrenciais e contínuas podem ocasionar perdas de vidas e danos econômicos (GARCIA, 2010).

Mudanças significativas na sazonalidade das chuvas já são observadas nos trópicos e essas alterações potencialmente um afetam nos ecossistemas e agrossistemas (FENG *et al.*, 2013). Entretanto, as incertezas ainda são grandes demais para estruturar políticas de adaptação adequadas para essas realidades.

A importância de se estudar o clima da América do Sul está atrelada ao fato do clima ter um impacto social e econômico expressivo nesse local. Os países situados nesse continente têm a sua economia relacionada aos atuais padrões climáticos. Alterações nesses padrões podem deixar sociedade vulnerável a desastres naturais climáticos extremos como secas e enchentes nesses locais (CAMPOS, 2014; SIFEDDINE *et al.*, 2014).

Portanto a compreensão dos mecanismos que explicam a variabilidade temporal da Monção Sul-americana é de extrema importância para a climatologia do Brasil. Entretanto, os registros climáticos ainda são muito curtos para avaliar a variabilidade natural do processo das monções.

Para uma maior compreensão das mudanças climáticas globais e da sensibilidade da monção sul-americana é preciso combinar os dados numéricos existentes com a reconstrução do regime de chuvas do passado. Isso só é possível através da Paleoclimatologia que é o estudo do clima do passado, quando ainda não havia o desenvolvimento das medidas instrumentais (SALGADO, 2007; SIFEDDINE *et al.*, 2014). Esta é uma ciência intrinsecamente multidisciplinar que conjuga temáticas como a Ecologia, Geologia, Climatologia, Arqueologia, Geoquímica, Paleontologia entre outras disciplinas (DAL´BO e BORGHI, 2014; SIFEDDINE *et al.*, 2014).

A principal fonte de dados paleoclimáticos são registros naturais representativos do passado que são chamados de *proxy records*. Eles são usados para reconstrução em escala temporal da variação do clima. Como exemplos de *proxies* climáticos são os testemunhos de gelo, testemunhos sedimentares lacustres e marinhos, espeleotemas, anéis de crescimento em árvores, pólen, esqueleto de corais, conchas entre outros (SUGUIO, 2010; DAL´BO e BORGHI, 2014; SIFEDDINE *et al.*, 2014).

As reconstituições paleoclimáticas, que a grosso modo são realizadas através desses *proxies records*, são altamente relevantes já que podem auxiliar a realizar previsões climáticas futuras e também ajudar no real entendimento da variabilidade climática da Terra para diferenciar eventos naturais e antrópicos (SIFEDDINE *et al.*, 2014).

Os principais estudos paleoclimáticos são realizados no Hemisfério Norte. Só nas últimas décadas os estudos foram voltados com maior intensidade para a pluviosidade na América Latina. No caso da América do Sul e com especial destaque para o Brasil, o registro instrumental é muito curto e raramente ultrapassa um século de duração (SIFEDDINE *et al.*, 2014).

O Quaternário representa menos de um por cento do tempo geológico da terra e é conhecido por ser um período de mudanças climáticas do planeta (SALGADO, 2007; DAL´BO e BORGHI, 2014). Já o Holoceno (dividido em Groelândiano, Nortegripiano e Megalayano conforme o Anexo A), abrange aproximadamente 11,7 mil anos, representa a época mais recente do Quaternário e nesse range temporal aconteceram flutuações climáticas e o maior desenvolvimento das civilizações (NETO e NERY, 2005; SALGADO 2007).

Apesar do clima do Holoceno ter sustentado o desenvolvimento da sociedade moderna, o conhecimento sobre a sua variabilidade ainda é escasso. Os *proxies* paleoclimáticos atuais ressaltam que o clima desse período não foi estável e possuiu variações dinâmicas capazes de influenciar a vida dos seres humanos e os ecossistemas (MAYEWS *et al.*, 2004).

Na América do Sul, uma dessas mudanças climáticas compreende as mudanças da órbita terrestre que induziram um comportamento sazonal na insolação que influenciou o posicionamento latitudinal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os sistemas de monção associados e, no caso do Brasil, a atividade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Durante esse range temporal (Holoceno), no hemisfério Norte, os sistemas de monções foram reforçados entre 10 e 6 mil anos atrás devido a uma mudança no posicionamento mais ao norte da Zona de Convergência Intertropical (HAUG *et al.*, 2001; FLEITMANN *et al.*, 2003; WANG *et al.*, 2005). Em contraste, a América do Sul tropical passava por uma seca intensa na mesma época, como registrado nos *proxies* de paleovegetação e regimes de queimadas em sedimentos lacustres. No entanto, o mecanismo de condução desses eventos ainda é pouco compreendido.

A literatura apresenta uma grande multiplicidade de *proxies* que podem ser aplicados para reconstruções sazonais do paleoclima. Entre eles pode-se citar: corais; conchas de moluscos; foraminíferos; esponjas; otólitos de peixes; dentes fósseis; espeleotemas; anéis de árvore; testemunhos de gelo entre outros (SUGUIO, 2010; DAL'BO e BORGHI, 2014; SIFEDDINE *et al.*, 2014; CARRÉ e CHEDDADI, 2017). Essas reconstituições são essenciais para fazer inferências atuais e futuras além de possibilitar a compreensão da variabilidade climática do planeta ao longo do tempo (SIFEDDINE *et al.*, 2014).

Apesar dessa abundância de *proxies*, os arquivos paleoclimáticos que têm sido utilizados até agora para reconstruir o clima do passado na América do Sul alcançam no máximo resolução decadal e de forma mais geral centenal. Assim, até agora, nenhuma reconstrução direta da sazonalidade do processo climático do passado envolvendo as monções na América do Sul tropical foi apresentada na literatura.

Entretanto, conchas de moluscos encontradas em sítios arqueológicos como os sambaquis podem ajudar a reconstruir as alterações passadas da sazonalidade da precipitação e temperatura oceânica e embasar *insights* sobre o mecanismo das

monções para a América do Sul. Essas conchas tem um grande potencial para serem *proxies* para reconstruções paleoambientais e paleoclimáticas. Isso porque as conchas têm demonstrado serem arquivos fiéis de condições ambientais do passado (CARRÉ *et al.*, 2013).

Conchas de bivalves já são bastante usadas na literatura como ferramenta de reconstrução de variação sazonal do clima. Isso é possível uma vez que elas possuem linhas de crescimento que correspondem a registros da variação ambiental dos locais onde esses organismos são formados e habitam (CARRÉ *et al.*, 2012, 2013). Este dado é obtido através da Esclerocronologia que é o estudo desses registros de acreção (linhas de crescimento) que produzem padrões de bandeamento claro-escuro em partes duras de organismos como conchas, otólitos, esqueletos de corais entre outros elementos (GROCKE e GILLIKIN, 2008; GONÇALVES, 2010; SCHÖNE e GILLIKIN, 2013).

A Esclerocronologia por sua vez pode ser associada a técnicas de análise isotópica de alta resolução para a reconstrução do clima do passado. As razões isotópicas mais tradicionais aplicadas a conchas de bivalves são as de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$) e carbono ($\delta^{13}\text{C}$). Entretanto, outras razões isotópicas também podem ser utilizadas como as de estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) e razões de indicadores geoquímicos elementares como as de Sr/Ca, Mg/Ca e Ba/Ca que têm demonstrado na literatura serem aplicáveis a carbonatos de cálcio biogênico. Essa associação da esclerocronologia com as análises isotópicas de alta resolução, pode ser aplicada a conchas fósseis e já é de amplo uso na literatura (CARRÉ *et al.* 2006; AZZOUG *et al.*, 2012).

Dessa forma, é possível propor que as conchas de bivalves encontradas nos sambaquis possam ser efetivamente conjugadas com técnicas esclerocronológicas e geoquímicas para realizar reconstruções da sazonalidade do clima para o Holoceno das regiões sul e sudeste do Brasil. Isso pode servir de sustentáculo para novas e futuras inferências ambientais mais gerais e mais completas do passado desses locais.

Nesse documento, serão brevemente abordados temas como: Monções; Paleoclima do Sul e Sudeste do Brasil no Holoceno; Sambaquis; Esclerocronologia e Isótopos Estáveis.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho consiste em buscar uma conexão, a partir do uso de *proxies* climáticos para o Holoceno, entre os perfis paleoclimáticos de duas regiões interligadas hidrologicamente: a Bacia Amazônica e a região Sul-Sudeste do Brasil que compreendem a zona costeira do Atlântico Tropical Sul. Neste mesmo contexto, avaliar o potencial da diversidade de conchas em sambaquis como indicador climático.

1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- a) Fazer um panorama do paleoclima do Sul e Sudeste do Brasil para o Holoceno;
- b) Fazer um panorama do paleoclima da Bacia Amazônica para o Holoceno.
- c) Basear inferências de fases seca e úmida das diferentes regiões sob a influência do Sistema de monções da América do Sul a partir de séries temporais do paleoclima,
- d) Fazer um levantamento e caracterização de amostras de sítios de sambaquis do Sul e Sudeste do Brasil.
- e) Realizar e avaliar a aplicação de técnicas de esclerocronologia em bivalves de sítios de sambaquis em termos de reconstruções de fases climáticas.
- f) Propor um roteiro analítico para o uso de isótopos de Estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) em bivalves de sítios arqueológicos para reconstruir temperatura, salinidade ou precipitação em ambientes estuarinos do passado.

2 A CIRCULAÇÃO DE MONÇÕES

A circulação de monções compreende um dos principais sistemas atmosféricos de larga escala da faixa tropical e exatamente por isso elas são observadas, descritas e estudadas há milênios ao longo da história da humanidade. A grande importância dos estudos dos regimes de chuva, sobretudo nas regiões tropicais, reside no fato de que esses locais possuem um contingente populacional que abrange mais da metade da população mundial cuja base da economia é a agricultura que é inerentemente dependente do regime de chuvas. Dessa forma, estudos que procuram entender os processos das monções e suas consequências possuem dimensões científicas e socioeconômicas (GAN *et al.*, 2016).

As monções podem ser conceituadas como um regime climático composto por células de circulação de brisa atuantes em uma determinada região que é caracterizada por uma reversão da direção sazonal na circulação de larga escala dos ventos em baixos níveis (LIU *et al.*, 2004; BOMBARDI e CARVALHO, 2008; CAMPOS, 2014; GAN, 2016). Isso acontece durante a fase de transição entre as estações do inverno e verão ocasionando que o inverno apresente pouca precipitação e o verão alta precipitação (GAN *et al.*, 2016). Esse sistema atmosférico de larga escala está mais presente nas faixas tropicais e subtropicais (LIU *et al.*, 2004).

A principal causa para esse fenômeno é o aquecimento diferencial entre os continentes e os oceanos (BOMBARDI e CARVALHO, 2008; CAMPOS, 2014; GAN *et al.*, 2016). Isso ocorre uma vez que, para uma mesma intensidade de insolação, o aquecimento do continente é maior do que o do oceano, que possuem diferentes propriedades termodinâmicas. Isso causa uma baixa pressão sobre o continente em baixos níveis nos meses mais quentes do ano como os que compõem a primavera e o verão (GAN, 2016).

Esse aquecimento diferencial forma um gradiente horizontal de pressão no sentido oceano-continente. Segundo Gan *et al.* (2016), a formação desse gradiente de temperatura estabelecido entre o oceano e o continente na região tropical é a causa da desestabilização da atmosfera e realiza o transporte de vapor de água do oceano para o continente, sendo essencial para a formação da circulação da monção. Esse processo ocorre uma vez que, ao mesmo tempo em que esse

gradiente de temperatura se forma, o ar úmido do oceano, ao entrar em contato com o continente quente é aquecido e ascende. Durante esse processo o ar se resfria de forma adiabática e se condensa formando as nuvens e a precipitação. A liberação de calor latente mais o processo de condensação é responsável por amplificar o processo de convecção e intensificar a precipitação. Quando o ar atinge altos níveis, ele se diverge e descende sobre o oceano, que possui uma superfície relativamente fria, e assim finaliza a circulação de monção (GAN *et al.*, 2016).

Esse fenômeno é essencial para o início da estação chuvosa (GAN *et al.*, 2016). Um dos efeitos mais emblemáticos desse sistema altamente complexo é a existência de estações bem definidas com invernos secos e verões chuvosos (CAMPOS, 201; GAN *et al.*, 2016).

É importante ressaltar que, de acordo com apontamentos de Gan *et al* (2016), a precipitação de monção não ocorre de modo intermitente. Ela é episódica com fases ativas e inativas. Quando ela está na fase ativa há nebulosidade e precipitação. Em contrapartida, na fase inativa o tempo se torna ensolarado e quente com pouca ou nenhuma precipitação. Cabe salientar também que tanto a intensidade quanto a frequência dessas duas fases são variáveis dentre os anos e em décadas (GAN *et al.*, 2016). A precipitação máxima ocorre predominantemente entre junho e agosto no hemisfério Norte e entre dezembro e fevereiro no hemisfério Sul (LIU *et al.*, 2004).

Gan *et al* (2016) elencam alguns critérios definidores de monções de acordo com apontamentos de Ramage (1971). Entre esses critérios, pode-se citar: a mudança da direção predominante do vento por pelo menos 120° entre janeiro e julho; frequência média da direção predominante do vento em janeiro e julho maior que 40%; média do vento resultante de 3m/s em pelo menos um dos meses e alternância de ciclone-anticiclone de dois em dois anos em ambos os meses em uma região de 5° de latitude-longitude.

Segundo os estudos tradicionais (LIU *etal.*, 2004; GAN *et al.*, 2016), essa última característica está relacionada com a migração sazonal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que provê o início da estação chuvosa. Os sistemas de monção ocorrem normalmente onde essa zona varia latitudinalmente em larga escala. Desta forma, o sistema de monção só ocorreria no sul da Ásia, África e norte da Austrália.

Assim sendo, a América do Sul não apresentaria monções por algumas características como possuir um continente muito estreito nas regiões sub e extratropicais, condição que limita o local de formação de alta fria estacionária e baixa térmica. Outra característica é possuir uma ressurgência persistente nas águas frias do oceano Pacífico Sul na costa oeste do continente, fato que mantém a temperatura da superfície do mar menor do que a temperatura do ar na superfície do continente ao longo do ano (GAN *et al.*, 2016).

Apesar da América do Sul não apresentar essa reversão da direção dos ventos em baixos níveis na transição entre essas estações, o entendimento atual é que a América do Sul é considerada uma região sob influência de monções uma vez que a região compartilha outras características básicas que definem o regime de monções (BOMBARDI e CARVALHO, 2008; NOBRE *etal.*, 2010; CAMPOS, 2014; GAN *et al.*, 2016). Como exemplo dessas características básicas, pode-se citar: a circulação leste-oeste que origina uma brisa gigante; o estabelecimento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACS); correntes de jato em baixos níveis; a polaridade entre inverno seco e verão chuvoso entre outras características (GARCIA, 2010; GAN *et al.*, 2016). Desta forma, apesar da América do Sul não apresentar o regime clássico de monções com a reversão dos ventos, é consenso geral que ela possui similaridades com outras regiões de monções do planeta (GARCIA, 2010).

Outra questão importante é a variação latitudinal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). GAN *et al.*, (2016), embasados nos critérios apresentados por Asnani (1993), consideram que outras regiões a exemplo da América do Sul e Central podem ser abarcadas como regiões sobre o domínio de monções, mesmo que durante o ano a variação latitudinal anual não seja tão grande. Estes autores apresentam o entendimento vigente e enunciam um novo critério para definir as regiões de monções considerando uma nova faixa latitudinal de monção que seria entre 5° a norte e a sul do máximo de abrangência climatológica da Zona Intertropical. A partir desse entendimento, pode-se incluir a América do Sul como uma outra região sob o domínio de monções.

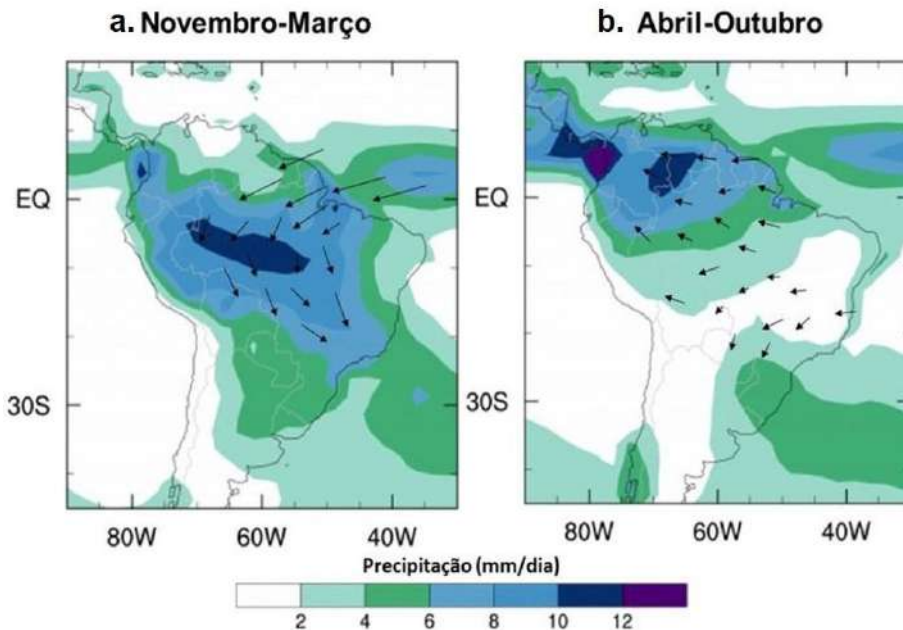
2.1 Sistema de Monção da América do Sul (SMAS)

O regime de monções da América do Sul tropical é denominado de Sistema de Monções da América do Sul, também chamado de SMAS (BOMBARDI e CARVALHO, 2008; NOBRE *et al.*, 2010; CAMPOS, 2014; GAN *et al.*, 2016). Ele se desenvolve a partir das regiões continentais de baixas latitudes e sua fase mais úmida começa na Amazônia equatorial e se propaga para leste e sudeste. Este regime ocorre, sobretudo em resposta às mudanças sazonais no contraste térmico entre os continentes e as regiões oceânicas, como outrora já citado (GARCIA, 2010).

Uma das grandes características das monções da América do Sul, segundo Bombardi e Carvalho (2008), é a grande variabilidade de escalas temporais e espaciais e os padrões de precipitação no verão dessa região.

Na América do Sul subtropical, segundo Gan *et al.* (2016), o período úmido tem duração aproximada de seis meses entre outubro a março, com padrão de chuva aproximada de 900 mm nos meses de verão, a saber: dezembro; janeiro e fevereiro. Isso equivale a aproximadamente metade do total da precipitação anual acumulada nesses três meses para essa área (NOBRE *et al.*, 2010). O Brasil acompanha esse padrão apresentado estações chuvosas de verão no Sudeste e região Central. Elas começam em setembro e novembro e se estendem até março e abril (BOMBARDI e CARVALHO, 2008; GAN *et al.*, 2016). Indicações sobre as fases secas e úmidas do Sistema de Monções da América do Sul podem ser visualizados abaixo (figura 1).

Figura 1 - Fases secas e úmidas do SMAS



Legenda: Esquema modificado de Moura (2019) exemplificando as duas fases do Sistema de Monções da América do Sul (SMAS). (a) Demonstra a fase úmida que ocorre entre novembro a março. (b) Demonstra a fase seca que ocorre entre abril e outubro

Fonte: Disponível em: <<https://www.tempo.com/noticias/ciencia/moncao-da-america-do-sul.html>>. Acesso em: 02 dez 2020).

O Sistema de Monções da América do Sul se caracteriza pela mudança da área de convecção entre o extremo noroeste do continente e latitudes sul da linha do equador. Mais especificamente, a mudança da convecção ocorre sobre o noroeste da Amazônia que depois se desloca para a região sudeste da América do Sul sendo resultado de um escoamento em baixo e alto níveis atmosféricos. Essa mudança ocorre em outubro e termina no período entre abril e maio (BOMBARDI e CARVALHO, 2008; NOBRE *et al.*, 2010; GAN *et al.*, 2016).

Nobre *et al.* (2010) relatam que os elementos que influenciam o Sistema de Monções da América do Sul em seus estágios de desenvolvimento e maturidade incluem: a variação sazonal da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do oceano atlântico tropical; condições da superfície terrestre (cobertura vegetal, umidade do solo entre outros aspectos) e interações com a circulação extratropical. Esses elementos, segundo Campos (2014), estão associados ao padrão de circulação da alta troposfera da América do Sul. O mesmo autor enfatiza que a superfície terrestre é capaz de produzir uma retroalimentação na dinâmica do oceano-atmosfera relacionada ao oceano atlântico tropical a partir de sua influência direta na precipitação (NOBRE *et al.*, 2010).

A diferença entre o gradiente da temperatura da superfície do mar e a temperatura do continente já citada anteriormente, gera uma circulação termal direta com movimentos ascendentes do ar na média troposfera com precipitações sob o continente e movimentos descendentes no oceano com situações secas no oceano (CAMPOS, 2014).

Nobre *et al.* (2010), Campos (2014) e Gan *et al.*(2016) estabeleceram os eventos típicos de alta e baixa troposfera das monções que serão brevemente expostos a seguir.

Dessa forma, para alta troposfera, o verão chuvoso é estabelecido por uma circulação de anti-ciclone sob a Bolívia (Alta da Bolívia) e ocorre em resposta a liberação de calor latente na zona de convecção profunda. Esse local denominado de Alta da Bolívia representa uma região de máxima precipitação, segundo Garcia (2010).

Assim, ocorre um evento inverso nas regiões tropicais e subtropicais no Atlântico Sul próximas as zonas costeiras do nordeste brasileiro. Já em baixos níveis podem-se elencar os seguintes eventos: a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS); a baixa pressão termal na região denominada “El Chaco” que fica no norte da Argentina (Baixa do Charco); formação de sistemas de alta pressão e circulação anti-ciclônica em áreas oceânicas subtropicais (Atlântico e Pacífico), também chamadas de Alta Subtropical do Atlântico Sul, que ocorre sobre o escoamento continental; jato em baixo nível a leste dos Andes (região amazônica) que se caracteriza por um transporte de umidade dessa região para o interior do continente até o sudeste da América do Sul. É importante salientar que, segundo Gan *et al.* (2016), durante o verão há o acoplamento atmosférico entre os baixos e alto níveis troposféricos. É interessante notar que essas características principais são mais evidentes nos meses de verão, especialmente de dezembro a fevereiro (NOBRE *et al.*, 2010).

Gan *et al.* (2016), explicita em seus estudos que ao mesmo tempo em que esses eventos acontecem, ocorre um acoplamento direto entre a circulação do Oceano Pacífico e a Monção da América do Sul. Isso ocorre devido à formação de uma convecção profunda associada à monção e a Zona de Convergência do Atlântico Sul sobre o continente, a leste da Cordilheira dos Andes. Essa convecção, segundo Gan *et al.* (2016), sofre influência dos fluxos de umidade que se originam no oceano Atlântico. Já a oeste da Cordilheira dos Andes pode-se verificar o ar frio

descendente. Este é responsável pela formação de nuvens na estratosfera sobre a região da alta subtropical do Pacífico Sul.

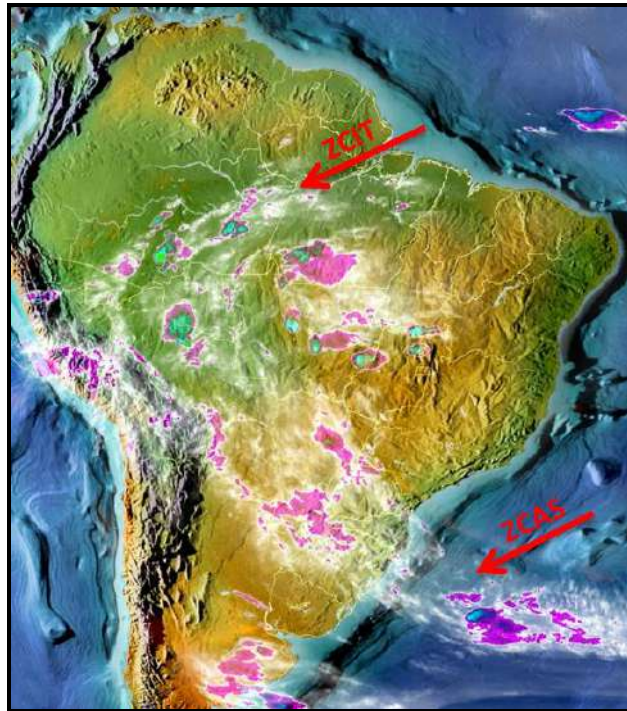
O Sistema de Monção da América do Sul possui um ciclo sazonal com algumas fases descritas por Campos (2014) e Gan *et al.* (2016), baseados nos estudos de Zhou e Lau (2001). Resumidamente, a fase madura ocorre entre dezembro e fevereiro e se caracteriza pela formação de atividade convectiva atuante sobre a região central do Brasil unida a uma banda de convectividade que é a Zona de Convergência do Atlântico Sul que se estende sobre o sudeste do Brasil e o oceano Atlântico. Já a sua fase final ocorre entre março e maio com enfraquecimento progressivo da monção até o seu desaparecimento (GARCIA, 2010; CAMPOS, 2014; GAN *et al.*, 2016).

Vários fatores podem ser citados como responsáveis pela variabilidade em diferentes escalas de tempo do Sistema de Monções da América do Sul como, por exemplo, o El Niño Oscilação Sul (ENOS) em escala interanual e a Oscilação Decenal do Pacífico (ODP); Variabilidade do Atlântico Tropical (VAT); inclusões de ar frio de latitudes médias e Oscilações Multidecais do Atlântico (OMA) para diferentes escalas de tempo (CAMPOS, 2014). Consoante a isso, é interessante ressaltar que as mudanças nos padrões das características do Sistema de Monção da América do Sul causam eventos extremos como enchentes, secas, entre outros. De acordo com Gan *et al.* (2016), muitos desses eventos estão relacionados às interações oceano-atmosfera com especial destaque para o oceano Pacífico tropical que dá origem ao aparecimento natural do El Niño- Oscilação Sul (ENOS). Esses fenômenos não serão aprofundados nesse estudo. Liu *et al.* (2004) e Nobre *et al.* (2010) ainda ressaltam que o total entendimento desses fatores é difícil de ser determinado e compreendido uma vez que eles estão intrinsecamente ligados entre si.

Apesar da existência dessa dificuldade de compreensão diante da complexidade do Sistema de Monção da América do Sul cabe realizar um breve destaque para a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que são elementos-chave para o entendimento do ciclo hidrológico da América do Sul Tropical e subtropical.

Indicações sobre o posicionamento da ZACS e ZCIT podem ser vistas na figura 2 disposta abaixo,

Figura 2 - Sistema de Monções da América do Sul (SMAS).



Legenda: Em destaque em vermelho estão a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e sua abrangência nas regiões sul e sudeste do Brasil.

Fonte: A autora, 2020

2.1.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) compreende um cordão de nebulosidade e convecção constituído pela convergência de ventos alísios secos de nordeste e sudoeste de ambos os hemisférios e ventos úmidos provenientes de sudeste para noroeste. Essa convergência produz vários fenômenos como a banda de nebulosidade convectiva propriamente dita, forte precipitação e intensa libertação de calor latente (SACHS *et al.*, 2009; CAMPOS, 2014; SCHNEIDER *et al.* 2014; NOGUEIRA, 2016).

É importante citar que a Zona de Convergência Intertropical é um dos mais importantes sistemas meteorológicos dos trópicos e integra a circulação geral da atmosfera (GARCIA, 2010). A ZCIT também é um dos elementos responsáveis pela regulação dos regimes de chuvas em latitudes perto de de 10°N no verão boreal e 3°N no inverno boreal (SACHS *et al.*, 2009). Exatamente por isso, ela influencia a precipitação em três continentes, África, América e Ásia. Além disso, a ZCIT

caracteriza diferentes condições climáticas na região tropical e está envolvida com a manutenção do balanço térmico global. Esse último fenômeno ocorre uma vez que a Zona de Convergência Intertropical se localiza no ramo ascendente da célula de Hadley e ocasiona a transferência de calor e umidade dos níveis inferiores da atmosfera das regiões tropicais para os níveis superiores da troposfera e para as médias e altas latitudes (SACHS *et al.*, 2009; NOGUEIRA, 2016).

A Zona de Convergência Intertropical se posiciona a partir de combinações de características oceânicas e atmosféricas, como por exemplo: a confluência de ventos alísios e a banda de cobertura de nuvens convectivas que já foram citadas anteriormente; a zona de máxima temperatura da superfície do mar e a região do cavado equatorial (GARCIA, 2010).

Vale salientar que a ZCIT varia de posição ao longo do ano e das décadas (SCHNEIDER *et al.* 2014. NOGUEIRA, 2016). De modo geral, ela se localiza mais ao Sul durante o verão austral e mais ao Norte no verão boreal (MELO *et al.*, 2002; NOGUEIRA, 2016). Dessa forma, as suas características realizam um deslocamento norte-sul durante o ano, podendo atingir latitudes mais ao norte em agosto e setembro e latitudes mais ao sul entre março e abril (GARCIA, 2010). Um exemplo sobre essa variação de posicionamento médio anual pode ser visto na figura 3.

Essas variações são responsáveis por alterar o regime de chuvas em países das regiões equatoriais e influenciar a definição das estações secas e úmidas nos trópicos (NOGUEIRA, 2016). Essa variabilidade sazonal pode ser modulada tanto por características atmosféricas quanto oceânicas. Como exemplo de características oceânicas pode-se citar as anomalias positivas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e anomalias negativas de Pressão ao Nível do Mar (MELO *et al.*, 2002). Devido a isso é possível dizer que a Zona de Convergência Intertropical tem influência direta sobre o Sistema de Monções da América do Sul (CAMPOS, 2014). Isso pode ser corroborado a partir de apontamentos de Garcia (2010), que salienta que os ventos alísios convergentes trazem uma umidade anômala para a Amazônia na fase madura do sistema. Dessa forma, eles podem ser associados com um deslocamento para o sul da Zona de Convergência Intertropical e se relacionar com anomalias da Temperatura da Superfície do Mar do Atlântico já anteriormente citada (GARCIA, 2010).

É necessário pontuar que quando ocorrem mudanças desses padrões de variação, podem ocorrer também mudanças nos padrões de chuvas, sobretudo na

região tropical e isso pode afetar o estilo de vida de mais um bilhão de pessoas que vivem nessas regiões. Isso é possível uma vez que os padrões de chuvas controlam a subsistência do estilo de vida das sociedades desses locais (SACHS *et al.*, 2009; NOGUEIRA, 2016).

No Brasil os anos secos são proporcionados pela permanência da Zona de Convergência Intertropical em uma posição mais ao sul em meados de fevereiro e março e em anos chuvosos de abril a maio (GARCIA, 2010). Isso afeta principalmente a determinação da qualidade de chuvas na região semi-árida do nordeste e região norte do Brasil (MELO *et al.*, 2002).

Figura 3 - Posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)



Legenda: Esquema modificado de Quora (2016) demonstrando o posicionamento médio da Zona de Convergência Intertropical e seu comportamento médio nos dois hemisférios em Julho e em Janeiro.

Disponível em: <<https://goo.gl/MMRXXb>>. Acesso em 05 de julho de 2018.

2.1.2 Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) pode ser conceituada como uma banda de precipitação e nebulosidade cuja extensão inclui uma região que vai desde a Amazônia até o sudeste do Brasil (do noroeste ao sudeste) em direção ao

oceano Atlântico Sul (BOMBARDI e CARVALHO, 2008; GARCIA, 2010; NOBRE *et al.*, 2010).

A Zona de Convergência do Atlântico Sul é quase estacionária e contribui para a persistência da precipitação nas regiões continentais afetadas pelo Sistema de Monções da América do Sul. Isso ocorre uma vez que ela é capaz de conectar processos atmosféricos em baixas latitudes com os subtropicais e latitudes médias. Ao mesmo tempo em que a ZACS proporciona uma variabilidade climática da Amazônia, ela fornece a umidade dessa região para localidades mais continentais (GARCIA, 2010; NOBRE *et al.*, 2010).

O fator chave para a deflagração e manutenção a Zona de Convergência do Atlântico Sul é a convecção tropical que libera o calor latente na região amazônica. Entre alguns fatores envolvidos na variabilidade anual da Zona de Convergência do Atlântico Sul pode-se citar as anomalias da Temperatura da Superfície do Mar do oceano atlântico (NOBRE *et al.*, 2010).

Os principais sistemas atmosféricos relacionados a ZCAS podem ser brevemente visualizados na figura 4.

Figura 4 - Sistemas atmosféricos relacionados a ZCAS



Legenda: Esquema de modelo conceitual dos sistemas atmosféricos relacionados com a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul modificado de Reboita (2017). Setas brancas demonstram a posição dos sistemas em altos níveis da atmosfera: sobre a Bolívia encontra-se a Alta da Bolívia (A) e nas cercanias do Nordeste do Brasil há um cavado com um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) no seu centro (indicado com a letra B). Setas amarelas demonstram a localização do Jato de Baixos Níveis (JBN) a leste dos Andes; as linhas verdes, a posição da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Setas azuis indicam o Anticiclone do Atlântico Sul (ASAS). A letra B em destaque na costa sul e sudeste do Brasil indica uma região de baixa pressão.

Fonte: Reboita, 2017

A Zona de Convergência do Atlântico Sul possui uma fase ativa e uma fase inativa. Na fase ativa observam-se extensas áreas de convecção e precipitação na região central e sudeste do Brasil. Na fase inativa ocorrem padrões inversos de convecção e precipitação (GARCIA, 2010). Esses fenômenos são de suma importância para as monções da América do Sul e influenciam diretamente a variabilidade e intensidade da estação chuvosa durante o verão nas regiões sudeste e centro-oeste do Brasil (BOMBARDI e CARVALHO, 2008).

2.2 Paleomonções

Um dos grandes problemas encontrados no estudo das paleomonções tropicais são as curtas durações dos registros instrumentais, insuficiência de registros paleoambientais representativos (*proxies* paleoambientais) e as suas baixas resoluções temporais (NOBRE *et al.*, 2010; CAMPOS, 2014). Isso está em concordância com as observações feitas por Baker *et al.* (2001) que salientam que pouco se sabe sobre as variações do clima tropical, suas causas e suas possíveis conexões globais em escala milenar exatamente pela escassez desses *proxies* climáticos e sua baixa resolução principalmente para o Holoceno da América do Sul (BIRD *et al.*, 2011).

Apesar dessas dificuldades, trabalhos recentes documentando padrões geográficos da variabilidade das monções estão avançando sobre o entendimento das paleomonções para o Holoceno no hemisfério norte. Entretanto essa mesma compreensão para o hemisfério sul ainda permanece incompleta principalmente no que é relativo para o Sistema de Monções da América do Sul (BIRD *et al.*, 2011).

Os principais trabalhos de reconstruções paleoambientais voltados para as paleomonções desenvolvidos para a América do Sul (BAKER *et al.*, 2001; HAUG *et al.*, 2001; NOBRE *et al.*, 2010; STRÍKIS *et al.*, 2011; CAMPOS, 2014) são realizados por testemunhos de gelo, testemunhos lacustres, testemunhos fluviais, pólen e espeleotemas provenientes tradicionalmente de países como a Bolívia, Peru, Colômbia e mais atualmente Brasil.

A maior parte desses trabalhos tem uma resolução decadal a centesimal e demonstram uma convergência de entendimentos sobre a história do regime de

chuvas da Monção Sul Americana no Holoceno (STRÍKIS *et al.*, 2011; CAMPOS, 2014). De modo geral, eles mostram que na escala de tempo milenar/orbital houve mudanças latitudinais da Zona de Convergência Intertropical; mudanças do ciclo sazonal da incidência de radiação solar; mudança da convecção tropical continental e mudança da temperatura da superfície do mar do oceano atlântico (TSM) e isso causou flutuações do Sistema de Monções da América do Sul (BAKER *et al.*, 2001; LIU *et al.*, 2004; YANCHEVA *et al.*, 2007; BIRD *et al.*, 2011). Isso é corroborado por outros autores que ressaltaram, a partir de dados paleoclimáticos, a associação da Zona de Convergência Intertropical com as mudanças na circulação atmosférica dos trópicos e conseqüentemente, com as monções da América do Sul (BROCCOLI *et al.*, 2006; SCHNEIDER *et al.*, 2014).

O Holoceno na literatura é reconhecido como uma época de flutuações climáticas em escalas milenares e seculares inclusive em termos de variações das taxas de precipitação das monções da América do Sul (LIU *et al.*, 2004; STRÍKIS *et al.*, 2011). Tal entendimento é corroborado por Liu *et al.* (2004) que relatam que os registros paleoambientais em geral e evidências geomorfológicas ou bioestratigráficas evidenciam mudanças na superfície de cobertura da água que por sua vez demonstram que houve grandes mudanças regionais das monções durante o Groelândiano a Nortegripiano.

Os estudos também relatam um período de relativa aridez no Holoceno no hemisfério sul com especial destaque para para o Nortegripiano a Megalayano que impactaram o ambiente do território brasileiro. Tal fato é brevemente abordado por Haug *et al.* (2001) que sugeriu uma tendência de condições mais secas evidenciadas por altas amplitudes de flutuação e precipitação mínima no Megalayano para a América do Sul, com especial destaque para o Brasil. Esse entendimento é corroborado por Baker *et al.* (2001) que ressaltam que o máximo de aridez ocorreu entre 8 mil e 5.500 A.P. como resultado de um período de baixa insolação do verão.

De modo geral, entende-se que no Holoceno da América do Sul havia uma relação da precipitação com eventos climáticos do Oceano Atlântico Norte, com participação de condições do El Niño, do Pacífico Tropical e variação mais para o sul da Zona de Convergência Intertropical (HAUG *et al.*, 2001; STRÍKIS *et al.*, 2011).

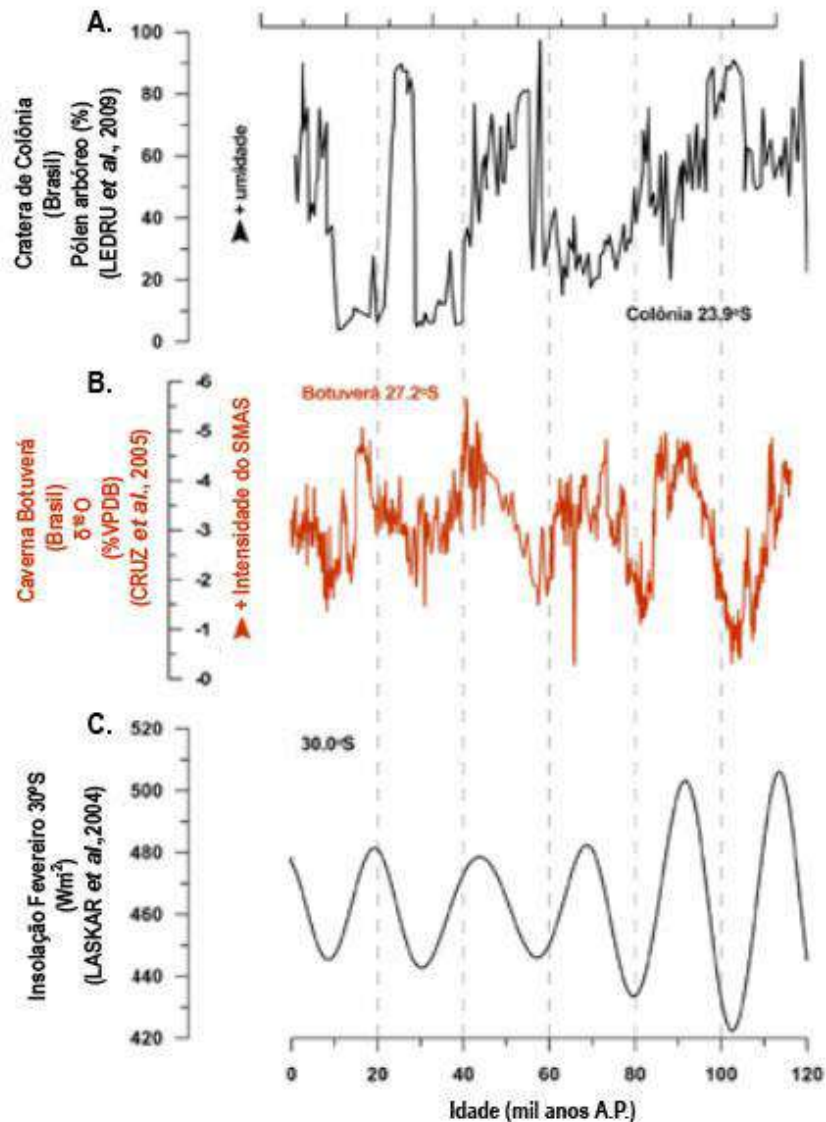
Apesar dessas observações, a dinâmica e os mecanismos que afetaram o Sistema de Monções da América do Sul e que proporcionaram essa aridez ainda são pouco claros na literatura (STRÍKIS *et al.*, 2011).

A falta de *proxies* de alta resolução climática para o Holoceno para a América do Sul ainda esconde o real entendimento do processo sazonal da variabilidade do Sistema de Monções da América do Sul em termos de escalas decadais e milenares (NOBRE *et al.*, 2010; BIRD *et al.*, 2011).

É imperativo identificar a duração, a direção e a manigutde das paleomonções em resolução decadal e centenal do Sistema de Monções da América do Sul do passado através de registros ou *proxies* paleoclimáticos de alta resolução. Isso pode ajudar estabelecer novos *insights* sobre as causas, dinâmicas e os fatores que influenciam esse sistema em maiores amplitudes temporais e proporcionar um melhor entendimento dos sistemas climáticos atuais, (YANCHEVA *et al.*, 2007; BIRD *et al.*, 2011). A descoberta e desenvolvimento de novos *proxies* paleoclimáticos de alta resolução para a América do Sul pode ajudar a preencher lacunas do conhecimento sobre as monções dessas áreas.

A figura 5 abaixo demonstra um recorte sobre o entendimento das monções sul-americanas nos últimos 120 mil anos A.P. a partir de diferentes *proxies*.

Figura 5 - Diferentes registros multiproxy das paleomonções na América do Sul



Legenda: Esquema modificado de Sifeddine *et al.* (2014) demonstrando as variações dos últimos 120 mil anos A.P. a partir de diversos registros diferentes e *proxies*. Todos os gráficos demonstram um mesmo padrão para os últimos 120 mil anos A.P. e exemplificam a complexidade do estudo sobre este tema demonstrando que, de forma geral, os padrões de insolação modulam os padrões de precipitação. (a) Gráfico relativo a variação de porcentagem de pólen na localidade de Cratera de Colônia no estado de São Paulo. (b) Gráfico demonstra a variação dos valores de δ^{18} obtido através de espeleotemas na localidade de Botuverá em Santa Catarina a partir de dados de Cruz *et al.* (2005). (c) Demonstra a variação da insolação para latitudes de 30°S para o mês de fevereiro a partir de dados de Laskar *et al.* (2004).

Fonte: Modificado de Sifeddine *et al.* (2004), Cruz *et al.*, (2005) e Laskar *et al.* (2004).

3 PANORAMA PALEOCLIMÁTICO DA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DAS MONÇÕES DA AMÉRICA DO SUL

O planeta durante o Quaternário passou por alternância de períodos glaciais e interglaciais sendo que cada um desses períodos pode ter diferentes durações (DAL'BO e BORGHI, 2014).

O Holoceno, segundo Neto e Nery (2005), representa o período mais recente do Quaternário e se iniciou ao final da última glaciação, há aproximadamente 11,7 mil anos. Esse intervalo foi caracterizado como uma época de interglaciação onde houve uma miríade de eventos climáticos com efeitos significativos como o recuo das geleiras conjuntamente com o aquecimento da atmosfera. Isso possibilitou que o Holoceno apresentasse condições climáticas mais quentes e, em certa medida, similares ao presente (NETO e NERY, 2005; MELO e MARENGO, 2008). Como exemplos de mudanças significativas causadas pelas forçantes climáticas holocênicas pode-se citar: as mudanças na temperatura; alterações na precipitação; oscilação do nível médio do mar; variação da intensidade dos sistemas de monções; oscilações do ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) entre outros fenômenos (MELO e MARENGO, 2008). Um dos grandes destaques desse range temporal é o desenvolvimento das civilizações humanas (NETO e NERY, 2005).

Tal período foi intensamente marcado por eventos paleoclimáticos e exatamente por isso é importante realizar estudos sobre esse tema para que: seja possível conhecer a variabilidade climática do planeta; se possa separar mudanças climáticas naturais de mudanças causadas pela ação humana além de proporcionar a validação de modelos climáticos, principalmente os que consideram eventos extremos. Isso permite que a sociedade tenha uma perspectiva futura diante de diferentes parâmetros climáticos (SIFEDDINE *et al.*, 2014).

Os estudos de simulação climática de Melo e Marengo (2008) foram comparados com dados paleoclimáticos da América do Sul para o Holoceno. Segundo esses autores, na transição do Pleistoceno para o Groenlândiano da América do Sul, entre 11 e 9 mil anos A.P., houve um período de aquecimento que foi seguido por um esfriamento gradativo no Nortegripiano. Esse período mais quente pode ser explicado por uma reorganização na escala de transporte latitudinal de calor pelos oceanos e atmosfera.

No Nortegripiano a radiação solar no topo da atmosfera se diferenciou da quantidade de radiação dos dias atuais devido a alteração de parâmetros orbitais. Dessa forma, o Nortegripiano para as regiões amazônicas, sul e sudeste do Brasil foi mais seco do que o que é encontrado atualmente (MELO e MARENGO, 2008). Da mesma forma, no Megalayano, há aproximadamente 4 mil anos A.P., as condições climáticas se tornaram mais úmidas havendo um aumento da precipitação no Brasil tropical enquanto que, na mesma época, o Hemisfério Norte passava por episódios de seca. Tais condições, segundo apontamentos de Sifeddine *et al.* (2014), podem estar relacionadas a um deslocamento mais ao sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

De forma geral, Sifeddine *et al.* (2013, 2014) relatam que o registro instrumental climático sulamericano, com destaque para as regiões tropicais e subtropicais brasileiras, é muito curto e dificilmente ultrapassa um século de duração. Da mesma forma, os *proxies* paleoclimáticos e paleoceanográficos tropicais são muito escassos e não estão disponíveis em todas as regiões (AMBRIZZI e ARAÚJO, 2014). Além disso, os estudos paleoclimáticos desse continente são muito recentes. Como exemplo disso Sifeddine *et al.* (2014) ressaltam que os trabalhos que abordam a pluviosidade em escala temporal orbital nos trópicos só começaram a ser executados há aproximadamente 20 anos na América do Sul. Como visto anteriormente, a maior parte desse tipo de trabalhos eram somente destinados ao hemisfério Norte. Os estudos das mudanças climáticas tropicais da América do Sul se tornaram mais disponíveis, em sua maioria, através de análises palinológicas obtidas de dados de sedimentação lacustre (THOMAS e THORP, 1995).

A grosso modo, os registros paleoclimáticos e paleoceanográficos envolvendo o Sistema de Monções da América do Sul demonstram que mudanças de insolação do planeta em escala orbital afetam diretamente a precipitação de setores tropicais e subtropicais brasileiros como a região sudeste e sul que são locais especialmente relacionados com o Sistema de Monções da América do Sul (SMAS). Mudanças desses padrões climáticos envolvendo o SMAS e a ZCIT, segundo Sifeddine *et al.* (2014), podem ser observadas em registros paleoclimáticos e paleoanográficos. Vale lembrar que o SMAS é reforçado por altos valores de insolação de verão típicos do hemisfério sul (AMBRIZZI e ARAÚJO, 2014; SIFEDDINE *et al.*, 2014). Já em escala milenar, as mudanças abruptas ocorreram no gradiente de temperatura

do oceano atlântico associada a ZCIT e o SMAS provocada por alterações da intensidade da Circulação de Revolvimento Meridional do Atlântico. Segundo Ambrizzi e Araújo (2014), quando essa circulação tem uma atividade mais fraca, há um aumento na precipitação das regiões tropicais e subtropicais.

Para entender esses eventos e suas dinâmicas, foram realizados vários estudos paleoclimáticos com mais diferentes tipos de *proxy records* ou arquivos naturais. É importante grifar que esses *proxies* climáticos são úteis na detecção de mudanças climáticas do passado e possibilitam a comparação das condições pretéritas com as atuais, além de servirem como base para a validação de reconstruções realizadas por modelos climáticos (ARAÚJO *et al.* 2003; MELO e MARENGO, 2008; DAL'BO e BORGHI, 2014; SIFEDDINE *et al.*, 2014).

É interessante notar que alguns autores como Araújo *et al.* (2005) sugerem que os seres humanos também podem ser vistos como marcadores paleoambientais holocênicos na América do Sul. Isso seria possível uma vez que a sua presença, principalmente no Brasil, parece estar associada com a disponibilidade de água uma vez que ela está diretamente relacionada a recursos alimentares. Como exemplo os autores citam que os eventos de seca que ocorreram especialmente no Nortegripiano brasileiro provocaram a migração de seres humanos ao longo do território do país. Essas populações teriam realizado essas ações para evitar as consequências nocivas das mudanças climáticas. Dessa forma, há a proposta de que os dados arqueológicos deveriam ser melhor explorados e reconhecidos como base para inferências paleoambientais (ARAÚJO *et al.*, 2005).

No mesmo diapasão, encontram-se as considerações de Sifeddine *et al.* (2014) que relatam brevemente o padrão de ocupação do território brasileiro que estava ocupado há aproximadamente 12 mil anos A.P. e que variou ao longo do Holoceno de acordo com as flutuações climáticas desse intervalo.

Segundo os já supracitados autores, inicialmente a ocupação teria ocorrido nas zonas costeiras onde haveria maior estabilidade climática e maior quantidade de recursos alimentares. Em um momento posterior, teria ocorrido uma interiorização dessas populações quando o clima se tornou mais quente e úmido permitindo que os seres humanos se expandissem ao longo do continente.

No Nortegripiano houve o chamado Hiato do Arcaico caracterizado por um *gap* de registros dessas populações no centro-leste brasileiro. A provável causa, apresentada nos estudos de Sifeddine *et al.* (2014), seria o impacto climático da

insolação de verão austral sobre as massas de ar. Isso teria modificado o padrão das chuvas para essas regiões tornando-as áridas. Essa instabilidade climática pode ter sido a causa para o deslocamento das populações do interior para regiões mais estáveis nas zonas costeiras. É válido salientar que as zonas costeiras já estavam ocupadas pelas populações sambaqueiras há mais de 7 mil anos A.P. e os sambaqueiros foram absorvidos ou extintos por esse contato com populações interioranas (paleoíndios) falantes das línguas tupi-guarani, típicos da Amazônia, assunto que será abordado posteriormente em outro capítulo. A história desses dois grupos étnicos pode ser datada temporalmente por estudos genéticos e essas informações podem ser conjugadas com os fatores climáticos para indicar como o clima pode transmutar as densidades das populações humanas, as ondas migratórias e a reorganização desses grupos pré-históricos influenciando também na complexidade social dessas populações (SIFEDDINE *et al.*, 2014).

Ressalta-se que os estudos paleoclimáticos do Holoceno do Brasil utilizam diversos tipos de registros naturais que podem funcionar como: indicadores biológicos (nanofósseis, conchas de bivalves, foraminíferos, escavações de fósseis ou subfósseis); indicadores geomorfológicos e geológicos (dunas costeiras, lagunas, restingas, terraços marinhos); indicadores isotópicos; indicadores biogeoquímicos como o TOC; indicadores físicos (microcarvão) e indicadores arqueológicos (sambaquis) (DAL'BO e BORGHI, 2014).

No caso do Holoceno da região Norte, principalmente na região amazônica, a maior parte dos estudos envolvem testemunhos lacustres e normalmente são multidisciplinares associando paleovegetação, geoquímica e sedimentologia. Esses dados, segundo Sifeddine *et al.* (2014), indicam uma alternância de períodos de floresta úmida e vegetação típica de ambientes secos.

No caso das regiões Sul e Sudeste brasileiras, foco primordial deste capítulo, os estudos são focados nas mudanças da vegetação e níveis de lagos e mais recentemente começaram a ser voltados para os espeleotemas. De modo geral, segundo Sifeddine *et al.* (2014), essas análises objetivam investigar como as oscilações da insolação de verão causaram alterações nos padrões de precipitação tropical e extratropical para o Quaternário e mais especificamente para o Holoceno. Panoramicamente, segundo compilação de dados desses mesmos autores, os estudos demonstraram que nesse intervalo houve mudança da cobertura vegetal relacionada com alterações da temperatura, umidade e insolação.

De modo geral, as reconstruções climáticas brasileiras dependem das resoluções obtidas de cada área. A maior parte dos estudos regionais não podem ser generalizados uma vez que os vestígios paleoambientais e arqueológicos apresentam muitas lacunas e podem estar ausentes em muitas regiões (ARAÚJO *et al.*, 2005).

Consoante a isso, ressalta-se que não existem estudos que agrupem entendimentos regionais de forma significativa e clara. A maior parte dos trabalhos paleoclimáticos voltados para o Holoceno do Brasil têm uma abrangência local e bastante pontual. Isso dificulta a obtenção de um consenso da literatura para as diferentes regiões do Brasil.

3.1 Região Sudeste do Brasil

Os trabalhos de reconstrução paleoambiental e paleoclimática realizados no Sudeste do Brasil para o Holoceno estão enfocados na dinâmica da alteração da vegetação. Tais estudos, em sua grande maioria, utilizam dados palinológicos e isotópicos obtidos através de testemunhos lacustres.

De modo geral, a região sudeste passou o último glacial com uma maior expansão de savanas refletindo condições climáticas áridas como um reflexo posterior da migração latitudinal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (BEHLING, 2002; MAHIQUES *et al.*, 2009).

Mahiques *et al.* (2009), a partir de *proxies* como carvão, dados de paleovegetação e palinologia, relatam que as regiões tropicais brasileiras, apresentaram condições relativamente áridas, com florestas restritas, principalmente entre 8.000 e 3.000 anos A.P.

Tal situação já havia sido corroborada por Behling (1998) para o sudeste brasileiro no Groenlândiano. Nessas regiões ocorriam diferentes formas de cerrados correspondendo a estações secas longas. Tais vegetações foram substituídas ao longo do Holoceno por florestas semi-decíduas em locais com estações secas curtas e por florestas tropicais em regiões sem estações secas significativas. O clima árido perdurou pelo menos até o Nortegripiano o que resultou em uma dinâmica altamente complexa da vegetação do sudeste brasileiro ao longo do Holoceno (GOUVEIA *et*

al., 2002). No contexto específico do sudeste brasileiro, as condições úmidas começaram a aparecer por volta de 6.850 anos A.P. e, de forma geral, as áreas costeiras eram mais úmidas provavelmente por fatores orográficos onde florestas tropicais começaram a se desenvolver em um período anterior, em aproximadamente 14.250 anos A.P. (ARAÚJO *et al.*, 2005).

Behling (2002) realizou uma análise mais regional para o sudeste e sugeriu que a mudança para condições climáticas mais úmidas teria começado entre 6.000 e 5.000 anos A.P. sendo que o range mais úmido dentro desse intervalo teria ocorrido nos últimos 1.000 anos A.P.

Gouveia *et al.* (2002) e Pessenda *et al.* (2004) fizeram reconstruções paleoambientais para o Holoceno do sudeste brasileiro utilizando carvão e análises isotópicas de carbono para relacionar incêndios em momentos áridos do Holoceno. Os dados acharam uma congruência de intervalos paleoclimáticos secos entre o sudeste, sul e centro-oeste brasileiro para o Holoceno (PESSENDA *et al.*, 2004).

Outros estudos levaram em conta análises *multiproxy* que incluíram questões oceanográficas, ações de ventos nas correntes do oceano atlântico, entre outros elementos (MAHIQUES *et al.*, 2009).

3.2 Região Sul

Há uma extensa quantidade de estudos multidisciplinares envolvendo reconstruções paleoambientais e paleoclimáticas para a região Sul do Brasil e que abarcaram uma grande quantidade de localidades entre os três estados formadores dessa região (BHELING, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Um desses estudos foi conduzido por Behling (1998, 2002) e foi revisitado posteriormente por Oliveira *et al.* (2005). Os autores realizaram análises palinológicas que ajudaram a reconstruir a paleovegetação e relacioná-la com alterações climáticas envolvendo os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

Esse estudo relata que a região sul, de modo geral, possuía, entre o Groenlândiano e Nortegripiano, uma predominância da vegetação de campos nas terras altas refletindo um período quente e árido com uma estação anual seca de

aproximadamente três meses que impediu o desenvolvimento das florestas de araucárias (BEHLING, 1998, 2002; ARAÚJO *et al.*, 2005). Segundo Behling (1998) e corroborado de Araújo *et al.* (2005), essa condição climática pode ser explicada pela influência de massas tropicais secas continentais que teriam bloqueado frentes frias polares. Esse mesmo autor relata que é possível que essa aridez também fosse encontrada no sudeste brasileiro para a mesma época.

A floresta de araucárias, típica da região sul do Brasil, começou a se expandir como matas de galeria ao longo dos rios por volta de 3.000 anos A.P. indicando um aumento progressivo da umidade (BEHLING, 1998, 2002; ARAÚJO *et al.*, 2005). Esse aumento da umidade é corroborado por apontamentos de Araújo *et al.* (2005) que relatam a existência de uma vegetação mais exuberante restritas aos mesmos lugares citados anteriormente.

O Megalayano é um *range* onde predomina a umidade sem estações secas significativas. Isso pode ser explicado por uma influência de frentes frias durante os últimos 1.000 a 1.500 anos A.P. conjuntamente com massas continentais tropicais secas. Percebe-se nesse mesmo intervalo que a estação seca anual diminuiu ou se tornou inexistente (ARAÚJO *et al.*, 2005). Outro elemento importante para influenciar essa situação são as massas de ar tropicais atlânticas úmidas que eram transportadas do Sul e Sudeste (BEHLING, 1998).

A floresta de araucária se pronunciou no Megalayano para terras mais altas substituindo mais efetivamente a vegetação de campos em 1.000 anos A.P. no Rio Grande do Sul e após 1.500 anos A.P. no Paraná indicando a existência de um clima mais úmido e que perdura até os dias atuais (BEHLING, 1998, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

3.3 Região Amazônica

Como dito anteriormente, mudanças globais ocorreram ciclicamente na história do planeta, inclusive no Pleistoceno e Holoceno. Esses dois *ranges* temporais possuíram eventos de flutuações climáticas na região da Amazônia que impactaram a biota como um todo e influenciaram processos de vicariância, extinção e dispersão dos seres vivos (ABSY e SILVA, 2009).

Segundo Fisch *et al.* (1998), a Bacia Amazônica possui uma área de aproximadamente 7,5 milhões de km². Esse território de grande extensão é compartilhado entre vários países como a Bolívia, Colômbia, Equador, Peru, Venezuela, Guiana, Suriname e Brasil (FISCH *et al.*, 1998; JUSTINICO e SANCHEZ, 2011). A região amazônica é limitada a oeste pela Cordilheira dos Andes, a norte pelo Planalto das Guianas, ao sul pelo Planalto Central e a leste pelo oceano Atlântico. Por sua vez, a Amazônia brasileira, também chamada de Amazônia Legal, abrange os estados de Rondônia, Roraima, Acre, Amapá, Pará e parte dos estados de Tocantins, Maranhão e Mato Grosso (FISCH *et al.*, 1998).

A região da Bacia Amazônica possui importâncias ambientais diversas. Entre elas pode-se citar o fato de representar o maior componente do ciclo hidrológico e de carbono global; ser uma importante fonte de metano e representar um local de alta biodiversidade e endemismo. Em termos hidrológicos, uma grande parte da água é reciclada na Bacia Amazônica pelo evaporação, precipitação e evapotranspiração da floresta em conjunto com o calor latente da atmosfera. Todos esses componentes são responsáveis por configurar a convecção atmosférica e o ciclo hidrológico mais intenso da Terra (BENDLE *et al.*, 2010). Além disso, a Bacia Amazônica representa um elemento essencial para o Sistema de Monções da América do Sul uma vez que ela exporta a umidade dos trópicos para os subtropicais em direção ao setor oeste do atlântico sul reciclando a água através da vegetação e a superfície do solo e contribuindo para o ciclo hidrológico dos Andes (POKHREL *et al.*, 2014);

Exatamente por isso, reconstruções paleoclimáticas dessa região podem fornecer diferentes *insights* para a compreensão da evolução ambiental dessa área ao longo do tempo e fornecer subsídios para a exploração racional dos recursos da região e planejamento de atividades urbanas, agrícolas, pecuárias e de preservação da natureza (KRAMER e STEVAUX, 2001).

De modo geral a região amazônica foi ambientalmente estável e resiliente a mudanças climáticas rápidas (da ordem de centenas a milhares de anos) ao longo do Quaternário (SÁ, 2010). Entretanto, é fato que a região amazônica é intrinsecamente diversa uma vez que ela possui uma grande extensão e variação latitudinal. Soma-se a isso a questão de que essa região tem uma fisiografia bem complexa com planaltos, montanhas, florestas de galeria, caatinga e refúgios de florestas (KNIPIS *et al.*, 2005). Exatamente por isso, as flutuações climáticas

ocorridas na abrangência amazônica ao longo do Holoceno não foram absolutamente homogêneas ou uniformes (PESSENDA *et al.*, 1998; COSTA *et al.*, 2007; SÁ, 2010; BUSH *et al.*, 2014). Essa falta de uniformidade climática regional também se estabelece para eventos extremos, incluindo episódios de seca (BUSH *et al.*, 2014).

Um exemplo dessa heterogeneidade é apresentado por Absy e Silva (2009) em relação a diferentes regiões amazônicas dentro do território brasileiro. Segundo esses autores, as extremidades sul e sudeste da Amazônia passaram por grandes flutuações das suas coberturas florestais ao longo do Holoceno. No final do Pleistoceno a savana foi substituída por uma floresta tropical úmida. Já na porção noroeste da Amazônia (Exemplo: Lagoa da Pata), houve a ausência de savanas e a floresta tropical úmida ocorreu de forma contínua durante o mesmo período.

Nessa seara, Sá (2010) e Stríkis e Novello (2014), confirmam esses apontamentos salientando que essa aparente calma holocênica é enxergada sobre a ótica de uma diminuição da amplitude da variação climática em comparação com outros ranges temporais anteriores da história do planeta. Contudo, ainda existiram eventos climáticos que impactaram ecossistemas e que contribuíram para a extinção de espécies, dispersão de assentamentos humanos e mudanças ambientais diversas.

Eventos de flutuações climáticas bem conhecidos são os que ocorreram entre períodos glaciais e interglaciais. Vários autores relatam que a região amazônica foi afetada por alternância de períodos de aridez e umidade típicos dessa dinâmica e tais eventos impactaram também na mudança das vegetações desses locais. Em períodos mais áridos houve a predominância de savanas enquanto que em climas mais úmidos houve a predominância de florestas mais exuberantes (FISCH *et al.*, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2005; ABSY e SILVA, 2009).

De acordo com Pessenda *et al.* (1998), ocorreram episódios de aridez intensa durante o fim do Pleistoceno e o início do Holoceno. Dias *et al.* (2011) também relatam que o Nortegripiano da região também apresentou um clima mais seco do que o encontrado atualmente. De acordo com Martinelli *et al.* (1996) e Kipnis *et al.* (2005), nesses períodos mais secos, a vegetação seria composta de cerrado ou savana com a presença de alguns refúgios florestais. Já nos períodos mais úmidos, as florestas teriam se aglutinado e a extensão da vegetação de cerrado teria diminuído (PESSENDA *et al.*, 1998; KIPNIS *et al.*, 2005). Em um momento posterior

essas florestas fragmentadas se uniram e deram origem ao cenário observado atualmente (PRATES, 2011).

Essa alternância de aridez e umidade e a fragmentação das florestas típicas do Holoceno (mosaico floresta-savana) permitiram a existência de áreas de endemismo de acordo com a chamada Teoria do Refúgio. Os principais *proxies* e análises utilizadas para as reconstruções paleoclimáticas dessa região são as de palinologia, petrografia e isotópicas (PESSENDA *et al.*, 1998; KNIPIS *et al.*, 2005).

De forma geral, Melo e Marengo (2008) relatam que entre 11.000 e 9.000 anos A.P. a região passou por um aquecimento e por uma maior intensidade do El Niño. Fish *et al.* (1998) relatam que nesse limite do Pleistoceno-Holoceno não haviam ocorrência de florestas. Posteriormente, houve um esfriamento gradativo do clima ao longo do Holoceno.

O Nortegripiano da região (em aproximadamente 6 mil anos A.P.) também passou por uma redução das taxas da precipitação. Essa aridez típica do Nortegripiano, de acordo com Marchi (2013), foi especialmente verificada na parte central e sul da Amazônia e é semelhante ao que pode ser encontrado para a região sul do país. Isso pode ter enfraquecido o transporte da umidade da Bacia Amazônica para a Bacia da Prata e a formação da ZACS que é o elemento mais importante do SMAS uma vez que ele faz a conexão do ciclo hidrológico da Bacia Amazônica principalmente para as regiões sudeste e centro-oeste do Brasil (FISCH *et al.*, 1998; MARCHI, 2013; STRÍKIS e NOVELLO, 2014). Esse processo pode ter se somado a um deslocamento mais ao sul da ZCIT e a quatro eventos severos de El Niño ao longo do Nortegripiano (FISCH *et al.*, 1998; MARCHI, 2013). Esse período de seca é bem observado em *proxies* paleoclimáticos como Carbono Orgânico Total em rios, microcarvão, além de registros palinológicos. Esse déficit no ciclo hidrológico teve um impacto nas comunidades de seres humanos principalmente na região central e podem ter sido uma força para uma grande migração humana de larga escala ao longo do território brasileiro também conhecido como Hiato do Arcaico (SIFEDDINE *et al.*, 2014).

É importante dizer que, segundo Fisch *et al.* (1998), quando ocorrem eventos de El Niño (aquecimento das águas do Pacífico equatorial central), há uma diminuição de precipitação na Amazônia do Norte. Sá (2010) afirma que as alternâncias de fases secas e úmidas da Amazônia Central sugerem que uma das maiores forças da precipitação dessa área seria o ENSO. Isso também está

relacionado com uma posição mais ao norte da ZCIT e também com a diminuição da intensidade dos ventos alísios de Nordeste. Isso diminui a umidade que entra no interior da região amazônica além de influenciar outros eventos de grande magnitude para boa parte da América do Sul. Sá (2010) e Bertassoli Júnior (2019) reafirma que o fator primordial de controle da variação do clima da Amazônia é a ZCIT e as mudanças de temperatura da superfície do mar do oceano atlântico e pacífico. Outros fatores importantes seriam eventos de La Niña entre outros elementos que tiveram maior ação nos últimos 4 mil anos A.P.

Esses elementos afetam diretamente o transporte de umidade através da Amazônia e controlam parcialmente a descarga do Rio Amazonas e seus rios tributários. Essa importância da ZCIT para a precipitação da região amazônica é amplamente debatida na literatura. Sua posição (mais ao norte entre abril e outubro e mais ao sul entre novembro a março, variando entre 10°N- 10°S) influencia no carreamento da umidade do oceano para a essa região (RODRIGUES, 2011).

O mesmo pensamento é acompanhado por Pessenda *et al.* (1996) e Sá (2010) para o Nortegripiano e Megalayano da Amazônia Central. Segundo esses autores, existiram cinco intervalos de clima seco, a saber: entre 7.500 e 6.000 anos A.P.; entre 4.200 e 3.500 anos A.P.; entre 2.700 e 2.000 anos A.P.; entre 1.500 e 1.200 anos A.P. e entre 700 e 400 anos A.P. Rodrigues (2011) relata que a redução de umidade ocorreu ao longo de parte do Nortegripiano até o Megalayano (entre 6.800 e 1.600 anos A.P.) e durante esses eventos a vegetação realmente estava mais vulnerável a incêndios pelas condições climáticas mais áridas. Segundo Sá (2010), o Megalayano passou por alternância de fases úmidas e secas reguladas pelo ENSO que intensificaram a sazonalidade da precipitação. Essas fases secas estariam relacionadas a diminuição das taxas de precipitação.

Fisch *et al.* (1998) de certa forma, corroboram esses dados através de estudos realizados com dados palinológicos. Segundo esses autores, entre 5 e 3 mil anos A.P. existiram grandes áreas de savana em áreas hoje ocupadas por florestas. Já entre 4.000 e 2.100 anos A.P. e perto de 700 anos A.P. houve uma variação do padrão de chuvas na região. Isso também influenciou o rebaixamento do nível dos rios e até mesmo o desaparecimento de algum deles. Tal variação do níveis dos lagos também foi observado ao longo do Nortegripiano demonstrando um padrão típico de seca para esse range tempora (BUSH *et al.*, 2014).

4 SAMBAQUIS

O Quaternário representa um período de tempo relativamente curto que pode possuir, dependendo do objeto de análise, evidências em grande número e com alto potencial de preservação de condições do passado. Um dos maiores marcos do último andar do Quaternário (Holoceno) é a presença humana e sua interação com o meio ambiente (SOUZA *et al.*, 2011).

O litoral brasileiro foi intensamente ocupado por populações pré-históricas de humanos durante o Holoceno (KIPNIS e SCHEEL-YBERT, 2005; SOUZA *et al.*, 2011). Essas populações eram formadas de pescadores-coletores-caçadores e seu principal registro foram os sambaquis (OKAMURA, 2008; SOUZA *et al.*, 2011).

A etimologia do termo sambaqui, de acordo com Souza *et al.* (2011) e corroborado por Okamura (2008), é proveniente da língua Tupi e consiste na junção de duas palavras, a saber: “tamba” (concha) e “ki” (amontanhamento ou acúmulo). Tal termo representa bem os sambaquis que consistem em montes cônicos de conchas que se destacam da paisagem onde eles se encontram (SCHEEL-YBERT, 2001; KINIPS e SCHEEL-YBERT, 2005; DEBLASIS, 2007; OKAMURA, 2008; SOUZA *et al.*, 2011).

Vale ressaltar que os sambaquis também podem ser conhecidos como outros nomes, como por exemplo, concheiros, conchíferos, *shell mounds* e *shell middens* (FISH *et al.*, 2000; DEBLASIS *et al.*, 2007; OKUMURA, 2008). Salienta-se que os conchíferos, segundo Okamura (2008), seriam sambaquis mais rasos, com pouca estratificação e poucas conchas e que por isso mesmo podem ser chamados de jazidas paleoetnogeográficas. Ao mesmo tempo, *shell middens* consistiram em restos de material biológico proveniente de atividades humanas de subsistência. Normalmente são formados pela coleção e compilação de materiais biológicos oriundos do ambiente local onde as populações humanas habitavam (ANDRUS, 2011). Dessa forma, pode-se dizer que o conceito de *shell middens* inclui os sambaquis.

Os sambaquis compreendem sítios arqueológicos construídos artificialmente formados de restos alimentares (conchas, carapaças de crustáceos, ossos e outros elementos), sedimentos e diversos vestígios culturais (SCHEEL – YBERT, 2001; KINIPS e SCHEEL-YBERT, 2005; SOUZA *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2011). Entre

esses elementos culturais estão assembleias líticas, estruturas de habitação, fogueiras, artefatos e evidências ritualísticas a exemplo dos sepultamentos, zoólitos e oferendas alimentares (KINIPS e SCHEEL-YBERT, 2005, DEBLASIS *et al.*, 2007; OKUMURA, 2008). Essa grande variedade de elementos permite que alguns sambaquis possam ter diferentes sucessões estratigráficas e, segundo DeBlasis *et al.* (2007), poder apresentar alternância de camadas mais ou menos espessas com estratos finos e ricos de matéria orgânica.

A figura 6 exemplifica o uso dos sambaquis como locais de sepultamento para demonstrar a sua versatilidade funcional.

Figura 6 - Sepultamentos em sambaquis



Legenda: Exemplo de dois sepultamentos no Sambaqui do Cubatão, localizado em Santa Catarina.

Fonte: LIMA *et al.*, 2004.

Vale expor que existem na literatura algumas definições mais antigas de sambaquis baseadas na composição das suas camadas. De acordo com Prous e Piazza (1997), citado por Okumura (2008), os sambaquis compreendem sítios arqueológicos com vestígios culturais com $\frac{3}{4}$ de seus elementos formados por conchas de moluscos terrestres ou aquáticos. Outra definição também apresentada por Okumura (2008), a partir de apontamentos de Chmyz (1976), entende que os sambaquis são amontoados artificiais e estratificados de ossos e de peixes que devem compor 70% do total dos resíduos do sítio.

Os sambaquis estão dispostos ao longo da costa brasileira (DEBLASIS *et al.*, 2007) e, segundo Fish *et al.* (2000), eles representam um fenômeno transcultural de alcance mundial. Esse entendimento é corroborado por Okumura (2008) que

ressalta que os sambaquis também podem ser encontrados em outros continentes como Ásia, Europa, Oceania, África e outros países das Américas. Dessa forma, essa mesma autora salienta que os sambaquis compreendem sítios arqueológicos genéricos que podem ser associados a diferentes populações separadas tanto temporalmente quanto espacialmente.

Na costa brasileira, os sambaquis podem ser encontrados desde o litoral do Rio Grande do Sul até a Bahia conforme pode ser visto na figura 7 disposta abaixo (LIMA *et al.*, 2004). No Nordeste tendem a desaparecer para depois aparecerem no litoral Maranhão até o Pará (OKUMURA, 2008; SOUZA *et al.*, 2011). Não existem estudos e investigações mais aprofundadas no Norte e Nordeste segundo Souza *et al.* (2011). A ocupação mais intensa ocorreu em São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e, com maior destaque, Santa Catarina (LIMA *et al.*, 2004; OKUMURA, 2008).

Figura 7 - Mapa de localização de sambaquis



Legenda: Mapa com densidade e localização dos principais sambaquis do Brasil.
Fonte: LIMA *et al.*, 2004.

É interessante notar que os sambaquis podem ter dimensões físicas bem variáveis. Como por exemplo, pode-se citar que alguns sambaquis, sobretudo da região costeira de Santa Catarina, podem alcançar 70 metros de altura e 500 metros de comprimento (LIMA *et al.*, 2004; DEBLASIS *et al.*, 2007). Segundo Okumura

(2008), esses vestígios arqueológicos representariam os maiores sítios sambaquis do mundo.

A título de ilustração quanto a sua grande quantidade, Souza *et al.* (2011) fizeram um inventário dos sambaquis brasileiros descobertos e listados nos órgãos reguladores de estudo do patrimônio histórico e arqueológico do país e chegaram ao montante 578 sítios arqueológicos desse tipo.

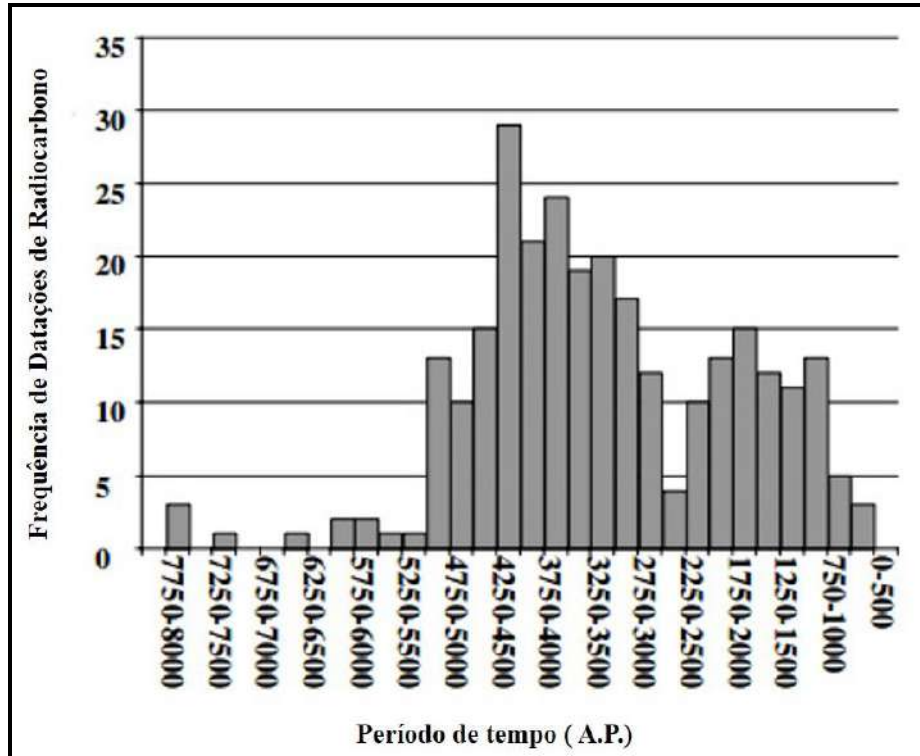
De modo geral, os sambaquis são normalmente construídos em substratos arenosos ou rochosos. Eles estão predominantemente presentes em locais onde o litoral é recortado e onde podem ser encontrados ecossistemas de transição próximos às margens de grandes corpos d'água a exemplo de lagunas, baías, mangues, florestas litorâneas, restingas e ilhas (SCHEEL-YBERT, 2001; LIMA *et al.*, 2004; KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005; DEBLASIS *et al.*, 2007; OKUMURA, 2008; SOUZA *et al.*, 2011). Esses locais com interface entre ambientes marinhos e de água doce, tipicamente estuarinos, apresentam um grande influxo de nutrientes, alta produtividade, grande variedade de habitats e isso favorece que haja uma alta densidade e biodiversidade de animais que serviam de recurso alimentar para essas populações como os moluscos, crustáceos e peixes (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003; LIMA *et al.*, 2004; DEBLASIS *et al.*, 2007; OKUMURA, 2008; SOUZA *et al.*, 2011).

Tal biodiversidade e disponibilidade de recursos, somados a outras características ambientais, representou um fator importante para favorecer o assentamento de comunidades sambaquieiras nesses locais (LIMA *et al.*, 2004; OKUMURA, 2008). Outro elemento importante para os assentamentos era a proximidade a formações vegetais como mangues e florestas costeiras (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003).

As idades dos sambaquis são muito variadas e, segundo Lima *et al.* (2004) existem mais de 300 datações de radiocarbono para sambaquis. A ocupação inicial teria ocorrido a aproximadamente 6.500 anos A.P. Contudo, existem alguns vestígios mais raros que elencam datas mais antigas de aproximadamente 7 a 8 mil anos para alguns sítios de sambaquis (SCHEEL-YBERT, 2001; LIMA *et al.*, 2004; SOUZA *et al.*, 2010). Kinpis e Scheel-Ybert (2005) relatam que podem existir sítios mais antigos que podem ter sido destruídos pela variação do nível do mar ao longo do Holoceno. Souza *et al.* (2011) informam que de modo geral, o *range* das datações dos sítios arqueológicos incluem o intervalo entre 8 e 2 mil anos A.P.

O auge das sociedades sambaquieiras do Brasil teria sido entre 3 e 5 mil anos A.P., conforme o apresentado por Lima *et al.* (2004) na figura 8 e corroborado pelos apontamentos de Kinpis e Scheel-Ybert (2005) e de Okumura (2008).

Figura 8 - Histograma de idades dos sambaquis



Legenda: Histograma da média das idades de radiocarbono para os sambaquis brasileiros.

Fonte: LIMA *et al.*, 2004.

Os sambaquis estão presentes em relatos históricos desde o século XVI. Nessa época as conchas eram extraídas para a fabricação de cal. De acordo com Okumura (2008), a referência mais antiga conhecida foi realizada por José de Anchieta em 1.549 que denominou os sambaquis como “ilhas de cascas”.

Na literatura os sambaquis começaram a estar mais presentes a partir de citações de diversos naturalistas no século XIX onde começaram os estudos sistemáticos e incipientes sobre o assunto (DEBLASIS *et al.*, 2007; OKUMURA, 2008).

Um dos debates primordiais a cerca desse objeto de estudo residia na dúvida da origem dos sambaquis. Havia uma corrente naturalista que postulava que eles eram fruto de um fenômeno natural. Dessa forma, a acumulação das conchas seria resultado de diferentes episódios de mudança de níveis marinhos. A outra corrente defendia que a origem dos sambaquis era artificial, que eles eram provenientes da

acumulação de restos de comidas feita por populações indígenas que habitavam esses locais no passado (LIMA *et al.*, 2004; OKUMURA, 2008). Cabe ressaltar que a corrente mais apoiada atualmente é a artificialista.

Superada a questão da origem dos sambaquis, surgiu o debate do estilo de vida das comunidades sambaqueiras. Tradicionalmente essas sociedades eram vistas como acampamentos sucessivos de grupos coletores e pescadores. Elas seriam, portanto, populações nômades que realizavam construções sazonais e com uma baixa complexidade social (KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005; DEBLASIS *et al.*, 2007). A economia residiria na simples coleta de moluscos complementada pela pesca e, em última instância, a caça. Com o passar do tempo, essa economia essencialmente coletora, que caracterizava essas sociedades como sendo basicamente composta de coletores nômades, foi sendo substituída para pesca (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003; KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005).

A ideia prevaiente atualmente é que os sambaquis compreendem estruturas intencionalmente construídas com significação simbólica para os seus construtores, podendo funcionar como espaços habitacionais ou funerários (DEBLASIS *et al.*, 2007).

O entendimento mais corrente é que os sambaquis podem ser considerados elementos intrusivos na paisagem pré-histórica. Eles seriam objetos simbólicos mutuamente inteligíveis entre os seus construtores e os seus observadores. Dessa forma, eles consistiram em elementos condutores de uma mensagem cultural codificada e que era transmitida continuamente aos seus observadores. Essa abordagem semiótica traduz que os sambaquis poderiam também servir como marcadores territoriais construídos de forma intencional (FISH *et al.*, 2000; KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005). Os sambaquis seriam, portanto, marcos paisagísticos (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003).

Além disso, os sambaquis representariam pontos estratégicos para exploração de áreas ricas em recursos alimentares. Os grupos de sambaquis indicariam uma estabilidade territorial. Dessa forma, sugere-se que o agrupamento de sítios poderia corresponder as aldeias (KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005).

A estabilidade territorial e ambiental desses locais pressupõe uma ocupação contínua indicando o sedentarismo. Essa inferência é baseada nos tempos contínuos de ocupação que poderiam durar de centenas a milhares de anos. Essa

suposição também é alicerçada em dados paleopatológicos e no grande número de sepultamentos (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003).

Atualmente, os sambaqueiros são compreendidos como pescadores sedentários com uma complexa organização social (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003; KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005). Os moluscos não são mais entendidos como a base da economia e sim como um elemento secundário da dieta (KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005; OKUMURA, 2008). A grande importância dos moluscos seria servir como material de construção. A alimentação primária seria baseada em peixes e mamíferos marinhos, tendo uma rara participação da fauna terrestre. O consumo de vegetais ainda é subestimado uma vez que as evidências diretas do seu consumo ainda são escassas (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003; KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005).

Os estudos dos usos dos vegetais na alimentação são baseados na grande quantidade de carvão nos locais que geram inferências sobre o aproveitamento de matéria-prima lenhosa proveniente do ambiente circundante. Tais evidências também são aliadas a estudos palinológicos e de paleopatologia de cáries (KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005). Entende-se que, de acordo com Kinpis e Scheel-Ybert (2005), a associação entre a estabilidade da vegetação litorânea de terra firme com os recursos marinhos também foi essencial para determinar o sedentarismo dessas populações.

Scheel-Ybert *et al.* (2003) ressaltam que os sambaquis ao longo da costa brasileira apresentam muitas similaridades, muito embora existam algumas peculiaridades regionais. De modo geral as camadas sedimentares podem variar entre os locais, mas os artefatos e indústrias são geralmente similares entre todos os sítios de sambaquis (SCHEEL-YBERT, 2001). As diferenças regionais repousam mais na variabilidade funcional desses sítios e isso ainda é alvo de intenso debate (FISH *et al.*, 2000; SCHEEL – YBERT, 2001; DEBLASIS *et al.*, 2007).

Não foram encontrados dados que corroborem a existência de integração política regional e supra-regional das comunidades sambaqueiras ao longo do território brasileiro. Contudo, os autores relatam que há uma homogeneidade das indústrias líticas e ósseas e da manutenção das estruturas dos sítios. Isso permite sugerir que houve uma estabilidade cultural no tempo e espaço estabelecendo que os sambaquis pertenciam a um mesmo sistema sócio-cultural (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003; KINIPIS e SCHEEL-YBERT, 2005).

Uma dessas características regionais pode ser vista na presença dos zoólitos que são compreendidos como esculturas zoomórficas (OKUMURA, 2008). Eles são mais característicos de sambaquis meridionais (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003).

Outro exemplo é o apresentado por Scheel-Ybert *et al.* (2003) que consiste na variabilidade funcional dos sambaquis. De forma geral, os sambaquis do Sudeste possuíam uma multiplicidade maior de atividades, entre elas a habitação, produção de artefatos, sepultamentos e preparação de alimentos. Já alguns sambaquis da região Sul apresentam funções exclusivamente funerárias.

No começo da Era Cristã as sociedades sambaqueiras começaram a desaparecer. Uma das hipóteses para o declínio dessas sociedades repousa na ideia de que grupos horticultores com mais tecnologia e mais complexidade social do interior chegaram às zonas costeiras. Esse contato com outras populações pode ter desestruturado o sistema dos sambaquis fazendo com que as populações originais sambaqueiras fossem absorvidas ou totalmente extintas pela chegada desses novos grupos (LIMA *et al.*, 2004; KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005).

Outra possibilidade é embasada em possíveis mudanças ambientais que alteraram as estratégias de sobrevivência das populações sambaqueiras. Ainda não existem evidências o suficiente para sustentar essa hipótese (KINPIS e SCHEEL-YBERT, 2005).

Sabe-se, a partir de apontamentos de Scheel-Ybert (2003), que o clima brasileiro oscilou durante o Holoceno alternando dois intervalos úmidos (entre 5.500 e 4.900 anos A.P. e entre 2.300 e 2.000 anos A.P.) e dois intervalos mais secos (entre 4.900 e 2.300 anos A.P. e entre 2.000 e 1.400 anos A.P.). Mas, segundo Kinpis e Scheel-Ybert (2005), tais variações climáticas não necessariamente atingiriam com muita intensidade os ambientes costeiros principalmente os ambientes onde as vegetações se encontram relacionadas a substratos arenosos característicos de cordões litorâneos. Nessas regiões, a questão que mais afeta o ambiente são os fatores edáficos. Dessa forma, o registro das variações climáticas seria mais atenuado na zona costeira.

Os sambaquis ensejam uma série de estudos inter e multidisciplinares com variados enfoques e abordagens (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003). Pode-se realizar estudos envolvendo o entendimento da sociedade a partir de indicadores paleoambientais, paleopatológicos, estudos da dieta das sociedades, entre outros elementos (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003). Os estudos das assembleias de vestígios

biológicos e artefatos podem fornecer *insights* sobre os recursos disponíveis para essas populações além de fornecer dados paleoambientais em termos de biodiversidade e biogeografia (SOUZA *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2011).

Como outros exemplos da variedade de estudos multi e interdisciplinares que envolvem o tema dos sambaquis, pode-se citar: estudo de assembleias de vertebrados (raias e tubarões) (CUNHA *et al.*, 1986); estudos tradicionais de datação por ^{14}C para estudos arqueológicos dos sítios (BAFFA, 1997); análises de assembleia de subfósseis (RODRIGUES *et al.*, 2016); paleopatologia de seres humanos (STORTO *et al.*, 1999); estudos de comportamento humano envolvendo análise de crânios para entender a dinâmica da violência nessas sociedades (LESSA e MEDEIROS, 2001); estudo de osteologia de dentes de tubarões encontrados nos sambaquis (GONZALES e AMENOMORI, 2003); investigações climáticas diversas (BRIGTH, 2010); zooarqueologia de invertebrados (SOUZA *et al.*, 2010); estudos de zooarqueologia e reconstrução paleoambiental (COSTA *et al.*, 2012); estudos relacionando antropologia e geoambiente (CUNHA, 2012); análises paleoparasitológicas (CAMACHO *et al.*, 2013); estudos arqueológicos a partir de ferramentas feitas por meio de ossos de peixes (GUIMARÃES, 2013); uso dos sambaquis como indicadores arqueológicos de paleoníveis marinhos (ANGULO e SOUZA, 2014); estudo da diagênese de ossos de peixes associados a radiocronologia e estudos de paleoclima com uso da geoquímica de $\delta^{18}\text{O}$ a partir de conchas encontradas em sambaquis (AGUILERA *et al.*, 2016) entre outros trabalhos.

4.1 Áreas de Estudo das Amostras dos Sambaquis

Este projeto de doutorado pretende ter uma abrangência maior e englobar duas regiões do Brasil, a saber: região Sudeste e Sul.

Neste capítulo serão abordados os seguintes sítios do estado do Rio de Janeiro: Sambaqui do Forte; Sambaqui Beirada; Sambaqui Guaratiba (1 e 2) e Sambaqui Geribá e do estado de Santa Catarina: Sambaqui Perrixil; Sambaqui Cabeçuda; Sambaqui Carniça (I e III); Sambaqui Garopaba do Sul e Sambaqui das Laranjeiras.

4.1.1 Sambaquis do Estado do Rio de Janeiro

Segundo Souza e Souza (1981), os sambaquis fluminenses não são homogêneos e se diferenciam quanto a localização, aos padrões culturais, econômicos e de assentamento. Essa variedade pode ser relativa aos diferentes cenários ambientais onde cada um deles se insere. Eles também se adaptavam as flutuações climáticas que apareciam ao longo do tempo.

Autores como Souza e Souza (1981), Gaspar (1996) e Okumura (2008) relatam que a ocupação da zona costeira do estado do Rio de Janeiro data de aproximadamente 8.000 anos A.P. a partir das populações sambaquieiras. Há uma discussão na literatura sobre a origem dessas populações. As hipóteses englobam duas possibilidades: ou elas eram populações provenientes do litoral sul do Brasil que, além de serem coletoras, também eram adaptadas aos recursos marinhos; ou que elas eram provenientes da migração de populações interioranas.

A migração de populações, segundo Souza e Souza (1981), teria ocorrido por volta de 6.000 e 5.000 anos A.P., no ótimo climático. A migração desses grupos se deu em um momento climático onde as temperaturas se tornavam gradativamente mais quentes, com elevação geral do nível do mar e com expansão da mata atlântica. A ocupação se deu em geral em regiões estuarinas com proximidade a mangues, orlas internas de lagunas ou baías, enseadas que posteriormente se transformaram em lagunas pela formação de restingas.

O nível do mar, de acordo com esses autores, se encontrava aproximadamente 20 metros abaixo do atual e 10 metros do que em um período anterior, por volta dos 9.000 anos A.P. e essa variação teria explicado a presença de lagunas. Haveria também nesse contexto, uma faixa exposta da plataforma continental do estado do Rio de Janeiro, com uma largura que poderia variar entre 3 e 25 km quando o mar estava a menos 20 metros mais abaixo do que o nível atual (SOUZA e SOUZA, 1981).

Gaspar (1996) corrobora esses entendimentos aliando essas observações a um extenso relato sobre a sucessão e a modificação sócio-cultural das populações locais. Tais explanações são fundamentadas nos sítios arqueológicos e em evidências migratórias baseadas em reconstruções paleoambientais associadas a variáveis climáticas típicas da última fase do Holoceno para as regiões costeiras do

Rio de Janeiro. Pode-se entender que as populações sambaqueiras procuraram se adaptar as mudanças ambientais apresentadas, diversificando a sua economia e a produção de novas tecnologias dedicadas a manutenção de seus assentamentos até o momento da conquista desses territórios pelos europeus.

A literatura propõe divisões sobre as fases de ocupação dessas populações. Normalmente esses estudos estão pautados em restos faunísticos oriundos da alimentação dessas populações uma vez que eles correspondem a indícios sobre a economia dessas sociedades (SOUZA e SOUZA, 1981; GASPAR, 1996; OKUMURA, 2008).

A Arqueologia divide esses momentos em fases ou tradições. Para o estado do Rio de Janeiro existiriam duas fases ou tradições para esse momento de ocupação: Fase/Tradição Macaé e Tradição Itaipu. De modo geral, a Fase/Tradição Macaé se caracteriza pela predominância do consumo de moluscos enquanto que a Tradição Itaipu apresenta a intensificação da pesca com a manutenção da coleta de moluscos (GASPAR, 1996).

A primeira fase de ocupação é definida como Fase Macaé que teria um range entre 7.800 a 3.900 anos A.P. Essa fase corresponderia a uma dezena de sambaquis incluindo dois períodos de ocupação do sambaqui do Forte além de outros 10 sambaquis circunvizinhos do litoral fluminense (GASPAR, 1996; OKUMURA, 2008).

As populações pertencentes a Fase Macaé representariam coletores especializados em moluscos e apresentariam uma tímida diversidade alimentar. Os grupos mais antigos estavam associados a sítios com presenças de mais conchas de moluscos enquanto os grupos mais atuais estariam associados a sítios com camadas húmicas mais espessas (GASPAR, 1996; OKUMURA, 2008). Segundo Gaspar (1996), essas populações estavam mais vulneráveis a alterações climáticas e ambientais relacionadas sobretudo a flutuação eustática que causou a variação do nível relativo do mar. Isso teria dificultado a manutenção de uma dieta alimentar pautada na exclusividade de moluscos levando a uma diversificação da economia.

É interessante notar que apontamentos mais antigos, como os apresentados por Dias Júnior (1969), relatam que os sambaquis da fase Macaé seriam os mais antigos, anteriores as alterações climáticas que aconteceram por volta dos 6.000 anos A.P. (SOUZA e SOUZA, 1981).

Já a Tradição Itaipu representaria populações que transmutaram sua dieta alimentar como resposta a alterações ambientais, o que possibilitou que os sambaquieiros diversificassem a sua economia a partir de uma lenta substituição de moluscos marinhos para moluscos de água doce, peixes e plantas. A Tradição Itaipu também é complementada pela agricultura rudimentar e coleta de sementes (GASPAR, 1996). Essa mudança demonstrou uma alteração da estrutura desses sítios e de suas localizações. Percebe-se a partir dessas variações a presença de camadas arenosas na estratigrafia dos sítios. Há também artefatos líticos como lascas de quartzo e restos de fogueiras (OKUMURA, 2008). Essa tradição, segundo Gaspar (1996), é dividida nas fases A e B. A fase A abrange aproximadamente 30 sítios. Já a fase B inclui apenas 8 sítios incluindo a última ocupação do Sambaqui do Forte.

As populações da fase A, segundo Gaspar (1996), são caracterizadas pelo consumo de vegetais, moluscos com complemento da caça de pequenos animais, crustáceos e pesca. A estrutura desses sítios é bem definida em termos de especificidade de funções, a saber: habitacionais (espaços delimitados com estacas e pisos de silte); cerimoniais (locais de sepultamentos) e alimentares (concentrações de restos de moluscos e peixes).

Já as populações da fase B eram representados por grupos grandes sedentários ou semi-sedentários com enfoque na pesca complementada pela coleta de moluscos e com agricultura rudimentar (SOUZA e SOUZA, 1981; GASPAR, 1996). Em termos de estruturas, existiam funções específicas cerimoniais (raras) e alimentares (GASPAR, 1996). Há a presença de artefatos líticos como lâminas de machados que poderiam ser usados para a exploração de recursos florestais. Essa Fase pode ter perdurado por muito tempo até a chegada dos ceramistas (Tradição Una) ou a chegada dos europeus (SOUZA e SOUZA, 1981).

Além dessa divisão baseada na dieta, as populações da fase A são mais interioranas e normalmente estavam estabelecidas às margens de mangues ou em lagoas de águas paradas. Já os sítios da fase B eram mais característicos de se situarem sobre dunas estáveis, em praias de mar aberto de longas dimensões que possuíam uma curvatura mais acentuada do litoral onde há uma menor intensidade de arrebentação das ondas e sendo perto de lagoas com ligação com o mar (GASPAR, 1996).

Cabe dizer que essa alternância de intensificação da pesca está intrinsicamente relacionada com as mudanças climáticas sobretudo no que tange a variação do nível do mar e a menor disponibilidade dos moluscos. Consoante a todos esses eventos, o efeito do aumento da temperatura teria prejudicado a oferta de moluscos levando essas populações a incrementarem as suas atividades de pesca. Dessa forma, percebe-se uma correspondência das alterações climáticas com os fenômenos culturais dessas populações (GASPAR, 1996).

Okumura (2008) demonstra em seus estudos uma pequena divergência quanto à forma de ocupação dessas populações para a Antropologia. Uma parte da literatura, encabeçada por Dias Jr. (1978; 1979; 1980 1981 apud OKAMURA, 2008), defende a corrente de que a Tradição Itaipu representaria uma continuação da Fase Macaé. Já Souza e Souza (1981 apud OKAMURA, 2008) afirma que as Fases Itaipu e Macaé teriam surgido de forma independente e que seriam contemporâneas entre si.

Já autores anteriores a Dias Jr. (1969), agruparam os sambaquis fluminenses em três categorias que não são atreladas a cronologia e sim a diferenças entre o conteúdo cultural dos estratos. As categorias são: Fácies Arcaica com sambaquis anteriores ao ótimo climático (entre 10.000 e 6.000 anos A.P.) cujas bases de assentamento seriam em sedimentos dispostos atualmente em níveis inferiores ao do mar; Fácies Meridional com sambaquis entre 6.000 e 3.000 anos A.P. cujos assentamentos estavam sobre sedimentos que não foram alcançados pelo mar no ótimo climático; Fácies Média com sambaquis entre 3.000 e 500 anos A.P. que se assentaram em sedimentos recentes como cordões de restinga ou praias (SOUZA e SOUZA, 1981).

Neste trabalho, preconiza-se os apontamentos citados de Gaspar (1996) que divide a ocupação humana desses locais em Tradição/Fase Macaé e Tradição Itaipu conforme elencado no decorrer do texto.

Apesar do estado do Rio de Janeiro apresentar uma grande ocorrência de sítios arqueológicos do tipo sambaqui, para fins deste trabalho serão abordados somente quatro sítios principais, a saber: Forte; Beirada; Guaratiba e Geribá.

4.1.1.1 Sambaqui do Forte

O Sambaqui do Forte está localizado situado na Baixada de Araruama que faz parte do município de Cabo Frio no estado do Rio de Janeiro. Ele fica especificamente na Praia do Forte que fica entre a Praia Pontal e o Canal de Itajuru. Na margem oeste, o canal se conecta a Lagoa de Araruama e, no lado norte, com a Praia do Forte. A Praia do Forte propriamente dita está localizada na parte interna de um maciço cristalino do lado leste do Canal de Itajuru. Este canal e a praia estão separados por aproximadamente 500 metros (SOUZA e SOUZA, 1981; SCHEEL-YBERT, 2001).

O Sambaqui do Forte está assentado em um maciço cristalino de aproximadamente 9 metros de altitude e ficou além do alcance máximo do mar (SOUZA e SOUZA, 1981; OKUMURA, 2008).

É importante salientar que existem outros sambaquis adjacentes ao Sambaqui do Forte que compartilham em muitos aspectos o mesmo contexto ambiental. São eles o Sambaqui Salinas Peroano, Sambaqui Boca da Barra e o Sambaqui do Meio. Esse complexo de sítios se localiza em torno de uma paleolaguna estudada por Araújo *et al.* (2017). Pelo complexo de sítios arqueológicos encontrados no local, pode-se entender que a região foi ocupada durante um ciclo muito longo. Segundo Scheel-Ybert (1999, 2000), esses sítios se encontram no mesmo local e estão separados por aproximadamente 500 metros um do outro. Isso é corroborado por Araújo *et al.* (2017), que relata que existiram outros sambaquis no local e que suas populações ocuparam a região a partir de 5.500 anos A.P., coincidindo com o intervalo da última transgressão marinha (aproximadamente 5.570 anos A.P.) e início da regressão marinha (entre 4.590 e 3.373 anos A.P.).

A Geologia Regional de Cabo Frio, segundo Scheel-Ybert (2000), consiste em um embasamento cristalino pré-cambriano de granito-gnaiss com intrusões alcalinas. Cabo Frio apresenta três fisiografias distintas, a saber: uma planície costeira arenosa com cordões arenosos, dunas, áreas sobre a ação de marés, lagunas e depósitos aluviais; penínsulas e ilhas costeiras; morros em terra firme em áreas interioranas de cerca de 500 metros (SCHEEL-YBERT, 2000).

A planície costeira, de acordo com Scheel-Ybert (2000), apresenta duas séries de lagunas isoladas por duas barreiras. A Lagoa de Araruama é hipersalina

sendo a maior representante da região. Ela está conectada ao mar por uma passagem chamada de Canal de Itajuru outrora já mencionado. Contudo, as marés não são fortes o suficiente para resultar em uma mistura das águas da lagoa. A água doce vem quase que exclusivamente da água da chuva uma vez que não existe nenhum rio importante na região (SCHEEL-YBERT, 2000).

Scheel-Ybert (2000) e Araújo *et al.*(2017) relatam que a paleogeografia das lagoas de Cabo Frio está relacionada com as oscilações eustáticas típicas do Quaternário. Segundo a autora, durante o Holoceno o nível relativo do mar aumentou de forma progressiva até atingir o nível atual por volta de 7.000 anos A.P. É interessante citar que esses ambientes que atualmente estão submersos podem ter evidências das primeiras populações sambaquieiras, de acordo com Araújo *et al.* (2017).

Depois dessa época, ocorreram três grandes episódios transgressivos subsequentes, a saber: entre 7.000 e 5.000 anos A.P.; 3.900 e 3.600 anos A.P. e 2.700 e 2.500 anos A.P. Esses episódios foram intercalados por três eventos regressivos ocorridos em: 5.100 e 3.900 anos A.P.; 3.600 e 2.700 anos A.P. e depois de 2.500 anos A.P. Uma das provas das ações desses eventos são as paleolagunas encontradas na região. Essas oscilações eustáticas, de acordo com Araújo *et al.* (2017), incidiram em flutuações do nível relativo do mar que por sua vez influenciaram a formação de uma grande multiplicidade de ambientes costeiros a exemplo de planícies costeiras, cordões arenosos, ambientes lagunares, dunas entre outros ambientes.

Mais especificamente no Sambaqui do Forte, existia um paleoambiente de estuário/laguna, com presença de mangue entre 6.794 e 6.497 anos A.P. A subida do nível do mar posteriormente, entre 6.335 a 5.574 anos A.P. provocou o isolamento da paleolaguna por um cordão litorâneo. A seguir, entre 5.574 e 2.533 anos A.P., o nível do mar retornou a descer e formou uma planície de deflação (ARAÚJO *et al.*, 2017). Araújo *et al.* (2017) destacam a importância da paleolaguna que fica nas imediações do Sambaqui do Forte e que é citada no seu trabalho. De acordo com os autores, ela representava uma importante fonte de alimento para as populações sambaquieiras locais.

De modo geral, a zona costeira do estado do Rio de Janeiro possui um clima tropical úmido, quente e chuvoso no verão e com uma leve estação seca no inverno (SCHEEL-YBERT, 2000; 2002). No caso mais específico de Cabo Frio, há a

ocorrência de um clima particularmente seco que representa uma variante do clima quente semi-árido. Isso ocorre devido ao fenômeno da ressurgência das águas frias ao longo da costa que reduzem a precipitação local. Dessa forma, a temperatura média anual é de 25°C e a precipitação raramente ultrapassa 800 mm por ano (SCHEEL-YBERT, 2000; 2002).

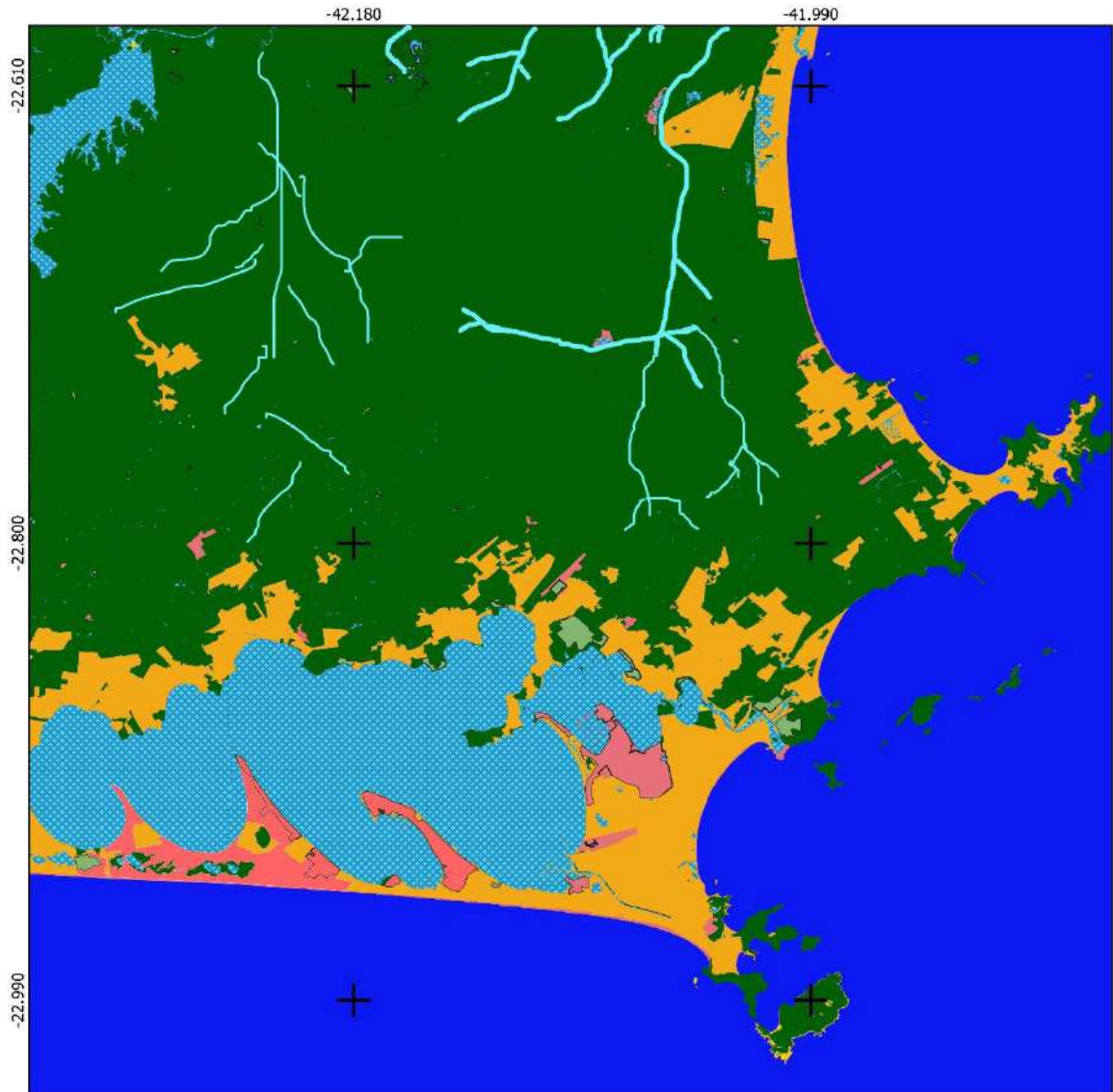
É interessante citar que possivelmente deveria existir fontes de água potável nas imediações do Sambaqui do Forte. Nas adjacências do Canal de Itajuru e a Praia Brava, existem seixos provenientes do dique diabásio que poderiam ter servido de fonte para fabricação de artefatos (GASPAR, 1995).

Scheel-Ybert (2000; 2002) em seus estudos relata que nas imediações dos sítios de Cabo Frio, a vegetação era bem diversa e variava de acordo com a fisiografia do local e com a distância do oceano. Dessa forma, na interface terra-mar, a região era coberta por mangue e pântanos salobros. Já os cordões arenosos da praia eram cobertos por diferentes tipos de vegetação do ecossistema de restinga e podiam variar de uma restinga aberta até uma floresta de restinga. Os afloramentos eram dominados por florestas xeromórficas. Nas regiões mais interioranas e mais afastadas do oceano havia a ocorrência de mata atlântica (SCHEEL-YBERT, 2001). Essa grande variedade de associações vegetais está presente no Sambaqui do Forte com especial destaque para restinga aberta uma vez que ele está situado perto de uma praia que privilegia esse domínio fitosociológico (SCHEEL-YBERT, 2001).

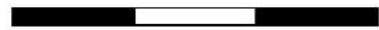
Diante dessa multiplicidade de interfaces, pode-se dizer que esse contexto da paisagem pode ter sido favorável para o estabelecimento das populações sambaqueiras no Sambaqui do Forte e nos outros sítios imediatamente próximos (GASPAR, 1995; ARAÚJO *et al.*, 2017).

Gaspar (1995) relata que a área paleoambiental de abrangência oceânica da população do Sambaqui do Forte incluía o mar da praia do Forte, as águas do Canal de Itajuru e o manguezal circunvizinho a ilha do Japonês. Essa área de exploração poderia compreender aproximadamente 30 km². Isso pode ser visualizado nas figuras 9 e 10 dispostas a baixo.

Figura 9 - Ambiente do Sambaqui do Forte



0 5 10 15 km

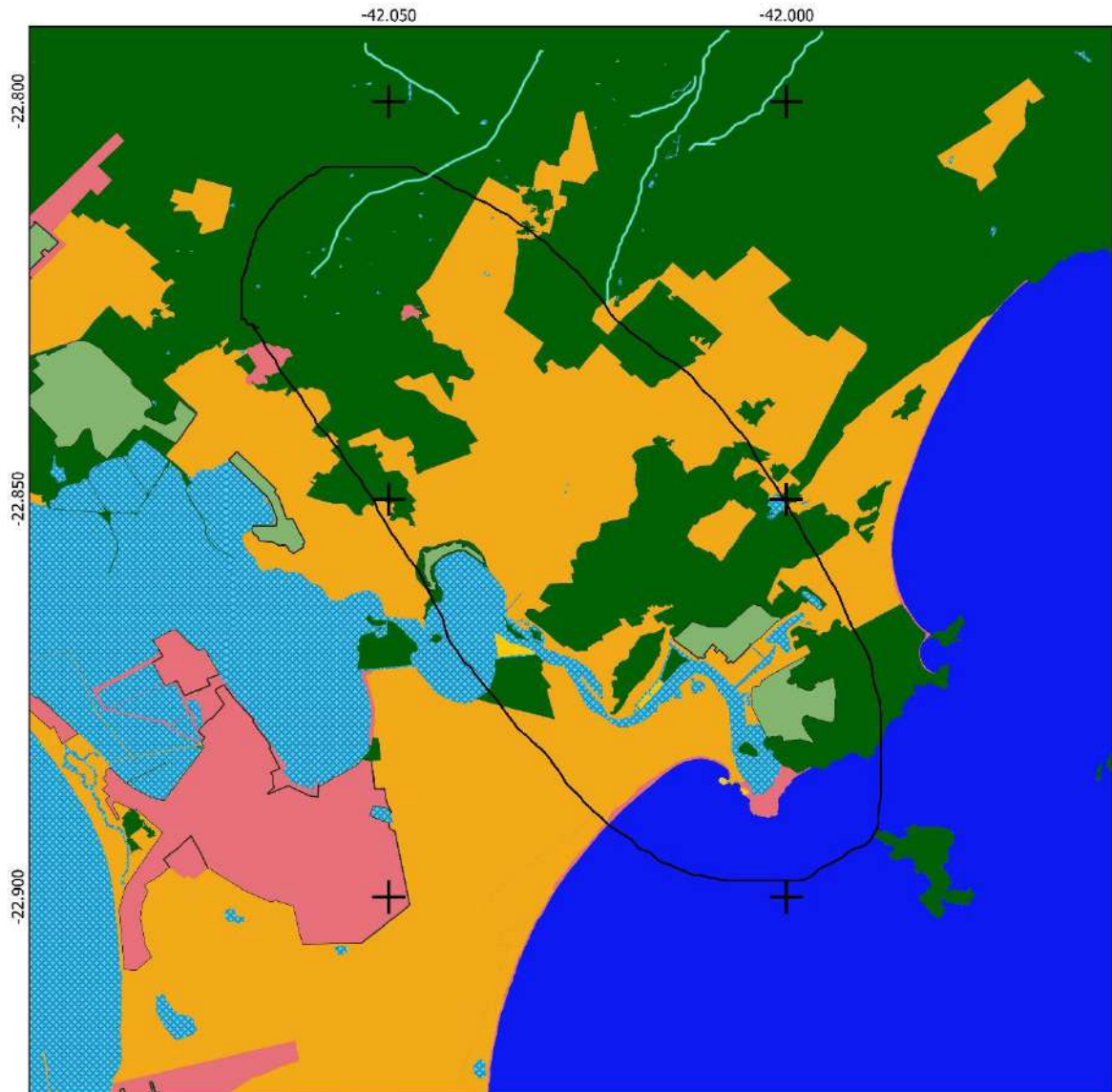


Legenda

Uso e cobertura		Pantano
Floresta		Restinga
Corpos hídricos		Mangue

Legenda: Compartilhamento de ambientes na área de abrangência do Sítio do Sambaqui do Forte.
 Fonte: Modificado de GASPAR (1995).

Figura 10 - Caracterização ambiental do sambaqui do Forte



0 1000 2000 3000 m



Legenda

Uso e cobertura	Pantano
Floresta	Restinga
Corpos hídricos	Mangue

Legenda: Exemplo da multiplicidade de ambientes presentes no território de exploração do Sambaqui do Forte.

Fonte: Modificado de Gaspar (1995).

Os primeiros estudos realizados nos sítios arqueológicos de Cabo Frio datam de 1920 e eram basicamente descritivos. Os estudos mais aprofundados sobre os

sambaquis do local em conjunto do entendimento da ação antrópica sobre o ambiente costeiro da região foram mais presentes somente na década de 1970 (ARAÚJO *et al.*, 2017). Nessa mesma época, em 1971, foi realizada a primeira escavação do Sambaqui do Forte. O sítio tinha a dimensão de 60 metros de comprimento, 30 metros de largura e 10 metros de altura. Na ocasião dessa escavação o local já era alvo de intensa especulação imobiliária (OKUMURA, 2008). Nos anos 2000, começaram a ocorrer trabalhos mais voltados para datação desses sítios além de análises mais complexas em termos de variações ambientais e com inferências sobre essas populações pretéritas (ARAÚJO *et al.*, 2017).

O Sambaqui do Forte foi ocupado por um longo período de tempo entre aproximadamente 5.500 e 1.400 anos A.P. (SCHEEL-YBERT, 2000). A literatura apresenta entre quatro a três camadas datadas para o sambaqui do Forte. Gaspar (1996, 1998) menciona quatro datações apresentadas por Kneip (1977), a saber: 5.520 +- 120 anos A.P.; 4.330 ± 140 anos A.P.; 3.940 ± 140 anos A.P. e 2.240 ±70 anos A.P. Já Okamura (2008), só apresenta três datações a partir dos estudos de Kneip (1980), que incluem: 5520 ± 120, a segunda datação de 4330 ± 140 e a terceira de 3940± 140 anos AP.

A literatura arqueológica fluminense discute essas etapas de ocupação classificando-as de acordo com as características dos assentamentos de cada camada a partir de análises de seus elementos constituintes. Essa classificação divide o movimento de ocupação das populações pré-históricas fluminenses em Tradições e Fases.

O Sambaqui do Forte, de acordo com ~~os assentamentos de~~ Gaspar (1996), pertence parcialmente da fase Macaé e Tradição Itaipu. Há uma pequena discordância entre autores que associam o sítio como sendo parte totalmente integrante da Tradição Macaé que é subdividida em subtradições: Mambucaba, Guapi; Macaé e Magepê.

De acordo com Gaspar (1996), a terceira ocupação do Sambaqui do Forte é relativa a Tradição Itaipu uma vez que essa camada apresenta adaptações dessas populações a mudanças climáticas. Mais especificamente, para essa autora, essa camada seria da Fase B da Tradição Itaipu junto com outros oito sítios fluminenses.

Gaspar (1996) relata que a Fase Itaipu B representa populações que ocupavam praias de mar aberto sobre dunas, com o que o autor denomina como “cantos de praia” com presenças de barras de lagoas. Essas praias de mar aberto

normalmente estavam associadas a canais de lagoas que formavam pequenas enseadas com a presença de mangue. Como relatado anteriormente, essa conformação ambiental corresponde ao contexto geográfico do Sambaqui do Forte.

Ainda sobre outra ótica apresentada também por Gaspar (1996), parte do Sambaqui do Forte seria incluído na Tradição Macaé. Esta tradição também é dividida em fases. A terceira camada do Sambaqui do Forte seria pertencente a fase Mambucaba I uma vez que esta fase se caracteriza pela coleta dos moluscos com a complementariedade da pesca.

Já a segunda camada do Sambaqui do Forte seria também da Tradição Macaé, mas da Fase Guapi. Essa camada se caracteriza pela coleta generalizada também complementada pela pesca. As outras duas fases Macaé e Magepê, ambas da Tradição Macaé, não seriam identificadas no Sambaqui do Forte (GASPAR, 1996).

De forma geral a proximidade dos sítios relativos as duas fases compartilham o mesmo contexto local e alguns desses sítios se intercomunicam a exemplo do que ocorre com o Sambaqui do Forte onde as duas fases mais antigas pertencem a fase Macaé e a fase mais atual à Fase Itaipu (OKUMURA, 2008).

A ocupação mais recente é datada de 2240 ± 70 anos A.P. por Kneip (1980 *apud* Okamura, 2008). Essa ocupação é atribuída a Tradição Itaipu. As duas ocupações mais antigas (5.520 e 4.330 anos A.P.) apresentaram uma gradativa diminuição da predileção de coleta de moluscos passando a complementar a dieta com caça e pesca. Tal fato ocorreu em períodos mais atuais entre 3.940 e 2.240 anos A.P. (OKAMURA, 2008). A mesma autora relata que no local foram encontrados quinze esqueletos de ambos os sexos. Tais restos mortais foram analisados morfometricamente (OKAMURA, 2008).

Tais conjecturas ainda são alvo de muita discussão na literatura e ainda não há um entendimento sedimentado sobre essas classificações (OKUMURA, 2008).

Nesse texto será seguido os estudos mais atuais disponíveis de Okamura (2008) que considera a existência de apenas três camadas culturalmente independentes que acompanha o entendimento de Souza e Souza (1981). Na sua estratigrafia, segundo Okamura (2008), existe uma duna entre duas ocupações sucessivas.

Dessa forma, de acordo com Okamura (2008), a última ocupação do Sambaqui do Forte representaria a Fase B da Tradição Itaipu conjuntamente com outros 8 sítios do litoral fluminense (OKUMURA, 2008).

É importante dizer que autores relataram a possibilidade de haver dois sambaquis superpostos. O superior seria formado por duas camadas de idades diferentes, a saber: Camada I (2.240 ± 70 anos A.P.) e Camada II (3.940 ± 140 anos A.P.). O Sambaqui Inferior seria separado por sedimentos arenosos de origem eólica e seria datado de 5.520 ± 120 anos A.P. (SOUZA e SOUZA, 1981). Essa ideia também era suportada por Kneip (1977 apud Schell-Ybert, 1999) e por Souza e Souza (1981).

Segundo Souza e Souza (1981), a camada desocupada que separaria os dois sambaquis teria correspondido a um evento mais árido, com o nível do mar cerca de 2 metros abaixo do atual. Os sedimentos arenosos ali presentes se somariam a uma provável exposição da plataforma continental podem ser relativos à formação de dunas nas imediações. Após esse evento, o sambaqui foi novamente ocupado em condições ambientais similares ao anterior.

Os dois supostos sambaquis estariam separados um do outro por uma camada arenosa estéril. Entretanto, outros autores discordam desse entendimento corroborando a hipótese de que essa camada arenosa não seria estéril, muito embora se observe uma ausência de conchas (SCHEEL-YBERT, 1999).

A autora Scheel-Ybert (1999) relata que a ausência de conchas não representaria um abandono do sítio. Essa concepção é corroborada por evidências de paleofogueiras na camada aparentemente estéril e pela presença de uma assembleia lítica formada por lascas de quartzo no local.

Outro autor (GASPAR, 1995) reforça que as lentes de areia encontradas no Sambaqui do Forte teriam sido depósitos característicos de locais sujeitos a ventos fortes próximos a dunas e disso resultariam as deposições de lentes de areia. Tais camadas não seriam estéreis e sim representariam efeitos de deposição característicos desses ambientes.

Dessa forma, a hipótese fornecida pela autora suporta o entendimento de que o sítio foi ocupado continuamente ressaltando o caráter sedentário dessas populações. A grande especificidade do território de exploração e as características do contexto ambiental em que o Sambaqui do Forte (pluralidade de ambientes ricos em diversos recursos) se encontra também reforça a ideia de uma ocupação

ininterrupta do território uma vez que as fontes fornecedoras de recursos eram de fácil acesso. Tal hipótese de sedentarismo é a mais aceita correntemente pela Arqueologia (GASPAR, 1995; SCHEEL-YBERT, 1999).

A camada III teria uma diferença na sua constituição apresentando muitos moluscos. Nessa camada foram identificadas 24 espécies, sendo que a maior parte, cerca de 75%, eram de espécimes de grande porte como: *Phacoides pectinatus*, *Anadara notabilis*, *Ostrea* sp. e *Anomalocardia flexuosa*. Foram identificados também ossos de mamíferos, peixes teleósteos, répteis, vértebras de peixes elasmobrânquios e ossos de aves como *Sula* sp. (atobá, mergulhão) e *Thalasseus* sp. (gaivota, andorinha-do-mar). Os artefatos encontrados são lascados ou são blocos sem qualquer adaptação morfológica. Também se encontram vértebras perfuradas. Não foram identificados sepultamentos (SOUZA e SOUZA, 1981). É importante salientar que por volta de 5.500 anos A.P., idade relativa a esse nível de ocupação, o mar se encontrava 3 metros acima do atual e suas águas chegavam a atingir a base do maciço cristalino onde o sambaqui está assentado. O canal por sua vez era de maior largura bem como a Lagoa de Araruama que, pelas condições de maior temperatura e umidade, poderia apresentar maior salinidade devido a maior entrada da água do mar no local. Isso pode estar relacionado a presença de espécies marinhas características de ambientes com maior salinidade nessa Camada III (SOUZA e SOUZA, 1981).

A Camada II se separa da anterior por um estrato de origem eólica. Foram identificadas 26 espécies com predomínio de *Phacoides pectinatus*, *Anadara notabilis*, *Ostrea* sp. e a *Olivancillaria vesica auricularia*. A pesca também se encontra muito presente com ossos de *Micropogon* sp. (corvina), *Cynoscion* sp. (pescadinha) e *Aurius* sp. (bagre), além de vértebras de elasmobrânquios. A caça é representada pelos ossos de *Mazama* sp. (veado mateiro), *Felis* sp. e de aves passeriformes. A assembleia lítica é representada por facas, raspadores, almofarizes, percutores e quebra-cocos, pontas-de-arremesso em lascas corticais de ossos longos, com uma ou duas extremidades a pontadas, vértebras perfuradas e grande quantidade de dentes perfurados, que nesta camada atingem sua máxima ocorrência. Nessa camada foram encontrados três sepultamentos (SOUZA e SOUZA, 1981).

Já a Camada I coincide com a subida do nível do mar a 1 metro acima do atual com uma condição ambiental similar a encontrada atualmente. A coleta e a caça de moluscos de águas mais salinas tornou-se mais popular no sambaqui.

Dessa forma tal camada apresentou um total de 37 espécies de moluscos identificados, com prevalência de espécies, como por exemplo: *Ostrea* sp., *Crassostrea* sp., *Phacoides pectinatus*, *Anomalocardia flexuosa*, *Murex senegalensis*, *Cerithium atratum* e *Thais haemastoma*. A pesca consiste na ocorrência de ossos de *Pogonias chromis* (piraúna ou miraguaia), *Epinephelus* sp. (garoupa) e vértebras de peixes elasmobrânquios. Já a caça consiste em ocorrências de ossos de *Tupinambis* sp. (teiú), *Myocastor* sp. (ratão-do-banhado), *Tapirus terrestris* (anta), *Mazama* sp. (veado), *Felis* sp., *Alouatta guariba clamitans* (barbado, guariba) e aves passeriformes (SOUZA e SOUZA, 1981).

Souza e Souza (1981) relatam que o abandono final do sítio teria ocorrido a aproximadamente 1.900 anos A.P. quando houve um rebaixamento do nível do mar a aproximadamente 1,5 metros do nível atual (SOUZA e SOUZA, 1981).

Quanto aos artefatos, a maioria das ferramentas são feitas de quartzo lascado e consistem em facas, raspadores, furadores, pontas e lascas (ARAÚJO *et al.*, 2017). Há ainda a presença de lâminas de machado, lascadas ou polidas, percutores, quebra-cocos, um almofariz e uma placa perfurada. Ocorrem também ferramentas feitas de osso como pontas de arremesso, vértebras trabalhadas e dentes perfurados, ocorrendo, ainda, conchas perfuradas ou com bordos utilizados. Nessa camada foram identificados 13 sepultamentos (SOUZA e SOUZA, 1981).

De modo geral os moluscos que foram encontrados no sítio foram: *Anadara notabilis*; *Crassostrea rhizophorae*; *Cerithium atratum*; *Chicoreus senegalensis*; *Cymatium parthenopeum*; *Lintrricula auricularia*; *Olivancillaria vesica auricularia*; *Ostrea* sp; *Phacoides pectinatus*; *Polinices lacteus*; *Stramonita haemastoma*; *Strombus pugilis*; *Strombus costatus* e *Strophocheilus* sp. (DIAS, 1963; GASPAR, 1995; SOUZA *et al.*, 2010).

Alguns autores relataram que a biodiversidade de sambaquis nas imediações do Sambaqui do Forte podem servir como uma amostra da biota que era encontrada e comumente usada pelas populações sambaquieiras já que os sítios apresentam idades, formas de ocupação e estruturas similares além de estarem imediatamente próximos formando um complexo de sítios arqueológicos. Essas ocorrências reforçam o material encontrado por outros autores e que já foram citados acima para o Sambaqui do Forte (DIAS, 1963).

Gaspar (1995) também relata que foram encontrados restos de peixe e de aves que naturalmente habitam a orla marítima e pousam nos rochedos da barra do

canal. Como exemplo desses vertebrados que foram provavelmente produto de caça dessas populações, pode-se encontrar: *Alouatta guariba clamitans*, *Felis* sp., *Marmosa* sp., *Mazama* sp., *Tapirus terrestres* e *Tupinambis* sp. Essas espécies poderiam ter sido obtidas tanto na restinga quanto na estepe, mas mais provavelmente eram mais comuns nas áreas de floresta.

As informações relativas ao Sambaqui do Forte foram sumarizadas no quadro 1 disposto abaixo.

Quadro 1 - Perfil do Sambaqui do Forte

Camadas		Datação	Ocupação	Sedimentação	Espécies encontradas	Artefatos e Hábitos	Observações
10 metros	Camada I	2240 +/- 70 *1 m acima do nível do mar 3940 +/- 140	Traição Itaipu Fase B	Depósitos de ambiente costeiro presença de barras de lagos, canais de e mangues	Ocorrência de moluscos: 37 espécies de moluscos identificados, com prevalência de espécies: <i>Ostrea</i> sp., <i>Crassostrea</i> sp., <i>Phacoides pectinatus</i> , <i>Anomalocardia flexuosa</i> , <i>Murex senegalensis</i> , <i>Cerithium atratum</i> e <i>Thais haemastoma</i> . Ocorrências de Peixes: <i>Pogonias chromis</i> (piraiúna ou miraguaia), <i>Epinephelus</i> sp. (garoupa) e vértebras de peixes elasmobrânquios. Ocorrências de Vertebrados: <i>Tupinambis</i> sp.(teiú), <i>Myocastor</i> sp.(ratoão-dobanhado), <i>Tapirus americanus</i> (anta), <i>Mazama</i> sp.(veado mateiro), <i>Felis</i> sp., <i>Alouatta guariba clamitans</i> (barbado, guariba) e aves passeriformes	Ferramentas líticas: Ferramentas de quartzo lascado como facas, raspadores, furadores, pontas e lascas. Presença de lâminas de machado, lascadas ou polidas, percutores, quebra-cocos, um almofariz e uma placa perfurada. Ferramentas de osso: Pontas de arremesso, vértebras trabalhadas e dentes perfurados, Ferramentas de conchas: conchas perfuradas ou com bordos utilizados. Nessa camada	Foram encontrados 13 sepultamentos
	Camada II	4330 +/- 140	Tradição Macaé Fase Guapi	Depósitos de sedimentos costeiros e bancos de areias	26 espécies com predomínio de <i>Phacoides pectinatus</i> , <i>Anadara notabilis</i> , <i>Ostrea</i> sp.e a <i>Olivancillaria vesica auricularia</i> . Ocorrência de peixes: <i>Micropogon</i> sp.(corvina), <i>Cynoscion</i> sp.(pescadinha) e <i>Aurius</i> sp.(bagre), além de vértebras de elasmobrânquios. Ocorrência de outros vertebrados: <i>Mazama</i> sp.(veado mateiro), <i>Felis</i> sp. e de aves passeriformes.	Ferramentas líticas: Facas, raspadores, almofarizes, percutores e quebra-cocos Ferramentas de ossos: Pontas-de-arremesso em lascas corticais de ossos longos, com uma ou duas extremidades a pontadas, vértebras perfuradas e grande quantidade de dentes perfurados.	Foram encontrados 3 sepultamentos
	Camada III	5520 +/- 120 *3 m acima do nível do mar	Fase sem Ocupação Tradição Macaé Fase Mambucaba	Dunas Eólicas Depósitos Costeiros e exposição da plataforma	Ocorrência de moluscos: 24 espécies, sendo que a maior parte, cerca de 75%, eram de espécimes de grande porte como: <i>Phacoides pectinatus</i> , <i>Anadara notabilis</i> , <i>Ostrea</i> sp. e <i>Anomalocardia flexuosa</i> . Ocorrência de vertebrados: Mamíferos, peixes teleósteos, répteis, vértebras de peixes elasmobrânquios e ossos de aves como <i>Sula</i> sp. (atobá, mergulhão) e <i>Thalasseus</i> sp. (gaivota, andorinha-do-mar).	Artefatos encontrados são lascados ou são blocos sem qualquer adaptação morfológica. Presença vértebras	Não foram encontrados sepultamentos

Legenda: Perfil do Sambaqui do Forte a partir de dados da literatura com a disposição das suas camadas, datações disponíveis, ocupações, sedimentação, espécies encontradas, artefatos e hábitos e demais observações pertinentes. Em detalhes: a cor amarela representa areia; cor verde representa sedimentos mais finos; cor marrom outro tipo de areia não identificado.

Fonte: A Autora, 2020.

Existem outros elementos encontrados no Sambaqui do Forte que também auxiliam na reconstrução paleoambiental local além dos bioclastos de animais. Tais estudos são baseados no registro vegetal encontrado no sítio principalmente através de análises antracológicas. Tais estudos possuem um viés de estudo etnográfico para a arqueologia dos sambaquis que foi muito predominante no início dos anos 2000 cujo objetivo era entender o uso da madeira e dos vegetais na alimentação dessas populações (SCHEEL-YBERT, 1999, 2001). É válido citar que os vegetais de forma geral poderiam ter múltiplos usos desde servir como combustível, alimentação até o uso medicinal e ritualístico (SCHEEL-YBERT, 1999).

Os estudos mais tradicionais dos sambaquis sempre subestimaram o uso dos vegetais na dieta das populações sambaqueiras uma vez que os vegetais normalmente são de difícil preservação. Eles podem ser identificados nos sítios a partir da ocorrência de sementes, cascas de coco ou pela assembleia lítica que pode fornecer *insights* sobre o seu uso na preparação da comida (SCHEEL-YBERT, 2001).

No Sambaqui do Forte, Scheel-Ybert (1999), relata o uso de lenha através de coleta de matéria morta, indicando um caráter pouco seletivo, e ,ao mesmo tempo, uma predileção sistemática de determinadas espécies de restinga ao longo de 3 mil anos A.P. para outros fins mais particulares que não tão somente servir de material combustível.

Nesse ponto Scheel-Ybert (2000) relata que as amostras do Sambaqui do Forte demonstram uma alta diversidade florística proveniente principalmente de elementos de restinga, além de algumas espécies de floresta xeromórfica, floresta de restinga, mata atlântica e mangue. Isso coaduna com o contexto ambiental onde o Sambaqui do Forte se insere que é uma área de restinga onde há uma rica variedade de plantas, legumes, tubérculos e frutas durante todas as estações (SCHEEL-YBERT, 2001).

Dessa forma, segundo Scheel-Ybert (2001), no Sambaqui do Forte foram achadas sementes de frutas, conchas em praticamente todas as amostras além de fragmentos de tubérculos. Também foram encontrados restos remanescentes de comida, fragmentos de madeira e carvão nos mesmos níveis onde as conchas e restos de peixes já eram presentes. Segundo a autora isso sugere que nos sambaquis, haver uma maior concentração de vestígios de plantas não necessariamente testifica uma intensificação do consumo. Sua presença pode ser

resultante de uma concentração de restos de comida em uma determinada zona. Isso tudo revela que as populações deveriam ter uma dieta bem diversificada e que a coleta de vegetais poderia ser muito mais importante do que a caça e coleta de peixes e moluscos (SCHEEL-YBERT, 1999; 2001).

A presença desses registros de vegetais está relacionada com o ambiente encontrado no Sambaqui do Forte. Há no local a interface, outrora mencionada, de três vegetações, a saber: mangue, restinga e formações florestais. Nos sambaquis da Região dos Lagos, a formação florestal normalmente é representada pela Mata Atlântica, mas no caso de Cabo Frio, a formação florestal é primordialmente representada pela Mata Seca (SCHEEL-YBERT, 1999).

No caso específico de Cabo Frio, os três domínios vegetais (restinga, mangue e mata seca) já estavam presentes a época de ocupação do Sambaqui do Forte, há aproximadamente 5.500 anos A.P. (SCHEEL-YBERT, 1999, 2000, 2002; ARAÚJO *et al.*, 2017). As restingas ocupavam os cordões arenosos, as matas secas os afloramentos rochosos e o mangue a região de interface próximo as lagoas. Da mesma forma, também havia a Mata Atlântica acessível a essas populações, mas em posições mais interioranas (SCHEEL-YBERT, 1999, 2000, 2002). As populações sambaquieiras privilegiavam esse contexto principalmente os locais de restinga adjacentes a mangues e florestas costeiras para fazer seus assentamentos como é o caso do Sambaqui do Forte (SCHEEL-YBERT, 2003).

O Sambaqui do Forte possui uma grande predominância de evidências de restinga aberta. Isso coaduna com o fato dele estar localizado a beira da praia (SCHEEL-YBERT, 1999, 2000, 2002). As restingas são ligadas a presença de solos arenosos e cordões litorâneos representando uma vegetação edáfica o que lhe confere uma estabilidade ambiental em situações de variações climáticas (SCHEEL-YBERT, 1999). Ela estava restrita a cordões arenosos nas praias e em zonas entre os cordões arenosos e as lagoas (SCHEEL-YBERT, 2000).

Quanto mais perto da margem do canal, perto dos afloramentos cristalinos, há o predomínio de formações florestais xeromórficas (SCHEEL-YBERT, 1999, 2000, 2002). A característica edáfica presenciada nas restingas também ocorre na mata seca desses maciços rochosos, característica que lhe incute uma estabilidade ambiental diante de mudanças climáticas (SCHEEL-YBERT, 1999).

Os manguezais representam o tipo vegetal que mais oscilou ao longo do período de ocupação do Sambaqui do Forte. Isso pode ter ocorrido uma vez que

esse tipo de vegetação é mais suscetível a flutuações climáticas próprias desse range temporal (SCHEEL-YBERT, 1999, 2001). O mangue é mais abundante na base do sítio até aproximadamente 4.900 anos A.P. Depois dessa data eles são raros até 2.300 anos A.P. quando eles passam a aumentar sua ocorrência (SCHEEL-YBERT, 2001).

Ao contrário do que poderia a princípio parecer, a mudança na vegetação de mangue não pode ser atribuída a variações do nível do mar e sim a alterações climáticas. Uma evidência disto é que para os três episódios regressivos e para os dois episódios transgressivos identificados para a costa brasileira durante esse período, não estão presentes na evolução do manguezal (SCHEEL-YBERT, 2001).

A alteração da vegetação de mangue relacionada com a mudança climática repousa no fato do aparecimento de uma condição mais árida do clima. Isso pode ser corroborado por estudos isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ de sedimentos carbonáticos realizados na Lagoa de Araruama que confirmaram ter havido uma redução da precipitação que resultou em um aumento de salinidade da lagoa. Dessa forma, conforme o apresentado por Scheel-Ybert (2000, 2002), teriam existido quatro grandes eventos de característica semi-árida, a saber: 3.600 a 3.500 anos A.P.; 3.100 a 3.000 anos A.P.; 1.200 a 1.000 anos A.P. e 600 a 500 anos A.P. Também teriam existido dois episódios úmidos curtos em 2.300 a 2.100 anos A.P. e 700 a 600 anos A.P. Dessa forma, episódios mais áridos aumentaram a salinidade da lagoa, reduzindo a quantidade de mangue enquanto os eventos úmidos reestabeleceram a condição favorável para a existência de mangues no local (SCHEEL-YBERT, 2000, 2003).

Assim sendo, a salinidade da lagoa foi menor até 5.000 anos A.P. quando havia mais ocorrência de manguezais. Depois desse ponto, a salinidade aumentou até 2.300 anos A.P. Durante esse intervalo, o mangue se tornou mais raro nos dois lados do Canal Itajuru que é adjacente ao Sambaqui do Forte. A vegetação de mangue voltou a ocorrer após 2.300 anos A.P. e isto estaria relacionado a episódios de umidade (SCHEEL-YBERT, 2001).

É importante citar que a vegetação do interior também se manteve estável durante todo o período de ocupação sambaquieira (SCHEEL-YBERT, 2000).

De modo geral, as evidências vegetais identificadas no Sambaqui do Forte revelam que a vegetação local (restinga, florestas xeromórficas ou mata seca e mata atlântica) não foi grandemente impactada pelas ações antropogênicas ou pelas

oscilações climáticas, a exceção da vegetação de mangue que já foi explicitada acima.

Isso pode ser entendido pela característica edáfica da maior parte da vegetação presente na zona costeira, contexto no qual o Sambaqui do Forte está inserido (SCHEEL-YBERT, 1999, 2001). Dessa forma, apreende-se que as formações edáficas são marcadas pela resiliência a mudanças climáticas. (SCHEEL-YBERT, 2000). É necessário dizer que o impacto antropogênico só começou a alterar a vegetação de forma mais intensa a partir das práticas extrativistas de colonização e ocupação da faixa costeira e com a prática atual reiterada do turismo (SCHEEL-YBERT, 1999).

Essa estabilidade ambiental foi fundamental para essas populações pré-históricas uma vez que permitiu a manutenção do sistema sociocultural sambaquieiro local ao longo de milhares de anos como é o caso do Sambaqui do Forte que permaneceu ativo por aproximadamente 5 mil anos. (SCHEEL-YBERT, 1999, 2000, 2001).

O Sambaqui do Forte, até os dias atuais, se encontra em uma localização ambientalmente privilegiada para a exploração de recursos alimentares (SOUZA e SOUZA, 1981). O sítio, como já mencionado, se localiza no maciço cristalino em uma península. A ressurgência favorece uma alta incidência de peixes e moluscos no mar e ao mesmo tempo, há a Lagoa de Araruama nas proximidades que possui uma alta diversidade de biota adaptada a diferentes condições de salinidade (SOUZA e SOUZA, 1981). A ocorrência de pescado pode ser considerada constante a longo e médio prazo, contudo, a presença de peixes também está condicionada a interferências climáticas. Então para as necessidades imediatas dessas populações a garantia constante seria proveniente da oferta de moluscos no local (GASPAR, 1995).

Somada a essa estabilidade ambiental, é importante ressaltar que o sucesso da ocupação de longo prazo do Sambaqui do Forte também se deve à sua localização estratégica para a captação de recursos alimentares. Como exemplo disso há a já supracitada multiplicidade de ambientes compartilhados e também o fato de estarem normalmente em locais de enseadas. Tais locais possuem elevações que permitem a observação da entrada de peixes e também maior facilidade de cercar os cardumes. Nesses locais, as águas também tendem a ser calmas e isso favorece o uso de embarcações de pequeno porte (GASPAR, 1995).

Esse favoritismo em escolherem locais próximos a grandes corpos de água como lagoas, lagunas e o mar também foi essencial uma vez que esses locais são abundantes em recursos.

Além disso, a disponibilidade de moluscos para alimentação e também para servirem de elementos construtores dos sambaquis também foi essencial para os assentamentos. Gaspar (1995) salienta que aparentemente os moluscos possuem uma relação custo-benefício alta em termo de custo energético para a sua captura e transporte diante do seu baixo valor nutritivo. Entretanto, eles são abundantes, sedentários, de fácil localização e estão disponíveis o ano todo e isso faz com que eles também representassem um atrativo para o assentamento dessas populações. O mesmo autor salienta que, de modo geral, a maior parte os moluscos mais abundantes são típicos de mangues o que ressalta a sua importância para essas populações.

Cabe ressaltar que a caça era mais realizada na restinga e nas florestas, mas é importante salientar que a caça poderia ter apresentado maior instabilidade do que a pesca. Exatamente por isso, segundo Gaspar (1995), a biota da restinga em conjunto com as suas lagoas e brejos teria tido maior atrativo do que os recursos a serem conquistados na floresta.

4.1.1.2 Sambaqui Beirada

O sambaqui Beirada está localizado no bairro de Barra Nova, no município de Saquarema, na chamada Região dos Lagos, no estado do Rio de Janeiro (KNEIP, 1988; CARVALHO, 2004; GASPAR *et al.*, 2007; RODRIGUES e SOUZA, 2007; GIMARÃES, 2013; COELHO *et al.*, 2017). Essa região é tradicionalmente caracterizada por possuir mais de vinte sítios arqueológicos relativos a populações sambaquieiras sendo que a maior parte foi totalmente destruída (KNEIP, 1988; SCHEEL-YBERT, 2006; GASPAR *et al.*, 2007; GUIMARÃES, 2013). Essa ocupação foi de longa duração desde 4.520 ± 190 anos A.P. a 1.790 ± 50 anos A.P. sendo que muitos dos sítios dessa região apresentaram ocupações contemporâneas entre si principalmente a partir de 3.800 anos A.P. (KNEIP, 1998, 2001; GUIMARÃES *et al.*, 2006; KNEIP, 2009). O sistema sociocultural sambaquieiro de Saquarema se

manteve constante e coeso por aproximadamente 2.300 anos com diferenças internas muito ínfimas que não comprometeram a sua existência (GUIMARÃES, 2011).

A Lagoa de Saquarema mais especificamente, representou o epicentro da ocupação sambaqueira da Região dos Lagos (GUIMARÃES, 2011). Essas ocupações apresentaram uma relativa homogeneidade cultural em termos de dieta, indústria lítica, ritos funerários e outros elementos (KNEIP, 1998). Nas imediações de Beirada, existem aproximadamente outros nove sambaquis (COELHO *et al.*, 2017). De modo geral, os sambaquis dessa região são implantados nos cordões litorâneos externos e internos da Lagoa de Saquarema (GUIMARÃES, 2011).

O sambaqui Beirada propriamente dito possui uma altura de 5 metros com uma área total estimada de 1.890 m², com uma profundidade de 1.75 metros (KNEIP, 1988; COELHO *et al.*, 2017). A base do sítio se encontra a 2,85 metros acima do nível médio do mar (KNEIP, 2001).

O sambaqui está inserido no complexo da Lagoa de Saquarema, mais especificamente no Recôncavo de Saquarema na sua margem sul (KNEIP, 1998, 2001). Essa localidade é caracterizada por possuir semelhanças ambientais com grandes lagoas justapostas a praias, canais, enseadas entre outros elementos (KNEIP, 2009). O sítio está delimitado a oeste, noroeste, norte e nordeste por vários maciços cristalinos das serras do Mato Grosso, Tingui, Amar e Querer que também consistem nos principais divisores das bacias de drenagem que desaguam na Lagoa de Saquarema que compreende os Rios do Roncador/Mato Grosso, Tingui, Jundiá e Seco (KNEIP, 1998, 2001). Os sambaquis voltados preferencialmente para o cordão arenoso interno com a face voltada para a lagoa, como é o caso de Beirada e de outros adjacentes (Pontinha, Moa, Saquarema, Saco e Madressilva), eram potencialmente protegidos dos ventos oceânicos e suas populações teriam acesso a qualquer parte do Recôncavo (por exemplo: para a margem oposta procuravam materiais líticos e para a margem leste coletavam mexilhões) por meio de embarcações (KNEIP, 1998; SCHEEL-YBERT, 1999).

O sítio se localiza entre a praia de Saquarema (cerca de 500 metros) e a Lagoa de Saquarema (cerca de 200 metros). O local representa uma área de restinga com uma largura de aproximadamente 1.200 metros que separa a Lagoa de Saquarema do mar. A Lagoa de Saquarema propriamente dita é composta de quatro lagunas, também conhecidas como sacos, chamadas de Urussanga, Jardim

Boqueirão e Fora. (KNEIP, 1988, 1998, 2009; SCHEEL-YBERT, 2000, 2001^a, 2006; COELHO *et al.*, 2017). A margem norte dessa restinga está delimitada pela Pedra da Migra e nesse mesmo local ocorre o afloramento de rochas do embasamento cristalino (KNEIP, 1988).

O sambaqui Beirada foi registrado em 1975/1976 e mais profundamente estudado no final da década de 80. Atualmente esse sítio fica dentro de um loteamento de casas (GUIMARÃES, 2013; COELHO *et al.*, 2017).

Kneip (1988) ressalta que durante as escavações iniciais desse sítio foram coletados 398 artefatos, 269 ossos e 208 conchas. O sítio possui sepultamentos com um total de 32 indivíduos (CARVALHO, 2004; RODRIGUES e SOUZA, 2007; OKAMURA, 2008). Entre o material lítico, ressalta-se o uso de seixos de diabásio e artefatos em osso (OKAMURA, 2008). Tais registros indicaram inicialmente que as atividades principais de subsistência dessas populações incluíam a pesca e a coleta de moluscos que eram complementadas secundariamente por atividades de caça. O seixo de diabásio foi o material lítico mais abundante no sítio e era normalmente utilizado para as atividades de esfregar, polir, bater e martelar (KNEIP, 1988, 1998).

Os restos vegetais, incluindo fragmentos de carvão vegetal são raros uma vez que são de difícil preservação, de acordo com Scheel-Ybert (2001). Eles teriam tido diversos usos como alimentação, habitação, combustível, manufatura de embarcações, rituais entre outras utilidades (KNEIP, 2009).

Esse sítio teve uma ocupação de longo prazo entre 4.520 e 3.800 anos A.P. fazendo com que esse sítio represente a ocupação humana mais antiga desse município. (KNEIP, 1998, 2001; CARVALHO, 2004; RODRIGUES e SOUZA, 2007; KNEIP, 2009; GUIMARÃES, 2011; COELHO *et al.*, 2017).

Dentre desse range temporal, foram identificadas e datadas quatro diferentes camadas de ocupação, a saber: Camada I com 3.800 ± 190 anos A.P.; Camada II com 4.160 ± 180 anos A.P.; Camada III com 4.300 ± 190 anos A.P. e Camada IV com 4.520 ± 190 anos A.P. (GASPAR, 1996; KNEIP, 1998, 2001; GASPAR, 2007; OKAMURA, 2008; KNEIP, 2009; GUIMARÃES, 2011; LESSA e CARVALHO, 2015). Essas quatro camadas foram definidas pela sucessão de solo arenoso úmido e caracterizadas pela presença de estruturas de combustão, funerárias, sepultamentos, matéria corante, restos ósseos, conchas e peças líticas (MARINHO *et al.*, 2006; OKAMURA, 2008). Destaca-se que o sambaqui apresenta camadas

aparentemente estéreis de sedimentos arenosos de várias origens que se intercalam entre as camadas de ocupação (KNEIP, 2001).

Quanto às estruturas de combustão, o sambaqui apresenta evidências de grandes fogueiras que eram dispostas ao ar livre e que eram continuamente reativadas. Elas possuem funções indeterminadas desde alimentação, aquecimento e iluminação até comunicação e cremação de corpos (KNEIP, 2001).

Kneip (2001) ressalta que essas ocupações sucessivas do sítio coincidiram com períodos de transição ou de rebaixamento do nível do mar. A primeira ocupação teria ocorrido após o Máximo Transgressivo época quando o nível do mar estava mais próximo do atual.

É relevante tecer um breve comentário sobre o meio ambiente da Região dos Lagos, onde o sambaqui Beirada estava inserido.

Essa região possui um sistema de lagunas que foram desenvolvidas como parte do processo das variações do nível do mar típicas do Quaternário. As principais lagoas são a Lagoa de Saquarema e Lagoa de Araruama além de pequenas lagoas situadas nas proximidades (GASPAR *et al.*, 2007; GUIMARÃES, 2011). O litoral da região possui restingas, baías, enseadas, lagunas, baixadas e relevo tabular (GUIMARÃES, 2011).

A Lagoa de Saquarema, propriamente dita, está em contato com o mar e é influenciada tanto pelas águas continentais quanto marinhas e sua salinidade varia entre 0 e 35% (SCHEEL-YBERT, 2000).

Vale destacar que a área de praia em Saquarema, adjacente ao sambaqui Beirada, compreende um local de dispersão do fenômeno da ressurgência. De acordo com Lessa e Carvalho (2015), esse evento ocorre com maior intensidade durante o verão e é típico de áreas próximas como Arraial do Cabo e Cabo Frio até a Baía de Guanabara. Essa proximidade teria favorecido a intensa biodiversidade encontrada em Saquarema e poderia ter influenciado na dieta das populações sambaquieiras. Dessa forma, os autores elaboram a hipótese de que os sambaquieiros na coleta de moluscos exploravam zonas inter-marés dos costões além da exploração regular do mar aberto em épocas em que não ocorresse a ressurgência.

O clima da região é tropical quente, chuvoso no verão e com uma curta estação seca no inverno. A Região dos Lagos possui restingas ligadas aos cordões

arenosos do litoral. Também existe um mosaico de vegetações que vai desde a praia até o interior (GASPAR *et al*, 2007).

Segundo Guimarães (2011), a vegetação local é de floresta perenifolia higrófila, mata atlântica, mangue e vegetação de restinga sendo que esta última é a mais representativa. Durante o Holoceno o único tipo vegetacional que obteve maior instabilidade foi o mangue uma vez que este é mais sensível às mudanças ambientais. É válido dizer que a mata atlântica se encontrava no lado norte da Lagoa de Saquarema, o mangue nas margens e a restinga (restinga aberta e floresta de restinga) na restinga propriamente dita e demais regiões litorâneas (SCHEEL-YBERT, 1999, 2000). Scheel-Ybert (2001) relata que o tipo vegetacional mais representativo nos depósitos do sambaqui Beirada é a restinga aberta. Registros de mangue nesse sítio são mais raros e podem indicar que esse ambiente não foi tão explorado dada a distância dessa formação em relação ao sítio.

Nas cercanias da Lagoa de Saquarema existem cordões arenosos. O local é próximo de zonas de oferta de recursos minerais para a confecção de ferramentas além de estar próximo de uma variedade de outros recursos aquáticos (GUIMARÃES, 2011). Esses cordões arenosos foram ocupados por vegetação de restinga entre 4.300 e 3.800 anos A.P. e entre 2.300 e 1.800 anos A.P. (SCHEEL-YBERT, 2000).

De modo geral, o ambiente da Lagoa de Saquarema apresentou uma relativa estabilidade durante o período de ocupação das populações sambaquieiras (KNEIP, 2001).

A área do Recôncavo de Saquarema conjugava a um só tempo uma multiplicidade de ambientes que serviam ao mesmo tempo como território variado para as atividades de pesca, coleta, caça e obtenção de matéria prima lítica e vegetal (KNEIP, 1998, 2001; MACHADO e KNEIP, 1994). Essa localidade lagunar possuía uma biodiversidade de crustáceos, peixes e moluscos além de estar próxima do litoral que por si só é uma fonte de recursos alimentares. A vegetação de restinga próxima ao sítio também representa uma fonte diversificada de alimentos. A caça também ocorria em menor escala no ambiente litorâneo (restinga), lagunar (floresta inundada e brejo), encosta interfluvial (floresta ombrófila densa) e na encosta fluvial (floresta de baixada) (KNEIP, 2001).

Em termos da malacofauna encontrada em Beirada foram achadas as ocorrências dos seguintes táxons: *Anadara notabilis*; *Anomalocardia flexuosa*;

Amiantis purpuratus; Arca imbricata; Divaricella quadrisulcata; Donax hanleyanus; Macrocallista maculata; Nassarius vibex; Neritina virgínea; Nodipecten nodosus; Ostrea sp.; Phacoides pectinatus; Brachidontes exustus; Tagelus plebeus; Thais haemastona; Tellina sp.; Perna perna e Trachycardium muricatum; (KNEIP, 1988; MACHADO e KNEIP, 1994; KNEIP, 1998; 2001; SOUZA *et al.*, 2003; OKAMURA, 2008; SOUZA *et al.*, 2010; GUIMARÃES, 2011; LESSA e CARVALHO, 2015).

Essas espécies são de fácil captura e podem ser coletadas em estuários, enseadas, lagoas, costões e praias. Como exemplo pode-se citar *Brachidontes exustus*, uma espécie vulgarmente chamada de mexilhão, que é de origem marinha, normalmente são encontrados em praias de mar aberto e aderidos aos costões rochosos nas zonas intermarés (KNEIP, 1998; LESSA E CARVALHO, 2015). Lessa e Carvalho (2015) sugerem que eles devem ter sido coletados em costões adjacentes a entrada dos canais de marés a aproximadamente 10 km do sítio através do uso de embarcações. De modo geral, de acordo com Guimarães *et al* (2011), dentre essa miríade de ocorrências, o táxon que mais ocorre é *Anomalocardia flexuosa*.

A ictiofauna da região é mais comumente constituinte por representantes das famílias Ariidae, Scianidae e Carangidae havendo um claro predomínio dos dois primeiros táxons (MACHADO e KNEIP, 1994, KNEIP, 1998, 2001; GUIMARÃES, 2011). Como exemplo de espécies pode-se citar: *Micropogonias furnieri*, *Pogonias chromis* e *Cynoscion* spp. Esses representantes são de grande e médio porte e mais característicos de águas mais profundas da Lagoa de Saquarema e que periodicamente frequentavam a Lagoa de Saquarema para as atividades de desova, crescimento e reprodução (KNEIP, 1998). Kneip (1998) e Guimarães (2013) ressaltam que o representante de peixe mais comum é o *Micropogonias furnieri*. Para a sua pesca foram necessários o uso de ferramentas como anzóis, linhas, redes entre outros elementos (KNEIP, 1988).

Outras evidências de vertebrados, em menor número do que os peixes e moluscos, também foram identificadas incluindo répteis, aves e mamíferos. Destaca-se os mamíferos *Cavia* sp. (preá) e *Sotalia* sp. (golfinho), as aves marinhas e tartarugas (KNEIP, 1988).

Em termos das camadas de ocupação, pode-se visualizar diferentes composições da fauna durante o tempo, bem como da vegetação. Ao longo do tempo, houve uma substituição da matriz sedimentar do sambaqui de uma matriz de

conchas por uma matriz mineral-orgânica, principalmente nas camadas II, III e IV. Nessa nova matriz as conchas aparecem como lentes ou em bolsões inseridos no sedimento preto. Há também uma mudança da ictiofauna e na tecnologia das ferramentas construídas e dos seixos (GUIMARÃES, 2011, 2013).

Na camada II, III e IV há o predomínio de *Ostrea* sp. Entre 3.799 e 3.700 anos A.P. o manguezal ainda estava ativo nas margens da Lagoa de Saquarema (GUIMARÃES, 2011).

É válido citar que nas camadas II, III e IV do sambaqui Beirada houve uma maior predominância de espécies de moluscos e peixes de mangues e de regiões estuarinas como peixe *Micropogonias furnieri* e os moluscos *Ostrea* sp. e *Phacoides pectinatus*. Isso pode ter ocorrido pelo aumento da pluviosidade que pode ter aberto a laguna e aumentado a salinidade além de ter aumentado a área da lagoa. A partir de 3.600 anos A.P. houve uma substituição desses táxons para representantes de moluscos como *Anomalocardia flexuosa* e peixes da família Ariidae (GUIMARÃES, 2011, 2013). É válido salientar que o táxon *Anomalocardia flexuosa* é mais característico do fundo lodoso e areno-lodoso das lagunas (GUIMARÃES, 2011).

Na camada I há o predomínio do molusco *Anomalocardia flexuosa* (GUIMARÃES, 2011). Havia também uma maior intensificação da coleta dos moluscos e ferramentas líticas associadas a prática da coleta (KNEIP, 1998, 2001).

De modo geral, Machado e Kneip (1994) e Kneip (2001) relatam que nas camadas do sambaqui Beirada o consumo de peixes e moluscos é equiparável entre si, mas há uma maior intensificação na coleta de moluscos. A caça representava um caráter secundário complementar da dieta e se manteve constante ao longo das ocupações (MACHADO e KNEIP, 1994).

Guimarães (2011) relatam que o declínio da sociedade sambaqueira desse local se deu por uma mistura de fatores ambientais e sociais, da qual o sítio Beirada também fazia parte. Dessa forma, o colapso da sociedade sambaqueira local começou a partir da camada I do sambaqui Beirada e durou ao longo de aproximadamente mil anos. Tal continuidade do processo, de acordo com Guimarães (2011), pode ser evidenciado em camadas de outros sambaquis adjacentes.

A mudança ambiental se deu pela transformação da paleovegetação entre 3.600 e 3.700 anos A.P. De modo geral, a vegetação de restinga se manteve

estável, mas o mesmo não ocorreu com a vegetação de mangue. As alterações na umidade local puderam ser acompanhadas com o declínio de registros da fauna de moluscos de manguezal ao longo do depósito. Tal proposta é apresentada por Guimarães (2011) a partir de apontamentos de Taysaco-Ortega (*apud* SCHEEL-YBERT, 2000) que relatam ter havido cinco episódios de aridez na Região dos Lagos (3.600-3.500 anos A.P.; 3.100-3.000 anos A.P.; 2.200-2.000 anos A.P.; 1.200-1.100 anos A.P. e 600-500 anos A.P.) intercalados por dois episódios úmidos (2.300 a 2.100 anos A.P. e 700-600 anos A.P.)

Já a mudança social está relacionada com a migração de grupos ceramistas do interior do continente para o litoral. Esse contato acelerou o processo de diferenciação interna do sistema cultural interno dos sambaquieiros e influenciou o seu colapso (GUIMARÃES, 2011).

As informações sobre o Sambaqui Beirada foram condensadas a partir dos dados disponibilizados na literatura e podem ser visualizadas no quadro 2 disposto a seguir.

Quadro 2 - Perfil do Sambaqui Beirada

CAMADAS		Datação	Depósitos	Características da Fauna	Artefatos e Hábitos	Espécies Encontradas	Observações
5 metros	Camada I	3.800 ± 190 anos A.P..	Matriz mineral-orgânica (Conchas em lentes ou bolsões inseridas no sedimento preto)	Predomínio de <i>Anomalocardia flexuosa</i> e peixes da família Ariidae	<p>Maior intensificação da coleta dos moluscos e ferramentas líticas associadas a prática da coleta;</p> <p>Caça constante e de caráter complementar</p>	<p>Espécies de Moluscos: <i>Anadara notabilis</i>; <i>Anomalocardia flexuosa</i>; <i>Amiantis purpuratus</i>; <i>Arca imbricata</i>; <i>Divaricella quadrisulcata</i>; <i>Donax hanleyanus</i>; <i>Macrocallista maculata</i>; <i>Nassarius vibex</i>; <i>Neritina virgínea</i>; <i>Nodipecten nodosus</i>; <i>Ostrea</i> sp.; <i>Phacoides pectinatus</i>; <i>Brachidontes exustus</i>; <i>Tagelus plebeus</i>; <i>Thais haemastona</i>; <i>Tellina</i> sp.; <i>Perna perna</i> e <i>Trachycardium muricatum</i></p>	<p>Há a presença de camadas arenosas estéreis entre as ocupações;</p> <p>As ocupações sucessivas coincidiram com períodos de transição/rebaixamento do nível do mar</p>
	Camada II	4.160 ± 180 anos A.P	Matriz de Conchas	Predomínio de <i>Ostrea</i> sp. e espécies de mangues e regiões estuarinas (<i>Micropogonias furnieri</i> e <i>Phacoides pectinatus</i>)	Caça constante e de caráter complementar	<p>Espécies de Peixes: <i>Micropogonias furnieri</i>, <i>Pogonias chromis</i> e <i>Cynoscion</i> sp.</p> <p>Outros vertebrados:</p> <p><i>Cavia</i> sp. (preá) e <i>Sotalia</i> sp. (golfinho), as aves marinhas e tartarugas</p>	
	Camada III	4.300 ± 190 anos A.P.	Matriz de Conchas		Caça constante e de caráter complementar		
	Camada IV	4.520 ± 190 anos A.P. Sítio acima de 2,85 metros acima do nível médio do mar	Matriz de Conchas		Caça constante e de caráter complementar		

Legenda: Esquema resumitivo do Perfil do Sambaqui Beirada a partir de dados da literatura. Inclui as camadas, datações, depósitos, características da fauna; artefatos e hábito, espécies encontradas e demias observações pertinentes.

Fonte: A Autora, 2020.

4.1.1.3 Guaratiba

Guaratiba compreende um bairro da zona oeste da cidade do Rio de Janeiro. O ambiente local, também conhecido como Baixada de Guaratiba-Sepetiba, é bem diversificado havendo uma grande variedade de paisagens como o delta do Gandu; a planície de Guaratiba que possui aproximadamente 40 km² e uma ilha de barreira que é chamada de Restinga de Marambaia (PELLEGRINI, 2000).

A Planície de Maré se encontra entre zero e três metros acima do nível do mar (PELLEGRINI, 2000). Ela está próxima da Baía de Sepetiba e compreende uma zona de transição entre o mar e o continente. Dessa forma, o ambiente é estuarino com a prevalência de mangues (AMARAL, 2011; LESSA e CARVALHO, 2015). Essa multiplicidade de ambientes também trouxe uma alta diversidade de recursos que podem ter contribuído para a ocupação humana de sociedades primitivas nesse local uma vez que a presença desses recursos minimizaria os custos de deslocamento desses indivíduos para acessar os elementos necessários para sua sobrevivência (AMARAL, 2011). Essa planície, de acordo com Pellegrini (2000), se encontra entre 0 e 3 metros acima do nível do mar.

A vegetação da Baixada Guaratiba-Sepetiba é bem variada de acordo com a fisiografia. Os tipos de vegetação são: floresta pluvial atlântica que é uma vegetação de grande porte (até 30 metros de altura) que ocorre nas encostas das montanhas e morros; floresta pauludosa de planície que atinge até 10 metros e ocorre nas regiões inundadas por água doce; floresta de manguezal que ocorre em locais sob influência direta das marés e a floresta dos cordões arenosos que ocorre em locais à beira mar que eram intercalados por planícies inundadas (AMARAL, 2011; LESSA e CARVALHO, 2015). Cabe ressaltar que Pellegrini (2000) divide a vegetação somente em dois tipos, a saber: vegetação de planície de maré inferior que inclui os mangues e a vegetação arbórea e arbustiva e a vegetação de planície de maré superior que inclui um ambiente hipersalino (por causa das inundações) e por isso sem vegetação de porte arbóreo. Esse último tipo vegetacional ocorre somente em pequenas manchas de vegetação de restinga que comumente estão relacionadas aos sambaquis. Essa planície de maré superior poderia ter sido um local de ocorrência de mangues que foram extintos por diversos eventos progradantes.

O clima da região, segundo Pellegrini (2000), varia entre dois tipos principais, a saber: Af (tropical quente e úmido sem estação seca) que ocorre nas serras que circundam a região e o Aw (tropical quente e úmido com verão úmido e inverno seco) que ocorre nas regiões de baixada.

A região possui um grande número de sítios arqueológicos do tipo dos sambaquis que, em sua maior parte, já foram destruídos por ações antrópicas normalmente relacionadas aos processos de urbanização do local. A maior parte desses sítios, de acordo com apontamentos de Cunha (1965), se encontram próximos do mar e estão associados a rios, canais e restingas. O principal rio distribuidor da região é o Gandu, mas existem três rios de menor porte que são associados diretamente aos sambaquis. Esses rios, que são classificados como canais de maré por Pellegrini (2000), são o Piraquê; Piracão e Portinho (CUNHA, 1965; PELLEGRINI, 2000). Eles entrecortam a planície, drenam manguezais e desaguam na Baía de Sepetiba.

O rio Piraquê desemboca diretamente na Baía de Sepetiba e é influenciado pelas marés. Ele é margeado por mangues e áreas alagáveis ao longo do período chuvoso. Nos seus arredores existiam muitos sambaquis que foram destruídos (CUNHA, 1965). Suas margens, de acordo com Cunha (1965), apresentavam quatro sambaquis, a saber: Sambaqui do Piraquê; Sambaqui do Aterrado da Pedra; Sambaqui do Telégrafo e o Sambaqui de Vila Mar.

O rio Piracão apresenta águas salobras e possui vários braços que adentram na restinga da Guaratiba (CUNHA, 1965; PELLEGRINI, 2000). Ele é ladeado por mangues que sofrem a influência de marés e possui uma grande biodiversidade de peixes, crustáceos e bivalves. Os registros de Cunha (1965) apresentam 14 sítios de sambaquis, a saber: Sambaqui do Posto 5; Sambaqui do Curral das Pedras; Sambaqui dos Teles; Sambaqui das Piteiras ou Sambaqui do Rio do Anil; Sambaqui da Panela do Pai João; Sambaqui do Gentio; Sambaqui do Capãozinho; Sambaqui do Atolador; Sambaqui da Praia Malhador; Sambaqui do Cerâmio; Sambaqui do Pau-Ferro; Sambaqui do Zé do Espinho; Sambaqui da Benta e Sambaqui do Surucaí.

O rio do Portinha se estende até a restinga de Guaratiba e acompanha a linha dos morros. Ele, assim como os outros, é margeado por mangues e também possui campos de grande extensão que sofrem a influência das mares e exatamente por isso ele possui águas salobras. Os registros de Cunha (1965) apresentam ao todo

sete sambaquis (a maior parte já se encontrava destruída à época do levantamento do autor), a saber: Sambaqui do Vaso; Sambaqui do Piracão; Sambaqui do Meio; Sambaqui Cabeça de Índio; Sambaqui Cabeça de Índio 2; Sambaqui do Caminho do Cajueiro; Sambaqui da Bananeira; Sambaqui do Porto da Cinza e Sambaqui do Poço das Pedras. A maior parte desses sítios foram destruídos.

A região de Guaratiba ainda apresentava, segundo registros de Cunha (1965), cinco sambaquis nos canais da Barra de Guaratiba, a saber: Sambaqui do Araçatiba ou do Campo de São João; Sambaqui do Porto das Pitangueiras; Sambaqui do Porto do Teixeira; Sambaqui do Piaí e o Sambaqui da Ilha do Tatu (CUNHA, 1965).

De acordo com apontamentos de Gaspar (1996) corroborados por Okumura (2008), os sambaquis de Guaratiba são pertencentes a Tradição Macaé que são sítios ocupados por populações adaptadas a recursos marinhos. Essas populações provavelmente seriam oriundas do sul do Brasil e também ocuparam sítios próximos como os encontrados em Sepetiba e Cabo Frio.

De forma geral, todos os sítios de Guaratiba relatados por Cunha (1965) eram baixos e estavam próximos de rios e canais. Foram depositados sobre antigas elevações do terreno, sobrepostos sobre argila em pontos mais elevados dos manguezais. Poucos estavam presentes sobre a areia ou afloramento de rochas cristalinas. A maior parte deles possuíam uma camada superficial de terra preta de até 30 centímetros que apresentam material de rolamento com ossos humanos esparsos ou em fragmentos. Também possuíam camadas de conchas de moluscos que poderiam chegar até a base e onde se encontram a maior parte dos enterramentos.

A maior parte dos sítios apresentavam em sua malacofauna espécies de *Ostrea* e *Phacoides pectinatus*. Alguns sítios apresentam exemplares de *Anomalocardia flexuosa*, *Strophocheilus ovatus* e exemplares da família *Mytilidae*. De forma mais rara há a ocorrência de *Trachycardium muricatum*, *Anadara notabilis* e *Strombus pugilis* e *Strophocheilus*, *Protothaca pectorina*, *Brachidontes exustus*, *Lucina pectinata*, *Thais haemastoma*, *Mytella charruana*, *Littorina flava*, *Stramonita haemastoma*, *Bullas triata* (CUNHA, 1965; SOUZA *et al.*, 2010; OKUMURA, 2008). Esses restos seriam evidência da dieta das populações (CUNHA, 1965).

Cunha (1965), relata que há baixa ocorrência de vestígios de vertebrados e de crustáceos. A maior parte desses vestígios foram retrabalhados para servir de funções utilitárias.

Também havia material lítico feito de lascas de quartzo e enterramentos. De forma mais rara existem vestígios de cerâmica. Os enterramentos ocorreram em diversos níveis e posições normalmente na camada rica em ostras e com presença de materiais líticos (CUNHA, 1965).

Com especial destaque, Lessa e Carvalho (2015), relatam que o sambaqui Zé do Espinho não possui espécies marinhas. Sua malacofauna era composta de animais típicos de água salobra ou de águas rasas com fundo arenoso ou lamoso. Como exemplo, cita-se espécies como *Crassostrea rhizophorae*, *Ostrae*, *Phacoides pectinatus* e *Strombus pugilis*. Essa biota demonstra que as populações locais priorizavam explorar o mangue, a laguna e a baía. Outros exemplos encontrados no local são *Mytella chruana*, *Atrinas eminuda*, *Nodipecten nodosus*, *Amiantispur puratus*, *Anomalocardia flexuosa*, *Natica canrena*, *Polines hepaticus*, *Tonna galea*, *Cymatium parthenopeum*, *Chicoreus senegalensis*, *Stramonita haemastoma*, *Olivacillaria vesica vesica* (SOUZA *et al.*, 2010).

Como pode ser visto, os sítos de Guaratiba são muito numerosos e todos próximos um dos outros (OKUMURA, 2008). A maior parte dos registros foi destruído com o tempo principalmente pela urbanização.

Não há um georreferenciamento de coordenadas consistentes para esses sítios o que dificulta o preciso estabelecimento e correspondência da proveniência das amostras provenientes de Guaratiba para esse trabalho. Também não há uma datação para todos os sítios. A título de embasamento para o entendimento da abrangência do histórico temporal da ocupação humana no local, toma-se como base o sítio mais estudado da região que é o Zé do Espinho. O sítio tem idades variando entre 2.260 anos A.P. até 1.180 anos A.P. (AMARAL, 2011).

As informações disponíveis para este sítio foram sintetizadas no quadro 3..

Quadro 3 - Perfil do Sambaqui de Guaratiba (Zé do Espinho)

Camadas	Datação	Ocupação	Depósitos	Espécies Encontradas	Artefatos e Hábitos	Observações
Camada I	2.260 a 1.180 anos A.P.	Tradição Macaé	Sedimentos depositados sobre antigas elevações do terreno, sobrepostos sobre argila em pontos mais elevados dos manguezais.	<p>Maior ocorrência de de <i>Ostrea</i> sp. e <i>Phacoides pectinatus</i>.</p> <p>Presentes em alguns sítios:</p> <p><i>Anomalocardia flexuosa</i>, <i>Strophocheilus ovatus</i> e exemplares da família Mytilidae.</p> <p>Ocorrências raras:</p> <p><i>Trachucardium muricatum</i>, <i>Anadara notabilis</i>, <i>Strombus pugilis</i>, <i>Strophocheilus</i>, <i>Protothaca pectorina</i>, <i>Brachidontes exustus</i>, <i>Thais haemastoma</i>, <i>Mytella charruana</i>, <i>Littorina flava</i>, <i>Stramonita haemastoma</i>, <i>Bullas triata</i></p>	<p>Material lítico de lascas de quartzo e enterramentos.</p> <p>De forma mais rara existem vestígios de cerâmica.</p>	<p>Sambaqui Zé do Espinho: Não possui espécies marinhas.</p> <p>As ocorrências são de espécies de água salobra ou águas rasas de fundo arenoso e mangues. Exemplos:</p> <p><i>Crassostrea rhizophorae</i>, <i>Ostrae</i>, <i>Phacoides pectinatus</i> e <i>Strombus pugilis</i>; <i>Mytella charruana</i>, <i>Atrina eminuda</i>, <i>Nodipecten nodosus</i>, <i>Amiantispur puratus</i>, <i>Anomalocardia flexuosa</i>, <i>Natica canrena</i>, <i>Polines hepaticus</i>, <i>Tonna galea</i>, <i>Cymatium parthenopeum</i>, <i>Chicoreus senegalensis</i>, <i>Stramonita haemastoma</i>, <i>Olivacillaria vesica vesica</i></p> <p>Ocorrem enterramentos</p>

Legenda: Esquema sumarizado do perfil geral do Sambaqui Zé do Espinho elencado como referência para a descrição ambiental e arqueológica do local de acordo com os dados apresentados na literatura. Figura leva em consideração a distribuição das camadas, a datação disponível; espécies encontradas; artefatos e hábitos e demais observações pertinentes.

Fonte: A Autora, 2020.

4.1.1.4 Geribá

O município de Armação de Búzios também possui sítios arqueológicos do tipo dos sambaquis. Existem nove sítios que fazem parte do chamado Grupo São João em uma área de 25 km² que faz parte das planícies fluviais dos rios Una e São João e ficavam em locais estratégicos em termos de acessibilidade a recursos ambientais pelas populações locais. Tal característica ressalta a intermitência da ocupação humana no local ao longo do tempo (BARBOSA *et al.*, 2004; TENÓRIO *et al.*, 2010). As condições climáticas da região compreendiam um clima tropical quente e úmido com uma estação chuvosa no verão (BARBOSA *et al.*, 2004).

Segundo Barbosa *et al.* (2004), a planície do Rio São João é datada do Pleistoceno quando ocorreu uma grande variação eustática. Os lagos e lagoas da região foram formados a partir de braços de mar que ficaram isolados. Dessa forma, a região possuía pântanos, mangues e regiões alagadas que se estendiam até 20 metros da costa. Os braços de praia eram os locais mais altos e protegidos das águas.

Barbosa *et al.* (2004) e Tenório *et al.* (2010) realizaram um breve panorama da mudança do nível do mar ao longo da última metade do Holoceno para a Região dos Lagos, com especial a localidade de Geribá em Búzios. Tal relato será brevemente expresso a seguir.

Entre 6 e 4 mil anos A.P. o nível do mar da Região dos Lagos estava entre 2 e 3 metros acima do nível atual e alcançou até 5 metros em 5 mil anos A.P. Os braços de praia foram formados nesse tempo o que limitou a construção desses sítios antes desse período. Nesse *range* temporal a linha de costa possuía uma grande reentrância com um grande estuário do Rio Una. O Cabo de Búzios estava desconectado do continente onde havia uma ilha que servia de anteparo para um futuro barreamento (praia de barreira) da deriva do mar. O mar deveria estar entre 0,93m e 2 metros acima do atual (TENÓRIO *et al.*, 2010).

O ocupação dos sítios em Geribá e em sítios próximos de mesma idade (Forte e Itaúnas) ocorreu a nesse momento de subida do nível do mar. Entre 5 e 4 mil anos A.P. ocorreram os primeiros assentamentos locais. Houve a formação de lagoas interiores que se tornaram lagos que eram acompanhados por mangues e pântanos (BARBOSA *et al.*, 2004; TENÓRIO *et al.*, 2010).

No intervalo entre 4 e 3.500 anos A.P. o nível do mar aumentou rapidamente chegando até 4 metros acima do atual. Houve então a formação de uma pequena lagoa com areia, áreas alagadas e imersas e áreas topograficamente mais baixas. Nessa época houve a maior densidade populacional do local (BARBOSA *et al.*, 2004; TENÓRIO *et al.*, 2010).

A partir de 3.500 anos A.P. até o presente houve um contínuo rebaixamento do nível do mar. Até quase 2.500 anos A.P. houve a formação de esporões arenosos e cordões litorâneos, frutos da ação de transporte de sedimentos pela ação de ondas. Houve então o começo do isolamento de corpos d'água. Entre 3 mil e 2.500 anos A.P. as pequenas lagoas foram secando. O entendimento geral é que nos períodos de aumento do nível do mar houve a formação de regiões alagadas que aumentaram a disponibilidade de recursos naturais de água doce. Entre 2.533 e 1.976 anos A.P. houve a fase de progradação da linha de costa. A planície costeira já estava praticamente formada. As modificações ambientais resultantes dessas flutuações do nível do mar e do aporte sedimentar impactaram várias praias inseridas no cabo de Búzios incluindo a praia de Geribá (BARBOSA *et al.*, 2004; TENÓRIO *et al.*, 2010).

Dentro desse conjunto de sambaquis do município de Armação de Búzios, na região dos Lagos existe o sítio Geribá. Na literatura existem aparentemente dois sítios denominados como Geribá I e Geribá II. Não há nos registros bibliográficos arqueológicos da região um georreferenciamento claro sobre esses sítios que possa ser comparado com os dados geográficos apresentados na coleta das amostras desse trabalho que possam assegurar a correspondência das amostras com as localidades descritas na literatura. Os dois sítios serão abordados neste texto uma vez que na literatura há o relato de que os sítios da região são muito similares em estrutura, representação da fauna malacológica e registro da história paleoambiental.

Os dois locais aparentemente ocorrem na Praia de Geribá que fica na localidade Ponta de Geribá. Essa praia ocorre em uma enseada que possui 1,5 km de comprimento e está submetida a ondas vindas de nordeste e sudeste. Nas imediações dessa localidade existem seis sambaquis (TENÓRIO *et al.*, 2010).

A literatura relata que os sítios relativos a região de Geribá apresentam múltiplos vestígios de atividades diferentes com artefatos, restos de comida que incluem fauna terrestre e lacustre e restos de vegetais, além de cinzas e carvão de

paleofogueiras e sepultamentos. Os registros faunísticos, na maioria peixes da família Ariidae e moluscos *Pomacea* sp., são de água doce implicando no entendimento de que a ocupação do local se deu durante os períodos de predomínio de lagoas. Os restos de plantas também corroboram essa ideia uma vez que a maior parte pertencem a família Palmae que é típica de florestas pantanosas (BARBOSA *et al.*, 2004).

Geribá I

Ele ocorre na base de um morro existente na extremidade da praia. Na época do seu estudo, década de 80 do século passado, ele tinha até 30 m² (OKUMURA, 2008; TENÓRIO *et al.*, 2010). O sítio tem uma idade datada de 1.480 ± 90 anos A.P. (GASPAR, 1996; LIMA, 1999; GUIMARÃES, 2007; OKUMURA, 2008).

O sítio possui em média uma camada de 60 cm de espessura com terra preta associada a restos de peixes e conchas de bivalves como a família Ostreidae e quartzo lascado. Ela possui restos de ouriços, crustáceos, bivalves (principalmente de *Ostrea* sp.) e vertebrados como mamíferos, aves e peixes. A assembleia lítica é composta por seixos e lascas de quartzo. Há também ocorrência de sepultamentos (OKUMURA, 2008).

As informações relativas ao sítio Geribá I estão condensadas podem ser observadas no quadro 4 exposto abaixo.

Quadro 4 - Perfil do Sambaqui Geribá I

Camadas	Datação	Depósitos	Espécies Encontradas	Artefatos e Hábitos	Observações
0,60 m Camada I	1.480 ± 90 anos A.P.	Terra preta com associação de restos faunísticos	<i>Ostrea</i> sp. e vertebrados como mamíferos, aves e peixes	Ferramentas de seixos e quartzo lascado	Há ocorrência de sepultamentos

Legenda: Perfil esquematizado dos dados disponíveis na literatura para o Sambaqui Geribá I relacionando as camadas, datações disponíveis, características dos depósitos, as espécies encontradas, os artefatos e hábitos e demais observações pertinentes.

Fonte: A Autora, 2020.

Geribá II

Tenório *et al.* (2010a) ressaltam que o sítio de Geribá II representa um dos locais mais antigos da ocupação humana no litoral brasileiro. Poderiam existir outros

sítios mais antigos com mais de 7 mil anos A.P., mas estes, segundos os já referidos autores, estariam submersos nos dias atuais devido a oscilação do nível do mar. Esse sítio tem uma grande importância uma vez que existem no Rio de Janeiro somente três sítios, incluindo Geribá, com idade superior a 5 mil anos como o Sambaqui do Forte e Itaúnas. Todos esses sítios possuem uma característica em comum uma vez que ocorrem em canais que se conectam lagunas ao mar.

O sítio Geribá II está sobre o embasamento cristalino, com uma altura de nove a 20 metros de elevação, está a 80 metros acima do nível do mar, tem 1,5 metros de profundidade e ocorre imediato à praia. Ele ocorre próximo a canais que conectam lagoas ao mar. Geribá II conjuntamente com outros quatro sítios, correspondem a conjuntos de assentamentos do lado esquerdo da praia de Geribá e contabilizam 51 m² de ocupação (TENÓRIO *et al.*, 2010; TENÓRIO *et al.*, 2010a).

Tenório *et al.* (2010, 2010a) relatam que o sítio possui cinco camadas que serão brevemente descritas a seguir, da base para o topo.

A camada V é marrom clara e possui o predomínio de ostras, seguidas em quantidades menores de *Phacoides pectinatus* e *Olivancillaria v. auricularia* seguidas em números por com poucas ocorrências de carvão provenientes de paleofogueiras em concavidades.

A camada IV representa uma camada com bolsões de material malacológico, principalmente *Phacoides pectinatus* seguida em quantidades menores de *Ostrea* sp. e *Olivancillaria v. auriculata*. Essa camada tem uma espessura de 40 cm com a ocorrência de quartzo e baixa quantidade de ossos de peixes.

A camada III tem uma coloração acinzentada com uma espessura máxima de 50 cm com a presença de carvão. Essa camada pode ser considerada como uma camada estéril e indicar um período de desocupação entre dois períodos de ocupação.

A camada II é formada por uma camada de conchas com uma espessura máxima de 35 cm onde há a ocorrência de material lítico, incluindo lascas de quartzo. A maior parte da malacofauna é de ostras seguidas de *Phacoides pectinatus* em menor quantidade. A fauna dessa camada é composta de ossos de peixes, espículas de ouriço, garras de caranguejo entre outros elementos.

A camada I é a mais recente, tem 10 cm de espessura e possui uma coloração marrom escuro. Há a ocorrência de *Phacoides pectinatus* seguida de ostras e menores quantidades de outros moluscos.

Existem muitos trabalhos sobre a datação desse sítio. Lima (2000) apresenta, a partir de Gaspar (1996), duas datações: 2.600 ± 160 anos A.P. e 5.150 ± 110 anos A.P. A idade mais nova também é corroborada por Guimarães (2007). Tenório *et al.* (2010) apresenta duas datações calibradas obtidas a partir de paleofogueiras da Camada IV, a saber: 5.150 ± 110 anos A.P., calibrada entre 6.118 a 5.673 anos A.P., para a profundidade de 95 cm e 5.240 ± 40 anos A.P., calibrada entre 6.190 a 5.940 anos A.P., para a profundidade entre 1,4 e 4,5 metros.

A malacofauna geral de Geribá II é bem diversa apresentando os seguintes representantes: *Anadara notabilis*, *Anomalocardia flexuosa*, *Arca imbricata*, *Astraeala tispina*, *Astraeatecta offersii*, *Cerithium* sp., *Chicoreus senegalensis*, *Chionecan cellata*, *Cymatium parthenopeum*, *Cypraea zebra*, *Iphigenia flexuosa*, *Phacoides pectinatus*, Mytilidae, *Neritina virginea*, *Nodipecten nodosus*, *Olivancillaria vesica auricularia*, *Olivancillaria vesica vesica*, *Ostrea* sp., *Pleuroploca aurantiaca*, *Stramonita haemastoma*, *Trachycardium muricatum*, (SOUZA *et al.*, 2010; TENÓRIO *et al.*, 2010; TENÓRIO *et al.*, 2010a).

O entendimento de Tenório *et al.* (2010, 2010a) é que a ocupação inicial se deu por grupos caçadores e somente posteriormente ocorreu a intensificação da coleta de moluscos. A fábrica lítica é bem abundante e homogênea e há um grande destaque para ferramentas feitas de quartzo lascado. Nos últimos níveis de ocupação ocorrem cerâmicas atribuídas a tradição Neobrasileira e a tradição tupi-guarani.

Os dados relativos ao sítio Geribá II que puderam ser observados na literatura estão resumidos abaixo no quadro 5

Quadro 5 - Perfil Sambaqui Geribá II

Camadas		Datação	Ocupação	Espécies Encontradas	Artefatos e Hábitos
1,50 m	Camada I	2.600 ± 160 anos A.P.	Tradição Neobrasileira	Ocorrência de <i>Phacoides pectinatus</i> seguida de ostras e menores quantidades de outros moluscos	Ferramentas feitas de quartzo lascado e ocorrência de cerâmicas
	Camada II			Maior ocorrência de ostras seguidas de <i>Phacoides pectinatus</i> em menor quantidade e ossos de peixes, espículas de ouriço, garras de caranguejo	Ferramentas feitas de quartzo lascado e ocorrência de cerâmicas
	Camada III	5.150 ± 110 anos A.P.	Não Informado	Camada estéril	Ferramentas feitas de quartzo lascado
	Camada IV	6.190 a 5.940 anos A.P.		Ocorrências de moluscos: <i>Phacoides pectinatus</i> seguida em quantidades menores de <i>Ostrea</i> sp. e <i>Olivancillaria v. auriculata</i> . Ocorrência de Vertebrados: Baixa ocorrência de peixes	Ferramentas feitas de quartzo lascado
	Camada V			Predomínio de ostras, seguidas em quantidades menores de <i>Phacoides pectinatus</i> e <i>Olivancillaria v. auricularia</i>	Ferramentas feitas de quartzo lascado e ocorrência de cerâmicas. Poucas ocorrência de carvão proveniente de paleofogueiras em concavidades.

Legenda: Esquema de perfil sumarizando as principais informações disponíveis na literatura para o sítio Geribá II. A figura leva em consideração a disposição das camadas, as cores dos sedimentos, as datações disponíveis, o tipo de ocupação, as espécies encontradas e os artefatos e hábitos.

Fonte: A Autora, 2020.

4.1.2 Sambaquis de Santa Catarina

Santa Catarina é um estado com uma grande ocorrência de sítios arqueológicos do tipo de sambaquis. De modo geral, a região possui mais de 90 sambaquis sendo que novos sítios são correntemente descobertos (ASSUNÇÃO, 2006; KOCKLER *et al.*, 2010). Esses sítios demonstram que as primeiras ocupações da planície costeira do estado ocorreram há milhares de anos (SCHWENGBERT *et al.*, 2013).

O litoral catarinense possui uma fisiografia bem diversa com enseadas e pequenas baías. A maior parte das praias possuem grande extensões, são retilíneas, com dunas, restingas e lagunas com a presença de afloramentos cristalinos (CITTADIN, 2010).

A vegetação desses locais acompanha essa fisiografia e é também bem diversa. Podem ser encontradas a Floresta Tropical Atlântica (floresta ombrófila densa); Floresta de Araucária e Faxinais (floresta ombrófila mista), Vegetação Litorânea, Floresta Tropical da Encosta Centro-Sul além da Floresta de Restinga que ocorre nas praias e duas (BIANCHINI, 2008; CITTADIN, 2010). Os principais domínios vegetais são a Floresta de Restinga e a Mata Atlântica. A Floresta de Restinga ocorre ao longo do litoral e dos cursos d'água alcançando pântanos e lagoas. Ela pode ter diferentes portes herbáceos em praias, dunas, planícies e lagunas e arbustivo e arbóreo em cordões arenosos e costões rochosos. Já a Mata Atlântica ocorre em locais onde a topografia é mais acentuada (BIANCHINI, 2008).

O clima da área é do tipo subtropical úmido sem estação seca no inverno (Cfa). A temperatura média máxima é de 25° C e temperatura média mínima de 13° C. Os meses mais chuvosos ocorrem entre março e setembro enquanto que a estação seca ocorre entre outubro e janeiro. (BIANCHINI, 2008; VALGAS, 2009; SCHEEL-YBERT *et al.* 2009).

Existem diferentes classificações territoriais da região de abrangência da planície costeira de Santa Catarina e que possui a presença massiva de sambaquis na literatura. O local é dividido em: Complexo Lagunar do Sul; Paleolaguna de Santa Marta e Região do Camacho. Todas essas regiões são contíguas umas às outras, se inserem em um mesmo contexto paleoambiental e apresentam uma grande

incidência de sambaquis que correspondem a uma complexa e longa ocupação nesses territórios.

Valgas (2009) relata que o Complexo Lagunar do Sul compreende uma só região dividida em dois setores que se diferenciam em termos da fisiografia e circulação da água. Os setores seriam o Sistema Estuarino de Laguna e o Sistema Santa Marta-Camacho. Esse complexo seria de grandes dimensões e estaria localizado entre as coordenadas 28°12' e 28°37' de latitude sul, e 48°42' e 48°56' de longitude oeste compreendendo uma área de 219,82 km².

Esse Complexo Lagunar é constituído por oito grandes lagoas que são intercaladas por canais e estreitos. As principais lagoas são: Lagoa do Mirim, Laguna do Imaruí e Laguna de Santo Antônio. Há de se destacar também a Bacia do Rio Tubarão que é integrada pelos rios Rocinha, Bonito, Capivaras, Oratório e Hipólito junto com os afluentes Braço do Norte, Capivari, Laranjeiras, Congonhas, Palmeiras e Pedras Grandes/Azambuja (BIANCHINI, 2008).

O complexo lagunar foi formado por dois processos simultâneos associados a elevação do nível médio do mar no Holoceno (ASSUNÇÃO, 2006; DEBLASIS e GASPAR, 2009; BIANCHINI, 2008; VALGAS, 2009). Segundo Kneip e Mello (2018) a transgressão marinha tem início no Pleistoceno. Deblasis e Gaspar (2009) relatam que o máximo de elevação do nível do mar foi atingido no Nortegripiano entre 6.000 e 5.700 anos A.P. Já Kneip e Mello (2018) relatam que esse máximo ocorreu por volta de 4.400 anos A.P.

Apesar dessa breve divergência na exatidão da idade do máximo de elevação do nível do mar, houve durante esse fenômeno, a formação de uma baía-laguna pelo desenvolvimento de uma barreira arenosa transgressiva nas proximidades do delta do rio Tubarão que é de grandes dimensões e que será citado mais adiante (KNEIP *et al.*, 2018).

Assunção (2006) e Valgas (2009) confirmam esse entendimento relatando que por volta de 5.100 anos A.P. ocorreram fenômenos importantes envolvendo a variação do nível médio do mar. De acordo com Valgas (2009), nessa ocasião teria ocorrido um isolamento parcial de corpo d'água por formação de uma barreira arenosa transgressiva e o afogamento de vales de dissecação em terraços marinhos regressivos datados do Pleistoceno e que pertenciam ao sistema de planície costeira.

Cabe ressaltar que durante a regressão ocorrida após ao máximo transgressivo, por volta de 5.000 anos A.P., o nível médio do mar foi abaixando até chegar os dias atuais. A partir disso, pode-se observar que ao longo do Holoceno o cenário ambiental passou de uma baía aberta para um sistema lagunar quase fechado (KNEIP *et al.*, 2018). Especificamente, a baía-laguna onde o rio Tubarão desaguava foi aterrada pelo avanço do delta do rio. Os fundos rasos emergiram e houve a progradação dos sistemas de planície costeira e barra-barreira no Holoceno até a posição atual da costa (KNEIP e MELLO, 2018).

Em resumo, segundo Kneip *et al.* (2018), o cenário local apresentado durante o Holoceno foi que a cerca de 7.000 anos A.P. houve uma antiga baía que era aberta para o oceano atlântico sul e que ao longo do Nortegripiano a Meagalayano foi se fechando. Nesse processo de fechamento, formou-se uma região lagunar entre ilhas e pontões cristalinos entremeados de formações sedimentares costeiras. Essa região denominada de Paleolaguna de Santa Marta é que apresenta uma grande ocorrência de sambaquis de diversos portes. O sistema lagunar atual, Complexo Lagunar do Sul, foi formado pela regressão marítima e a diminuição do nível médio do mar conforme já citado anteriormente (ASSUNÇÃO, 2006; DEBLASIS e GASPAR, 2009).

Assunção (2006) relata que essas lagoas desse complexo lagunar atual são salobras e possuem comunicações com o mar aberto através de duas aberturas uma fica ao norte entre as lagoas de Santo Antônio e Santa Marta e a outra fica ao sul entre as Lagoas do Camacho e Garopaba do Sul. Essas lagoas desse complexo lagunar normalmente são rasas com uma profundidade média de dois metros.

No Complexo Lagunar há a presença de cordões arenosos na interface entre a planície e o mar. Esses ambientes são integrados a planícies de restinga, praias e linhas de dunas que são interrompidas por elevações cristalinas (ASSUNÇÃO, 2006; DEBLASIS e GASPAR, 2009). Como exemplo desses afloramentos pode-se citar o Morro de Santa Marta e o Morro de Laguna. A parte oeste e norte da planície é cercada pelos “mares de morros” pertencentes da Serra Geral (ASSUNÇÃO, 2006).

Segundo Assunção (2006), a maior parte dos sítios está localizada na planície quaternária principalmente ao redor das lagoas e nas costas. Há uma baixa ocorrência de sambaquis no sopé dos morros que cercam a planície.

O Sistema Estuarino de Laguna fica localizado ao norte do Complexo Lagunar do Sul e é uma típica lagoa estrangulada. Esse sistema abrange três municípios, a

saber: Laguna, Tubarão e Jaguaruna. Ele integra três lagoas: Santo Antônio, Imaruí e Mirim (GASPAR *et al.*, 2008; VALGAS, 2009; GUIMARÃES *et al.*, 2016; GIANNINI *et al.*, 2010).

Valgas (2009) faz uma breve descrição desse sistema. Segundo o autor, este sistema é o maior do complexo com uma área de 183,94 km². Os conjuntos de lagoas pertencentes a esse sistema estão interligados por passagens estreitas. Há um único canal na Lagoa Santo Antônio que possibilita a comunicação com o oceano. É nesse sistema onde há o aporte dos rios Tubarão e D'Una. A Bacia do Rio Tubarão é o maior delta do país e drena uma área de 5.640 km² atingindo até 21 municípios e desemboca diretamente na Lagoa de Santo Antônio (VALGAS, 2009; CITTADIN, 2010). Cabe ressaltar que o rio Tubarão em si é um rio de planície que corta a planície aluvionar e assim forma meandros (KNEIP e MELLO, 2018). Já a Lagoa Mirim recebe o aporte do Rio D'Una (VALGAS, 2009).

O Sistema Santa Marta-Camacho fica mais ao sul e é de menor dimensão com 31,14 km². Ele é contíguo ao outro sistema e inclui cinco municípios, a saber Capivari, Jaguaruna, Treze de Maio, Tubarão e Laguna (KNEIP e MELLO, 2018). Segundo Valgas (2009), esse sistema abrange as lagoas de Santa Marta e Camacho. A Lagoa Santa Marta se comunica com o Rio Tubarão através de um estreito canal meandrante. Na parte sudoeste da lagoa existem dois canais que a conectam com a Lagoa do Camacho. A Lagoa do Camacho possui grandes dimensões com aproximadamente 24,54 km². Ela recebe o aporte do Rio Congonhas à noroeste e possui uma barra intermitente ao sul onde ela se comunica com o oceano (VALGAS, 2009).

Outro autor, Assunção (2006), inclui nesse sistema as lagoas de Santo Antônio, Santa Marta, Camacho e Garopaba do Sul. Ele ainda relata a existência de lagos residuais oriundos de antigas lagoas como: Lago do Arroio da Corrente; Lago do Laranjal; Lago do Figueirinha entre outros (ASSUNÇÃO, 2006; DEBLASIS e GASPAR, 2009).

Em toda essa região é observada uma grande variedade de ambientes como mangues, restingas, cordões de dunas, praias além das lagoas e lagunas (CITTADIN, 2010).

Considerando todas essas localidades, há um município que merece destaque na literatura que é a cidade de Laguna. Essa região, segundo Valgas (2009), representa uma fronteira geográfica natural entre o litoral sul e sudeste do

Brasil. Segundo este autor há nesse local uma mudança na orientação da costa entre o Cabo de Santa Marta e o norte da cidade de Laguna.

Essa cidade pertence a unidade morfológica da Serra do Tabuleiro e, como visto anteriormente, possui várias lagoas de grandes proporções como a Lagoa de Santo Antônio, Imaruí, Mirim, Santa Marta e Camacho que são interligadas. No município em questão também possui áreas alagadas ao redor das grandes lagoas (Garopaba do Sul, Camacho, Gamboa, Ribeirão Grande), canais (Jaguaruna e Amorim) e rios (Barra do Camacho e rio Tubarão) sobretudo nas cercanias dos rios Tubarão, Carniça e Ribeirão Preto. Na região também existem lagoas de menores dimensões (Lagoinha Primeira, Lagoinha Segunda, Lagoa do Siqueira) e rios de pequeno porte como os rios D'Uma e Mané-Chico. Um rio de grande importância é o Rio Congonhas que contribui bastante para a Lagoa do Camacho e Garopaba do Sul. A região ainda é fornecida de água doce por um canal que faz conexão com a Lagoa da Manteiga e por aportes subterrâneos de parte da planície deltaica do rio Tubarão (CITTADIN, 2010).

Como dito anteriormente, a maior parte dos sambaquis da planície costeira de Santa Catarina ocorrem na região conhecida como Paleolaguna de Santa Marta. Essa localidade era considerada muito produtiva e possuía uma alta biodiversidade. Isso poderia ter proporcionado uma alta disponibilidade de recursos para as populações sambaquieiras a partir dos diferentes ambientes como as florestas, os mangues, as colinas, lagoas, estuários, baías, praias e dunas (GASPAR et al., 2008; DEBLASIS e GASPAR, 2009; KOCKLER *et al.*, 2010). Isso pode explicar a alta profusão de sambaquis no local onde as populações podiam realizar uma grande profusão de atividades de subsistência como a pesca, a coleta de recursos, a caça e a horticultura rudimentar (GIANNINI *et al.*, 2005; KOCKLER *et al.*, 2010).

Vários sambaquis foram encontrados no fundo da antiga baía na região com idades aproximadas entre 7.500 e 6.000 anos A.P. podendo ter sítios até mais antigos e durou até aproximadamente 900 anos A.P. Essa ocupação teria então perdurado por quase toda a totalidade do Holoceno (GIANNINI *et al.*, 2005; OKUMURA, 2007; DEBLASIS e GASPAR, 2009; ASSUNÇÃO, 2010; GIANNINI *et al.* 2010; GUIMARÃES *et al.*, 2016; KNEIP e MELLO, 2018; KNEIP *et al.*, 2018).

Boa parte dessa ocupação se deu durante a variação do nível médio do mar de 2.3 a 0.8 metros acima do atual conforme já explicitado anteriormente principalmente entre aproximadamente 6.000 e 1.000 anos A.P. (KNEIP e MELLO,

2018). Tal fenômeno formou a maior parte das planícies costeiras holocênicas (GIANNINI *et al.*, 2005).

Um fator que facilita a compreensão desse ambiente é que essa região possui dezenas de sambaquis identificados (GASPAR *et al.*, 2008; GUIMARÃES *et al.*, 2016; GIANNINI *et al.*, 2010). Esses sambaquis variam muito em termos de dimensões apresentando sítios monumentais, medianos com sepultamentos e sítios pequenos sem sepultamentos e artefatos sendo compostos apenas por um único extrato de conchas (DEBLASIS e GASPAR, 2009; GIANNINI *et al.*, 2010; GUIMARÃES *et al.*, 2016).

De modo geral, os sítios dessa região possuem camadas intercaladas de conchas e estratos finos e escuros que podem ter materiais orgânicos como sepultamentos, paleofogueiras e marcas de estacas. Há também a ocorrência de artefatos líticos e ósseos (GUIMARÃES *et al.*, 2016).

Existem várias classificações apresentadas na literatura para a ocupação sambaquieiras da região que consideram diversos aspectos. Nos próximos parágrafos serão apresentadas algumas dessas classificações.

Giannini *et al.* (2010) propõem uma classificação geológico-geomorfológica. Neste tipo de classificação os sambaquis catarinenses seriam divididos em cinco tipos como:: sambaquis de pontas costeiras e costões rochosos de mar aberto, com dunas e paleodunas eólicas empoleiradas e paleotômbolos formados na zona de sombra hidrodinâmica das pontas; sambaquis de paleopontais de retrobarreira na extensão ao continente dos paleotômbolos; sambaquis em morros e paleodunas em margem lagunar, mas afastados da linha de costa marinha; sambaquis em regiões planas do sistema barreira, incluindo margem de retrobarreira; sambaquis internos que ocorrem em morros do embasamento cristalino perto do delta ou a paleobaía lagunar por ela assoreada.

Os mesmos autores também propõem uma classificação estratigráfica. Eles conseguiram separar os padrões estratigráficos dos sambaquis em três tipos. São eles: interestratificação entre lâminas de conchas e lâminas mais finas de sedimentos pretos cobertos por uma camada arenolamosa preta; estratigrafia simples com núcleo de quartzo-arenoso monticular com areia, conchas e rico em matéria orgânica; misturas maciças ou mal estratificadas de areia com conchas e ossos queimados, com fragmentos líticos, cerâmicos e carvão (GIANNINI *et al.*, 2010).

A maior parte das classificações envolvem o estabelecimento de diferentes ranges temporais de ocupação. Gianni *et al.* (2010) separam a ocupação em quatro fases de acordo com o local desses assentamentos e com os seus materiais construtivos. Dessa forma, as etapas são: a primeira fase vai de 7.500 a 5.500 anos A.P.; a segunda ocorre entre 5.500 a 4.000 anos A.P.; a terceira fase ocorre entre 4.000 e 1.700 anos A.P. e a quarta fase estaria compreendida de 1.700 anos A.P. até o final da ocupação local.

Os sambaquis do primeiro intervalo ocorrem mais em Santa Marta em terrenos elevados em rochas do embasamento cristalino. Os sambaquis do segundo intervalo ocorrem em cima de substratos sedimentares de barreira e paleolaguna. O terceiro intervalo representa o auge da ocupação sambaqueira. No quarto intervalo as conchas perdem importância como material construtivo e são compostos por camadas areno-lamosas pretas (GIANNINI *et al.*, 2010).

Assunção (2010) por sua vez também divide a classificação da ocupação sambaqueira em intervalos. Nessa classificação ele divide a ocupação em apenas três períodos e os nomeia de Pré-clássico; Clássico e Tardio. Essa classificação será brevemente exposta a seguir.

O período Pré-clássico teria ocorrido entre 7.500 e 4.500 anos A.P. Ele é relativo a ocupações que ocorreram antes e ao mesmo tempo que o Máximo Transgressivo. Os sambaquis desse período ocorrem nos sopés dos morros da Serra Geral e na Ponta de Santa Marta. Esses sítios são constituídos por sedimentos argilosos em associação com conchas de *Ostrea* sp. Eles também possuem muitos sepultamentos. Esses sítios são isolados e menores que os sambaquis encontrados na zona costeira atual (ASSUNÇÃO, 2010).

O Período Clássico ocorreu entre 4.500 e 1.500 anos A.P. foi o range temporal que foi caracterizado pela construção de grandes sambaquis também chamados de gigantes ou monumentais. Houve um aumento do número de sítios e sepultamentos por sítio. Isso pode estar relacionado a um adensamento populacional. Esses sítios tiveram durações muito longas, por mais de um milênio. Há uma grande quantidade de sítios próximos entre si e também a existência de muitos sambaquis pequenos entorno dos sambaquis de grandes dimensões. Isso poderia significar um aumento da complexidade dos sistemas de assentamento (ASSUNÇÃO, 2010).

Já o Período Tardio ocorre entre 1.500 e 500 anos A.P. Eles representam sambaquis pequenos na zona litorânea onde se percebe uma mudança cultural mais significativas como o aparecimento de cerâmicas. Houve instabilidade cultural acarretada pelas alterações ambientais causadas pelo fechamento e assoreamento das lagunas e a alteração da salinidade (ASSUNÇÃO, 2010).

Assunção (2010) também fez uma outra divisão da ocupação de acordo com o perfil arqueológico desses sítios. Ele dividiu os sítios em tipos A, B e C. Essa classificação também será brevemente exposta a seguir.

O Tipo A representa os sambaquis principais. Eles são de grandes dimensões e representavam marcos referenciais paisagísticos. A estratigrafia compreendia camadas de conchas intercaladas com material orgânico com a presença de sepultamentos, artefatos, estruturas de combustão, restos faunísticos relativos a alimentação e buracos de estaca. Esses sítios eram intencionalmente construídos com uma significação simbólica muito grande. Eles ocorrem por toda a região sendo muito próximos a costa. Esses sambaquis grandes podem ser cercados por sambaquis menores que também podem ocorrer em grupos ou isolados. Esses sítios grandes representam uma ocupação intermitente e extensamente longa. Durante o Período Clássico eles passam por uma intensificação numérica e de tamanho. Como exemplo de sítio que é tratado nesse trabalho é o Sambaqui Carniça I (ASSUNÇÃO, 2010).

Os sambaquis do Tipo B são considerados sítios satélites. Eles são sítios menores com estratigrafia de conchas simples com superfícies com muita matéria orgânica queimada e normalmente se encontram sobrepostos em sedimentos arenosos estéreis. Esses sítios normalmente não apresentam sepultamentos e possuem baixa incidência de artefatos. Eles se encontram espacialmente periféricos e são próximos a grandes sambaquis. Eles são contemporâneos aos sambaquis funerários de seus grupos. Como exemplo de sambaquis desse tipo e que são abordados nesse trabalho pode-se citar o Sambaqui Carniça III (ASSUNÇÃO, 2010).

Os sambaquis do Tipo C são os mais recentes ocorrendo entre 1.500 e 500 anos A.P. Eles possuem uma estratigrafia homogênea formada por sedimentos arenosos com baixa associação de conchas. Eles possuem um porte médio a pequeno e nunca alcançam o tamanho dos sambaquis do Tipo A. Neles há a ocorrência de sepultamentos, indícios de paleofogueiras e artefatos líticos e ósseos. Além disso, eles apresentam uma inovação que são fragmentos de cerâmica em

baixa quantidade. Esses sítios são localizados na zona costeira sobre pontais rochosos e próximos a sítios do Período Clássico (ASSUNÇÃO, 2010).

Outra divisão da ocupação sambaqueira na zona costeira de Santa Catarina é apresentada pelos autores Kneip e Mello (2018). Os autores dividiram a ocupação do território da Paleolaguna de Santa Marta com especial destaque para região do Camacho. Segundo eles, a ocupação foi dividida em intervalos de tempo associados a variação do nível médio do mar no range temporal de 7.500 a 900 anos A.P. Segundo esses autores, existiriam quatro intervalos: : 7.500 a 4.400 anos A.P.; 4.400 a 3.200 anos A.P.; 3.200 a 1.800 anos A.P.; 1.800 a 900 anos A.P. Essa divisão será brevemente abordada a seguir.

Durante o primeiro intervalo, entre 7.500 e 4.400 anos A.P., o nível médio do mar esteve até 2,3 m acima do atual. Nesse range, os autores identificaram aproximadamente 23 sítios. Alguns desses sítios se encontrariam as margens da paleolagunas mas a maioria se encontra na margem da grande laguna ou de rios que desaguavam na laguna. Isso demonstra que, para essa região, sempre houve acesso fácil aos recursos lagunares. De acordo com esses autores, até 5.800 anos A.P. existiram seis sítios ativos na região. Em 5.100 anos A.P. esse número aumenta para onze sítios ativos. Em 4.400 eram 21 sítios. Dessa forma, a quantidade de sítios ativos dobra a cada 700 anos e isso indica um crescimento exponencial. Nesse período ocorrem os sambaquis gigantes ou monumentais como os de Cabeçuda I; Encantada I; Figueirinha I; Ipoá; Jabuticabeira I; Lagoa dos Bixos I; Laranjal I; Morrinhos I e Santa Marta II. A grande maioria desses sítios permaneceram ativos por longos períodos de ocupação pelo menos até 3.200 anos A.P. Também há a construção de pelo menos mais sete sambaquis grandes e três sambaquis monumentais como o Carniça I; Congonhas I e Garopaba do Sul (KNEIP e MELLO, 2018).

No segundo intervalo, entre 4.400 e 3.200 anos A.P., o nível médio do mar desceu de 2,3 m em 4.400 para 1,5 m em 3.200 anos A.P. Em 4.400 anos A.P. eram 21 sítios ativos e esse número se manteve praticamente inalterado com 19 sítios ativos em 3.200 anos A.P. Esse grande número de sítios e a permanência dos grandes sítios demonstram a continuidade da ocupação. Ao mesmo tempo, a presença dos sambaquis gigantes demonstra que essa ocupação também sofreu um aumento considerável (KNEIP e MELLO, 2018).

No terceiro intervalo, por volta de 3.200 anos A.P., o nível médio do mar estava aproximadamente 1,5 metros acima do atual. Ele desce até 1 metro acima do atual até 1.800 anos A.P. Segundos os autores, eram 34 sambaquis ativos neste range temporal. Os sambaquis gigantes Carniça I, Congonhas I e Garopaba do Sul ainda permaneceram ativos bem como os sambaquis grandes como Cabeçuda I, Cubículo I; Jabuticabeira I; Morrinhos I; Porto Vieira I e Santa Marta II. Essa variação suave do nível médio do mar em um intervalo de tempo tão longo sugere uma continuidade na ocupação da região. Há nesse intervalo uma queda da quantidade de sambaquis grandes. Ao final de 1.800 anos a maioria dos sítios grandes e monumentais estava inativo, a exceção do sambaqui Cabeçuda. Percebe-se então que entre 3.200 e 1.800 houve um declínio na ocupação (KNEIP e MELLO, 2018).

Em torno de 1.800 anos A.P. o nível médio do mar começou a cair até atingir o nível atual. Somente doze sambaquis estavam ativos nesse período incluindo o grande sambaqui Cabeçuda e o sambaqui Laguna. Em aproximadamente 900 anos A.P. são identificados os últimos registros da ocupação sambaquieira no local. Nessa ocasião o nível médio do mar estava apenas a 0.2 metros em relação ao encontrado em 1.800 anos A.P. O abandono dessa região representa um processo longo que se intensifica a partir de 1.500 anos A.P. Em 1.200 anos A.P. somente haviam seis sambaquis ativos e o sambaqui Cabeçuda foi finalmente abandonado. Percebe-se que a ocupação da região não ocorreu de forma uniforme muito embora tenha sido contínua. Inicialmente houve uma expansão inicial muito forte e que em seguida se suavizou. A partir de 2.700 anos A.P. a expansão se retrai e essa retração se intensifica entre 1.200 e 900 anos A.P. A partir de 900 anos A.P. são obtidos os últimos registros das sociedades sambaquieiras (KNEIP e MELLO, 2018).

Outros autores como Kneip *et al.* (2018) apresentam uma outra divisão da ocupação baseada em padrões culturais de ocupação. Essa classificação é bem parecida com a apresentada por KNEIP e MELLO (2018) com pequenas alterações no range temporal. A classificação apresentada por KNEIP *et al.* (2018) divide a ocupação em quatro ranges temporais: 7.500 a 4.500 anos A.P.; 4.500 a 3.000 anos A.P.; 3.000 a 2.100 anos A.P. e 2.100 a 900 anos A.P. (KNEIP *et al.*, 2018). Essa classificação será resumidamente disposta nos parágrafos seguintes.

No primeiro intervalo, entre 7.500 e 4.500 anos A.P., o crescimento da ocupação foi em termos exponenciais. Esse crescimento foi de quase 1.500%. Entre 7.000 e 6.000 anos A.P., o número de sítios é estável e o grande aumento começa a

partir de 6.500 anos A.P. com a presença de clusters de ocupação. Passa a existir nesse momento uma diversidade na estrutura dos sítios com a formação de sambaquis monumentais e um incremento de diversos processos culturais a exemplo dos rituais funerários. Esses sambaquis são longevos e demonstram um padrão cultural que perdurou ao longo do terceiro período de ocupação. Os autores salientam que os registros da primeira fase da ocupação podem não corresponder ao cenário real do passado uma vez que há indícios na literatura de que podem existir sambaquis atualmente submersos ou que podem ter sido destruídos durante a fase transgressiva ocorrida no Nortegripiano (KNEIP *et al.*, 2018).

Entre 5.000 e 4.500 anos A.P. a ocupação sambaqueira adquire uma estabilidade e se consolida a partir de núcleos que ocorrem simultaneamente. Esse padrão foi observado ao longo de vários milênios que se seguiram. Ocorre uma mudança ambiental e climática nesse período com a retração dos mangues. Nesse período ocorre a regressão marinha outrora citada que formou barreiras e causou a redução da salinidade das lagoas pelo seu isolamento em relação ao oceano. Com isso percebe-se a diminuição da ocorrência de ostras na estratigrafia dos sambaquis durante esse range temporal específico e que demonstra alterações ambientais de longa duração (KNEIP *et al.*, 2018).

No segundo intervalo, entre 4.500 e 3.000 anos A.P., o crescimento da ocupação foi linear alcançando somente 33%. Isso demonstra que houve uma redução no ritmo de expansão de sítios ativos em relação ao intervalo anterior. Ocorre a formação de vários núcleos em torno da laguna. Isso poderia sugerir uma maior integração intercomunitária dessas populações (KNEIP *et al.*, 2018).

No terceiro intervalo, entre 3.000 e 2.100 anos A.P. houve um decréscimo linear da ocupação. Há o término da diversidade dos sítios, mas isso não caracteriza um decréscimo populacional. Essa ideia se baseia no fato de que os sítios são muito grandes e monumentais com alta densidade de áreas funerárias. (KNEIP *et al.*, 2018).

No quarto intervalo, entre 2.100 e 900 anos A.P., a ocupação também sofreu um decréscimo linear, muito embora ele tenha ocorrido em uma taxa diferente. Nesse intervalo também se percebe uma mudança estratigráfica dos sambaquis da região. As conchas passam a ser substituídas por sedimentos enegrecidos e com alto teor de matéria orgânica e rica em restos de peixes. Os sambaquis também possuem lentes de *Anomalocardia* sp. nas camadas superiores dos sambaquis.

Cabe lembrar que nesse range temporal há o fechamento do sistema lagunar. Isso afetou a disponibilidade de moluscos no interior da baía e isso se reflete no registro arqueológico. Nesses sítios são encontradas muitas variações culturais importantes. Pode-se citar o fato de que há uma maior quantidade de sepultamentos cremados, artefatos ósseos e pedras queimadas. Essas mudanças estão associadas aos primeiros contatos com grupos étnicos falantes da língua Jê do Sul que chegaram no topo do planalto nas cercanias da laguna nesse range temporal. No final da ocupação começam a parecer vestígios de cerâmica Taquara que marcam a maior presença dessa nova etnia na serra e no litoral por volta de 1.000 anos A.P. (KNEIP *et al.*, 2018).

Esses autores indicam que os padrões gerais de ocupação desse território demonstram que a distribuição espacial dos sambaquis tem um padrão aglomerado, regular ou aleatório. Há um padrão agregado com focos de núcleos. A partir desses padrões, os autores evidenciaram duas fases de ocupação: uma fase de expansão entre 7.500 e 3.000 anos A.P. e uma fase de retração da expansão entre 3.000 e 900 anos A.P. (KNEIP *et al.*, 2018).

Okumura (2007) também divide a ocupação do litoral de Santa Catarina de acordo com padrões culturais e ranges temporais. Segundo a autora a ocupação mais antiga estaria relacionada a ausência total de cerâmica. A segunda fase de ocupação seria relacionada à Tradição ceramista Itararé. Por sua vez a ocupação mais recente, a partir de aproximadamente 1.000 anos A.P., estaria associada a etnia Tupiguarani. A classificação proposta pela já referida autora também será descrita brevemente a seguir.

A ocupação mais antiga caracterizada pela total ausência de cerâmica, segundo Okumura (2007), demonstra que o padrão de subsistência dessas populações estava relacionado a pesca e a coleta de moluscos. A maior parte dos sambaquis dessa fase são de grandes dimensões e apresentam uma indústria lítica polida, com a presença de zoólitos e com uma grande ocorrência de sepultamentos. Esses sambaquis, segundo a autora, seriam da Fase Morro do Ouro. Os sambaquis de menores dimensões possuíam machados e sepultamentos realizados em fossas cobertas de argila e valvas de moluscos. Esses sambaquis seriam pertencentes a Fase Ponta das Almas.

A partir de 1.200 anos A.P., segundo a autora, os sambaquis passam a ser mais rasos e apresentarem fragmentos de cerâmica. Os sambaquis dessa fase não

possuíam um intenso acúmulo de conchas. As cerâmicas observadas estão associadas a Tradição Itararé e aparecem nas camadas mais superficiais dos sambaquis clássicos ou ocorrem em forma de pequenos sítios rasos. Nesses casos, esses sítios seriam englobados na Fase Enseada. Contudo, não há um consenso na literatura se esses sítios poderiam ser incluídos na Tradição Itararé propriamente dita. O que se observa, é que nesses sambaquis, a indústria lítica e óssea encontrada nesses locais passa a ser mais refinada.

O aparecimento da cerâmica no topo da estratigrafia desses sambaquis pode significar a adoção de um novo padrão de subsistência dessas populações que incluiria uma menor coleta de moluscos e a incorporação da cerâmica no seu cabedal cultural. Essa fase dura até aproximadamente 900 anos A.P. Após essa fase, ocorre já a ocupação ceramista e há o término da ocupação sambaqueira. A mudança desse novo padrão cultural, poderia estar relacionada a chegada de novos grupos de etnias diferentes relacionados a Tradição Tupiguarani de origem amazônica e suas periferias que poderiam ter absorvido ou eliminado as populações sambaqueiras. Isso poderia ser visto na mudança do material de construção desses sítios. Segundo outros autores que suportam esse entendimento, essas novas etnias eram sociedades agrícolas que migraram da região amazônica ao longo do território brasileiro a partir de 2.000 anos A.P. em uma verdadeira diáspora em direção as regiões sudeste e sul do Brasil. (GASPAR *et al.*, 2008). Essas novas etnias provavelmente absorveram as sociedades sambaqueiras pela sua superioridade tecnológica e demográfica é que foram contatados pelos portugueses à época da conquista do Brasil em meados do século XVI (OKUMURA, 2007; GASPAR *et al.*, 2008).

É notável que as mudanças ambientais observadas pela variação do nível do mar podem ser associadas a mudanças climáticas típicas do Holoceno. Essas alterações também impactaram a biodiversidade local e essas flutuações podem ser percebidas no registro arqueológicos. De modo geral, Gaspar *et al.* (2008) afirmam que aparentemente a baía e as ilhas de barreiras seriam mais produtivas do que as lagunas fechadas atuais. Deblasis e Gaspar (2009) reafirmam essas considerações uma vez que eles relatam que há aproximadamente 5.000 anos A.P. os sítios possuíam registros de plantas de mangue indicando eu o clima era mais quente do que o atual ou que a lagoa era mais salgada e mais aberta para o mar podendo representar uma verdadeira baía aberta. Com a regressão marinha e o conseqüente

fechamento das barreiras litorâneas, houve o assoreamento das lagoas, uma redução geral dos corpos d'água acompanhada de uma progressiva dessalinização dos mesmos. Isso pode justificar um declínio progressivo do mangue e da disponibilidade da malacofauna, de peixes marinho e mamíferos que eram anteriormente característicos desse ambiente (GASPAR *et al.*, 2008; DEBLASIS e GASPAR, 2009; SCHEEL-YBERT *et al.*, 2009). Essas transições ecológicas ficaram mais evidentes no final da ocupação sambaqueira em sua estratigrafia. Pode-se associar a diminuição da disponibilidade dos moluscos devido as mudanças ambientais com a transição cultural ocorrida nesses últimos estágios de ocupação (GASPAR *et al.*, 2008).

Assunção (2010) que reafirma esse posicionamento dos efeitos das flutuações ambientais nas estratigrafias dos sítios. Ele relata que antes do máximo transgressivo os sambaquis funerários (de maior porte) eram majoritariamente compostos por *Ostrea* sp. Após o recuo do nível do mar os sambaquis passaram a ser construídos majoritariamente por outra *Anomalocardia* sp. Também houve, segundo Kockler *et al.* (2010) uma substituição gradual do consumo de moluscos para a intensificação da pesca. Isso pode ser visto com maior clareza a partir de 2.000 anos A.P. quando as conchas foram substituídas por sedimentos escuros nos estágios finais de construção.

É interessante salientar que a ocupação longa, contínua e sistêmica no entorno da Paleolaguna ao longo de milhares de anos permite supor que havia uma identidade cultural compartilhada de um padrão sedentário, estável e com uma alta densidade demográfica disposta em um sistema “circum-lagunar” (DEBLASIS e GASPAR, 2009). Nesse diapasão, Giannini *et al.* (2005) relatam que os sambaquis monumentais confirmam a existência de um trabalho social articulado. Os sambaquis dessa região seriam construções propositalmente visíveis e perceptíveis no ambiente aberto da laguna e teriam multifuncionalidade. Eles também poderiam marcar a identidade da comunidade bem como a sua integração e interdependência (GASPAR *et al.*, 2008; DEBLASIS e GASPAR, 2009; GIANNINI *et al.*, 2010). Esses sítios também demonstrariam uma estabilidade econômica, cultural, social, política e territorial além de evidenciar uma complexa organização social e espacial ao longo do Holoceno que foi um período de constante reconfiguração do ambiente lagunar (DEBLASIS e GASPAR, 2009; KOCKLER *et al.*, 2010; GIANNINI *et al.*, 2010; KNEIP *et al.*, 2018).

Alguns autores inferem funcionalidades e propósitos diferentes de acordo com os tamanhos dos sambaquis encontrados principalmente em relação aos sambaquis monumentais ou gigantes e os sambaquis de menores dimensões.

Os sambaquis gigantes ou monumentais eram na realidade cemitérios coletivos com áreas funerárias e que apresentavam restos de festim. Tais procedimentos culturais estiveram presentes por mais de dois milênios e foram utilizados por várias gerações servindo como marcos permanentes da paisagem. Eles poderiam representar um aumento de sinergia entre as diversas comunidades presentes no entorno da paleolaguna que resultou em uma organização social que culminou na integração e partilha do território comum (GASPAR *et al.*, 2008; KNEIP *et al.*, 2018).

Já os sambaquis menores encontrados nas imediações dos sambaquis maiores poderiam possuir múltiplas funcionalidades (KNEIP *et al.*, 2018). Tal ideia é reforçada por Deblasis e Gaspar (2009) que relatam haver nesses locais vestígios líticos que poderiam representar áreas de habitação. Kockler *et al.* (2010) relata que esses sambaquis de menor porte poderiam indicar marcos duradouros de práticas de menor escala que expressam um vínculo diário das populações sambaqueiras.

A maioria dos sítios não ocorriam simultaneamente, porém a Paleolaguna de Santa Marta apresenta alguns clusters que demonstram que alguns sítios estavam ativos concomitantemente em boa parte da ocupação milenar sambaqueira no local. Nisso se incluem os sítios que estavam inicialmente dentro da planície costeira e que com o tempo se encontravam mais afastados da lagoa. Esse fato poderia explicar a existência de sambaquis em áreas que atualmente se encontram até 10 km dentro do continente (GASPAR *et al.*, 2008; KNEIP *et al.*, 2018). Isso teria ocorrido pela mudança da paisagem durante a variação do nível médio do mar conforme já explicitado anteriormente. Por causa dessas mudanças, os sambaquis mais antigos foram aos poucos sendo afastados das margens do sistema lagunar de acordo com a sua retração ao longo do Nortegripiano e Megalayano. Essa concomitância de ocupação entre alguns dos sítios reforça que existia a partilha e estabilidade do território (KNEIP *et al.*, 2018). Essa concomitância implicaria em uma intensificação da economia baseada na obtenção dos recursos alimentares provenientes da lagoa e o cultivo de uma agricultura rudimentar nas últimas fases de ocupação (GASPAR *et al.*, 2008).

Kneip *et al.* (2018) relatam que esses clusters poderiam corresponder a unidades sociológicas específicas que ocorriam em comunidades face-a-face ao redor da laguna podendo corresponder a linhagens ou clãs específicos, mas que permaneciam em grande interação regional ao longo do tempo. Isso seria possível diante de uma homogeneidade cultural e possivelmente genética dessas populações. Essas sociedades poderiam ser baseadas em um sistema heterárquico onde existiria a ausência de um controle centralizado vertical e sim pautado pela ordem consensual essencialmente igualitário. Apesar dessas inferências, ainda não existe um claro entendimento dos mecanismos de articulação e coesão social deste sistema de ocupação longo que durou milhares de anos e que era evidentemente integrado.

Neste trabalho serão abordados cinco sambaquis desta região. São eles: Perrixil; Cabeçuda; Carniça (I e III); Garopaba do Sul e Laranjeiras. A seguir serão apresentados breves comentários sobre cada um deles.

4.1.2.1 Sambaqui Perrixil

O Sambaqui Perrixil fica localizado no município de Laguna, no litoral sul de Santa Catarina fazendo divisa com vários outros municípios como Imaruí, Capivari de Baixo, Imbituba, Tubarão, Gravatal e Jaguaruna. No local há uma comunidade pesqueira de mesmo nome (MACHADO, 2008; GOMES, 2012; LINHEIRA, 2013; BOSCATTO, 2014; GARCIA e BANDEIRA, 2018; GARCIA, 2018). O sítio é localizado no Complexo Lagunar Sul Catarinense que fica entre os municípios de Imbituba e Laguna. Conforme visto anteriormente, esse complexo possui três lagoas principais que são a Lagoa do Mirim, Lagoa de Imaruí e Lagoa de Santo Antônio. Existem nas imediações do local a Serra do Tabuleiro e cordões litorâneos arenosos que separam as lagoas em questão (MACHADO, 2008).

Existem poucos dados sobre o Sambaqui do Perrixil e a maior parte das informações sobre sua localização e características são incertas e pouco claras. Na literatura aparecem dois nomes para sítios da localidade Perrixil: Sambaqui do Perrixil e Sambaqui da Ponta do Perrixil I e II. Como não existem coordenadas claras sobre a ocorrência deles, não há como afirmar se eles correspondem a um

mesmo local (sinonímia) ou a locais diferentes da coleta. O que se pode dizer é que se eles forem distintos, provavelmente ocorreram em uma mesma microrregião uma vez que esse(s) sítio(s) estão associados a comunidade pesqueira do Perrixil que ocorre em um espaço geográfico muito pequeno (MODRO *et al.* 2010).

Um dos poucos registros mais acurados sobre o local é feito por Guerra (1951). O autor relata que na região haviam três sambaquis. Um deles foi visitado pelo professor Sílvio Fróes Abreu em 1928. O sambaqui principal relatado por ele ficava as margens da lagoa Imaruí. À época, a superfície do sambaqui estava soterrada por sedimentos escuros que possuíam uma espessura entre 1 e 1,5 metros.

Segundo o já referido autor, esse sambaqui tinha uma forma monticular e possuía 13 metros de conchas associadas com restos de cozinha, ossos humanos e artefatos líticos. Na profundidade de aproximadamente quatro metros foram encontradas muitas ostras que ocorriam em forma de bolsões. Em uma região muito próxima foi encontrado um dique de diabásio com cavidades que podem ter sido originadas por ações antropogênicas das populações sambaquieiras na construção das suas ferramentas líticas (GUERRA, 1951).

Outros autores, Modro *et al.* (2010), informam especificamente sobre um sambaqui da região chamado Ponta do Perrixil II que ocorreria na mesma microregião às margens das lagoas do Imaruí e Mirim. Segundo esse autor, o sambaqui havia sido registrado no IPHAN em 1962. Ele seria de pequeno porte com uma área de 50 m² e 10 metros de altura.

Schwengber *et al.* (2002) informam que o sambaqui do Perrixil ocorre sobre afloramentos rochosos. Segundo eles, a região estaria sobre influência da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão que também estaria relacionada com a formação da planície litorânea e com a oferta de recursos alimentares para essas populações. Esses mesmos autores relatam que essas características seriam as responsáveis para a grande ocorrência da distribuição dos sambaquis do local.

Não há datações claras para as ocupações da localidade Perrixil. A literatura somente relata que os depósitos locais são arenosos e relacionados ao final da regressão holocênica que foi subsequente ao máximo transgressivo que ocorreu há aproximadamente 5.150 anos A.P. (MACHADO, 2008). Em termos ambientais, as informações disponíveis informam que a vegetação presente ao longo do estreito do Perrixil é composta de macrófitas aquáticas anfíbias (GUIMARÃES, 2012).

Apesar das poucas informações especificando suas características principais, esse sambaqui é muito citado na literatura por fazer parte de um grupo de 24 sambaquis de Santa Catarina que possuem artefatos zoomorfos, também chamados de zoólitos (GOMES, 2012; GARCIA e BANDEIRA, 2018; GARCIA, 2018).

Atualmente o local é considerado uma área de periferia, com poucas habitações e uma estrada de terra. Contudo a região tem sido mais intensamente urbanizada e as regiões circunvizinhas estão tendo um crescimento desordenado associado a um aumento avassalador da densidade demográfica local o que pode colocar em risco a preservação do sítio (MODRO *et al.*, 2010).

Os dados relativos ao sambaqui Perrixil que estão disponíveis na literatura estão relacionados no quadro 6 e 7.

Quadro 6 - Perfil Sambaqui de Perrixil

Camada	Datação	Depósitos	Artefatos e Hábitos
13 m	Sem datação disponível	Depósitos arenosos	Artefatos tipo zoólitos

Legenda: Esquema de perfil de Sambaqui do Perrixil segundo dados da literatura resumando dados de camadas, datações disponíveis, características de depósitos e artefatos e hábitos.

Fonte: A Autora, 2020.

Quadro 7 - Perfil Sambaqui Ponta do Perrixil II

Camada	Datação	Depósitos	Artefatos e Hábitos
10 m	Sem datação disponível	Depósitos arenosos	Artefatos tipo zoólitos

Legenda: Esquema de perfil de Sambaqui Ponta do Perrixil segundo dados da literatura resumando dados de camadas, datações disponíveis, sedimentação e artefatos e hábitos.

Fonte: A Autora, 2020.

4.1.2.2 Sambaqui Cabeçuda

O sambaqui Cabeçuda possuía uma extensão de aproximadamente 53 mil m² e está localizado entre as lagoas de Santo Antônio dos Anjos e Imaruí no município de Laguna, litoral de Santa Catarina, na altura do km 3145 da BR-101. Ele ocorre em um embasamento de granito de coloração rosa que aflora na margem da Lagoa

de Santo Antônio dos Anjos. Esse sítio foi documentado por Sílvio Fróes Areu em 1928 e foi depredado por ação antropogênica desde então para a feitura de cal e formação de aterros. Ele foi o primeiro sítio de grandes dimensões a ser escavado e sua escavação só foi iniciada em 1951 por Luis de Castro Faria (GUERRA, 1951; CARVALHO e SOUZA, 1998; LESSA e MEDEIROS, 2001; OKUMURA, 2008; RODRIGUES-CARVALHO *et al.*, 2011; GUIMARÃES *et al.*, 2016).

Inicialmente ele possuía mais de 100 metros de diâmetro, 140 metros de largura, podendo ter atingido até 16 metros de altura (GUIMARÃES *et al.*, 2016). Atualmente ele está reduzido a 60 metros de extensão, 15 metros de largura e 4 metros de altura (OKUMURA, 2008) e uma área atual de 900 m² (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003). De acordo com Rodrigues-Carvalho *et al.* (2011) a importância desse sítio está relacionada com a sua estrutura monumental e a grande ocorrência de sepultamentos (aproximadamente 200 indivíduos). Esses autores ressaltam que esse sítio representa uma das maiores coleções de remanescentes humanos pré-históricos da zona costeira brasileira.

Fish *et al.* (2000), Lessa e Medeiros (2001), Scheel-Ybert *et al.*, (2003), Rodrigues-Carvalho *et al.* (2011) e GUIMARÃES *et al.* (2016) indicam uma datação para o sítio de 4.120 ± 220 anos A.P. Já Kneip *et al.*, (2018) apresentam várias datações para o sítio que vão desde 1.387 a 4.417 anos A.P.

Na sua estratigrafia há uma grande ocorrência de bivalves do táxon *Anomalocardia flexuosa*, com lentes de ossos de peixes (bagres e miraguaias), ossos de aves e pequenos mamíferos, carvões, blocos de granito e diabásio. Havia a presença de carvões provenientes de paleofogueiras e artefatos líticos relacionados as atividades de pesca e caça e mais de uma centena de sepultamentos humanos (CARVALHO e SOUZA, 1998; LESSA e MEDEIROS, 2001; SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003; OKUMURA, 2008; RODRIGUES-CARVALHO *et al.*, 2011).

O sambaqui Cabeçuda é considerado um sítio bastante longo estando ativo desde aproximadamente 4.400 anos até depois de 1.800 anos A.P. Ele também tem a importância de ser um dos chamados sambaquis gigantes ou monumentais e sua extensa atividade demonstra uma estabilidade territorial e organizacional (KNEIP e DEBLASIS, 2018; KNEIP e MELLO, 2018).

O esquema construído de acordo com as informações bibliográficas disponíveis sobre a composição do sambaqui Cabeçuda pode ser visualizado no quadro 8.

Quadro 8 - Perfil do Sambaqui Cabeçuda

Camada	Datação	Espécies Encontradas	Artefatos e Hábitos	Observações
16 m	4.120 ± 220 anos A.P a 1.387 anos A.P.	Molusco predominante: <i>Anomalocardia flexuosa</i> Vertebrados: peixes (bagres e miraguaias), ossos de aves e pequenos mamíferos	Carvões de paleofogueiras; Blocos de granito e diabásio; Artefatos líticos para pesca e caça	Há ocorrência de sepultamentos

Legenda: Esquema do perfil do Sambaqui Cabeçuda de acordo com os dados disponíveis na literatura. São indicadas características das camadas, datações disponíveis, espécies encontradas, artefatos e hábitos humanos e demais observações pertinentes.

Fonte: A Autora, 2020.

4.1.2.3 Sambaqui Carniça (I e III)

Segundo Assunção (2010) e Schwengber *et al.* (2013), existe um agrupamento de nove sambaquis denominados Carniça que são numerados de I a IX que estão localizados na parte leste do complexo lagunar da região. Eles estão relativamente próximos entre si, mas podem variar em termos de datação, estrutura, dimensão e preservação.

Normalmente eles possuem pequenas dimensões com camadas arenosas extensas cobertas por uma camada superficial de conchas e a malacofauna associada possui baixas ocorrências. Segundo Schwengber *et al.* (2013) as conchas dos pequenos sambaquis da região teriam apenas finalidades construtivas e nesses locais há rara ocorrência de ferramentas ou materiais líticos.

Os sambaquis do agrupamento Carniça estão localizados na planície da de mesmo nome que é originalmente um charco com cordões arenosos sequenciais. Na mesma área existe aproximadamente uma centena de sítios semelhantes. Neste trabalho só serão abordados os sítios Carniça I e Carniça III que correspondem os locais atribuídos na coleta realizada (ASSUNÇÃO, 2010).

Carnaça I

O sítio está localizado no bairro de Campos Verdes no município de Laguna em Santa Catarina. Ele está próximo da lagoa de Santa Marta e do delta do Rio Tubarão. Ele estava inserido em um substrato arenoso de linha de paleodunas e que atualmente é recortado pela estrada geral de Campos Verdes (OKUMURA, 2007; ASSUNÇÃO, 2010).

O sambaqui Carnaça I é um sítio que fazia parte dos chamados “sambaquis gigantes” de Santa Catarina que corresponde a Fase Congonhas. Essa fase, segundo Okumura (2007), compreendia sambaquis com altura superior a 10 metros e com base mínima de 300 metros.

Há época da sua escavação, no final da década de 60 e decorrer da década de 70 do século passado, ele possuía uma dimensão de 400 a 500 metros de comprimento, 30 metros de largura e 5 metros de altura com uma forma monticular. Há a estimativa que ele poderia ter alcançado 60 metros de altura. Essas grandes dimensões sugerem que houve uma intensa ocupação desse sítio ao longo do tempo (OKUMURA, 2007; ASSUNÇÃO, 2010; GIANNINI *et al.*, 2010; KNEIP e MELLO, 2018).

Foram feitas várias datações desse sítio, aproximadamente doze análises, que demonstram que o local foi ocupado por mais de mil anos entre 3.400 a 2.400 anos A.P. (FISH *et al.*, 2000; OKUMURA, 2007; ASSUNÇÃO, 2010; KNEIP *et al.*, 2018; KNEIP e MELLO, 2018).

O início da ocupação do sítio Carnaça I corresponde a um período de subida do nível médio do mar que ocorreu entre 4.400 e 3.200 anos A.P. onde o mar subiu 1,5 m acima do atual (KNEIP e MELLO, 2018).

Segundo Assunção (2010), os perfis desse sítio demonstram que haviam camadas de conchas e de sedimento areno-argiloso escuro com muita presença de carvão e de fauna queimada que se alternavam com camadas espessas e homogêneas de conchas. Os principais táxons encontrados nesse sítio incluem *Anomalocardia flexuosa*, *Phacoides pectinatus*, *Ostrea sp.*, *Thais sp.* e gastrópodes não identificados. Também são encontradas ocorrências de ossos humanos articulados e desarticulados principalmente na superfície do sítio.

Nesse sítio também são encontradas uma grande variedade de artefatos líticos polidos como machados e facas. Também há a presença de zoólitos e outros

instrumentos como pratos, artefatos lascados, entalhadores, raspadores. Também existem artefatos de conchas e ossos associados a sepultamentos (OKUMURA, 2007).

Atualmente este sítio encontra-se altamente depredado tendo sido quase totalmente destruído por ações antropogênicas recentes. Ele está encoberto de vegetação de pasto e vegetação típica de restinga e possui aproximadamente 5 metros de altura (OKUMURA, 2007; ASSUNÇÃO, 2010).

O esquema relacionando a composição do Sambaqui Carniça I pode ser visualizado no quadro 9.

Quadro 9 - Perfil Carniça I

Camada	Datação	Depósitos	Espécies Encontradas	Artefatos e Hábitos	Observações
ES	3.400 a 2.400 anos A.P. Início da ocupação corresponde ao aumento do nível do mar em até 1,5m acima do atual entre 4.400 e 3.200 anos A.P.	Camadas de conchas e de sedimento areno-argiloso escuro com muita presença de carvão e de fauna queimada que se alternavam com camadas espessas e homogêneas de conchas	Ocorrências Moluscos: <i>Anomalocardia flexuosa</i> , <i>Phacoides pectinatus</i> , <i>Ostrea</i> sp., <i>Thais</i> sp. e gastrópodes não identificados	Carvão de paleofogueiras; Artefatos líticos polidos (machados e facas); Zoólitos; Pratos, artefatos lascados, entalhadores, raspadores e artefatos de conchas e ossos associados a sepultamentos	Há ocorrência de sepultamentos

Legenda: Esquema resumindo as informações do Sambaqui Carniça I com as principais informações encontradas na literatura. A figura indica a composição das camadas, datações disponíveis, características dos depósitos, as espécies encontradas, artefatos e hábitos e demais observações pertinentes.

Fonte: A Autora, 2020.

Carniça III

O sítio Carniça III ocorre nas proximidades do sítio Carniça I mas ele possui dimensões menores com uma base circular de 40 metros de comprimento, 30 de largura e 5 metros de altura com uma forma monticular e encontra-se parcialmente preservado (ASSUNÇÃO, 2010).

Ele possui datações de 3.300 e 3.000 anos A.P. (ASSUNÇÃO, 2010; KNEIP e MELLO, 2018). O início da ocupação desse sítio e a sua manutenção correspondem a uma descida gradual do nível médio do mar até 1 metro acima do atual que ocorreu entre 3.200 e 1.800 anos A.P. O final desse range temporal também corresponde a um declínio da ocupação dessa região que também pode ser observada em outros sítios locais como o Carniça I (KNEIP e MELLO, 2018).

O sítio possui uma fina camada de *Anomalocardia flexuosa* associada a um sedimento arenoso escuro orgânico que ultrapassa a espessura da camada de conchas (ASSUNÇÃO, 2010).

Ele ocorre sobre uma duna e, segundo Assunção (2010), ele possui três camadas. A base possui um pacote arenoso bege claro que é aparentemente estéril com raras ocorrências de conchas. A camada intermediária possui aproximadamente 40 cm e ela é uma camada arenosas com coloração cinza escuro. Há uma associação muito grande de *Anomalocardia flexuosa* com menor ocorrência de *Thais* sp., *Nassarius* sp.; *Olivacelaria* sp. entre outros táxons. Já o topo representa uma camada arenosa bege com baixa ocorrência de conchas.

O esquema relativo as características do Sambaqui Carniça III podem ser visualizadas no quadro 10.

Quadro 10 - Sambaqui Carniça III

Camadas		Datação	Depósitos	Espécies Encontradas
5 m	Camada I	3.300 e 3.000 anos A.P. a aproximadamente e 1.800 anos A.P. Descida gradual do nível médio do mar até 1 metro acima do atual	Areia bege clara com baixa ocorrência de conchas	Não informado
	Camada II		Areia cinza escuro	Muitas ocorrências de <i>Anomalocardia flexuosa</i> e menores ocorrências de <i>Thais</i> sp., <i>Nassarius</i> sp.; <i>Olivacelaria</i> sp. entre outros táxons
	Camada III		Areia bege clara, aparentemente estéril com pouca presença de conchas	Predomínio de <i>Ostrea</i> sp. e espécies de mangues e regiões estuarinas (<i>Micropogonias furnieri</i> e <i>Phacoides pectinatus</i>)

Legenda: Esquema sumarizando as informações do perfil do Sambaqui Carniça III. A figura inclui informação sobre as camadas, as cores dos sedimentos, as datações disponíveis e as características da fauna que foram encontradas

Fonte: A Autora, 2020.

4.1.2.4 Sambaqui Garopaba do Sul

O sambaqui Garopaba do Sul fica nas proximidades dos municípios Jaguaruna e Laguna em uma região com grandes lagunas como a Camacho, Garopaba do Sul, Figueirinha, Cabeçuda e Tubarão que já foram citadas anteriormente (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2009; GIANNINI *et al.*, 2010; KNEIP e MELLO, 2018).

A vegetação local representa um mosaico que varia de acordo com a fisiografia da região. No local são encontrados campos de dunas, uma planície alagável e praias. Nesses locais ocorrem dois tipos florestais: restinga e floresta atlântica. A vegetação de restinga ocorre nos campos de dunas e nas praias e nas áreas alagáveis pode ocorrer vegetações adaptadas a ambientes aquáticos. A floresta atlântica ocorre nas áreas mais altas (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2009; CRISTIANO *et al.*, 2017).

Segundo a classificação da ocupação de Kneip e Mello (2018) da ocupação do litoral sul catarinense, o sambaqui Garopaba do Sul estava presente no grupo mais antigo da região que abrange o período entre 4.400 a 3.200 anos A.P. Segundo os autores ao final desse último range temporal, que terminava em 1.800 anos A.P., o sambaqui Garopaba do Sul já não se encontrava mais ativo.

Existem várias datações para o sítio Garopaba do Sul na literatura. A literatura relata que o sítio teria idades datadas entre aproximadamente 3.640 e 2.748 anos A.P. (DEBLASIS *et al.*, 1998; FISH *et al.*, 2000; CRISTIANO *et al.*, 2015; KNEIP *et al.*, 2018).

Segundo Kneip *et al.* (2018), as idades disponíveis para o sítio Garopaba do Sul demonstram que o local teve uma ocupação longa e permanente com estabilidade territorial e organizacional.

Para vários autores o sítio Garopaba do Sul faz parte dos chamados sambaquis gigantes da região. Contudo, ao longo do tempo ele foi altamente depredado por ações antropogênicas. Infere-se que a sua altura original seria de 50 metros. A sua altura atual é de aproximadamente 22 metros (DEBLASIS *et al.*, 1998; GIANNINI *et al.*, 2010; CRISTIANO *et al.*, 2015).

Apesar desse sítio ser bastante citado na literatura, não foram encontrados trabalhos que abordem suas características estratigráficas ou sua constituição da malacofauna e outros elementos constituintes.

A sumarização dos dados sobre este sítio pode ser visualizada no quadro 11.

Quadro 11 - Perfil do Sambaqui Garopaba do Sul

Camadas	Datação	Espécies Encontradas	Artefatos e Hábitos
22 m	3.640 a 2.748 anos A.P.	Não informado	Não informado

Legenda: Esquema de perfil do Sambaqui Garopaba do Sul com as principais informações encontradas na literatura.

Fonte: A Autora, 2020.

4.1.2.5 Sambaqui das Laranjeiras

A Praia das Laranjeiras fica localizada na Baía das Laranjeiras, no município Camboriú que fica a 80 km a norte de Florianópolis e ao sul da foz do Rio Itajaí. O local foi escavado no final da década de 70, entre 1977 e 1979, pelo padre Rohr. Esse pesquisador identificou dois sítios arqueológicos próximos, na mesma praia que foram batizados como Sambaqui das Laranjeiras I e Sambaqui das Laranjeiras II. Também existem outros sítios nas cercanias de tipos diferentes dos sambaquis (LESSA, 2005; OKUMURA, 2007; GARCIA e BANDEIRA, 2018; MARQUES, 2017, 2018).

Marques (2017) faz um relato sobre as características ambientais do local. Segundo a autora, o município possui praias e baías em seu litoral que são cercados pela Serra do Mar. As cadeias de montanhas podem separar as praias por vários morros constituindo o que autora chama de pontões e ilhas. Há também terras mais baixas com terrenos arenosos que formam cordões litorâneos com restingas, lagunas e mangues.

A Baía das Laranjeiras é uma enseada de pequenas proporções. A Praia das Laranjeiras em si é delimitada ao norte pelo morro Pontão das Laranjeiras e ao sul pela Ponta das Taquaras. Na praia há um pequeno cordão arenoso de mil metros de comprimento na área centro-sul da enseada. Essa faixa de areia possui uma

pequena inclinação em direção ao mar o que favorece a não existência de alagamentos no local por tempestades. Na localidade há um morro de 120 metros que representa um afloramento de embasamento de granito e diabásio. Existem ainda outros dois morros circundando a praia em diferentes direções. Essas formações rochosas que delimitavam o local protegem a praia dos ventos e dificultavam o acesso à praia e poderiam ter salvaguardado o local de ataques de grupos indígenas ou incursões portuguesas ao longo do tempo. É interessante dizer que os diques de diabásio encontrados no local eram fornecedores de matéria-prima para a feitura de ferramentas e artefatos (MARQUES, 2017).

A praia também recebe contribuições de três córregos. Esses rios encontram a praia nos limites norte, sul e no centro da faixa de areia da praia. Nas cercanias também há o Rio Camboriú cuja planície aluvial e estuário se localizam a 2 km da enseada. Nesse local há um mangue que fica a 6 km da praia (MARQUES, 2017).

Marques (2017) em seus estudos relata que a vegetação local variava de acordo com a fisiografia do local. Há a ocorrência de vegetação de mangue, restinga e floresta perenifólia higrófila costeira nas terras mais altas (encostas das serras) com portes arbóreos, arbustivos e rasteiros. Nas cercanias da região da faixa arenosa ainda é possível encontrar árvores frutíferas silvestres. Essa vegetação provavelmente foi essencial para o fornecimento de recursos essenciais para a manutenção desses assentamentos. Essas vegetações podem ter servido para a obtenção de matéria-prima para construção, combustível e produção artesanal.

Segundo Marques (2017), a ampla diversidade de ambientes também favoreceu a alta biodiversidade de fauna do local. De acordo com os registros ela teria servido tanto como alimento quanto para matéria-prima para a confecção de ferramentas e ornamentos. A floresta atlântica densa (com representantes como porco-do-mato-queixada, onça, bugio, gato-do-mato entre outros) e os locais de vegetação aberta próxima a corpos d'água (com ocorrência de capivaras, cervos e lontras) pode fornecer mamíferos para caça bem como locais de vegetação de restinga (com ocorrências de tamanduás e gambás).

Os estuários, mangues e águas rasas das praias também forneceram a coleta de moluscos, crustáceos e equinodermos. Já a baía privilegia a ocorrência de peixes e, ocasionalmente, quelônios e baleias. No inverno ainda pode haver a ocorrência de pinguins e lobos marinhos que eventualmente são carregados para o local pelas correntes frias antárticas (MARQUES, 2017).

A autora ressalta que alguns desses recursos alimentares, a exemplo das frutas e animais migradores, podem ser estacionais, mas a maior parte dos recursos como as carnes de caça, moluscos e peixes são abundantes e disponíveis ao longo do ano (MARQUES, 2017).

O clima de Camboriú é temperado com quatro estações bem marcadas ao longo do ano. Os meses mais secos são entre junho e agosto e os mais úmidos são entre janeiro e março. A temperatura média máxima no verão pode chegar a 32°C e a temperatura média mínima no inverno pode chegar a 10°C (MARQUES, 2017).

Marques (2018) relata que em seus estudos iniciais, o Padre Rorh, responsável pelas escavações, inicialmente classificou os sambaquis da região como jazidas de cultura intermediária entre a guarani e sambaquiana com a eventual mistura de assembleia lítica e cerâmicas. Eles poderiam também ser considerados jazidas paleoetnográficas uma vez que possuem características idênticas aos sambaquis, mas com substratos diferentes com uma maior ausência de conchas e possuir fragmentos de cerâmica. Depois de muito debate, essa ocupação pode ser agrupada em uma Tradição. Cabe lembrar que tradições representam uma forma de classificar materiais e sítios arqueológicos baseados no seu tipo de tecnologia a fim de facilitar a compreensão da diversidade humana no registro arqueológico a partir da compreensão de uma sequência de estilos ou culturas em uma continuidade cronológica.

Marques (2017, 2018) levantou a questão de existir um grande debate na literatura sobre a classificação da ocupação desses sítios. Alguns autores específicos citados por Marques (2017, 2018) classificam como esses sambaquis serem pertencentes a Tradição Itararé. Essa Tradição estava relacionada um tipo de cerâmica de populações descoberta no Rio Itararé que fica na fronteira de São Paulo e Paraná. Elas estavam presentes em muitos sítios do sul do país sobretudo em populações que habitavam terras altas adjacentes a Praia das Laranjeiras.

Não há qualquer indicação sobre a classificação do sítio de Laranjeiras I, somente o sítio de Laranjeiras II. O sítio Laranjeiras II poderia representar uma Tradição Itararé adaptada as características locais, sendo chamada de Tradição Itararé do Litoral (SCMITZ *et al.*, 1993 *apud* MARQUES, 2018). Mas isso não é um consenso na literatura. Marques (2018) relata que para a maior parte da literatura o sítio Laranjeiras II não representaria uma ocupação Itararé. Ele somente possuiria

uma cerâmica associada a essa tradição proveniente de regiões mais altas (MARQUES, 2018).

Como não há uma exata correlação entre as amostras coletadas nesse trabalho e a proveniência dos sítios existentes da região, abaixo os dois sítios serão abordados uma vez que eles são muito próximos e compartilharam histórias paleoambientais similares.

Sítio das Laranjeiras I

O sítio das Laranjeiras I foi escavado pelo padre João Alfredo Rohr ao longo do ano de 1979 (OKUMURA, 2007, MARQUES, 2017). Ele se localiza na parte oeste da Praia das Laranjeiras. Esse sítio é um sambaqui de pequeno porte com uma base de 60 x 50 metros e com uma altura de 1,5 metros. Na ocasião foram escavados aproximadamente 262 m² (OKUMURA, 2007; MARQUES, 2017, 2018).

Ele possui uma datação para a sua base. A idade obtida foi de 3.800 anos A.P. e por isso ele seria mais antigo que o sítio das Laranjeiras II. Ele possui uma camada com apenas 100 cm de espessura. Esse sítio é muito conhecido número de sepultamentos uma vez que foram identificados aproximadamente 52 indivíduos (OKUMURA, 2007; MARQUES, 2017, 2018). Segundo Okumura (2007), o grande número de sepultamentos sugere que ou o local teve uma ocupação constante ao longo do tempo ou houve uma sucessiva ocupação de populações semelhantes no mesmo local.

Além dos sepultamentos, ele é composto majoritariamente por moluscos, principalmente *Ostrea* sp. e possui estruturas líticas compatíveis com grupos pré-ceramistas (OKUMURA, 2007; MARQUES, 2018). Os sepultamentos estavam associados a sedimentos escuros com camadas compactas de ostras com cerca de 60 cm de espessura. Outra parte do sítio era composta de sedimentos escuros e conchas moídas (OKUMURA, 2007).

O esquema das características do Sambaqui Laranjeiras I pode ser visualizado no quadro 12.

Quadro 12 - Perfil do Sambaqui Laranjeiras I

Camadas	Datação	Depósitos	Espécies Encontradas	Artefatos e Hábitos	Observações
1,5 m	3.800 anos A.P.	Sedimentos escuros com conchas moidas	Alta ocorrência de <i>Ostrea</i> sp.	Estruturas líticas compatíveis com grupos pré-ceramistas	Alta concentração de sepultamentos associados a sedimentos escuros com camadas de ostras com 60 cm de espessura

Legenda: Esquema de perfil do Sambaqui Laranjeiras I com as principais informações encontradas na literatura. A figura inclui informações sobre as camadas encontradas, as datações disponíveis, características dos depósitos, as espécies encontradas, os artefatos e hábitos e demais observações pertinentes. (Formatação do texto e das linhas da tabela diferentes)

Fonte: A Autora, 2020.

Sítio das Laranjeiras II

O sítio das Laranjeiras II está localizado na mesma praia do sítio anterior, só que na parte leste. Ele foi parcialmente escavado pelo padre Rorh entre 1977 e 1978 (OKUMURA, 2007; MARQUES, 2017, 2018).

O sítio originalmente possuía uma superfície entre 1.000 e 2.000 m² e apresentava uma espessura de menos de um metro (OKUMURA, 2007; MARQUES, 2018). Ele teve uma área escavada de 500 m² (MARQUES, 2017). A parte não escavada na ocasião foi posteriormente destruída pelo proprietário do terreno segundo apontamentos de Marques (2018).

A camada arqueológica, segundo Marques (2017, 2018), é de 100 cm de profundidade. Nesse sítio foram encontradas uma grande variedade de elementos entre artefatos líticos, ósseos, materiais malacológicos e resto de fauna, mais de 5 mil fragmentos de cerâmica além de aproximadamente 114 sepultamentos (OKUMURA, 2007; MARQUES, 2017, 2018). Marques (2017, 2018) relata que a população sambaqueira deste sítio provavelmente representava uma aldeia compacta com áreas de fogo e lixo muito próximos.

Várias datações foram apresentadas para esse sítio através de fragmentos de carvão. Duas datações foram obtidas para a base leste do sambaqui. Uma corresponde a idade 3.815 ± 120 anos A.P. e outra, realizada em um ponto mais próximo da praia e que seria correspondente a primeira ocupação do sítio, tem idade de 4.900 ± 210 anos A.P. (MARQUES, 2017, 2018). Esse local mais antigo ainda possui uma série de outros elementos como ossadas de baleia e artefatos líticos que poderiam corresponder a uma ocupação anterior a sambaqueira. Há uma outra idade obtida para uma profundidade de 20 cm com idade de 195 ± 80 anos A.P. ou referente ao range entre 1.675 e 1.835 D.C. Essa última datação poderia

corresponder a última ocupação do sítio arqueológico e corresponder ao início da ocupação paulista que fixou os primeiros povoados brancos no local (MARQUES, 2017).

É importante salientar que a presença da cerâmica foi o elemento que mais gerou debate sobre a classificação desse sítio e que, para alguns autores, pode ter sido pertencente a Tradição Itararé (OKUMURA, 2007; MARQUES, 2017). Essa Tradição, segundo apontamentos de Marques (2018), teria ocupado o litoral de Santa Catarina entre 800 e 1.300 anos A.P., o que abrangeria uma parte da ocupação do sítio Laranjeiras II. Outro ponto levantado por Lessa (2005) salienta que a presença da cerâmica da Tradição Itararé não seria algo definitivo para classificar essa população como pertencente a essa Tradição. A cerâmica poderia representar somente a existência de uma relação de troca entre diferentes populações e culturas que habitavam as cercanias desse território. Lessa (2005) ainda relata que a população sambaquieira desse local teria imigrado do interior para a região litorânea e seria geneticamente diferente das populações pertencentes a Tradição Itararé.

Boa parte da literatura se depreende a analisar os sepultamentos deste sítio. Os enterramentos costumavam estar quase sempre associados a restos de fauna, vestígios líticos, cerâmicos, malacológicos e ósseos, especialmente os dentes pertencentes aos mais variados grupos de animais (MARQUES, 2017; GARCIA e BANDEIRA, 2018). Outra particularidade apresentada por Lessa (2005) e Okumura (2007) é que os indivíduos normalmente se encontram fletidos, contra as paredes de choupanas. O grande número de sepultamentos (mais de uma centena) abrange diferentes faixas etárias e são de ambos os sexos. (MARQUES, 2018).

A literatura relata que foi possível identificar três camadas (MARQUES, 2017 *apud* SCHMITZ *et al.*, 1993) e que serão brevemente descritos a seguir.

A Camada I (topo) possuía 15 cm de profundidade e chegava até o início da areia estéril da base do sítio. Essa camada possuía registros de ocupação não-indígena local.

A Camada II (intermediária) representa a camada arqueológica propriamente dita. Ela era composta por húmus escuro e areia e possuía uma grande multiplicidade de elementos, a saber: ossos de peixes, conchas esparsas, restos de aves, mamíferos terrestres e marinhos, pinças de crustáceos, espinhos de ouriço do mar, cascos de tartaruga, material malacológico, artefatos líticos e ósseos,

fragmentos de cerâmica Itararpe, fogões e fornos subterrâneos com paredes de argila queimada, lentes de carvão, sepultamento e regiões com materiais de refugio de materiais (“lixo”). Essa camada não é homogênea. Assim sendo, perto da praia, as conchas, formadas majoritariamente por ostras, aparecem como lentes no sedimento junto a espinhos de ouriço do mar, pinças de crustáceos e ossos de baleia. Já do lado direito do sítio, essa camada apresenta uma maior concentração de restos de ferramentas e instrumentos lascados.

A Camada III (base) apresentava uma coloração amarelada com areia estéril e que se encontrava com o embasamento cristalino.

A assembleia lítica é polida e lascada possuindo mais de duas mil peças. Podem ser encontrados machados, bigornas, polidores, pesos de rede, esmagadores, facas, raspadores, pingentes ornamentais entre outros objetos (OKUMURA, 2007; MARQUES 2017, 2018).

O material ósseo se apresenta retrabalhado em forma de agulhas, anzóis, pontas e espátulas. É interessante ressaltar que existe uma grande variedade de dentes e conchas que foram modificados com objetivo ornamental e ritualístico, principalmente associada a sepultamento. (OKUMURA, 2007; MARQUES, 2017).

Os fragmentos de cerâmica possuem diferentes origens (homem branco, tradição guarani, tradição neobrasileira e tradição Itararé). A maior representatividade é da tradição Itararé com 5.500 fragmentos (MARQUES, 2017).

Marques (2017) também relata a presença de estruturas denominadas de fogões pela autora. Eles seriam formados por armações de seixos e blocos rochosos dispostos de forma circular ou alongada com um diâmetro médio variável de 30 a 40 cm. Segundo a autora eles poderiam ter uma múltipla funcionalidade como: cocção, calefação e iluminação. Provavelmente eles eram mantidos limpos ao longo do tempo. Também existiam fornos subterrâneos formados de barro vermelho ou amarelo.

Há também, segundo a mesma autora (MARQUES, 2017), a presença de aprofundamentos/depressões irregulares dentro da areia que seriam preenchidos com sedimentos escuros cheios do que a autora chama de lixo (ossos de peixes, aves, mamíferos e outros elementos de refugio).

A fauna associada é bem abrangente abarcando uma grande variedade de grupos como mamíferos, aves, répteis, peixes, moluscos, crustáceos e equinodermos. Cabe ressaltar que boa parte dos registros de vertebrados ocorrem

na forma de dentes modificados com finalidade ornamental e ritualística normalmente relacionada a sepultamentos (MARQUES, 2017, 2018).

As ocorrências de mamíferos são porco-do-mato-queixada (*Tayassu pecari*); paca (*Agouti paca*); cutia (*Dasyprocta azarae*); cervídeos (não especificados); cervo (*Blastocerus* sp.); gambá (*Didelphis* sp.); felinos diversos (*Felis* sp.); capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*); anta (*Tapirus terrestris*); bugio (*Alouatta* sp.); mico (não especificado); tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*); tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*); mão pelada (*Procyon cancrivorus*); lontra (*Lutra* sp.); quati (*Nasua nasua*); irara (*Eira barbara*); puma (*Puma* sp.); onça (*Panthera onca*); lobo marinho (*Arctocephalus australis*); elefante marinho (*Mirounga leonina*); golfinho (*Delphinus delphis*); boto (*Tursiops truncatus*); baleia (muitos ossos) (MARQUES, 2017, 2018).

As ocorrências de aves são compostas por: Pinguim-de-Magalhães (*Spheniscus magelanicus*) e 13 espécies de aves não identificadas (MARQUES, 2017).

Os representantes de répteis só são classificados a nível de grupo e com nome vulgar, sem maiores especificações. Eles são: jacaré; tartaruga marinha e cágado (MARQUES, 2017).

A icitiofauna presente no sítio é bem variada. Na maior parte as ocorrências aparecem na forma de dentes associadas a rituais funerários e vértebras não identificadas. Os representantes, de acordo com os apontamentos de Marques (2017), são listados como: bagre (*Netuma barba*); enxada (*Chaetodipterus faber*); caranha (*Lutjanus griseus* ou *Lutjanus cyanopterus*); garoupa (*Epinephelus* sp.); raias; paru (*Pomacanthus arcuatus*); miraguaia (*Pogonias chromis*); robalo (*Centropomus undecimalis*); corcoroca (*Haemolum plumerii*); sargo-de-dente (*Archosaurus rhomboidalis*); baiacu liso (*Lagocephalus laevitagus*); baiacu-de-espinho (*Diodon* sp.); enchova (*Pomatomus saltatrix*); agulhão (*Tylosurus* sp.); peixe-espada (*Trichiurus lepturus*); cação mangona (*Odontaspis taurus*); tubarão tintureira (*Galeocерdo cuvieri*); tubarão magona (*Odontaspis taurus*); tubarão-tigre (*Galeocерdo cuvieri*); tubarão-azul ou tintureira (*Prionace glauca*) e tubarão branco (*Galeocерdo cuvieri*).

A malacofauna também é bem variada e inclui uma maioria de bivalves e uma pequena parcela de gastrópodes terrestres como: *Olivella* sp.; *Astrea latispina*; *Strombus pugilis*; *Terebra* sp.; *Thais haemastoma*; *Cyprea zebra*; *Tegula viridula*;

Olivancillaria urceus; *Spondilus americanus*; *Olivancillaria vesica auricularia*; *Cymatium parthenopeum*; *Crepidula sp*; *Patella sp*; *Neritina virginea*; *Phalium granulatum*; *Murex senegalensis*; *Zidona dufresnei*; *Siratus senegalensis*; *Lucina pectinata*; *Crassostrea rhizophorae*; *Diplodon sp*; *Anomalocardia flexuosa*; *Amiantis purpuratus*; *Trachycardium muricatum*; *Tivela mactroides*; *Tagelus plebeius*; *Pecten ziczac*; *Megalobullimus oblongus*; *Strophocheilidae*; *Odontostomus sp.* (MARQUES, 2017).

A fauna de crustáceos inclui os seguintes representantes: Caranguejo púrpura (*Xantho fluridus*); Goiá (*Galappa flamea*) (MARQUES, 2017).

Já a fauna de equinodermos é bem pequena e só inclui um representante que é popularmente conhecido como Ouriço-do-mar (*Arbacia punctata*) (MARQUES, 2017).

O esquema sumarizando as principais informações do Sambaqui Laranjeiras II pode ser visualizado no quadro 13 elencado abaixo.

Quadro 13 - Perfil do Sambaqui de Laranjeiras II

Camadas	Datação	Ocupação	Depósitos	Espécies Encontradas	Artefatos e Hábitos	Observações
Camada I Não informado	4.900 ± 210 anos A.P. a 195 ± 80 anos A.P.	Tradição Itararé (?)	Entra em contato com a areia estéril da base do sítio	Não Informado	Não Informado	Não Informado
Camada II		Não Informado	Húmus e areia	Ocorrências: Crustáceos; Ouriços; Moluscos; Vertebrados (peixes, mamíferos, aves, répteis)	Artefatos líticos e ósseos; Fragmentos de cerâmica Itararé; Fogões; Fornos subterrâneos; Buracos de estacas; Lentes de carvão; Regiões de refugio de materiais	Há uma alta ocorrência de sepultamentos.
Camada III		Não Informado	Areia estéril	As ocorrências de mamíferos são: porco-do-mato-queixada (<i>Tayassu pecari</i>); paca (<i>Agouti paca</i>); cutia (<i>Dasyprocta azarae</i>); cervídeos (não especificados); cervo- (<i>Blastocerus</i> sp.); gambá (<i>Dideiphis</i> sp.); felinos diversos (<i>Felis</i> sp.); capivara (<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>); anta (<i>Tapirus terrestris</i>); bugio (<i>Alouatta</i> sp.); mico (não especificado); tamanduá-mirim (<i>Tamandua tetradactyla</i>); tamanduá-bandeira (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>); mão pelada (<i>Procyon cancrivorus</i>); lontra (<i>Lutra</i> sp.); quati (<i>Nasua nasua</i>); irara (<i>Eira barbara</i>); puma (<i>Puma</i> sp.); onça (<i>Panthera onca</i>); lobo marinho (<i>Arctocephalus australis</i>); elefante marinho (<i>Mirounga leonina</i>); golfinho (<i>Delphinus delphis</i>); boto (<i>Tursiops truncatus</i>); baleia (muitos ossos) Ocorrências de aves: Pinguim-de-Magalhães (<i>Spheniscus magellanicus</i>) e 13 espécies de aves não identificadas Ocorrências de répteis (nomes vulgares): Eles são: jacaré; tartaruga marinha e cágado Ocorrências de peixes: bagre (<i>Netuma barba</i>); enxada (<i>Chaetodipterus faber</i>); caranha (<i>Lutjanus griseus</i> ou <i>Lutjanus cyanopterus</i>); garoupa (<i>Epinephelus</i> sp.); raias; paru (<i>Pomacanthus arcuatus</i>); miraguaia (<i>Pogonias chromis</i>); robalo (<i>Centropomus undecimalis</i>); corcoroca (<i>Haemolium plumieri</i>); sergo-de-dente (<i>Archosaurus rhomboidalis</i>); baiacu liso (<i>Lagocephalus laevis</i>); baiacu-de-espinho (<i>Diodon</i> sp.); enchova (<i>Pomatomus saltatrix</i>); agulhão (<i>Tylosurus</i> sp.); peixe-espada (<i>Trichiurus lepturus</i>); cação mangona (<i>Odontaspis taurus</i>); tubarão lintureira (<i>Galeocerdo cuvieri</i>); tubarão magona (<i>Odontaspis taurus</i>); tubarão-tigre (<i>Galeocerdo cuvieri</i>); tubarão-azul ou lintureira (<i>Prionace glauca</i>) e tubarão branco (<i>Galeocerdo cuvieri</i>). Ocorrências de Moluscos: <i>Olivella</i> sp.; <i>Astrea latispina</i> ; <i>Strombus pugilis</i> ; <i>Terebra</i> sp.; <i>Thais haemastoma</i> ; <i>Cypraea zebra</i> ; <i>Tegula viridula</i> ; <i>Olivancillaria urceus</i> ; <i>Spondilus americanus</i> ; <i>Olivancillaria vesica auricularia</i> ; <i>Cymatum parthenopeum</i> ; <i>Crepidula</i> sp.; <i>Patella</i> sp.; <i>Neritina virginea</i> ; <i>Phalium granulatum</i> ; <i>Murex senegalensis</i> ; <i>Zidona dulresneri</i> ; <i>Siratus senegalensis</i> ; <i>Lucina pectinata</i> ; <i>Crassostrea rhizophorae</i> ; <i>Diplodon</i> sp.; <i>Anomalocardia flexuosa</i> ; <i>Amiantis purpuratus</i> ; <i>Trachycardium muricatum</i> ; <i>Tivela mactroides</i> ; <i>Tegulus piebeius</i> ; <i>Pecten ziczac</i> ; <i>Megalobullimus oblongus</i> ; <i>Strophocheilidae</i> ; <i>Odontostomus</i> sp. Ocorrências de Crustáceos: Caranguejo púrpura (<i>Xantho flavidus</i>); Golá (<i>Galappa flamea</i>) Ocorrência de Equinodermos (nome vulgar): Ouriço-do-mar	Assembleia lítica polida e lascada (machados, bigornas, polidores, pesos de rede, esmagadores, facas, raspadores, pingentes ornamentais entre outros objetos) Assembleia óssea: agulhas, anzóis, pontas e espátula e dentes modificados de forma ornamental Fragmentos de cerâmica de diferentes origens (homem branco, tradição guarani, tradição neobrasileira e tradição Itararé)	Não Informado

Legenda: Esquema de perfil do Sambaqui Laranjeiras II com as principais informações encontradas na literatura. A figura inclui informações sobre as camadas encontradas, as datações disponíveis, características dos depósitos, as cores dos sedimentos encontrados, as espécies encontradas, os artefatos e hábitos e demais observações pertinentes.

Fonte: A Autora, 2020.

5. ESCLEROCRONOLOGIA

Jones (1983) relata que os padrões de crescimento presentes na superfície externa das conchas de moluscos são objeto da pesquisa biológica e paleontológica. Isso porque esses padrões podem apresentar informações importantes não só da história de vida dos organismos estudados, mas também podem fornecer uma grande gama de dados sobre a história das variações ambientais nos locais onde esses indivíduos viviam. Além disso, esses padrões, que também podem ser chamados de linhas de crescimento, possibilitam a obtenção de registros cronológicos acurados dessas mudanças ambientais.

As linhas de crescimento, de acordo com Magaña (1995), são definidas como mudanças abruptas de um tecido esquelético que formam camadas de crescimento sequencial que podem ser compreendidas como tecido de acreção. Essas mudanças na taxa de formação do esqueleto resultam na formação das linhas de crescimento que podem traduzir diferentes escalas temporais de formação (SCHÖNE e GILLIKIN, 2013).

A Esclerocronologia compreende o estudo de padrões periódicos de crescimento nas porções esqueléticas dos organismos. Ela é aplicada às partes duras de organismos e se refere ao estudo de bandas claras e escuras que podem ser vistas em seção, segundo apontamentos de Jones (1983). Ela é uma disciplina focada nos padrões de crescimento que se traduzem em incrementos anuais, quinzenais, associados a marés, diários ou até mesmo sub-diários delimitados por um rol de marcadores ambientais ou por eventos astronômicos (GROCKE e GILLIKIN, 2008; GONÇALVES, 2010; SCHÖNE e GILLIKIN, 2013).

Ela também está relacionada ao estudo das informações preservadas nessas linhas de crescimento e podem embasar diversos tipos de análises incluindo as geoquímicas para reconstrução de perfis de séries temporais como, por exemplo, temperatura e salinidade (JONES, 1983; ANDRUS, 2011). Isso só é possível uma vez que essas padronagens causadas pela acreção de tecidos duros correspondem a variações químicas e físicas relativas ao contexto temporal no qual elas ocorrem (GROCKE e GILLIKIN, 2008; GONÇALVES, 2010). Essas informações todas podem compreender arquivos naturais (*proxy*) de cunho esclerocronológicos (SCHÖNE e GILLIKIN, 2013). A a esclerocronologia possibilita a estimativa da idade do

organismo a partir da contagem das características repetidas em padrão nas estruturas calcificadas (GONÇALVES, 2010).

Cabe salientar que esse padrão de bandeamento pode ser controlado e mantido por mecanismos endógenos e pode ser constantemente reiniciado por gatilhos ou distúrbios ambientais como luz, variações de marés, variação da temperatura da água, disponibilidade de comida, entre outros elementos que podem ser sazonais (MAGAÑA, 1995; SCHÖNE e GILLIKIN, 2013).

Exemplos mais comuns desses bandeamentos que correspondem a linhas de crescimento incluem as partes duras de corais; braquiópodes; conchas de moluscos, com especial destaque para os bivalves; otólitos de peixes e até em escamas (JONES, 1983; MAGAÑA, 1995; GROCKE e GILLIKIN, 2008; ANDRUS, 2011; SCHÖNE e GILLIKIN, 2013).

É importante dizer que a Esclerocronologia é, em certa medida, correspondente a Dendrocronologia que consiste no estudo dos anéis de crescimento das árvores. A partir dessas análises pela contagem e comparação dos anéis é possível estabelecer uma cronologia, inferir a história de vida do organismo e embasar reconstruções paleoambientais e paleoclimáticas a partir de propriedades químicas e isotópicas (JONES, 1983; GROCKE e GILLIKIN, 2008; GONÇALVES, 2010).

5.1 Esclerocronologia aplicada a bivalves

Como já dito anteriormente, *proxies* de condições paleoambientais são essenciais para entender as dinâmicas climáticas e ecossistêmicas. A maior parte dos arquivos naturais de alta resolução (anuais ou subanuais) vem de elementos terrestres e capturam condições atmosféricas ou continentais e são normalmente os anéis de árvore, espeleotemas e testemunhos de gelo (SCHÖNE e GILLIKIN, 2013). Em contrapartida, é válido mencionar que, majoritariamente, os moluscos proveem registros ambientais sazonais de alta resolução (GROCKE e GILLIKIN, 2008).

Por outro lado, os registros marinhos ou aquáticos são mais esparsos, mas quando podem ser encontrados normalmente, repousam em arquivos esclerocronológicos (SCHÖNE e GILLIKIN, 2013). Exemplos desses *proxies*

marinhos são os outrora citados corais, bivalves, otólitos de peixes entre outros. Eles podem prover informações e variações paleoclimáticas e paleoambientais sazonais e interanuais (SCHÖNE e GILLIKIN, 2013).

Quanto a produção de linhas de crescimento, Carré *et al.* (2012) mencionam que cada espécie tem tolerâncias fisiológicas diferentes que incluem pausas na precipitação de novos materiais carbonáticos. Essas pausas podem ser produto tanto das variáveis ambientais, eventos extremos como tempestades, doença ou da biologia do próprio animal como por exemplo, fases de reprodução.

Segundo Carré *et al.* (2013a), podem existir diversos tipos de linhas de crescimento em bivalves e normalmente elas estão relacionadas a sazonalidades diárias da variação de marés, variações quinzenais e anuais.

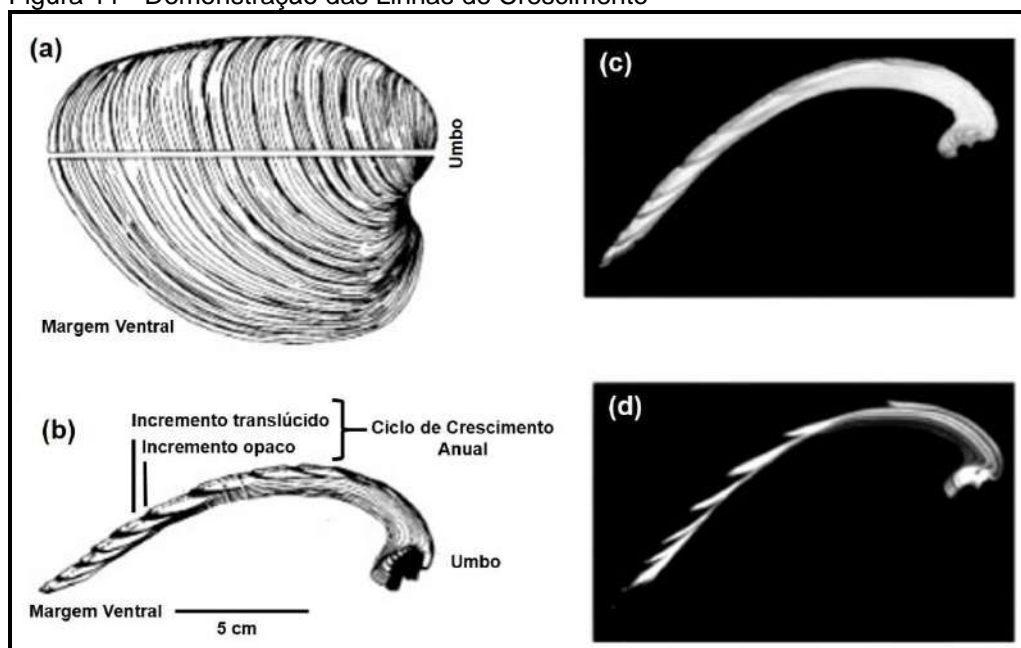
Linhas mais finas são normalmente encontradas nas partes mais juvenis das conchas onde a taxa de crescimento é maior. Elas são comuns em espécies entre-marés uma vez que o crescimento dessas espécies ocorre em maré baixa. Elas são chamadas de linhas semi-diurnas (CARRÉ *et al.*, 2006; AZZOUĞ *et al.*, 2012).

Linhas intermediárias normalmente são relacionadas a ciclos de maré quinzenais e podem ser usadas para uma cronologia mensal. Nem sempre esses padrões quinzenais podem ser observados em conchas modernas devido a baixas taxas de crescimento ou condições ambientais desfavoráveis (AZZOUĞ *et al.*, 2012). Já as linhas anuais são, segundo Azzoug *et al.* (2012), normalmente formadas durante o período de menor salinidade.

Apesar desses diferentes tipos de observação de crescimento, nem sempre é possível identifica-los devido a incertezas do padrão de variabilidade delas. Isso pode ser resultado de múltiplas causas que podem variar desde a própria biologia e fisiologia do animal até estar relacionada com a própria preservação desses materiais.

Detalhes da disposição das linhas de crescimento e anatomia básica esquematizada de bivalves podem ser vistas nas figuras 11 e 12 respectivamente.

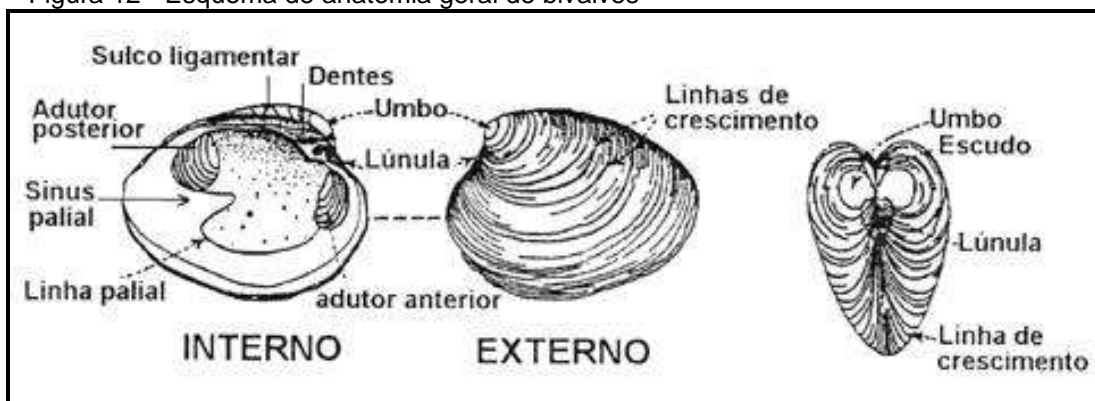
Figura 11 - Demonstração das Linhas de Crescimento



Legenda: Desenhos e fotografias de uma concha de bivalve mostrando: (a). superfície exterior de um corte da valva expondo a parte interna das linhas de crescimento. (b e d). incremento do crescimento interno da concha e suas camadas em uma seção de corte. (c). seção de uma concha mostrando o padrão bandeado de crescimento. (QUITMYER e JONES, 1997).

Fonte: Modificado de Quitmyer e Jones (1997).

Figura 12 - Esquema de anatomia geral de bivalves



Legenda: Esquema de anatomia geral de Bivalves. Modificado de Gomes (2012) ((Em:<
<http://biologiaacontecendo.blogspot.com/2012/04/bivalves.html>>, acesso em 19
 janeiro 2018).

Fonte: Modificado de Gomes (2012).

Diante disso pode-se dizer que usar os bivalves como ferramenta de análise de registros paleoambientais apresenta diversas vantagens. Além de registrar a composição geoquímica do ambiente através da deposição incremental nas suas estruturas calcárias biogênicas, eles são amplamente distribuídos nos oceanos; estão presentes dos trópicos até as regiões polares; habitam das zonas costeiras e estuarinas até oceanos profundos e também demonstram um grande range de taxas

de crescimento e longevidade. Dessa forma, eles podem prover um potencial para reconstruir um proxy de alta resolução em escalas espaço-temporais (FREITAS *et al.*, 2015).

Existem vários estudos de reconstrução paleoambiental que utilizam a esclerocronologia em bivalves. Esses estudos são realizados em diversos locais do mundo (Senegal, Papua Nova-Guiné, África do Sul; Peru; Ásia entre outros locais).

As conchas de bivalves são achadas com frequência em sítios arqueológicos do tipo *shell middens* que são análogos aos sambaquis do Brasil e, como já citado anteriormente, podem servir como *proxies* paleoclimáticos (GROCKE e GILLIKIN, 2008; ANDRUS, 2011). Dessa forma, as técnicas esclerocronológicas podem receber aplicações zooarqueológicas (QUITMYER e JONES, 1997; WELSH *et al.*, 2011; AZZOUG *et al.*, 2012; CARRÉ *et al.*, 2013, 2013a; 2014; HARDY *et al.*, 2016).

Os sambaquis dessa forma podem fornecer amostras que podem ser estudados pela Esclerocronologia do Holoceno. O contexto único desse tipo de sítio arqueológico permite explorar, através de uma associação direta, como as mudanças climáticas impactaram a história humana e como os seres humanos responderam às mudanças ambientais. Isso é muito importante uma vez que muitos dos *proxies* ambientais do Quaternário são limitados espacialmente ou possuem lacunas nas suas séries temporais sazonais. O entendimento desses processos pode prover informações para futuras tomadas de decisões relacionadas ao meio ambiente e ao clima (ANDRUS, 2011).

Dessa forma, a esclerocronologia tem grande aplicabilidade tanto em conchas de bivalves atuais e fósseis (WELSH *et al.*, 2011; AZZOUG *et al.*, 2012; ELLIOT *et al.*, 2018; CARRÉ *et al.*, 2012, 2013, 2013a; 2019; ELLIOT *et al.*, 2018).

É válido ressaltar que os estudos costumam privilegiar o uso de bivalves marinhos como ferramenta de reconstrução paleoambiental em sítios arqueológicos. Isso é possível uma vez que eles são abundantes, fáceis de processar, estão disponíveis ao longo do ano e foram utilizados por muitas populações ao redor do mundo ao longo do Holoceno (HARDY *et al.*, 2016).

A maior parte dos estudos estão voltados para a reconstrução do ENSO; a sazonalidade das Monções africanas, asiáticas e amazônicas; mudanças sazonais da temperatura da superfície do mar e normalmente são conjugados com estudos que abrangem outros *proxies* como corais e foraminíferos (WELSH *et al.*, 2011; AZZOUG *et al.*, 2012; CARRÉ *et al.*, 2012, 2013, 2013a, 2014; EMILE-GEAY *et al.*,

2016; ELLIOT *et al.*, 2018; CARRÉ *et al.*, 2019). Isso demonstra que os bivalves podem fornecer registros de alta resolução sazonal do clima para diferentes intervalos holocênicos (WELSH *et al.*, 2011; AZZOUG *et al.*, 2012; EMILE-GEAY *et al.*, 2016; ELLIOT *et al.*, 2018).

5.2 Esclerocronologia e Geoquímica aplicada a Bivalves

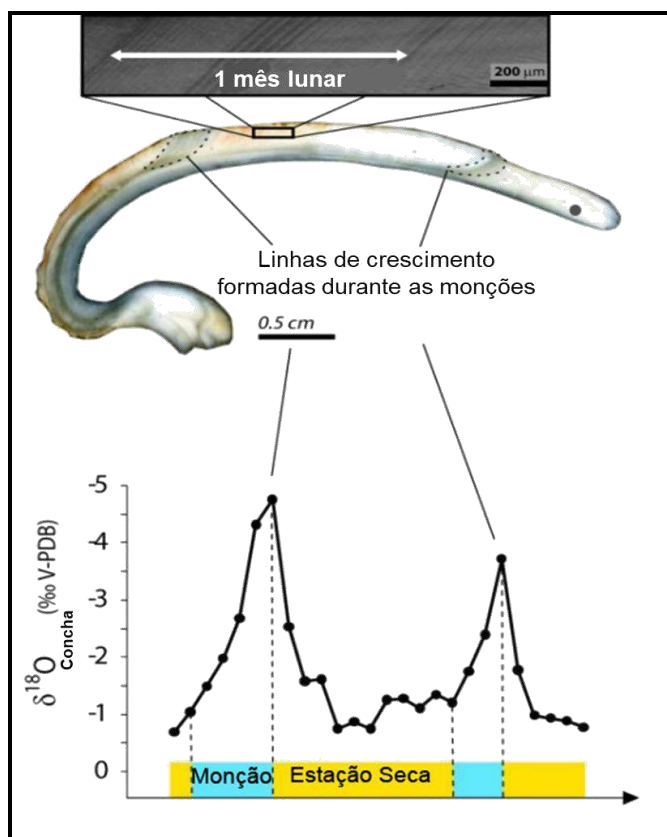
A associação da esclerocronologia a geoquímica é bem conhecida, sobretudo nas análises isotópicas dos tecidos duros de acreção em conchas de moluscos (GROCKE e GILLIKIN, 2008). A maior parte dos trabalhos que conjugam essas duas técnicas (esclerocronologia e geoquímica) envolvem estudos isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ e outras razões de indicadores geoquímicos elementares como Mg/Ca, Ba/Ca, Sr/Ca, Mn entre outros em conchas de aragonita (WELSH *et al.*, 2011; CARRÉ *et al.*, 2006, 2013, 2013a; AZZOUG *et al.*, 2012; ELLIOT *et al.*, 2018).

Eles podem funcionar como *proxies* de paleotemperatura aplicáveis ao longo do eixo de crescimento desses animais e podem servir para vários tipos de análises de reconstrução de eventos como: Temperatura da Superfície do Mar; ciclo hidrológico das regiões de estudo; eventos climáticos extremos; taxas de produtividade primária dos locais e taxas de crescimento desses bivalves analisados (WELSH *et al.*, 2011; CARRÉ *et al.*, 2006, 2012, 2013).

Um dos métodos mais familiares envolve a análise isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ relacionada a deposição de CaCO_3 , no caso a aragonita, que precipita de acordo com o equilíbrio isotópico do meio em que o organismo vive (JONES, 1983; MAGAÑA, 1995; ANDRUS, 2011). O $\delta^{18}\text{O}$ reflete os ciclos sazonais da temperatura da superfície do mar e, segundo Jones (1983), essa assinatura isotópica é possível de ser recuperada tanto em conchas modernas quanto fósseis de bivalves. Os dados de $\delta^{18}\text{O}$ também podem ser utilizados para identificar a duração das estações secas e chuvosas de um determinado local (WELSH *et al.*, 2011; CARRÉ *et al.*, 2006, 2013a; AZZOUG *et al.*, 2012; ELLIOT *et al.*, 2018; CARRÉ *et al.*, 2019) como pode ser visto na figura 13. Essa sazonalidade pode ser reconstruída uma vez que as variações sazonais do $\delta^{18}\text{O}$ são influenciadas pelas incursões marinhas da água,

pela evaporação que durante a estação seca e pelo *input* de água doce durante as estações chuvosas (AZZOUG *et al.*, 2012).

Figura 13 - Modelo conceitual da Esclerocronologia de bivalves associada a Geoquímica



Legenda: Modelo conceitual da seção transversal da concha de *Anadara senilis* para ilustrar o método. O painel superior mostra uma imagem de microscópio da concha ilustrando linhas de crescimento e as bandas formadas com periodicidade de ½ mês lunar. O $\delta^{18}\text{O}$ da concha medida ao longo do eixo de crescimento é plotado (parte inferior, escala invertida). As variações sazonais mostram mudanças na salinidade da água relacionada com a monção. A duração sazonal foi estimada pela contagem dos ciclos de meses meio-lunar em cada estação determinada por isótopos estáveis.

Fonte: A Autora, 2020.

O $\delta^{13}\text{C}$ também é utilizado, mas seus dados são comparativamente menos entendidos do que as relações com o $\delta^{18}\text{O}$, principalmente em relação a estudos em moluscos (ANDRUS, 2011).

Análises usando a razão isotópica de estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) também podem ser aplicáveis a bivalves na tentativa de reconstruir eventos sazonais relacionados a temperatura e também podem estar relacionados a biodisponibilidade, muitas vezes difíceis de definir, desse elemento no meio onde o organismo vive. A aplicabilidade dessa razão isotópica será melhor explorada no próximo tópico.

Carré *et al.* (2006) relatam que elementos traço são amplamente utilizados em trabalhos paleoclimáticos que usam organismos calcários como ferramenta de estudo. Mas é importante ressaltar que a estrutura calcária biogênica dos animais, incluindo os bivalves, é fruto do processo de mineralização complexo que ocorre através de conjunto de processos biologicamente controlados e geneticamente programados. Tais processos são em parte influenciados por fatores ambientais e nisso, os elementos traços podem ser encaixados uma vez que eles podem influenciar a taxa de crescimento cristalino desses animais.

Alguns autores salientam que a razão Mg/Ca pode exibir uma relação linear com a Temperatura da Superfície do Mar (CARRÉ *et al.*, 2006; ELLIOT *et al.*, 2018). Tal relação será melhor explorada no item 6.2 deste documento..

Já a razão Sr/Ca está relacionada diretamente com a taxa de crescimento cristalino das conchas em bivalves. Os íons de Cálcio e de Estrôncio estão relacionados com estruturas celulares (canais iônicos das membranas celulares) envolvidas no processo de calcificação ou biomineralização das conchas. Cabe ressaltar que existem outros estudos que também relatam que essa relação também existe, em menor extensão, com a incorporação de Manganês (CARRÉ *et al.*, 2006).

Segundo Carré *et al.* (2006), o mecanismo de incorporação do Sr^{2+} é majoritariamente biológico e não é tão dependente de fatores ambientais como a temperatura e salinidade. Normalmente a incorporação pode ocorrer ou durante a cristalização da concha ou durante o transporte celular no fluido extrapalial dos bivalves. Esse processo de cristalização da concha é ligado a matriz orgânica que controla o *timing* da calcificação, a polimorfia do carbonato de cálcio e a sua microestrutura. Isso tudo ocorre através de mecanismos complexos envolvendo essas estruturas de transporte de Cálcio presente nas membranas celulares sobretudo no epitélio do manto. Tais processos não são alvo deste estudo e não serão abordados em profundidade.

Os íons de Ba^{2+} e Sr^{2+} presentes na água do mar podem competir com os íons de Cálcio em estruturas celulares (canais de Cálcio presentes nas membranas celulares envolvidos no transporte passivo e ativo de Ca^{2+}) por causa da sua alta afinidade. O Ba^{2+} o Sr^{2+} são provenientes da água do mar sendo filtrados e ingeridos em estado particulado associado a matéria orgânica em suspensão, sendo incorporados por via metabólica após a ingestão. Dessa forma, sua incorporação além de ser associada a taxa de crescimento desses bivalves também estaria

relacionada com a produtividade primária desses locais e a atividade metabólica desses organismos. Essas relações permitem o estudo das razões Sr/Ca e Ba/Ca uma vez que uma alta taxa de crescimento normalmente é associada com uma alta atividade metabólica dos organismos estudados. É válido dizer que nessa seara, o Manganês, assim como o Bário, pode servir como proxies de produtividade primária uma vez que eles estão relacionados com *blooms* planctônicos (CARRÉ *et al.*, 2006).

Cabe salientar que a incorporação dos elementos traço nas conchas, como exemplo do Estrôncio e Magnésio, permanece incerta e é influenciada pela genética dos organismos. Exatamente por isso os resultados das análises podem variar entre grupos taxonômicos diferentes. Em alguns grupos o efeito biológico é constante o suficiente para permitir estudos paleoambientais, mas essa afirmação não pode ser extrapolada para todas as espécies de bivalves (CARRÉ *et al.*, 2006). Cabe salientar que esses processos geoquímicos (razões isotópicas e razões elementares) e suas aplicabilidades na reconstrução ambiental em carbonatos de cálcio biogênico serão abordados com maior profundidade no tópico relacionado aos isótopos estáveis a ser apresentado mais adiante.

6 ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Isótopos compreendem átomos de um mesmo elemento químico com o mesmo número de prótons (Z), mas diferentes números de nêutrons (N). Dessa forma pode-se dizer que eles possuem um mesmo número atômico (Z) e diferente número de massa (A) já que esse número é formado pela soma do número atômico com o número de nêutrons ($A=Z+N$). A maior parte dos elementos químicos na natureza existem como uma mistura de isótopos e a abundância relativa dos diferentes isótopos de um mesmo elemento podem sofrer muitas variações (MACHADO, 2013; BASTOS, 2014; CAXITO e SILVA, 2015; GARCÍA e PINTO, 2017).

Os isótopos podem ser divididos em dois tipos: instáveis ou radiogênicos e estáveis ou não-radiogênicos.

Os isótopos instáveis ou radiogênicos alteram a sua massa ao longo do tempo a fim de alcançar configurações mais estáveis, como por exemplo, a partir do chamado decaimento radioativo (MACHADO, 2013; BASTOS, 2014; GARCÍA e PINTO, 2017).

Os isótopos estáveis ou não radiogênicos não alteram a sua massa ao longo do tempo. Eles são mais abundantes do que os isótopos instáveis (MACHADO, 2013; CAXITO e SILVA, 2015; GARCÍA e PINTO, 2017).

Os isótopos estáveis podem ser usados como traçadores naturais e podem ser utilizados para reconstruir várias condições do passado. Eles são abordados em diversas áreas do conhecimento como: Geologia, Ecologia, Arqueologia, Paleontologia, Agronomia, Climatologia entre outras. Isso ocorre uma vez que, eles podem ser usados em diversos materiais que podem funcionar como ferramentas de reconstrução do passado como restos de fauna (conchas, ossos e dentes), tecidos humanos, água, metais, solo, plantas entre outros materiais (CAXITO e SILVA, 2015; GARCÍA e PINTO, 2017).

De acordo com García e Pinto (2017), os isótopos estáveis mais utilizados na Arqueologia são os de oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$), carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), nitrogênio ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), enxofre ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$) e estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$). Nesse trabalho será abordado somente os isótopos de estrôncio em um tópico a ser apresentado em um momento posterior.

Abaixo, na tabela 1 podem ser vistas as abundâncias relativas dos principais isótopos estáveis, segundo apontamentos de Caxito e Silva (2015).

Tabela 1 - Abundâncias relativas dos principais isótopos estáveis

Elemento	Isótopo	Abundância Relativa (%)
Hidrogênio	¹ H	99,985
	² H	0,0015
Carbono	¹² C	98,89
	¹³ C	1,11
Nitrogênio	¹⁴ N	99,63
	¹⁵ N	0,37
Oxigênio	¹⁶ O	99,76
	¹⁷ O	0,04
	¹⁸ O	0,20
Enxofre	³² S	95,00
	³³ S	0,76
	³⁴ S	4,22
	³⁶ S	0,01
Estrôncio	⁸⁴ Sr	0,56
	⁸⁶ Sr	9,86
	⁸⁷ Sr	7,02
	⁸⁸ Sr	82,56

Fonte: Caxito e Silva (2015)

A quantidade relativa de um isótopo em uma amostra é obtida pela razão entre os diferentes isótopos do elemento em questão. O resultado é obtido entre o isótopo mais pesado e o isótopo mais leve (MACHADO, 2013; CAXITO e SILVA, 2015). Essa razão recebe a notação delta (δ) e corresponde a um valor decimal pequeno expresso em partes per mil (‰) (CAXITO e SILVA, 2015; GARCÍA e PINTO, 2017). A razão, segundo Caxito e Silva (2015) pode ser expressa através da seguinte fórmula:

$$\delta = \frac{[(Ramostra - Rpadrao)]}{Rpadrao} \cdot 1000 \quad (1)$$

Na fórmula, **Ramostra** representa a razão isotópica da amostra e **Rpadrao** representa a razão de um padrão de referência laboratorial calibrado a partir de um padrão internacional.

É importante dizer que, segundo Caxito e Silva (2015), essa razão demonstra a diferença relativa entre as amostras analisadas nas mesmas condições e não retorna os seus valores absolutos. Essa representação em medidas relativas visa a minimização do erro analítico uma vez que medidas relativas possuem menor fonte de erro do que as medidas absolutas.

Os valores obtidos por essa razão isotópica (δ) devem sempre ser comparados a um padrão internacional que também é expresso pela unidade per mil (‰). A importância no uso de padrões isotópicos internacionais, segundo Machado (2013), reside na garantia da fidelidade da comparação entre os valores de estudos experimentais.

Esses padrões são específicos para diferentes tipos de razões isotópicas (CAXITO e SILVA, 2015). Alguns dos principais padrões internacionais de razão isotópica podem ser vistos na tabela 2.

Tabela 2 - Padrões Internacionais de Razões Isotópicas

Razão isotópica	Padrão Internacional	Valor do Padrão
$^2\text{H}/^1\text{H}$ ou D/H	Vienna Standard Mean Ocean Water (VSMOW)	0,00015575
$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB)	0,0111802
$^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$	Air Nitrogen N_2 atm. (AIR)	0,0036782
$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	Vienna Standard Mena Ocean Water (VSMOW) ou Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB)	VSMOW = 0,0020052 VPDB = 0,0020672
$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Vienna Canyon Diablo Troilite (VCDT)	0,0451509

Fonte: Caxito e Silva, 2015 e Garcia Pinto, 2017

Valores positivos de δ indicam que a amostra está mais enriquecida em isótopos mais pesados e empobrecida em isótopos mais leves do que o padrão internacional. Já valores negativos de δ indicam que a amostra é enriquecida em isótopos leves e empobrecidas em isótopos mais pesados também em relação ao padrão internacional (CAXITO e SILVA, 2015; GARCÍA e PINTO, 2017).

As variações das proporções dos isótopos nas amostras podem ser resultantes de diferentes características físico-químicas dos isótopos obtidas por distintos processos físicos, químicos e/ou biológico. Esse fenômeno, que pode ocorrer naturalmente, é denominado de fracionamento isotópico (MACHADO, 2013; CAXITO e SILVA, 2015; GARCÍA e PINTO, 2017). Cabe dizer que, de modo geral, os isótopos mais leves são mais abundantes na natureza do que os isótopos pesados (GARCÍA e PINTO, 2017).

Caxito e Silva (2105) relatam alguns exemplos de mecanismos de fracionamento isotópico, entre eles os efeitos cinéticos e os efeitos termodinâmicos.

O efeito cinético é causado pela velocidade de uma reação. Ele leva em consideração as diferentes taxas ou velocidades de reação das espécies isotópicas. Normalmente o isótopo mais leve é mais reativo uma vez que ele forma ligações atômicas mais fracas já que possuem menores energias de ligação. Já os isótopos mais pesados são menos reativos já que formam ligações atômicas mais fortes e dessa forma, tendem a se concentrar no estado da matéria que possua ligações mais fortes e maiores energias de ligação. Esse efeito normalmente ocorre em processos físicos de evaporação e condensação onde os produtos normalmente tem isótopos mais leves do que os materiais iniciais (MACHADO, 2013; CAXITO e SILVA, 2015; GARCÍA e PINTO, 2017).

Machado (2013) exemplifica isso relatando que os isótopos mais leves se deslocam mais rapidamente do que os isótopos mais pesados. Dessa forma os isótopos mais leves podem ser evaporados e difundidos de forma mais rápida já que eles passam mais facilmente para o estado gasoso. Já na condensação ocorre o inverso e, nesse caso, passa haver um enriquecimento de isótopos mais pesados.

O efeito termodinâmico envolve o estado de energia do sistema. Ele ocorre a partir da alteração da energia livre do sistema quando há substituição de um átomo pelo seu isótopo. Segundo os autores, isótopos mais pesados apresentam menor reserva de energia livre enquanto os isótopos mais leves possuem maior reserva de energia livre. Isso está relacionado a diferenças físico-químicas das amostras principalmente em processos onde não ocorre a quebra ou a formação de ligações químicas, a exemplo da mudança das fases da água (MACHADO, 2013; CAXITO e SILVA, 2015).

6.1 Isótopos de Estrôncio

Apesar de ter-se citado o uso tradicional de razões isotópica de oxigênio e carbono para reconstruções paleoambientais em bivalves, o foco deste trabalho residirá na aplicação da razão isotópica do estrôncio. Tal assunto será brevemente exposto a seguir.

O estrôncio (Sr) é um elemento químico do grupo dos metais alcalinos terrosos (família 2A) de massa atômica 87,6 u, número atômico 38 e possui dois

elétrons na camada de valência podendo formar íons com carga 2+ (BORDALO *et al.*, 2007; ZERFASS *et al.*, 2011; MACHADO, 2013; BASTOS, 2014; CAXITO e SILVA, 2015).

Ele possui quatro isótopos que ocorrem naturalmente e que possuem diferentes abundâncias relativas: ^{84}Sr (0,56%); ^{86}Sr (9,87%); ^{87}Sr (7,09%) e ^{88}Sr (82,53%). O ^{87}Sr é o único de origem radiogênica uma vez que ele é formado pelo decaimento radioativo do rubídio (^{87}Rb) que possui meia-vida de aproximadamente $4,88 \times 10^{10}$ de anos (BORDALO *et al.*, 2007; ZERFAS *et al.*, 2011; MACHADO, 2013; CRESPI, 2013; BASTOS, 2014; CAXITO e SILVA, 2015; OPPITZ *et al.*, 2015).

A razão isotópica do estrôncio escolhida para este trabalho é formada pelo ^{87}Sr e o ^{86}Sr sendo representada pela razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (OPPITZ *et al.*, 2015).

Existem diferentes razões isotópicas do Estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) na natureza e elas variam de acordo com o ciclo geoquímico do estrôncio que envolve a as rochas e os oceanos.

A abundancia do ^{87}Sr nas rochas e seus solos derivados depende da idade da rocha, do tipo de rocha, da concentração do Rubídio e da razão isotópica do estrôncio contida nessas rochas (BASTOS, 2014; OPPITZ *et al.*, 2015).

Rochas mais antigas, com idades superiores a 100 milhões de anos, tem altas concentrações de rubídio e de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ uma vez que elas tiveram mais tempo de decaimento de ^{87}Rb . Da mesma forma rochas mais recentes, com idades abaixo de 100 milhões de anos, tem baixas concentrações de rubídio e de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ uma vez que elas tiveram menos tempo de decaimento do ^{87}Rb (BASTOS, 2014; OPPITZ *et al.*, 2015; GARCÍA e PINTO, 2017).

Existem diferenças das razões de estrôncio em determinados contextos. Nas formações geológicas pode haver misturas litológicas gerando uma heterogeneidade da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Essa heterogeneidade também pode ser observada nas fontes biológicas. Um exemplo disso ocorre nas plantas. A incorporação de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nelas não é linear uma vez que elas são compostas de uma mistura de Estrôncio de diferentes origens: atmosférica, aquática e terrestre (BASTOS, 2014; OPPITZ *et al.*, 2015; GARCÍA e PINTO, 2017).

Machado (2013) faz um relato resumido sobre o ciclo do estrôncio na natureza que será discriminado a seguir. Rochas expostas à superfície estão sujeitas a alterações devido a processos de intemperismo e diagênese. O estrôncio pode ser lixiviado e levado aos oceanos através de sedimentos carreados pelas

águas de rios, de chuva e pela dissolução das rochas adjacentes a esses corpos d'água (ZERFAS *et al.*, 2011; MACHADO, 2013). Esse processo também pode fazer com que o estrôncio atinja o solo e a água subterrânea e assim, mais tarde, ele pode entrar na cadeia alimentar terrestre (OPPITZ *et al.*, 2015).

Uma pequena quantidade de Estrôncio é transferida diretamente para os oceanos e atmosfera e destes para o continente através da precipitação. A crosta continental provê parte do estrôncio dissolvido para os oceanos, normalmente enriquecido em ^{87}Sr , através do fluxo dos rios, principalmente aqueles que erodem rochas ígneas ou metamórficas conforme já foi citado anteriormente. O manto superior libera este elemento por meio de atividade hidrotermal nas cadeias meso-oceânica e também por meio do intemperismo submarino das rochas basálticas (ZERFAS *et al.*, 2011; MACHADO, 2013).

Segundo Bastos (2014), nas regiões costeiras, as rochas marinhas podem apresentar razões isotópicas de estrôncio semelhantes com as encontradas na água do mar. Contudo, essa razão isotópica pode se modificar ao longo do continente uma vez que a água da chuva passa a incorporar progressivamente vários elementos como os aerossóis de poeira terrestre continental. Essas regiões costeiras, segundo García e Pinto (2017), também podem ter suas razões de Estrôncio alteradas por causa do spray marinho e da neblina costeira que podem depositar amostras marinhas nos solos adjacentes.

A razão de estrôncio dissolvido nos oceanos pode variar lentamente ao longo do tempo geológico. Isso irá depender das taxas de intemperismo da superfície continental, das rochas do assoalho oceânico e do sistema climático que por sua vez podem influenciar o intemperismo químico a partir das taxas de erosão e precipitação (BORDALO *et al.*, 2007; MACHADO, 2013).

De acordo com Bordalo *et al.* (2007) e Oppitz *et al.* (2015), a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dissolvida na água do mar possui um valor entre 0,709177 e 0,7092316. Segundo Zerfas *et al.* (2011), a erosão continental provê razões mais altas com o valor de aproximadamente 0,7180 e as trocas hidrotermais podem prover razões mais baixas com o valor de aproximadamente 0,7030. Já segundo Machado (2013), a razão da Terra tem um valor aproximado de 0,7047.

Apesar dessas variações, a razão oceânica é considerada homogênea. Já algumas variações estuarinas podem ocorrer devido ao *input* de material continental

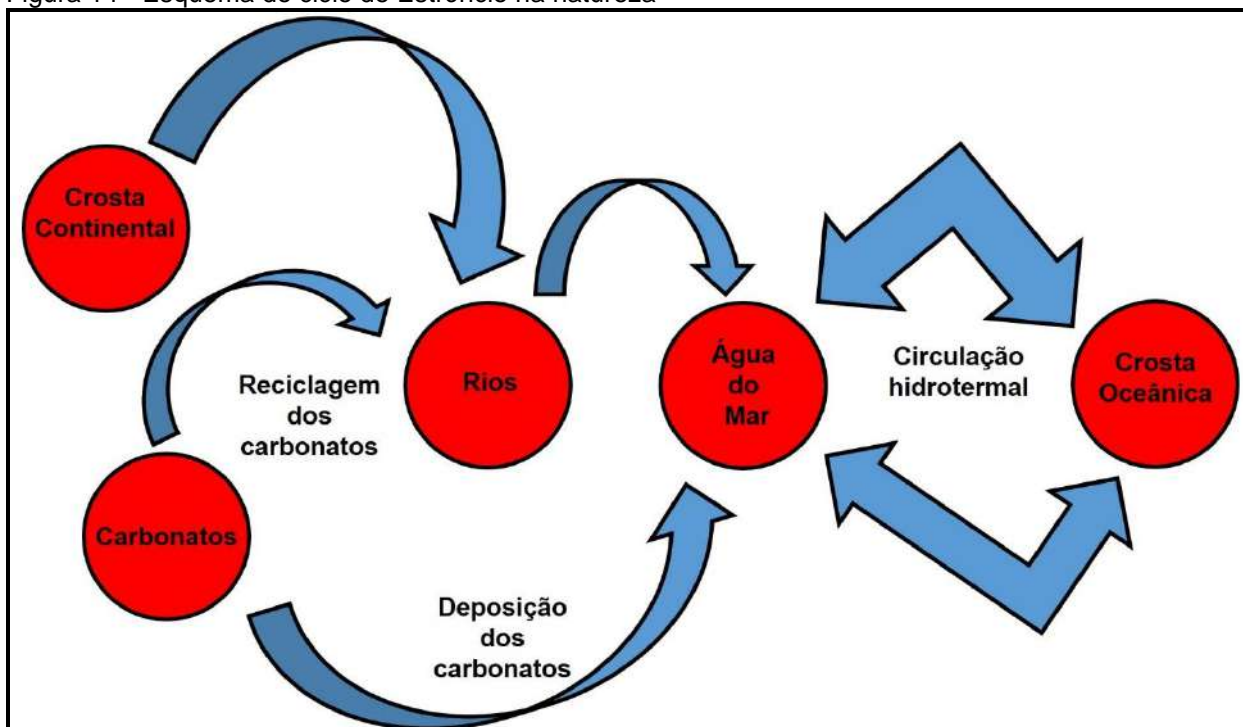
conforme já foi citado anteriormente (BORDALO *et al.*, 2007; GARCÍA e PINTO, 2017).

Em relação aos seres vivos, Bastos (2014) salienta que os vegetais retiram nutrientes do solo e da água e assim absorvem o Estrôncio contido neles. Os animais ao consumirem essas plantas absorvem o mesmo estrôncio, muito embora as suas concentrações possam variar nos tecidos animais e vegetais por uma grande gama de fatores que não serão abordados nesse texto (BASTOS, 2014; OPPITZ *et al.*, 2015). Mas, García e Pinto (2017) a grosso modo, relatam que os seres vivos obtêm uma média do estrôncio geológico do seu hábitat.

O Estrôncio em sido usado em muitos estudos isotópicos em diversas áreas do conhecimento como: Hidrogeologia, Geologia, Paleontologia, Agronomia, Medicina, Arqueologia entre outras áreas (MACHADO, 2013). Pode-se citar algumas aplicações do estudo das razões isotópicas de estrôncio em algumas dessas áreas citadas: determinação de idades geológicas; indicação de processos geológicos; medição da mobilidade territorial das populações de seres humanos pretéritas; reconstrução da paleotemperatura entre outras aplicações (MACHADO, 2013; BASTOS, 2014; GARCÍA e PINTO, 2017). Uma das aplicações mais interdisciplinares é a direcionada a sítios arqueológicos a exemplo dos Sambaquis. Dessa forma a razão isotópica de estrôncio pode servir como ferramenta de reconstrução paleoambiental em organismos calcários, a exemplo dos bivalves cujos restos são comumente encontrados nesses locais. Isso é possível uma vez que as conchas desses organismos refletem um equilíbrio isotópico com o meio de acordo com a sua época de formação e com o ambiente em que eles viviam (BASTOS, 2014).

Esquemas do ciclo de Estrôncio na natureza podem ser vistos nas figuras 14 e 15.

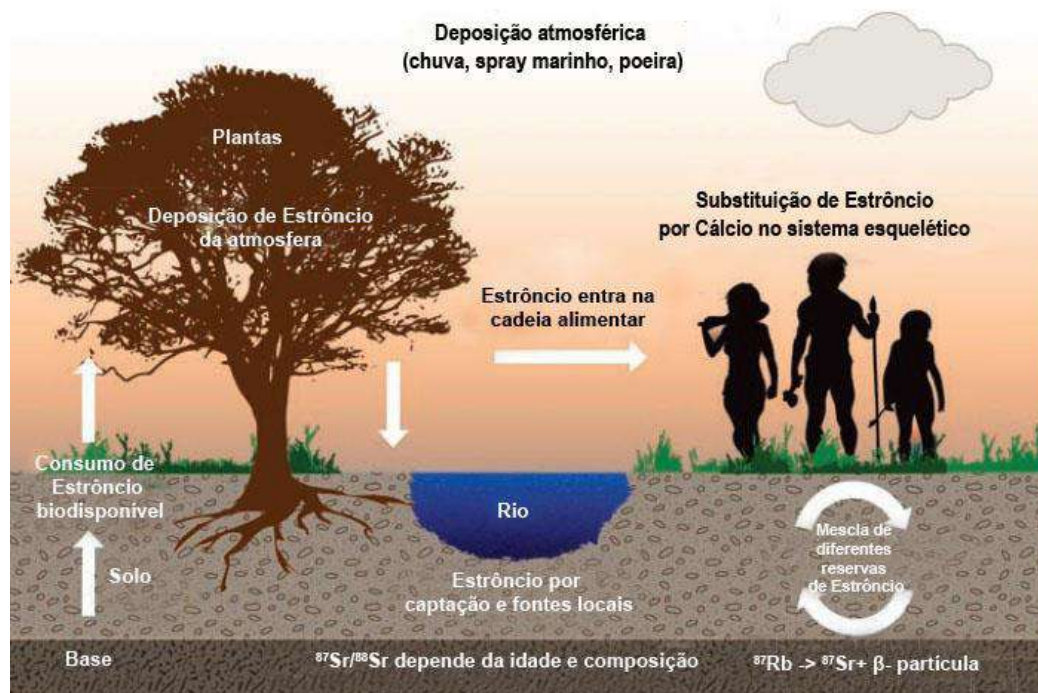
Figura 14 - Esquema do ciclo de Estrôncio na natureza



Legenda: Fontes de isótopos de estrôncio para os oceanos.

Fonte: Modificado de Zervas *et al.* (2011).

Figura 15 - Ciclo de estrôncio na natureza



Legenda: Esquema do ciclo do estrôncio na natureza.

Fonte: Modificado de Garcia e Pinto (2017).

6.2 Uso de Indicadores Geoquímicos Elementares

Muitos trabalhos utilizam indicadores geoquímicos elementares para fazer reconstruções paleoclimáticas e paleoceanográficas em estruturas calcárias biogênicas (FREITAS *et al.*, 2009, 2015; GILLIKIN *et al.*, 2015). Esses elementos que ocorrem em quantidades menores, mas que podem ser utilizados como *proxies* geoquímicos em estruturas carbonáticas biogênicas que podem ser utilizados nesse trabalho são o Cálcio, Magnésio, Bário e Manganês. Esses elementos podem ser usados uma vez que eles são transportados através de diferentes mecanismos para as suas estruturas esqueléticas calcárias (GILLIKIN *et al.*, 2015).

A partir deles são calculadas razões elementares e seus resultados são conjugados com análises geoquímicas mais tradicionais da literatura como o $\delta^{13}\text{C}$ e o $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{87}\text{Sr}$ já citados anteriormente (WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008; FREITAS *et al.*, 2009, 2015; GONÇALVEZ, 2010; SCHONE *et al.*, 2010; MOYER *et al.*, 2012; FREITAS *et al.*, 2015; GILLIKIN *et al.*, 2015). Dessa forma, pode-se fazer uma análise multiproxy muito mais abrangente e complexa e que também pode ser usada em espécies fósseis (WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008).

Esses indicadores geoquímicos elementares têm a vantagem de poderem ser independentes de outras variáveis ambientais como por exemplo os fatores termodinâmicos e a salinidade (WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008; FREITAS *et al.*, 2009; SCHONE *et al.*, 2010; GILLIKIN *et al.*, 2015).

Esses *proxies* elementares são normalmente aplicados a foraminíferos, braquiópodes, ostracodes, corais e moluscos (principalmente bivalves) visto que as suas estruturas carbonáticas servem como arquivos de informação ambiental. Isso é possível uma vez que as estruturas calcárias desses organismos refletem ciclicamente as condições ambientais da água onde eles vivem por linhas de crescimento. Dessa forma, eles podem servir para reconstruir as condições ambientais do passado em grandes escalas espaciais e temporais principalmente em situações onde existem lacunas de dados pela inexistência de medidas instrumentais (EDERFIELD *et al.*, 2002; HAASE-SCHRAMM *et al.*, 2003; HAASE-SCHRAMM *et al.*, 2003; CHANGA *et al.*, 2004; LORRAIN *et al.*, 2005; RATHMANN e KUHNERT, 2008; WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008; SCHONE *et al.*, 2010;

BATENBUG *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2015; WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008; RADDATZ *et al.*, 2013).

A partir desses *proxies* pode-se fazer múltiplos tipos de reconstruções que envolvem: a temperatura da superfície do mar; o ciclo dos nutrientes; descarga de material terrestre em sistemas aquáticos entre outras reconstruções (CHANGA *et al.*, 2004; SCHONE *et al.*, 2010; MOYER *et al.*, 2012; WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008).

É importante salientar que o equilíbrio isotópico dos carbonatos biogênicos difere do que se espera do equilíbrio isotópico observado nos carbonatos inorgânicos. Isso ocorre uma vez que os seres vivos possuem o chamado efeito vital que inclui variáveis típicas dos seres vivos como por exemplo o metabolismo. Eles precisam ser reconhecidos no momento da elaboração das inferências dos parâmetros ambientais e podem variar entre diferentes grupos taxonômicos (CHANG *et al.*, 2004; RADDATZ *et al.*, 2013).

A seguir são apresentadas algumas funções desses elementos citados anteriormente.

Tanto o Cálcio (Ca) quanto o Magnésio (Mg) são elementos normalmente usados para inferir a temperatura da superfície do mar em aragonita (CHANGA *et al.*, 2004). O magnésio pode ainda ser conjugado com o $\delta^{13}\text{C}$ para estudos que envolvam a taxa de crescimento em corais (GOREAU, 1977). Já o Manganês (Mn) é aplicado para a reconstrução da descarga de nutrientes de material terrestre proveniente de rios em sistemas aquáticos em corais (MOYER *et al.*, 2012).

O Bário (Ba) também tem a função de reconstruir, a partir de corais e bivalves, o *input* de nutrientes continentais (rios) em sistemas aquáticos. O Bário é um nutriente comum nos oceanos e por isso pode ser utilizado como um traçador para produtividade ou a circulação de águas profundas. O Bário é incorporado nos bivalves pela ingestão de fitoplâncton enriquecido nesse elemento (ELLIOT *et al.*, 2009). Através desse processo, ele pode substituir o Cálcio em estruturas biogênicas, mas esse processo depende de diferentes controles biológicos, incluindo o metabolismo. Então, além de servir para aferição da produtividade primária dos oceanos ele também pode refletir efeitos metabólicos dos organismos (ELLIOT *et al.*, 2009; MOYER *et al.*, 2012).

Abaixo serão brevemente apresentadas algumas das principais razões que utilizam esses elementos usadas em reconstruções paleoambientais em estruturas carbonáticas biogênicas.

Sr/Ca

A razão Sr/Ca pode prover uma reconstrução da temperatura da água do mar durante a biomineralização em carbonatos biogênicos, sobretudo os de aragonita (EDERFIELD *et al.*, 2002; HAASE-SCHRAMM *et al.*, 2003; HAASE-SCHRAMM *et al.*, 2003; LORRAIN *et al.*, 2005; RATHMANN e KUHNERT, 2008; WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008; ELLIOT *et al.*, 2009; GONÇALVEZ, 2010; SCHONE *et al.*, 2010; RADDATZ *et al.*, 2013; FREITAS *et al.*, 2015).

Essa razão também pode ser usada para estimar a composição do oceano e salinidade, inclusive em estudos relativos ao Quaternário (EDERFIELD *et al.*, 2002; HAASE-SCHRAMM *et al.*, 2003; LORRAIN *et al.*, 2005; RATHMANN e KUHNERT, 2008; GILLIKIN *et al.*, 2015). Alguns estudos também usam essa razão correlacionando-a taxas de crescimento em corais e escleroesponjas (GONÇALVEZ, 2010; FREITAS *et al.*, 2015; GILLIKIN *et al.*, 2015).

A razão Sr/Ca é muitas vezes utilizada em complementariedade com *proxies* ambientais tradicionais $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{87}\text{Sr}$ e outras razões elementares como a razão Mg/Ca na estrutura calcária de uma grande gama de organismos marinhos (EDERFIELD *et al.*, 2002; HAASE-SCHRAMM *et al.*, 2003; RATHMANN e KUHNERT, 2008; ELLIOT *et al.*, 2009; WALTHER e THORROLD, 2009; GONÇALVEZ, 2010; RADDATZ *et al.*, 2013; FREITAS *et al.*, 2015). Ainda nessa questão é válido ressaltar que, para Gonçalves (2010), a vantagem de se usar a razão Sr/Ca para aferir a temperatura em relação a $\delta^{18}\text{O}$ é que a razão em questão é mais apurada.

Alguns autores ressaltam que a razão Sr/Ca pode ser influenciada por alguns fatores como: a atividade metabólica do organismo (incluindo o transporte intracelular de íons e o transporte seletivo de Cálcio); a salinidade entre outros aspectos (EDERFIELD *et al.*, 2002; WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008; ELLIOT *et al.*, 2009; GILLIKIN *et al.*, 2015).

Em termos de relacionar a razão Sr/Ca com a taxa de crescimento de calcários biogênicos, vários autores afirmam que o crescimento depende muito do

metabolismo do animal (efeito vital) e que ele também pode ter uma resposta espécie-específica (EDERFIELD *et al.*, 2002; LORRAIN *et al.*, 2005; ELLIOT *et al.*, 2009; GONÇALVES, 2010; FREITAS *et al.*, 2015; GILLIKIN *et al.*, 2015).

Mg/Ca

A razão Mg/Ca pode prover uma reconstrução da paleotemperatura da superfície do mar durante a biomineralização em carbonatos biogênicos (EDERFIELD *et al.*, 2002; CHANGA *et al.*, 2004; FREITAS *et al.*, 2009, 2015; RATHMANN e KUHNERT, 2008; GONÇALVEZ, 2010; WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008; ELLIOT *et al.*, 2009; SCHONE *et al.*, 2010; BATENBURG *et al.*, 2011; RADDATZ *et al.*, 2013). Isso é visto em foraminíferos, corais e bivalves que possuem esqueleto de aragonita uma vez que eles precipitam o carbonato de acordo com a temperatura da água em que vivem (CHANGA *et al.*, 2004; FREITAS *et al.*, 2015).

Elderfield *et al.* (2002), WANAMAKER JÚNIOR *et al.* (2008), ELLIOT *et al.* (2009) e FREITAS *et al.* (2015) relatam que essa razão pode servir como um paleotermômetro espécie-específico influenciado por efeitos vitais. Ele também pode ser conjugado com outros *proxies* como o $\delta^{18}\text{O}$ para estimar a composição isotópica da água do mar e assim podendo prover inclusive dados sobre a salinidade.

Segundo Changa *et al.* (2004), essa razão é aplicada para esse fim tanto em foraminíferos quanto em corais e bivalves. Em corais de águas frias essa razão Mg/Ca revela outros fatores influenciadores além da temperatura como o pH e a taxa de calcificação ou de crescimento (RADDATZ *et al.*, 2013).

Wanamaker Júnior *et al.* (2008) também relatam que a incorporação do Mg/Ca pode estar relacionada a efeitos ontogenético dos indivíduos. Outro fator de controle dessa taxa é o efeito vital biológico sobretudo o que envolve as taxas metabólicas do indivíduo (ELLIOT *et al.*, 2009).

Essa razão pode ser conjugada com a razão Sr/Ca e outros *proxies* tradicionais como $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ (RATHMANN e KUHNERT, 2008; GONÇALVEZ, 2010; ELLIOT *et al.*, 2009; BATENBURG *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2015). Batenburg *et al.* (2010) relatam que essa razão pode também ser associada com Ba/Ca para correlacionar a temperatura da superfície do mar com a produtividade primária dos locais de estudo.

Alguns autores como Ederfield *et al.* (2002) e Freitas *et al.* (2015), ressaltam que tanto a razão Mg/Ca quanto a Sr/Ca podem ser espécie-específicas para bivalves e foraminíferos. Além disso, elas podem depender de fator vital e de outros fatores secundários como o pH e a salinidade.

Ba/Ca

Essa razão pode ser um traçador da história dos materiais terrígenos em ambientes marinhos principalmente os provenientes em rios que ocorrem perto de zonas costeiras em regiões tropicais (BATENBURG *et al.*, 2011; MOYER *et al.*, 2012).

Elliot *et al.* (2009) e Batenburg *et al.* (2011) demonstram em seus trabalhos que a razão de Ba/Ca em bivalves pode aparecer em forma de picos no registro das conchas. Esses picos podem significar pulsos de *input* de água dos rios no ambiente ou picos de *bloom* de fitoplâncton locais. Outra causa para esse *bloom* pode ser o afloramento de águas profundas e ricas em nutrientes pelo fenômeno da ressurgência ou até mesmo a mistura das águas causada pelo aumento das chuvas (ELLIOT *et al.*, 2009).

Segundo Elliot *et al.* (2009), o fenômeno do *bloom* pode corresponder a uma grande produção de clorofila. Isso pode sugerir que a produtividade primária pode estar relacionada com o *timing* das flutuações de Ba/Ca em bivalves. Dessa forma, a razão Ba/Ca pode ser um bom *proxy* de medição da paleoprodutividade primária do oceano (RADDATZ *et al.*, 2013).

A razão Ba/Ca também pode ser relacionada a temperatura da água do mar, se conjugada com a razão Mg/Ca e se associada complementarmente a análises isotópicas mais tradicionais como $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{87}\text{Sr}$ (ELLIOT *et al.*, 2009; WALTHER e THORROLD, 2009; BATENBURG *et al.*, 2011; MOYER *et al.*, 2012).

6.3 Análises Geoquímicas aplicadas a bivalves

Como pode ser visto no arcabouço conceitual apresentado até o presente momento, as técnicas geoquímicas elencadas podem ser aplicadas as conchas de

bivalves fósseis ou sub-fósseis encontradas em sambaquis. Isso porque os moluscos podem prover muitas oportunidades de monitoramento ambiental uma vez que eles são sensíveis a mudanças ambientais; são muito comuns; são amplamente distribuídos no planeta; vivem por muito tempo; habitam uma grande diversidade de ambientes e profundidades; calcificam rapidamente; tem alto poder de preservação; são abundantes ao longo do registro geológico e geram muito material para amostragens (linhas de crescimento) para aplicações de técnicas esclerocronológicas e isotópicas (MACCONNAUGHEY *et al.*, 2008; WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008). Assim as reconstruções paleoambientais que eles podem oferecer são de alta resolução e são bem construídas temporalmente conforme já foi mencionado anteriormente (WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008).

Como pode ser visto anteriormente, além da aplicabilidade do uso de razões de isótopos estáveis (como a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), também podem ser realizados estudos que levem em consideração razões elementares em bivalves. Isso é possível por diversos motivos, entre eles: existem efeitos biológicos muito fortes durante a incorporação desses elementos; o efeito cinético durante a biomineralização pode impactar a incorporação desses elementos; a ontogenia pode impactar a geoquímica da concha e fatores hidrográficos como a salinidade a duração das estações ou níveis de nutrientes também podem impactar a incorporação de elementos em alguns bivalves (WANAMAKER JÚNIOR *et al.*, 2008). Outro fator importante também é a questão da biodisponibilidade do Estrôncio para esses animais. Mas tal tema não será abordado neste estudo.

Esses estudos geoquímicos elencados ao longo deste tópico são possíveis através de análises geoquímicas por meio da técnica de espectrometria de massa que será abordada em um momento posterior no tópico “Materiais e Métodos”.

6.4 Outros *proxies* paleoclimáticos de Sistemas Lacustres

Os trabalhos de reconstrução paleoclimática que estudam a dinâmica lacustre são muito complexos. Contudo, de forma geral eles podem utilizar primordialmente três tipos de *proxies*: pólen/espores; razão isotópica do Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e micro-

carvão. Diante dos temas a serem apresentados neste trabalho, faz-se necessário tecer breves comentários sobre esses *proxies*.

Pólen e esporos são estruturas microscópicas que fazem parte do ciclo reprodutivo das plantas. Grãos de pólen são produzidos por plantas com sementes e esporos são produzidos por plantas mais basais. Pólens e esporos fósseis são dispersos da área fonte pela ação de ventos, insetos e outros meios. A análise taxonômica de pólen e esporos preservados nos sedimentos lacustres podem ser usados para reconstruir vegetações passadas e o clima (SALGADO-LABOURIAU, 2007)

Já o $\delta^{13}\text{C}$ em sedimentos em testemunhos lacustres pode revelar o tipo de vegetação ao redor dos lagos ou da vegetação que chega até os estuários. Além disso, ele pode ser um indicativo da dinâmica vegetacional que ocorre nas imediações dos lagos. Isso porque plantas C3 (contextos mais úmidos) e C4 (contextos mais áridos) possuem assinaturas isotópicas diferentes. O $\delta^{13}\text{C}$ também pode revelar níveis de lagos ao longo do tempo geológico, prover informações sobre o ciclo hidrológico, sucessões ecológicas, terrestres e aquáticas, produtividade aquática, descarga de matéria orgânica e dinâmica vegetacional das imediações do lago. De forma geral, valores negativos estariam relacionados a menores níveis dos lagos e a condições mais áridas (NOGUEIRA, 2019).

Por sua vez, o micro-carvão representa um tipo resíduo de *Black Carbon* mais leve que é emitido após a queima de plantas e outros tipos de matéria orgânica. O micro-carvão fóssil pode ser preservado em sedimentos como resultado de queimadas nas vegetações das imediações dos lagos. A Paleoclimatologia usa esses registros fósseis para reconstruir mudanças na frequência e magnitude de incêndios nos ecossistemas. Quando essas micropartículas são detectadas, elas podem ajudar a interpretar incêndios naturais e a predominância de condições mais secas. Ele também pode ser usado para indicar a presença humana e sua interação com a vegetação local (SIFEDDINE *et al.*, 2014).

A sumarização das principais informações dos *proxies* lacustres pode ser encontradas na tabela 3.

Tabela 3 - *Proxies* Lacustres e informações ambientais

Principais <i>proxies</i> lacustres	Tipo de Informação
Pólen e esporos	Taxonomia pode permitir inferências de aridez e umidade.
$\delta^{13}\text{C}$	Nível de lagos Produtividade dos lagos Sucessões ecológicas Descarga de Matéria Orgânica Dinâmica Vegetacional do entorno do lago Ciclo Hidrológico
Micro-carvão	Paleoincêndios Condições de aridez Presença Humana

Fonte: A Autora, 2020.

7 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico, primeiramente, faz-se necessário especificar o tipo de pesquisa realizada neste trabalho.

Fontelles *et al.* (2009) e Prodanov e Freitas (2013) classificam as pesquisas de acordo com diversos critérios que serviram de base para caracterizar a presente pesquisa. Essa classificação está disposta a seguir.

Segundo a finalidade, a pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada ou tecnológica uma vez que ela objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.

Além disso, é uma pesquisa considerada também exploratória uma vez que busca conhecer mais informações sobre o tema. Este tipo de pesquisa possui planejamento flexível, o que permite o estudo do tema sob diversos ângulos e aspectos.

Em termos de objetivos, se caracteriza por ser uma pesquisa descritiva, pois visa descrever as características de determinados fenômenos ou o estabelecimento de relações entre as variáveis, que pode ser identificado ao descrever os sambaquis e as características das localidades paleoclimáticas a serem apresentadas nos resultados.

Quanto aos procedimentos técnicos, ela é ao mesmo tempo uma pesquisa bibliográfica/documental e experimental. No primeiro caso ela pode ser assim enquadrada uma vez que ela utiliza diversos tipos de materiais publicados, seja em um contexto científico ou em diferentes órgãos nacionais e internacionais. Ela também é experimental uma vez que foram elencadas variáveis capazes de influenciar o fenômeno a ser observado, foram definidas formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto de estudo.

Quanto a abordagem, a pesquisa seria híbrida: qualitativa e quantitativa descritiva. Ela é qualitativa em todo o seu arcabouço teórico relativo à sua descrição das comundiades sambaquieiras escolhidas para o estudo e das características dos dados paleoclimáticos levantados. Ela é quantitativa descritiva uma vez que utiliza dados numéricos através das aplicações de índices (AME) e de dados isotópicos que serão posteriormente descritos.

Assim sendo, a parte inicial do desenvolvimento desta pesquisa consistiu na elaboração de um panorama paleoclimático das regiões sul e sudeste do Brasil. Para tal foram realizados um levantamento bibliográfico com a construção de um banco de dados; a aplicação do Sistema de Classificação Climática Köppen-Geiger; a construção de mapas e análise dos dados paleoclimáticos em conjunto com dados da abrangência média da Zona de Convergência do Atlântico Sul, padrões de insolação entre outros dados paleoclimáticos.

Após essa fase inicial foram aplicadas técnicas esclerocronologia e geoquímica em conchas de bivalves para testar a viabilidade do uso dessas conchas como *proxiy* paleoclimático e embasar novas propostas metodológicas a serem aplicadas em conchas de sítios arqueológicos. Essas técnicas utilizadas puderam ser divididas em seis etapas: coleta nos sítios arqueológicos; preparo das amostras; identificação taxonômica e caracterização das amostras; escolha dos espécimes para a aplicação dos métodos de esclerocronologia e geoquímica; esclerocronologia e análises geoquímicas.

Todos esses procedimentos serão abordados e mais detalhadamente descritos nos próximos tópicos.

7.1 Levantamento Bibliográfico e construção de Banco de Dados

O levantamento bibliográfico ocorreu através de artigos científicos, periódicos, capítulos de livros, teses, dissertações e outros documentos disponíveis nas principais plataformas de banco de dados, indexadores e buscadores de documentos científicos como *Google Scholar*, Periódico Capes, SciELO e sites de bibliotecas de universidades.

As palavras-chaves envolvidas em tais buscas abrangeram os principais temas da presente pesquisa, como por exemplo: Paleoclima do Sul do Brasil; Paleoclima do Sudeste do Brasil; Paleoclima do Brasil no Holoceno entre outros termos similares.

7.2 Levantamento de ocorrências paleoclimáticas e proxies paleoclimáticos

A partir do material bibliográfico encontrado foi possível listar as ocorrências dos estudos paleoclimáticos para as regiões sul e sudeste do Brasil. Foi construído um banco de dados paleoclimáticos para essas duas regiões já citadas para o Holoceno a partir de tabelas que relacionaram essas localidades com as suas principais informações (localidade; coordenadas geográficas; município; estado; tipo climático; range temporal; período, *proxy* e referências).

Esse banco de dados paleoclimáticos foi construído a partir de inferências obtidas a partir das descrições indiretas das características das localidades presentes na literatura. Essa estratégia foi estabelecida uma vez que nem todos os documentos traziam as informações paleoclimáticas totalmente explícitas, normalmente obtidas pelos dados dos *proxies* elencados pelos autores. Isso porque os trabalhos pesquisados tinham múltiplos objetivos além da reconstrução paleoclimática propriamente dita.

Tais tabelas serviram de base para a produção de mapas e figuras bem como para embasar discussões e análises paleoclimáticas e paleoambientais posteriores.

7.3 O Sistema de Classificação Climática Köppen-Geiger

Neste trabalho, o sistema de classificação climática elencado para basear as análises realizadas foi o sistema de classificação climática Köppen-Geiger. Faz-se necessário explorar brevemente o tema a seguir.

Os sistemas de classificação climática (SCC) analisam e definem os climas considerando uma múltipla variedade de elementos climáticos diferentes ao mesmo tempo (ROLIM *et al.*, 2007; NÓBREGA, 2010; FRANCISCO *et al.*, 2015). Como esses elementos pode-se citar: a vegetação; a temperatura; a evaporação; as massas de ar, entre outros (NÓBREGA, 2010).

Isso é feito com o objetivo de identificar padrões climáticos e biogeográficos homogêneos a fim de prover inferências sobre as condições ecológicas e ambientais

de diferentes zonas climáticas (SAMPAIO *et al.*, 2011; FRANCISCO *et al.*, 2015). Essa identificação e classificação de diferentes zonas climáticas são necessárias para descrever e mapear as regiões. Isso ocorre com a finalidade de ordenar a quantidade da informação e facilitar a recuperação dos dados e a comunicação (SAMPAIO *et al.*, 2011).

Além disso, os Sistemas de Classificação Climática otimizam a troca de informações, interpretações e análises sobre o clima do mundo (NÓBREGA, 2010; FRANCISCO *et al.*, 2015). De forma geral, as primeiras classificações climáticas globais pretendiam identificar o clima local e quantificar os tipos de clima e suas distribuições espaciais em um determinado período de tempo (BECK *et al.*, 2005).

Esses sistemas dependem da disponibilidade de séries históricas de dados meteorológicos sendo que os mais comumente utilizados são a temperatura e a precipitação (BECK *et al.*, 2005). Esses dois tipos de dados podem ser relacionados principalmente a vegetação e a outros fatores de natureza climática como altitude, latitude, longitude e a evapotranspiração (SAMPAIO *et al.*, 2011).

Um dos Sistemas de Classificação Climática mais tradicional foi o realizado por Wladimir Köppen idealizado entre o final do século XIX até a primeira metade do século XX. Em aproximadamente 1.900 esse autor realizou a primeira tentativa de realizar uma classificação climática regional da Terra. Essa realização é considerada pela comunidade científica como a primeira classificação quantitativa de tipos climáticos do mundo (SAMPAIO *et al.*, 2011; ALVARES *et al.*, 2013; BELDA *et al.*, 2014). A ideia de Köppen se baseou na observação da dependência dos seres humanos e da vida em geral em relação ao clima sobretudo quando se fala da disponibilidade de calor e suprimento de água. Sua análise primordial procurou confrontar os biomas vegetais e as fronteiras climáticas relacionadas com os assentamentos humanos (KÖPPEN, 1884).

A classificação de Köppen corresponde à distribuição de diferentes tipos florestais característicos de eco-regiões específicas do mundo (BELDA *et al.*, 2014). Köppen identificou os principais grupos de vegetação e depois relacionou as condições climáticas aonde cada grupo ocorria. Assim ele pode definir limites climáticos entre os principais biomas (NÓBREGA, 2010). Ele fez isso levando em consideração um mapa global da vegetação que havia sido desenvolvido e publicado por um autor chamado Grisebach em 1866 (PEEL *et al.*, 2007). Isso foi possível uma vez que Köppen baseou as suas análises na intrínseca relação entre o

clima e a vegetação. Isso representa uma ferramenta efetiva para descrever as condições climáticas definidas por múltiplas variáveis e suas sazonalidades (CHEN e CHEN, 2013).

Dessa forma, Köppen conseguiu identificar as zonas climáticas do mundo baseado em padrões de temperatura média de diferentes regiões levando em consideração padrões biogeográficos históricos dos organismos. O mapa resultante relacionou cinturões climáticos com padrões de distribuição das plantas e possibilitou a elaboração de inferências dessa relação com a cultura e a civilização humana (KÖPPEN, 1884).

Apesar de ter mais de um século, a classificação de Köppen permanece a classificação mais largamente utilizada no mundo, mesmo que ao longo do tempo ela tenha sido revistada e adaptada por seus colaboradores e sucessores que ao longo do tempo acrescentaram novos elementos que podem ser aplicados a diferentes objetivos (PEEL *et al.*, 2007; ALVARES *et al.*, 2013; CHEN e CHEN, 2013; CARDOSO *et al.*, 2015; FRANCISCO *et al.*, 2015; BECK *et al.*, 2018).

Dentre mais diversas adaptações e versões do sistema Köppen, a mais famosa é a que foi proposta por seu colaborador, Rudolf Geiger, nos meados do século passado. Tal parceria deu origem ao nome “classificação de Köppen-Geiger”. Essa abordagem leva em consideração a fitossociologia e a ecologia baseada no pressuposto de que a vegetação natural de cada região do planeta representa uma expressão do clima que nela prevalece (PEEL *et al.*, 2007; ROLIM *et al.*, 2007; NOBREGA, 2010; SAMPAIO *et al.*, 2011; CHEN e CHEN, 2013; FRANCISCO *et al.*, 2015). Dessa forma, as zonas climáticas correspondem as áreas de predominância de cada tipo vegetacional (FRANCISCO *et al.*, 2015). Essa abordagem se tornou a adaptação do sistema Köppen mais utilizada atualmente e baseou novas adaptações aclamadas como as de Thorntwaite e Strahler que não serão abordadas neste trabalho (ROLIM *et al.*, 2007; BELDA *et al.*, 2014; CARDOSO *et al.*, 2015; FRANCISCO *et al.*, 2015).

Para realizar essa abordagem os autores levaram em consideração a temperatura e a precipitação, que são os fatores básicos definidores dos tipos de clima. A precipitação expressa a relação entre ganho e perda de água que pode estar disponível para a vegetação. Já a temperatura é relacionada de acordo com a sua latitude (NÓBREGA, 2010).

Dessa forma, eles consideraram a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação e a cobertura regional do solo além de prover um simples cenário onde a variabilidade do clima pode ser descrita de forma integrada com os diferentes tipos de biomas do planeta (SAMPAIO *et al.*, 2011; CHEN e CHEN, 2013; CARDOSO *et al.*, 2015; FRANCISCO *et al.*, 2015; BECK *et al.*, 2018). Foi estabelecido que as temperaturas dos meses mais frios e quentes são fatores muito significativos e por isso esses dois períodos foram utilizados para identificar as zonas climáticas principais (NÓBREGA, 2010).

Esse sistema se tornou popular pela sua simplicidade e pela sua capacidade de relacionar a vegetação com o clima (CHEN e CHEN, 2013). Para tal, o sistema Köppen-Geiger foi construído a partir de um grande volume de dados históricos globais mensais de temperatura e precipitação e dependendo dos dados utilizados pode-se obter diferentes detalhes e qualidades para as descrições a serem realizadas (PEEL *et al.*, 2007; CHEN e CHEN, 2013).

Em termos de críticas relacionadas ao sistema Köppen-Geiger, pode-se citar os limites dos dados térmicos e hídricos para os diferentes tipos de climas regionais e o fato de sua obtenção ser por vezes muito complexa e trabalhosa (ROLIM *et al.*, 2007; SAMPAIO *et al.*, 2011).

Quanto a sua aplicabilidade, o sistema Köppen-Geiger tem embasado o ensino e a compreensão de várias áreas do conhecimento como a climatologia, meteorologia, geografia, bioclimatologia, ecologia, agrometeorologia entre outras áreas do conhecimento. O sistema também é utilizado para a identificação de grupos florísticos, estudos de hidrologia e meteorologia, zoneamento agroclimático além de avaliações, realizar interpretações de mudanças climáticas, mapear a distribuição geográfica do clima e vegetação a longo prazo, realizar a confecção de modelos ecológicos, associar diferentes condições de vários ecossistemas entre outras abordagens (ALVARES *et al.*, 2013; CHEN e CHEN, 2013; BECK *et al.*, 2018).

A classificação climática de Köppen-Geiger é composta de um código de até três caracteres com letras maiúsculas e/ou minúsculas (BECK *et al.*, 2005; PEEL *et al.*, 2007; SAMPAIO *et al.*, 2011; ALVARES *et al.*, 2013). O primeiro caractere indica a zona climática que é definida pela temperatura e precipitação. O segundo caractere considera a distribuição da precipitação. Já o terceiro caractere corresponde a variação sazonal da temperatura (ALVARES *et al.*, 2013).

Como dito anteriormente, o primeiro caractere divide o clima em cinco grandes tipos climáticos designados por letras maiúsculas que vão de “A” a “E” (PEEL *et al.*, 2007; SAMPAIO *et al.*, 2011; CHEN e CHEN, 2013). Esse caractere é sempre maiúsculo e representa os climas do mundo de forma escalonada. Dessa forma, a classificação de “A” a “E” vai do equador aos polos (PEEL *et al.*, 2007). Os cinco grandes tipos climáticos são: “A”, clima tropical chuvoso; “B”, clima árido ou semi-árido; “C”, clima temperado chuvoso ou simplesmente temperado; “D”, clima florestal boreal com neve, também chamado de temperado frio; “E”, clima frio com neve, também chamado de glacial. (BECK *et al.*, 2005).

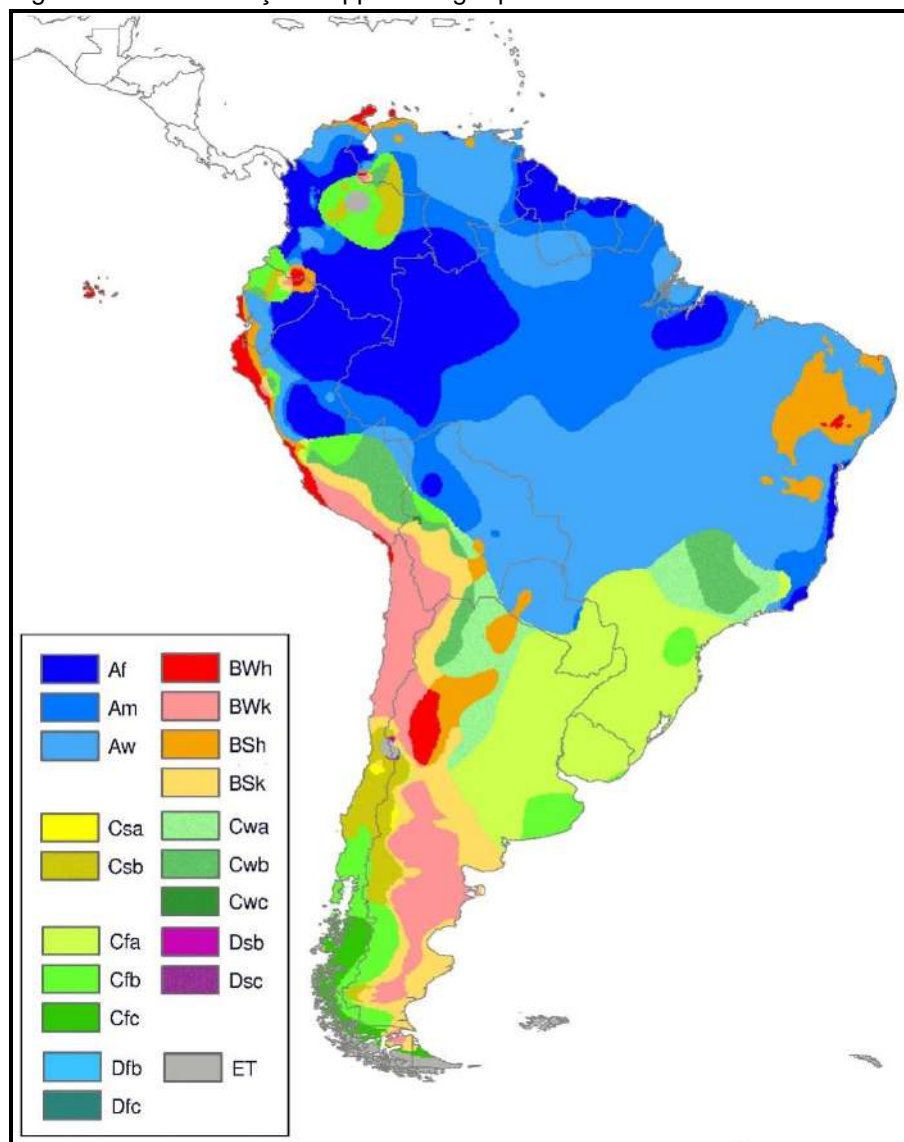
Esses cinco grandes tipos climáticos são subdivididos em até 30 suptipos pelo sistema de composição de três caracteres (BECK *et al.*, 2018).

O segundo caractere da classificação é sempre minúsculo para os climas do tipo “A”, “C” ou “D” e sempre especifica o tipo de clima dentro do grupo além de demonstrar as peculiaridades da precipitação (PEEL *et al.*, 2007; SAMPAIO *et al.*, 2011). Já nos tipos “B” ou “E” a segunda letra também é maiúscula. Para climas tipo “B”, representa a quantidade da precipitação total anual. Para climas tipo “E” representa a temperatura média anual do ar (PEEL *et al.*, 2007).

O terceiro caractere é sempre minúsculo. Para os climas do tipo “C” ou “D”, ele identifica a temperatura média mensal do ar nos meses mais quentes. Para climas do tipo “B”, ele representa a temperatura média anual do ar (PEEL *et al.*, 2007; SAMPAIO *et al.*, 2011). Para mais informações, ver anexo A (quadros 14 a 16).

A América do Sul, segundo a classificação de Köppen-Geiger, possui três grandes tipos climáticos dominantes: “A”; “B” e “C”. Dentre eles, o tipo “A” (tropical) é o mais dominante com 60,1%; seguido do tipo “C” (temperado) com 24,1% e em menor proporção, o tipo “B” (árido), com 15%. O tipo “E” (polar) aparece muito pontualmente (0,8%) em situações de altas altitudes em apenas quatro lugares incluindo em duas localidades nos Andes, nas Ilhas Falklands e na Geórgia do Sul (PELL *et al.*, 2007). A distribuição dos principais tipos climáticos para a América do Sul pode ser vista na figura 16.

Figura 16 - Classificação Köppen-Geiger para América do Sul



Legenda: Classificação climática de Köppen-Geiger para a América do Sul
 Fonte: Modificada de Peel *et al.*(2007).

O Brasil também só apresenta esses três grandes tipos climáticos (“A”, “B” e “C”) mas apresenta uma grande variedade de subtipos. Isso ocorre devido a sua grande extensão territorial, sua fisiografia, relevo e dinâmicas das massas de ar (SAMPAIO *et al.*, 2011; ALVARES *et al.*, 2013).

O tipo “A” é o mais predominante, abrangendo aproximadamente 81,4% do território. Ele só está ausente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e na maior parte do Paraná. O tipo “B” é típico do Nordeste do Brasil e ocorre em menores proporções. Já o tipo “C” cobre aproximadamente 13,7% do país (ALVARES *et al.*, 2013). A tabela 4 demonstra os tipos climáticos encontrados no território brasileiro.

Tabela 4 - Os nove tipos climáticos de Köppen-Geiger para o Brasil

Código	Tipos climáticos de Köppen-Geiger
Af	Equatorial úmido
Am	Tropical de monção (chuvas no verão)
Aw	Tropical de savana com estação seca de inverno
BWh	Árido desértico seco e quente
BSh	Semi-árido seco e quente
Cfa	Temperado úmido com verão quente
Cfb	Temperado úmido com verão temperado
Cwa	Temperado úmido com inverno seco e verão quente
Cwb	Temperado úmido com inverno seco e verão morno

Fonte: Modificado de Sampaio et al. (2011).

Vale destacar que a classificação de Köppen-Geiger pode ser aplicada não só a dados atuais ou projeções futuras, mas também a modelagens paleoclimáticas.

Yoo *et al.* (2016), realizou trabalhos para eventos climáticos como o Último Máximo Glacial e o Nortegripiano (aproximadamente 6 mil anos A.P.). De acordo com esses autores, para regiões terrestres no Nortegripiano a nível global, o inverno subtropical árido com verão seco (Cwa), que representa um clima monsonico, era muito mais ocorrente do que nos dias atuais. Enquanto isso, o clima tropical com estação seca no inverno (Aw), parece ter uma menor abrangência atual do que no Nortegripiano. Já em áreas oceânicas há uma similaridade climática entre a realidade climática atual e a do Nortegripiano.

7.4 A Construção do Índice AME

A partir da dificuldade de se obter um consenso da literatura para o Paleoclima da Bacia Amazônica durante o Holoceno, a equipe do Laboratório de Radioceologia e Mudanças Globais UERJ (LARAMG) realizou um esforço coletivo para a construção de um Índice de Seca da Amazônia (*Amazon Holocene Drought Index – AME*) a fim de servir de parâmetro comparativo com outros contextos paleoclimáticos que podem ser observados e estudados.

Inicialmente foi construído um banco de dados de diversas localidades da Bacia Amazônica que tivessem sido submetidas a estudos paleoclimáticos. Ao todo foram levantadas nove localidades de diferentes setores da Bacia Amazônica. O índice foi obtido através de análises *multiproxy* que privilegiaram dados lacustres de $\delta^{13}\text{C}$ e o microcarvão uma vez que esses parâmetros são os mais persistentes e possuem uma melhor estatística e estão mais relacionados com cenários típicos de seca observados no Holoceno.

O $\delta^{13}\text{C}$ reflete as sucessões ecológicas terrestres e aquáticas em lagos. Ele também está relacionado a produtividade aquática ou a descarga de matéria orgânica e a dinâmica vegetacional das imediações do lago. Para os autores, valores negativos de $\delta^{13}\text{C}$ estariam relacionados a menores níveis de lagos. Por sua vez, o microcarvão pode refletir o registro de paleoincêndios. Ele é importante para demonstrar as interações entre vegetação, clima e distúrbios humanos (EVANGELISTA *et al.*, em preparação).

Os dados de $\delta^{13}\text{C}$ foram normalizados e passaram a corresponder ao z-score global. Da mesma forma, os dados de microcarvão, que são expressos em concentração de fluxo, também foram normalizados em um z-score. Os valores de microcarvão foram então invertidos para acompanhar o comportamento de $\delta^{13}\text{C}$. O AME final foi definido como a média do valor entre esses dois z-scores (EVANGELISTA *et al.*, em preparação).

Além da elaboração do AME, os autores (EVANGELISTA *et al.*, em preparação), também compararam o AME com dados do rBC que são dados de Black Carbon, (conhecido como um aerossol emitido durante eventos de combustão de biomassa) do testemunho de gelo de Nevado Illimani apresentado por Osmont *et al.* (2019). Esse local fica situado na Cordilheira dos Andes e fica em frente a Bacia Amazônica e recebe muitas influências dessa região em termos de umidade e material particulado transportado. Quando comparados, tanto o rBC quanto o AME apresentam um comportamento similar.

7.5 Construção de mapas

A partir do inventário dos dados obtidos, foram construídos mapas de localização em diferentes situações, a saber: ocorrências paleoclimáticas para o Sul

e Sudeste brasileiro no Holoceno; localização das ocorrências paleoclimáticas relacionando o tipo climático de acordo com a classificação de Köppen-Geiger; localização das ocorrências e suas relações com as duas principais variações do posicionamento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACS).

A construção dos mapas foi feita através de georreferenciamentos a partir dos dados encontrados na literatura para cada uma das localidades abordadas. O sistema de referencial geodésico adotado foi o *South American Datum* 1969, mais comumente conhecido como SAD 69. Os mapas foram construídos usando o *software* ArcGis em parceria com o Sistema Labgis que faz parte do Núcleo de Geotecnologias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

A base do mapa de localidades paleoclimáticas que foram relacionadas com a classificação climática de Köppen-Geiger foi elaborado por Alvarés *et al.* (2013) e fornecido gratuitamente em alta resolução só para o Brasil no *geodatabase* do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF (Em: <<http://www.ipef.br/geodatabase/>>, acesso em 24 de janeiro de 2019).

Os mapas que correlacionaram diferentes posicionamentos (denominados de tipo 1 e tipo 2) da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACS) foi obtido a partir de imagens do satélite GOES (canal 13, 10,35 μ). Tais imagens foram obtidas gratuitamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16.formulario.logic>>, acesso em 24 de janeiro de 2019). O Posicionamento da ZACS tipo 1 atingiu a região Sudeste em agosto de 2018 (31 de julho de 2018) e o posicionamento da ZACS tipo 2 foi atingiu a região Sul em janeiro de 2019 (09 de janeiro de 2019). Esse mapa foi construído a partir do Sistema Georreferencial Geodésico SIRGAS 2000.

Tal relação foi escolhida uma vez que a ZACS representa um dos elementos-chave no entendimento do mecanismo do Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) que influencia diretamente o ciclo hidrológico e o clima das regiões sul e sudeste do Brasil como já foi abordado em itens anteriores.

7.6 Construção de Figuras

Foram construídas figuras para melhor ilustrar o banco de dados paleoclimáticos e seus comportamentos ao longo do Holoceno em termos de umidade e aridez para melhor expressar os dados obtidos da literatura. As figuras foram construídas no software Adobe Illustrator CS6.

7.7 Análises dos Bancos de Dados

A partir de todos os dados obtidos pelos dados da literatura foi possível realizar: a construção do Banco de Dados paleoclimáticos para as regiões Sul e Sudeste do Brasil ao longo do Holoceno; a construção de mapas dessas localidades através da conjugação de tipos climáticos de Köppen-Geiger e os diferentes posicionamentos da Zona de Convergência do Atlântico Sul e comparar todos esses dados com as curvas de insolação (obtida através do software Past) para diferentes latitudes.

A comparação do banco de dados paleoclimáticos com os dados de insolação foi obtida pelo estabelecimento de um gradiente de cor que indicou quatro situações principais de umidade e aridez (vermelho para muito árido; laranja para aridez amena; azul escuro para umidade intensa e azul claro para umidade amena).

Foram contabilizadas as quantidades de ocorrências de cada cor para todos os comportamentos da ZACS identificados. A partir disso, foi feito um gráfico que foi comparado com o comportamento da insolação para o Holoceno que já havia sido obtido pelo software Past.

Assim, foram realizadas ponderações e análises na tentativa de descrever e realizar novas inferências sobre o cenário paleoclimático dessas regiões ao longo do range temporal já supracitado e basear novas reflexões diante dos dados a serem apresentados dentro do tópico de Resultados e Discussão deste documento.

7.8 Coleta nos sambaquis

Foram coletados materiais de sítios arqueológicos de sambaquis de duas regiões do Brasil: estado do Rio de Janeiro e estado de Santa Catarina. A região sudeste teve cinco coletas (uma para cada sítio) e a região sul teve seis coletas (uma para cada sítio), totalizando um total de 11 sítios amostrados. Ambas as regiões foram escolhidas por já serem bastante conhecidas e estarem entre as mais antigas ocupações costeiras no Brasil (LIMA *et al.*, 2014).

Os quatro sítios coletados no estado do Rio de Janeiro foram: Forte; Beirada; Garatiba e Geribá. Por sua vez, os seis sítios coletados no estado de Santa Catarina foram: Cabeçuda; Carniça 1; Carniça 3; Laguna; Garopaba do Sul e Camboriú. Alguns sítios da região sul foram coletados em diferentes profundidades como nos sítios Cabeçuda; Carniça 1 e Laguna. A identificação desses locais de coleta está disposta na tabela 5. Fotos exemplificativas de locais de coleta podem ser vistas nas figuras 17 e 18. As coletas foram efetuadas em uma campanha realizada em 2014 pela equipe LARAMG UERJ) em parceria com o *Institut de Recherche pour le Développement (IRD)*, *Centre National de La Recherche Scientifique (CNRS)*, e o *Institut des Science de ,l'Evolution* da Universidade de Montpellier, todos na França.

A partir dos dados dessas coletas foi construído um mapa de ocorrência desses sambaquis (Figura 19).

Para a amostragem das conchas foram feitas pequenas escavações nos sambaquis e foram coletadas amostras aleatórias que procuraram abarcar de 15 a 30 conchas. Em alguns casos, as conchas também foram coletadas de perfis verticais (figura 20).

Depois de coletadas, as amostras foram identificadas e acondicionadas no LARAMG-UERJ.

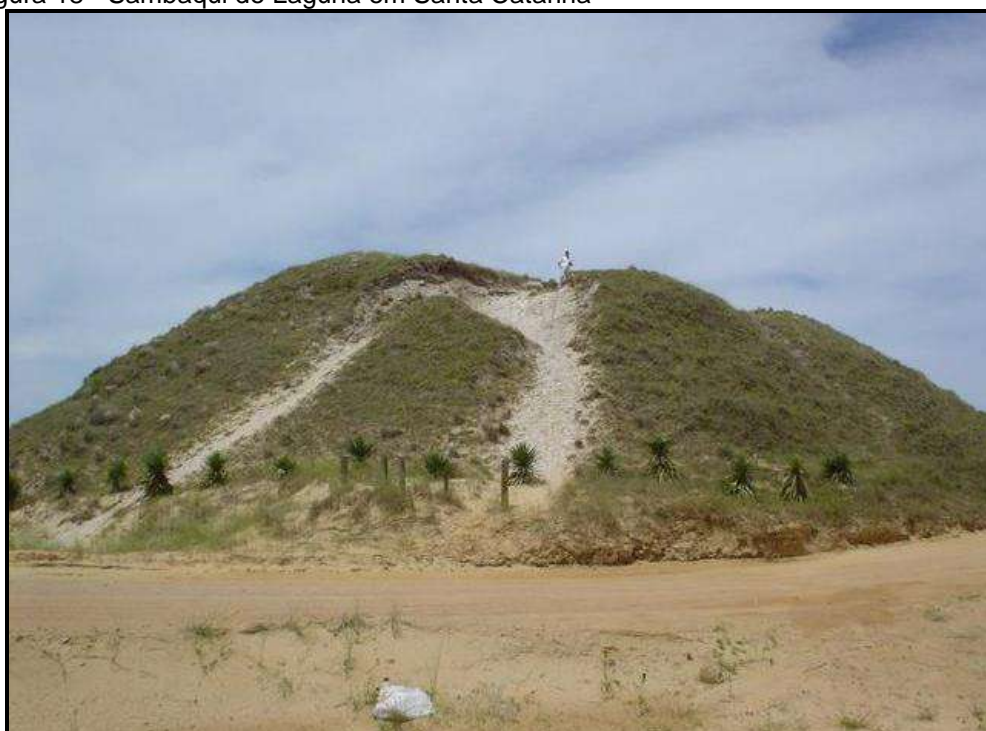
Figura 17 - Foto do sambaqui do Forte em Cabo Frio.



Legenda: Em vermelho, o destaque para a acumulação de conchas correspondendo ao sítio arqueológico em si.

Fonte: A Autora, 2020.

Figura 18 - Sambaqui de Laguna em Santa Catarina



Fonte: Disponível em: <https://img.socioambiental.org/v/publico/pibmirim/antes-de-cabral/Sambaqui_paulodeblasis3.jpg.html>, Acesso em 19 janeiro 2018.

Tabela 5 - Inventário dos dados das coletas dos sambaquis do Rio de Janeiro e Santa Catarina realizadas em 2014.

Sítio	Localidade	Estado	Latitude	Longitude	Profundidade (cm) /Camada	Observação
Forte	Cabo Frio	RJ	22° 53' 02" S	42° 25" O	Superfície	NDD
Forte (Duna)	Cabo Frio	RJ	22° 53' 02" S	42° 25" O	Duna	NDD
Beirada	Saquarema	RJ	22° 54' 55" S	42° 33' 21" O	NDD	NDD
Guaratiba 1	Guaratiba	RJ	22° 59' 36" S	43° 34' 23" O	NDD	NDD
Guaratiba 2	Guaratiba	RJ	22° 59' 36" S	43° 34' 23" O	NDD	NDD
Geribá	Búzios/ Ponta do Geribá	RJ	22° 46' 45" S	41° 54' 36" O	NDD	NDD
Cabeçuda	Laguna	SC	28° 26' 23" S	48° 49' 47" O	40 a 50	Paleolaguna de Santa Marta
Cabeçuda	Laguna	SC	28° 26' 23" S	48° 49' 47" O	80 a 90	Paleolaguna de Santa Marta
Cabeçuda	Laguna	SC	28° 26' 23" S	48° 49' 47" O	150	Paleolaguna de Santa Marta
Carnaça 1	Laguna	SC	28° 32' 26" S	48° 48' 49" O	30 a 40	Paleolaguna de Santa Marta
Carnaça 1	Laguna	SC	28° 32' 26" S	48° 48' 49" O	190 a 220	Paleolaguna de Santa Marta
Carnaça 3	Laguna	SC	28° 32' 45" S	48° 48' 25" O	Superfície	Paleolaguna de Santa Marta
Laguna	Laguna/Perrixil	SC	28° 21' 32" S	48° 48' O	Camada superior	NDD
Laguna	Laguna/Perrixil		28° 21' 32" S	48° 48' O	Aproximadamente 100	NDD
Guaropaba do Sul	Guaropaba do Sul	SC	28° 36' 27" S	48° 49' 10" O	Superfície	Paleolaguna de Santa Marta
Camboriú	Praia das Laranjeiras/ Florianópolis	SC	27° 59' 49" S	48° 35' 27" O	NDD	

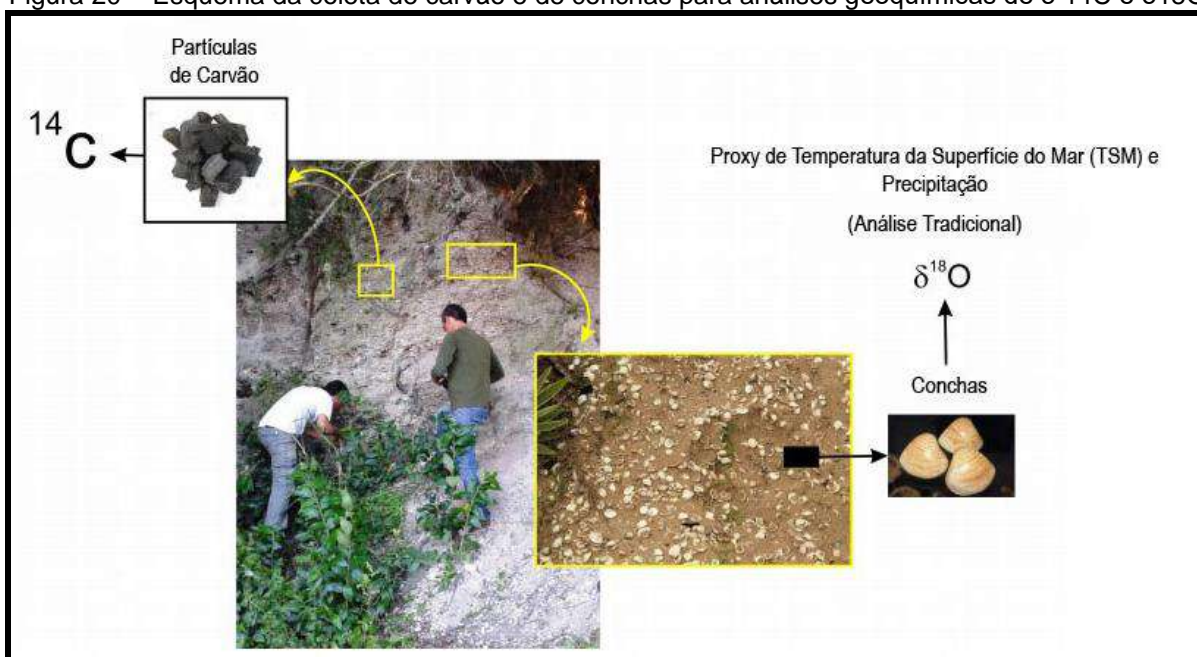
Fonte: A autora, 2020.

Figura 19 - Mapa de localização dos sambaquis do Rio de Janeiro e Santa Catarina a serem analisados



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 20 - Esquema da coleta de carvão e de conchas para análises geoquímicas de $\delta^{14}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$



Legenda: Exemplo de esquema de coleta em sambaquis para análises isotópicas tradicionais ($\delta^{14}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$).

Fonte: A Autora, 2020.

7.9 Preparo das Amostras

As amostras que foram coletadas se apresentavam muito sujas e com muitos sedimentos agregados, sendo difícil manipulá-las, identifica-las e submetê-las aos outros métodos e técnicas propostos nesse trabalho, sem que fossem submetidas a um processo de limpeza e triagem.

Dessa forma, as amostras foram colocadas em peneiras a fim de separar granulometricamente os sedimentos e bioclastos. Foram utilizadas peneiras com as seguintes medidas: 6,35 mm; 4 mm e 2 mm. As amostras de cada peneira foram pesadas, ensacadas e identificadas (Figuras 21,22 e 23). Tal processo foi realizado no Laboratório de Geológico de Processamento de Amostras (LGPA) da Faculdade de Geologia da UERJ.

Figura 21 - Peneiras de diferentes granulometrias



Legenda: Peneiras de granulometrias diferentes que foram utilizadas para separação das amostras. De cima para baixo as granulometrias são: 6,35 mm; 4 mm e 2 mm.

Fonte: A Autora, 2020.

Figura 22 - Uso de peneiras na separação de amostras



Legenda: Exemplo de material sendo peneirado em diferentes granulometrias.

Fonte: A Autora, 2020.

Figura 23 - Identificação e acondicionamento de amostras



Legenda: Identificação e acondicionamento de amostras.
Fonte: A Autora, 2020.

Após essa triagem inicial por granulometria, foram escolhidas somente amostras maiores que 6,35 mm para a execução deste trabalho.

As amostras então passaram por um processo de limpeza. Essa etapa inicialmente foi feita mecanicamente com auxílio de pincéis e escovas macias para que a maior parte dos resíduos aderidos às conchas fosse retirado. Tal processo foi realizado individualmente em cada concha (Figura 24).

Figura 24 - Exemplo de limpeza individual das conchas



Legenda: À esquerda, conchas sujas e a direita conchas limpas. A limpeza está sendo executada com um pincel macio.

Fonte: A Autora, 2020.

Após essa remoção mecânica, as conchas passaram por uma segunda etapa de limpeza mais profunda realizada através de um equipamento denominado banho ultrassônico. Nessa etapa as conchas que já passaram pela etapa de limpeza mecânica são colocadas dentro do aparelho e mergulhadas em água destilada (figura 25). O equipamento realiza um processo de vibração leve para desagregar resíduos mais aderidos. Esse processo é realizado por aproximadamente uma hora e após isso, as conchas são deixadas para secar naturalmente ou com o auxílio de uma lâmpada de calor (figura 26).

Figura 25 - Limpeza de amostras



Legenda: Exemplo de conchas sendo limpas no banho ultrassônico com o uso de água destilada.

Fonte: A Autora, 2020.

Figura 26 - Secagem de conchas



Legenda: Exemplo de conchas já limpas na secagem realizada por lâmpada de calor.

Fonte: A Autora, 2020.

Caso as conchas ainda aparentem ter algum resíduo aderido é facultado mergulha-las em solução de peróxido de hidrogênio. Tal processo normalmente

pode ser utilizado para retirar substâncias orgânicas (como por exemplo, fungos) que podem se encontrar aderidas nas conchas.

A triagem feita após o processo de limpeza é realizada a fim de escolher os exemplares mais íntegros fisicamente para a feitura das outras etapas que serão apresentadas a seguir. Essas etapas de limpeza foram realizadas no LARAMG e no Laboratório Geológico de Processamento de Amostras (LGPA) em colaboração com o Laboratório de Palinomacerais.

Para este trabalho, foram somente considerados e usados exemplares maiores que 6.35 mm. Ao todo foram limpos mecanicamente 2.243 exemplares tanto inteiros quanto em fragmentos que após essa etapa foram submetidos ao processo de identificação taxonômica que será apresentado no próximo tópico.

7.10 Identificação Taxonômica e Caracterização das Amostras

A identificação taxonômica das amostras representou uma etapa fundamental para a execução do projeto uma vez que ela é a base para a aplicação de todos os métodos que compõem os objetivos deste trabalho.

Tal etapa foi feita em cooperação com a professora Sônia Barbosa dos Santos, atual presidente da Sociedade Brasileira de Malacologia e chefe do Laboratório de Malacologia Líminica e Terrestre da UERJ. A identificação deu origem a formulação de um banco de dados que relacionou cada táxon com outras informações dentre elas a localidade, hábito, hábitat e uso antropológico.

Após a identificação taxonômica das amostras, foi possível realizar uma breve caracterização de seus exemplares. As amostras de cada sítio foram separadas por grandes categorias de classificação para as duas regiões (Sul e Sudeste). Essas categorias são: gastrópodes; bivalves; fragmentos de bivalves; fragmentos de conchas não identificados e vertebrados. É importante salientar que nem todas essas categorias estavam presentes em todos os sítios.

A partir disso, foi calculada a porcentagem dessas categorias para cada região. Também foram calculadas as porcentagens de cada categoria para cada sítio arqueológico. Quando possível, foram construídos e apresentados gráficos para ilustrar os táxons encontrados em cada sítio. Tais informações possuem relevância

na escolha dos táxons a serem utilizados para análises esclerocronológicas e geoquímicas que serão apresentadas posteriormente em um outro tópico.

Também foi feita uma análise de cluster (ou de agrupamento) dos táxons de moluscos e localidades das duas regiões. Essa técnica é usada para classificar um conjunto de dados em grupos chamados de agrupamentos. Os objetos em cada agrupamento tendem a ser semelhantes entre si, mas diferentes de objetos em outros agrupamentos. Nessa técnica, as características de cada objeto são combinadas através de uma medida de semelhança, calculada para todos os pares de objetos, possibilitando a comparação de qualquer objeto com outro pela medida de similaridade. O modelo utilizado foi o de Amalgamento de Ward que utiliza a distância euclidiana com a finalidade de buscar agrupar as semelhanças e diferenças dos sítios das duas regiões. Esse método foi aplicado para duas regiões (sul e sudeste) a partir de uma matriz de táxons de moluscos e suas localidades. O software utilizado para esta etapa foi o foi o Past versão 4.03 que é disponível gratuitamente.

7.11 Escolha dos Espécimes para aplicação da Esclerocronologia e Geoquímica

Após a identificação taxonômica das amostras, foi necessário proceder a escolha dos espécimes para aplicação do método da esclerocronologia e das análises geoquímicas. As amostras obtidas na identificação taxonômica envolveram diversos grupos animais, mas para as análises propostas os bivalves foram escolhidos como grupo de estudo.

Dentro desse grupo, a escolha dos exemplares a serem submetidos as análises se pautou em três critérios principais: integridade da amostra (somente bivalves inteiros); táxons que apresentavam maiores ocorrências em cada sítio (mais de cinco exemplares) e indivíduos não juvenis. É necessário dizer que também foram levados em consideração as datações aproximadas desses sítios.

Os sítios e táxons das duas regiões que apresentam potencial para serem submetidos a análise podem ser vistos na tabela 6.

Tabela 6 - Relação de amostras consideradas viáveis para aplicação do método de esclerocronologia geoquímica. (Continua)

Táxon	Quantidade de exemplares	Sítio	Camada (cm)	Estado	Range de Datação	Período de Ocupação Aproximado	Range Temporal	Referências
<i>Anadara notabilis</i>	6	Forte	Superfície	RJ	5.520 ± 120 anos A.P. a 2.240 ± 70 anos A.P.	3.280 anos	Nortegripiano a Megalayano	Gaspar (1996, 1998)
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	9	Forte	Superfície	RJ	5.520 ± 120 anos A.P. a 2.240 ± 70 anos A.P.	3.280 anos	Nortegripiano a Megalayano	Gaspar (1996, 1998)
<i>Phacoides pectinatus</i>	6	Forte	Superfície	RJ	5.520 ± 120 anos A.P. a 2.240 ± 70 anos A.P.	3.280 anos	Nortegripiano a Megalayano	Gaspar (1996, 1998)
<i>Anadara notabilis</i>	16	Forte	Duna	RJ	5.520 ± 120 anos A.P. a 2.240 ± 70 anos A.P.	3.280 anos	Nortegripiano a Megalayano	Gaspar (1996, 1998)
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	16	Beirada	NDD	RJ	4.520 ± 190 anos A.P. a 3.800 ± 190 anos A.P.	720 anos	Nortegripiano a Megalayano	Gaspar (1996, 2007); Kneip, (1998, 2001, 2009); Okamura (2008); Guimarães (2011); Lessa e Carvalho (2015)
<i>Phacoides pectinatus</i>	9	Beirada	NDD	RJ	4.520 ± 190 anos A.P. a 3.800 ± 190 anos A.P.	720 anos	Nortegripiano a Megalayano	Gaspar (1996, 2007); Kneip, (1998, 2001, 2009); Okamura (2008); Guimarães (2011); Lessa e Carvalho (2015)
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	15	Guaratiba 1	NDD	RJ	Não há datação disponível na literatura Referência: Sambaqui Zé do Espinho com idade entre 2.260 a 1.180 anos A.P.	1.080 anos	Megalayano	Amaral (2011)

Tabela 7 - Relação de amostras consideradas viáveis para aplicação do método de esclerocronologia geoquímica. (Continuação)

Táxon	Quantidade de exemplares	Sítio	Camada (cm)	Estado	Range de Datação	Período de Ocupação Aproximado	Range Temporal	Referências
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	9	Guaratiba 2	NDD	RJ	Não há datação disponível na literatura Referência: Sambaqui Zé do Espinho com idade entre 2.260 a 1.180 anos A.P.	1.080 anos	Megalayano	Amaral (2011)
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	16	Perrixil	330 cm	SC	Não há datação disponível na literatura Referência Perrixil II com idade aproximada dos depósitos da região com 5.150 anos A.P.	NDD	Nortegripiano	Machado (2008)
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	55	Perrixil	100 cm	SC	Não há datação disponível na literatura Referência Perrixil II com idade aproximada dos depósitos da região com 5.150 anos A.P.	NDD	Nortegripiano	Machado (2008)
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	43	Cabeçuda	150	SC	4.120 ± 220 anos A.P. a aproximadamente 1.800 anos A.P.	2.320 anos	Nortegripiano a Megalayano	Fish <i>et al.</i> (2000), Lessa e Medeiros (2001), Scheel-Ybert <i>et al.</i> , (2003), Rodrigues-Carvalho <i>et al.</i> (2011); GUIMARÃES <i>et al.</i> (2016); Kneip <i>et al.</i> , (2018); Kneip e Deblasis, 2018; Kneip e Mello, 2018

Tabela 8 - Relação de amostras consideradas viáveis para aplicação do método de esclerocronologia geoquímica. (Continuação)

Táxon	Quantidade de exemplares	Sítio	Camada (cm)	Estado	Range de Datação	Período de Ocupação Aproximado	Range Temporal	Referências
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	36	Cabeçuda	80-90	SC	4.120 ± 220 anos A.P. a aproximadamente 1.800 anos A.P.	2.320 anos	Nortegripiano a Megalayano	Fish <i>et al.</i> (2000), Lessa e Medeiros (2001), Scheel-Ybert <i>et al.</i> , (2003), Rodrigues-Carvalho <i>et al.</i> (2011); GUIMARÃES <i>et al.</i> (2016); Kneip <i>et al.</i> , (2018); Kneip e Deblasis, 2018; Kneip e Mello, 2018
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	98	Cabeçuda	40-50	SC	4.120 ± 220 anos A.P. a aproximadamente 1.800 anos A.P.	2.320 anos	Nortegripiano a Megalayano	Fish <i>et al.</i> (2000), Lessa e Medeiros (2001), Scheel-Ybert <i>et al.</i> , (2003), Rodrigues-Carvalho <i>et al.</i> (2011); GUIMARÃES <i>et al.</i> (2016); Kneip <i>et al.</i> , (2018); Kneip e Deblasis, 2018; Kneip e Mello, 2018
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	123	Carniça 1	190-220	SC	3.400 a 2.400 anos A.P.	1.000 anos	Megalayano	Fish <i>et al.</i> (2000); Okumora 2007); Assunção (2010); Kneip <i>et al.</i> (2018); Kneip e Mello (2018)

Tabela 9 - Relação de amostras consideradas viáveis para aplicação do método de esclerocronologia geoquímica. (Conclusão)

Táxon	Quantidade de exemplares	Sítio	Camada (cm)	Estado	Range de Datação	Período de Ocupação Aproximado	Range Temporal	Referências
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	155	Carniça 1	30-40	SC	3.400 a 2.400 anos A.P.	1.000 anos	Megalayano	Fish <i>et al.</i> (2000); Okumora 2007); Assunção (2010); Kneip <i>et al.</i> (2018); Kneip e Mello (2018)
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	21	Carniça 3		SC	3.300 a 3.000 anos A.P.	300 anos	Megalayano	Assunção (2010); Kneip e Mello (2018)
<i>Tivela sp.</i>	6	Garopaba do Sul		SC	3.640 e 2.748 anos A.P.	892 anos	Megalayano	Deblasis <i>et al.</i> (1998); Fish <i>et al.</i> (2000); Cristiano <i>et al.</i> (2015); Kneip <i>et al.</i> (2018)

Fonte: A Autora, 2020.

Para este trabalho, foram somente aplicadas análises em dois sítios da região sudeste: Forte e Beirada. Ambos possuem idades aproximadas de início de ocupação (5.520 e 4.530 anos A.P.) e abarcam o final do Nortegripiano e a primeira metade do Megalayano. Dessa forma, os dois sítios tem o potencial de prover informações paleoclimáticas sobre essa transição entre esses intervalos.

O sítio Guaratiba (1 e 2) foi excluído das análises uma vez que os seus exemplares não estavam em boas condições de preservação (intemperismo intenso), apesar de estarem inteiros e não possuírem datações disponíveis na literatura.

O sítio Perrixil também foi eliminado da análise uma vez que ele não possui datação disponível na literatura. Os outros sítios da região sul (Cabeçuda; Carniça 1; Carniça 3 e Garopaba do Sul) também foram excluídos da análise uma vez que as datações disponíveis para esses locais compreendem somente o Megalayano podendo apresentar exemplares relativamente mais jovens do que as amostras provenientes do Sudeste.

O táxon elencado para as análises finais foi *Phacoides pectinatus* uma vez que os espécimes cumpriam com os critérios mencionados acima além de aparecer nos dois sítios simultaneamente. Os exemplares de *Anomalocardia flexuosa*, apesar de ocorrerem em grande quantidade, também não se apresentavam em boas condições de preservação, apesar de estarem íntegros. Sendo assim, não foram elencados para as análises.

A vantagem de se optar pelo táxon *Phacoides pectinatus* é que ele é uma espécie que ocorre nos mesmos ambientes que *Anomalocardia flexuosa* e, portanto, pode ser utilizado para comparações de resultados posteriores entre as duas espécies.

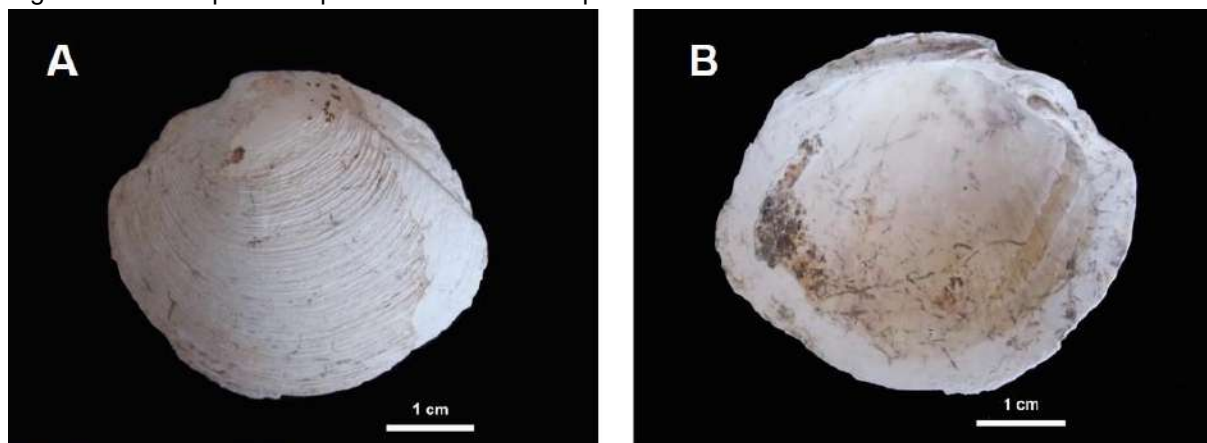
Foram escolhidos os melhores exemplares de *Phacoides pectinatus* os dois sítios em questão. Dessa forma foram utilizadas três conchas para o sambaqui do Forte e quatro conchas para o sambaqui Beirada, totalizando sete conchas para os dois sítios.

7.11.1 *Phacoides pectinatus*

Phacoides pectinatus (Gmelin, 1791) é um bivalve que pertence a ordem Veneroidea, família Lucinidae (NARCHI, 1980; SOUZA *et al.*, 2010; DOTY, 2015). A taxonomia de *Phacoides pectinatus* ainda é muito debatida na literatura e até os dias atuais existem muitas controvérsias quanto a sua nomenclatura (RIBEIRO, 2014). Há uma grande discussão se *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) e *Phacoides pectinatus* são duas espécies diferentes ou se eles estão em sinonímia. Já foram realizados estudos moleculares, mas tal entrave ainda não foi sanado. A questão da sinonímia das duas nomenclaturas está também presente nas principais bases de dados de informações taxonômicas internacionais como a *World Register of Marine Species* (WoRMS), *Paleobiology Database* e o *National Center for Biotechnology Information* (NCBI). Nessas bases de dados a nomenclatura preferida é *Phacoides pectinatus* e *Lucina pectinata* aparece como sinonímia (RIBEIRO, 2014). Dessa forma, nesse trabalho a classificação adotada terá como referência a estabelecida por Souza *et al.* (2010), que privilegia o nome *Phacoides pectinatus*. Assim, assume-se que os exemplares pertencem a este já referido táxon (figura 27). A classificação taxonômica adotada seria a expressa abaixo:

Ordem Veneroidea Adams e Adams, 1856
 Família Lucinidae Fleming, 1828
 Gênero *Phacoides* Gray, 1847
Phacoides pectinatus Gmelin, 1791

Figura 27 - Exemplo de espécime de *Phacoides pectinatus*



Legenda: (A) Representa a vista dorsal e (B) representa a vista ventral da valva esquerda de *Phacoides pectinatus*.

Fonte: A Autora, 2020.

Originalmente a espécie foi denominada de *Tellina pectinata* por Gmelin em 1791 (NARCHI, 1980; TAYLOR e GLOVER, 2016). O nome foi depois validado para *Lucina jamaicensis* (Lamarck, 1801). O nome *Phacoides pectinatus* foi instituído por Dall (1901). Tal nome caiu em sinonímia com *Lucina pectinata* (Abbott, 1974), *Lucina (Phacoides) pectinata* (Bretsky, 1976) e finalmente foi confirmado como *Phacoides pectinatus* (TAYLOR e GLOVER, 2016).

Os representantes desse táxon são comumente utilizados como alimento e artesanato. Seu nome vulgar na Bahia é "sernambi" ou "lambreta"; no Sudeste é conhecido como "ameixa" e no Paraná é denominado de "amejoa" (NARCHI, 1980; SOUZA *et al.*, 2010; TAYLOR e GLOVER, 2016; SANTANA e ROCHA-BARREIRA, 2018).

A família Lucinidae possui um amplo registro fóssil ao longo do Cenozóico e Mesozoico, ocorrendo em menor expressão no Paleozoico a partir do Siluriano Superior e representa o grupo de moluscos quimiosimbióticos mais diverso dos bivalves (TAYLOR e GLOVER, 2004, 2009; RIBEIRO, 2014). Análises filogenéticas e paleoecológicas sugerem que o gênero *Phacoides* se distanciou dos lucinídeos ao final do Oligoceno a aproximadamente 25 milhões de anos (RIBEIRO, 2014).

Phacoides pectinatus é um animal suspensívoro que alcança a sua maturidade sexual em aproximadamente um ano de vida e é sexualmente ativo ao longo de todo o ano (NARCHI, 1980; FRENKIEL e MOÛEZA, 1987; DOTY, 2015). Sua concha pode atingir 51 mm de comprimento e 48 mm de altura (SOUZA *et al.*, 2010).

O táxon é amplamente distribuído ao longo de boa parte das Américas entre as latitudes 35° N e 28° S (SOUZ *et al.*, 2010). Ocorre desde a Flórida até o Brasil, além de ocorrer também no Texas, Carolina do Norte, América Central, Panamá, Colômbia, Venezuela e Antilhas (READ, 1963; NARCHI, 1980; TAYLOR e GLOVER, 2016, SANTANA e ROCHA-BARREIRA, 2018). No Brasil ele teve sua primeira ocorrência registrada por Ihering (1897) no canal entre São Sebastião e Ilha Bela (NARCHI, 1980). Na costa brasileira ele está presente do Amapá a Santa Catarina (SOUZA *et al.*, 2010).

Esse grupo é conhecido pela sua simbiose com bactérias sulfeto-oxidativas endossimbiontes obrigatórias que ficam alojadas em suas brânquias e assim auxiliam na nutrição desses bivalves a partir do fornecimento de compostos orgânicos obtidos a partir da quimiossíntese (GLOVER *et al.*, 2008; RIBEIRO, 2014). Essa

quimiosimbiose também é sugerida para espécies fósseis através de comparações anatômicas e paleológicas compartilhadas entre os táxons fósseis e recentes. Tal interação ecológica provavelmente pode ter tido um caráter decisivo no curso evolutivo dessa família (TAYLOR e GLOVER, 2009; RIBEIRO, 2014).

Essa quimiosimbiose dos lucinídeos exige que as suas populações vivam em ambientes com um gradiente de redução de sulfeto-oxigênio que precisa permanecer estável nas mudanças de profundidade da água devido ao ciclo das marés. Esse gradiente possibilita que haja uma diversidade de bactérias encontradas ao longo desses gradientes (DOTY, 2015).

Em termos ambientais, Lucinídeos ocupam uma grande variedade de habitats que incluem a zona entremarés. Eles estão associados com habitats redutores, ricos em matéria orgânica associados a algas marinhas. Existem somente algumas espécies de Lucinidae que são comumente associadas com sedimentos ricos em matéria orgânica e subóxidos próximos a mangues. Tais habitats normalmente são muito limitantes para a fauna de bivalves uma vez que eles podem ser altamente corrosivos. Um exemplo de espécie de lucinídeo que ocorre nesses habitats é o alvo deste texto: *Phacoides pectinatus* (GLOVER *et al.*, 2008).

Uma correlação ambiental forte encontrada entre lucinídeos e o habitat repousa em parâmetros geoquímicos relacionados a grande quantidade de carbono orgânico no sedimento correspondente ao que é encontrado em manguezais (TAYLOR e GLOVER, 2000; DOTY, 2015). Essa fonte de carbono orgânico proveniente dos manguezais promove os processos geoquímicos como a redução de sulfato e a metanogênese que são essenciais para bactérias quimiosimbiontes em lucinídeos. Tal feito tem impactos ecológicos inclusive para vegetações marinhas (DOTY, 2015).

A maior parte dos estudos envolvendo lucinídeos repousam na tentativa de entender quais parâmetros ambientais podem impactar a relação do sistema envolvendo o lucinídeo e o seu simbiote. A ecologia e o estilo de vida desses animais permitem inferir que eles adquirem as bactérias simbiontes do ambiente durante o seu ciclo de vida. Isso possibilita que os lucinídeos tenham uma certa resiliência a flutuações ambientais e podem prover benefícios para o ambiente a partir da circulação de nutrientes no ambiente (DOTY, 2015).

Ressalta-se que *Phacoides pectinatus* segue tal tendência de ocorrer em regiões de mangues onde existem cenários anaeróbicos. Essa espécie normalmente

se enterra em profundidades que permitem que eles estejam protegidos de temperaturas extremas (entre 15 a 20 cm) e vive perto de interfaces aeróbicas e anaeróbicas os substratos arenosos ou areno-lodosos presente em enseadas, canais de mangues e pântanos onde não há arrebentação, com pouca ocorrência de alimento e baixo teor de oxigênio dissolvido (READ, 1962, 1963; NARCHI, 1980; TAYLOR e GLOVER, 2000; NOGUEIRA e FREITAS, 2002; SOUZA *et al.*, 2010). Além disso, o táxon é tolerante a áreas com hipersalinidade (BEUCLAIR *et al.*, 2016).

Esse táxon realiza oxidação da lama sulfídica (rica em sulfeto de hidrogênio) dos manguezais ao longo da bacia oceânica ocidental. Isso só é possível através de uma série de adaptações anatômicas, fisiológicas, moleculares (eles possuem tipos específicos de hemoglobina ligada a sulfetos exclusivos do táxon) e ecológicas desses organismos, incluindo a endossimbiose com bactérias oxidantes de sulfeto presentes em suas brânquias (READ, 1962, 1963; NOGUEIRA e FREITAS, 2002; DOTY, 2015; TAYLOR e GLOVER, 2016). É válido citar que a frequência e a abundância dessa espécie são usadas para medir taxas de produtividade em manguezais (TAYLOR e GLOVER, 2016).

O substrato onde essa espécie ocorre possui uma fauna associada muito escassa devido a quantidade excessiva de sulfeto de hidrogênio. Contudo, o táxon que sempre acompanha *Phacoides pectinatus* é *Anomalocardia flexuosa*. Ambos ocorrem em lodo arenoso de cor escura que possui um forte odor de anidrido sulfúrico (H₂S) em ambientes anóxicos (NARCHI, 1980).

Phacoides pectinatus é um táxon muito comum em sambaquis juntamente com *Anomalocardia flexuosa*. Como visto acima, ambas as espécies são típicas de ambientes costeiros hipersalinos e com baixa hidrodinâmica. Segundo Beuclair *et al.* (2016), a presença dessas duas espécies em sambaquis pode sugerir que no passado haviam condições ambientais menos severas. É válido dizer que *Phacoides pectinatus* não é exclusivo de sítios arqueológicos brasileiros e está presente em outros sambaquis do mundo como os encontrados em Trindade e Jamaica (TAYLOR e GLOVER, 2016).

Santana e Rocha-Barreira (2018) realizaram trabalhos ambientais e de ecologia de populações envolvendo *Phacoides pectinatus*. Segundo eles, distúrbios naturais não catastróficos como alta frequência de chuvas servem como elementos reguladores do ambiente. Segundo esses autores, *Phacoides pectinatus* tem uma

reprodução contínua ao longo do ano e uma gametogênese que está altamente relacionada a variações de precipitação e salinidade. O aumento das chuvas e a sua consequente diminuição da salinidade contribuem ativamente para a renovação da população. De acordo com esses autores, os padrões de chuva em estuários tropicais exercem um controle no ciclo de vida, no padrão de reprodução, na fisiologia e composição da biota desses locais. Esse distúrbio natural anual da estação chuvosa exerce implicações não só para a biologia de *Phacoides pectinatus* mas para as suas espécies simpátricas como *Anomalocardia flexuosa* e *Tagelus plebeius*. Tais espécies, que comumente ocorrem juntas no ambiente e em sambaquis, tem o desenvolvimento gonadal influenciados pela variação da salinidade.

Santana e Rocha-Barreira (2018) observaram que na estação seca (Junho a Dezembro) a população de *Phacoides pectinatus* é caracterizada por animais de maiores dimensões e sexualmente maduros. Já na estação chuvosa (Fevereiro a Maio), a população é composta de animais de menores dimensões com gametogênese precoce e grande ocorrência de desova. A maior taxa de sobrevivência de indivíduos adaptados a situações de distúrbio estabelece uma próxima geração de adultos potencialmente reprodutores para estação imediatamente posterior.

Um exemplo disso é a relação entre desova e variações de salinidade. O aumento da precipitação gera a diminuição da salinidade. Muitos bivalves eliminam gametas diante de grandes mudanças ambientais e variações de salinidade induzem ajustes osmóticos que influenciam na reprodução do bivalve. Normalmente quando o distúrbio (estação chuvosa) cessa e a salinidade retorna a aumentar isso serve de estímulo para a desova (SANTANA e ROCHA-BARREIRA, 2018).

O ritmo do distúrbio é definido em termos de duração, frequência e severidade. Dessa forma, diferentes regimes de distúrbios produzem heterogeneidade espacial e temporal em assembleias naturais. Assim, diferenças de maturação e tempo de desova podem ocorrer em função da duração e intensidade da estação chuvosa (SANTANA e ROCHA-BARREIRA, 2018).

Santana e Barreira (2018) relatam que a sincronia reprodutiva entre diferentes espécies de uma mesma região, como é o que acontece com *Phacoides pectinatus* e *Anomalocardia flexuosa* que são típicas de sítios de sambaquis, reforça a influência das variáveis ambientais na história de vida das espécies.

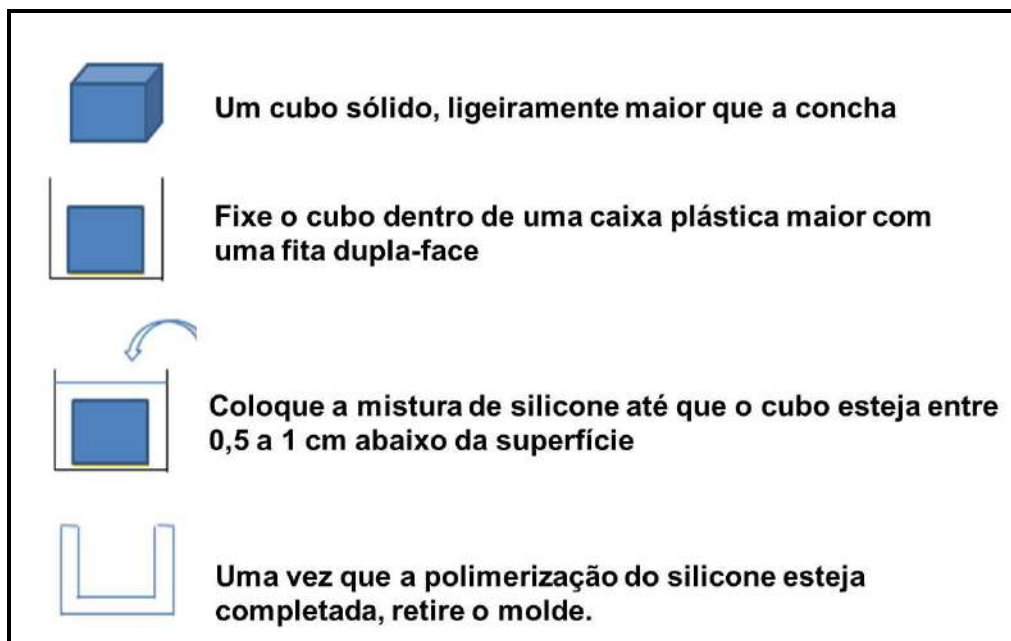
Um exemplo disso é apresentado pelos autores para *Anomalocardia flexuosa*. Os indivíduos adultos desse táxon morrem com maior frequência na estação chuvosa devido a um estresse osmótico prolongado. Tal fenômeno torna o seu consumo humano inviável. A alta precipitação associada com turbidez e baixa salinidade estabelece condições não favoráveis para indivíduos mais velhos. Tais indivíduos normalmente são mais enfraquecidos (maior incidência de parasitas) e menor *fitness* reprodutivo (SANTANA e ROCHA-BARREIRA, 2018).

7.12 Esclerocronologia

O método da Esclerocronologia envolve seis etapas: confecção do molde; resinagem; corte; polimento; observação e fotos; microamostragem. Essas etapas serão brevemente expostas a seguir.

Depois de escolhidos os exemplares de conchas a serem submetidos ao processo, a primeira etapa consiste em fazer um molde para o bloco de resina que conterà a concha. O molde é feito de silicone. Este pode ser comprado ou feito em laboratório. Para ser feito no laboratório é necessário fazer uma mistura de uma pasta de silicone com um catalisador para que o silicone adquira uma consistência mais firme para as próximas etapas. Para tal, um cubo sólido e um pouco maior do que o tamanho da concha é fixado dentro de um balde de modo que a sua abertura fique para baixo. Em seguida a mistura da pasta de silicone com o catalisador é adicionada no balde. Quando a polimerização do silicone estiver completa, a caixa pode ser retirada de dentro do balde e o molde estará pronto. O processo pode ser visualizado nas figura 28 e 29.

Figura 28 - Esquema da feitura do molde para a resinagem

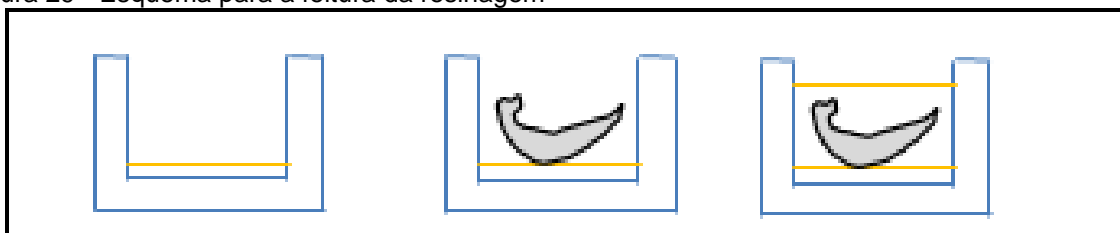


Legenda: Esquema de feitura do molde para a resinagem.
 Fonte: A Autora, 2020.

Outra possibilidade é a utilização de formas de alumínio retangulares que normalmente são destinadas para alimentos. Tal prática é de fácil aquisição e representa uma alternativa mais econômica para a feitura da etapa de resinagem. A desvantagem é que após o uso, as formas são inutilizadas. Logo, após cada processo de resinagem é necessário fazer uso de uma nova forma (figura 30).

Após isso, tem-se a etapa da resinagem conforme o método estabelecido por Azzoug *et al.* (2012). A resina utilizada pode ser do tipo *epoxy* ou de poliéster e são normalmente usadas para manutenção de barcos. Os dois tipos de resinas também precisam ser misturados com substâncias catalizadoras para se polimerizarem e endurecerem. Depois de feita essa mistura, a concha deve ser colocada dentro do molde onde a resina será despejada. Quando a resina endurecer e adquirir a consistência correta, ela será retirada de dentro do molde. Para essa etapa, privilegiou-se o uso da resina *epoxy* uma vez que sua polimerização e seu manuseio são melhores e a sua toxicidade é menor em relação a resina de poliéster.

Figura 29 - Esquema para a feitura da resinagem



Legenda: Posicionamento da concha e resinagem
 Fonte: A Autora, 2020.

Figura 30 - Exemplo do processo de resinagem



Fonte: A Autora, 2020.

É importante salientar que tanto a etapa de preparação de molde quanto a de resinagem foram realizadas LARAMG-UERJ.

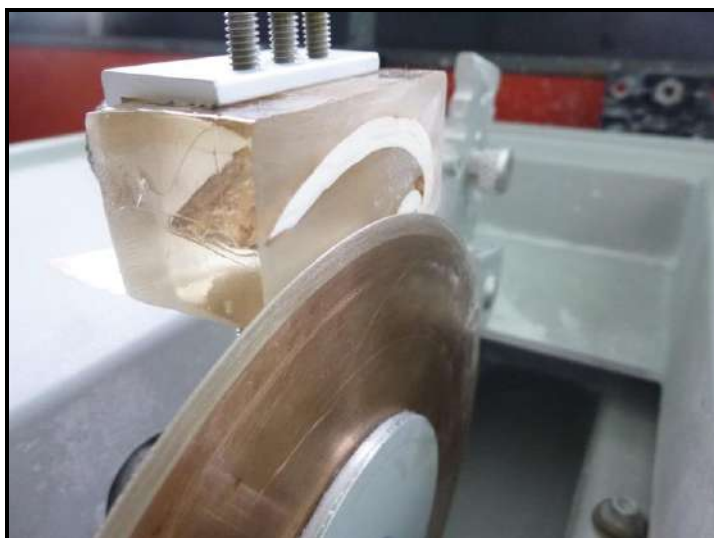
A terceira etapa consiste no corte e polimento do bloco de resina com a concha. Ela deve ser cortada lentamente no sentido do maior crescimento (do umbo para a extremidade da margem ventral) com uma serra que tenha lubrificação com água. O bloco deve ser cortado radialmente ao longo do eixo de máximo crescimento (Figuras 31 a 34). A água utilizada para lubrificação deve ser deionizada para evitar a contaminação de carbonato de cálcio. Ao final desse processo, serão obtidos dois blocos cortados. Essa etapa foi realizada no LGPA.

Figura 31 - Exemplo de máquina para feitura do corte do bloco de resina



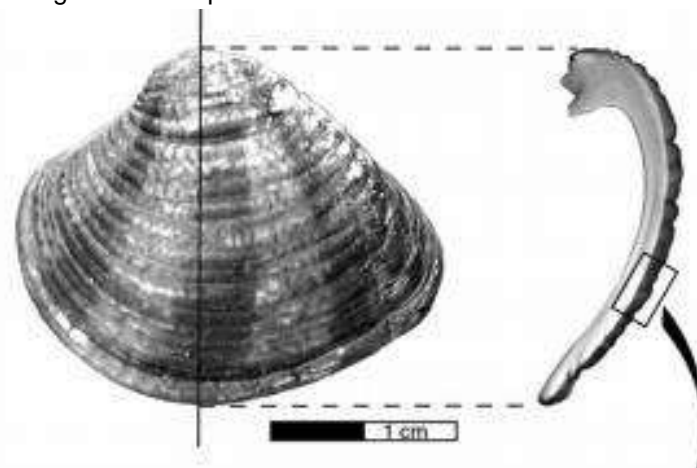
Fonte: A Autora, 2020.

Figura 32 - Exemplo do processo de corte do bloco de resina



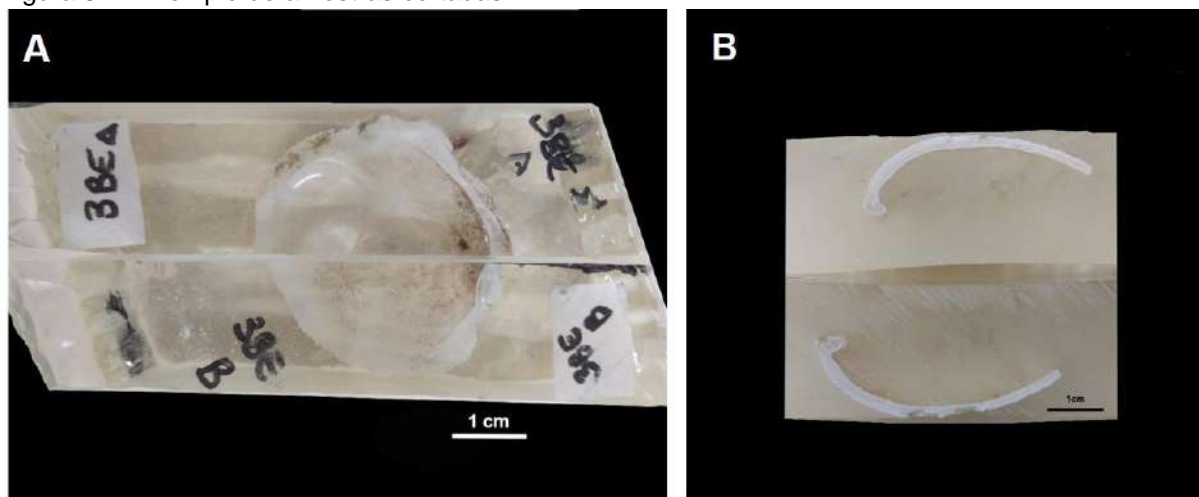
Fonte: A Autora, 2020.

Figura 33 - Esquema do sentido do corte da concha



Legenda: Corte da concha no eixo de maior crescimento.
 Fonte: Modificado de Carré *et al.* (2006).

Figura 34 - Exemplo de amostras cortadas



Legenda: Exemplo do corte de exemplar do sítio Beirada em diferentes visões.
 Fonte: A Autora, 2020.

O próximo passo consiste no polimento. A superfície do corte deve ser polida em uma máquina de polimento com lubrificação com água. Para tal deve-se usar lixas abrasivas (lixas d'água) com granulometria decrescente. Foram escolhidas e utilizadas cinco granulometrias, a saber: 120; 280; 400; 600 e 1.200. Ao final dessa etapa pode-se obter uma superfície muito polida e refletida como um espelho.

Essa etapa foi realizada em colaboração com o Laboratório Multiusuário de Meio Ambiente e Materiais (MULTILAB). O processo pode ser visualizado abaixo: nas figuras 35 e 36.

Figura 35 - Exemplo de politriz para polimento das amostras



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 36 - Exemplo de polimento



Fonte: A Autora, 2020.

A quinta etapa consiste na observação e tiragem de fotos das linhas de crescimento. Os cortes polidos serão observados em um estereomicroscópio (lupa) acoplado a uma câmera para que sejam tiradas fotos das seções polidas (Figura 49). As fotos servem para observar padrões de linha de crescimento e para realizar a sua contagem. A lupa utilizada foi o modelo Discovery v.12, com câmera AxioCam ICc5, ambas da marca Zeiss (figura 37). O software utilizado para captura das imagens foi o AxioVision SE64 rel. 4.9.1. Foram tiradas fotos panorâmicas das conchas submetidas às análises através da função “*acquisition panoramic*” do

presente software. Essa etapa foi realizada em cooperação com o Laboratório de Micropaleontologia (LABMicro).

A partir dos resultados dessa etapa, pode-se ter noção da quantidade de linhas de crescimento existentes e assim escolher proceder com a etapa de microamostragem.

Um exemplo de foto da seção evidenciando as linhas de crescimento pode ser visualizada na figura 38.

Figura 37 - Exemplo de lupa acoplada a câmera utilizada



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 38- Exemplo de amostra resinada, cortada e polida observada observada na lupa



Fonte: A Autora, 2020.

Por fim, a última etapa é a microamostragem para análises isotópicas seguindo o método apresentado por Carré *et al.* (2006, 2013a) e Azzoug *et al.* (2012). Ela pode ser feita por um aparelho chamado Micromill que também pode ser chamado de Microdrill ou perfuratriz de precisão (figuras 39 e 40). Tal processo também pode ser feito manualmente a partir de uma broca de dentista. Com o Micromill as amostragens são obtidas a partir de sulcos enquanto que manualmente as amostragens são feitas a partir de pequenas perfurações.

Essa técnica permite recolher muito precisamente microamostras de aragonita em pó ($\sim 100 \mu\text{g}$) a partir da camada exterior da concha com base na cronologia da linha de crescimento. As brocas utilizadas são de carbeto de tungstênio e variam de espessura entre 0,3 e 0,35 mm. As microamostras são recolhidas com auxílio de um pincel fino e acondicionadas em *ependorfs* para então serem encaminhados para as análises geoquímicas. A etapa da microamostragem foi realizada manualmente no LARAMG/UERJ. É importante dizer que os *ependorfs* foram pesados antes e depois da coleta da microamostragem no Laboratório de Geocronologia e Isótopos Radiogênicos (LAGIR) com precisão de até seis casas decimais.

Figura 39 - Perfuratriz de precisão utilizada para realizar microamostragens



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 40 - Exemplo do processo de microamostragem



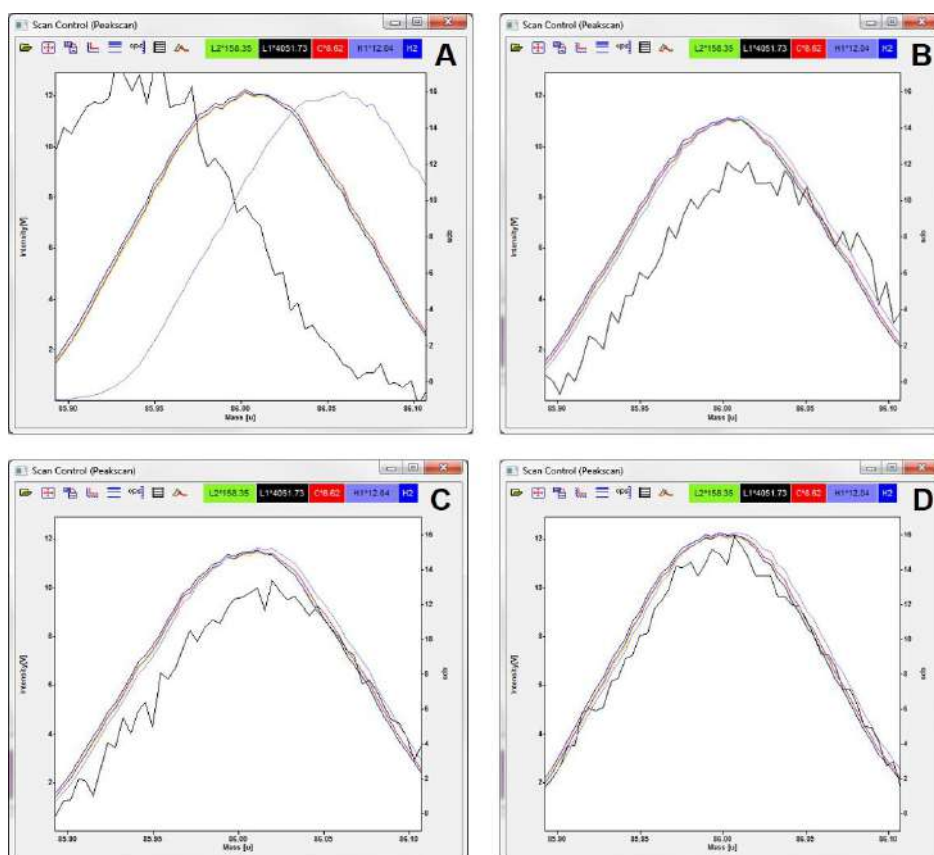
Fonte: A Autora, 2020.

7.13 Análises Geoquímicas

Em uma etapa preliminar e preparatória deste projeto, foram realizados dois procedimentos com amostras testes de *Phacoides pectinatus* atuais para apurar qual seria a melhor técnica isotópica a ser aplicada para análises geoquímicas de linhas de crescimento. As duas técnicas utilizadas diferiram no tipo de tratamento da microamostra: microamostra diluída em solução ou microamostra obtida diretamente através de ablação a laser.

No primeiro tipo de tratamento citado acima, as microamostras coletadas manualmente (aproximadamente 100 µg) por meio do *Microdrill* foram dissolvidas em uma solução de ácido nítrico (HNO₃) a 5% em aquecimento a aproximadamente 70 graus por 48 horas. Esse procedimento possibilitou a calibração da máquina para a razão ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr. Apesar desse tratamento da amostra, os resultados provenientes não foram satisfatórios. Só foi possível realizar a calibração da máquina para a razão ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr. A amostra diluída produziu um sinal médio eficiente (3 volts) no equipamento de aproximadamente um quarto do valor do padrão (em média 12 volts). Isso permite dizer que seria possível obter sinais de resposta do equipamento para massas muito pequenas como as obtidas na microamostragem (100 µg). Exemplos de gráficos obtidos relativos ao alinhamento das massas de Estrôncio podem ser vistas na figura 41.

Figura 41 - Calibração do Espectrômetro de massa



Legenda: As letras A, B, C e D demonstram diferentes passos da calibração do espectrômetro de massa para as diferentes massas dos isótopos de estrôncio a partir da amostra teste.

Fonte: A Autora, 2020.

A provável causa da não obtenção de resultados satisfatórios para a razão em questão pode ser explicada por uma provável contaminação da amostra através do procedimento de armazenamento da mesma e dificuldades de diluição de uma massa tão pequena. Exatamente por isso essa técnica foi descartada e o projeto elencou o método de ablação a laser como que será exposto a seguir.

A técnica da ablação a laser possui diversas vantagens como a eliminação da etapa da microamostragem pela perfuratriz de precisão; maior número de microamostragens pelos tiros de feixe de laser uma vez que as crateras realizadas pelos tiros são muito menores (entre 85 e 110 μm) do que as realizadas manualmente (0,3 mm) o que possibilita a obtenção de muito mais dados disponíveis; melhor acurácia da microamostragem por laser do que a realizada manualmente pela perfuratriz de precisão; a rapidez da aplicação do método já que a duração de cada coleta de dados é da ordem de apenas alguns segundos e os

valores médios da razão em questão retornados tiveram valores condizentes com as razões ambientais encontradas na natureza.

Dessa forma, como dito anteriormente, um dos objetivos deste trabalho foi a prospecção da obtenção de dados de isótopos de Sr de alta qualidade obtidos através do LA-MC-ICP-MS, usando diferentes materiais de referência (ex. Sólidos MACS-3 e NIST 612) em concha obtidos através da técnica de ablação a laser com alta resolução em pontos ao longo dos eixos de crescimento da concha.

O exemplar utilizado consiste em uma concha recente de *Phacoides pectinatus* que foi coletada localidade de Ilha Grande (Vila dois Rios) no segundo semestre de 2019.

Para tal foi utilizado o espectrômetro de massa LA-ICP-MS-MC que é um equipamento muito eficiente para analisar a composição de amostras com baixíssimos teores de elementos químicos e realizar análises de precisão isotópica. Essa versatilidade resulta em múltiplas aplicações e é baseada na arquitetura da máquina composta por uma ionização de plasma junto a um separador magnético, além de multicoletores combinados com ablação a laser, que permite realizar microanálises e estudos de materiais de forma não destrutiva.

Esta etapa foi feita em estrita colaboração com o Professor Mauro Geraldês, coordenador do laboratório Multilab (Laboratório de Multiusuário de Meio Ambiente e Materiais) da Faculdade de Geologia da UERJ.

7.13.1 Espectrômetro de massa multicoletor e procedimentos de ablação a laser

O espectrômetro de massas realiza a separação das partículas de acordo com as suas massas e as suas abundâncias relativas. Isso é realizado através da aceleração e detecção de íons carregados. Tal procedimento ocorre a partir da volatilização da amostra por um feixe de laser seguido de ionização por um plasma de Argônio e a medida das razões isotópicas por um espectrômetro de massa. O detector utilizado no espectrômetro em questão é o do tipo Faraday (GERALDES, 2010).

No espectrômetro de ocorrem cinco etapas ou processos: indução de amostras; ionização; separação de massas; detecção e o registro. Essas etapas estão listadas abaixo na figura 42.

Figura 42 - Sequência de etapas do funcionamento de um espectrômetro de massa



Legenda: Processos envolvidos no método da espectrometria de massa.
Fonte: Modificado de Geraldês (2010).

O espectrômetro Neptune MC-ICP-MS (Finnigan) foi usado para análise isotópica (figura 43). Os parâmetros instrumentais para a análise de rotina de amostras carbonáticas bem como para medições envolvendo materiais de referência padrão, estão resumidos na Tabela 7. Os parâmetros operacionais da instrumentação de Ablação a Laser e sistemas de introdução de amostra são apresentados nas tabelas 7 e 8.

Figura 43 - Espectômetro de massa LA ICP – MS/MC



Legenda: Espectômetro de massa OES.

Fonte: Disponível em: <<https://multilab-uerj.com.br/infraestrutura/equipamentos/>>, acesso em 12 de fevereiro de 2020.

Tabela 10 - Parâmetros operacionais da instrumentação ICP-MS e sistemas de introdução de amostra.

MC-ICP-MS	
Massas monitoradas	82, 83, 84, 85, 86, 87, 88
Resolução (m/z)	~300
Cones	Ni
Detectores	Faraday cups
Modo de aquisição	(time resolved analysis)
Dwell time/s	2
RF power/W	1300
Fluxo de gas no Plasma /L min	15
Gas Auxiliar /L min (Ar)	0.8

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 11 - Parâmetros operacionais da instrumentação de Ablação a Laser e sistemas de introdução de amostra.

LA Parâmetros (<i>Photon Machine</i>)	
Modo de Ablação	Static point ablation
Comprimento de Onda	193
Gás de Transporte	He
Fluxo de gás L/min	0.7
Taxa de Repetição/Hz	10
Duração de Ablastão	30 s
Cratera/μm	100

Fonte: A Autora, 2020.

Como dito anteriormente, este trabalho visou a obtenção de dados isotópicos de Sr de alta qualidade obtidos através do LA-MC-ICP-MS em materiais carbonáticos biogênicos com amostragem de cratera de 100 μm . Esta abordagem de amostragem nos permite identificar mudanças na razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ em resolução espacial perpendicularmente ao eixo de crescimento do material carbonático. Este padrão de amostragem corresponde a diferentes camadas de crescimento e permite verificar a evolução isotópica ao longo de diferentes fases da vida animal. Quatro baterias de análise foram realizadas com 100 medições. Diferentes materiais de referência (ou seja, sólidos MACS-3 e NIST 612) foram aplicados neste estudo de acordo com a metodologia apresentada e discutida nos itens a seguir.

7.13.2 Crerios para escolher o material de referncia

A utilizaçao de um material de referncia (MR) adequado apresenta concentraçao de Sr similar e uma matriz semelhante à amostra desconhecida. É importante usar parâmetros de mediçao semelhantes para materiais de referncia e para amostras desconhecidas quando a técnica de bracketing com cálculo do fator de correçao de RM é aplicada. Neste trabalho, várias mediçoes comparativas de diferentes materiais de referncia (por exemplo, MACS-3 e NIST-612, sólidos) foram usadas.

7.13.3 Procedimentos de Cálculo

A principal vantagem da análise dos isótopos de Sr com LA-MC-ICP-MS se deve ao fato dos isótopos de Sr serem medidos *in situ*, sem a necessidade de separação química. No entanto, a matriz contém vários outros isótopos que potencialmente afetam o sinal do isótopo Sr. Algumas massas são afetadas por várias interferências. Portanto, nossos dados brutos e sinais de fundo foram reduzidos em uma planilha Excel off-line e a sequência de correção seguiu a seguinte ordem: subtrair as contribuições em branco do laboratório; subtração da interferência ^{87}Rb ; correção do viés da massa Sr por meio de bracketing.

Depois de calcular a razão $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$, os resultados são calibrados usando as razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do MACS-3 padrão, recomendado como uma estratégia de calibração para análise de isótopos Sr. Cada conjunto de dez medições individuais são alternadas com o material de referência (RM) selecionado. O valor médio para o RM é calculado e um fator de correção para amostras desconhecidas é calculado, e assim o verdadeiro valor $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ é o valor RM certificado. Assim, usamos o fator de correção dos dois conjuntos de RM (medidos antes e depois da amostra) e o aplicamos à razão $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ da amostra desconhecida.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão abordados a sumarização de compilações de informações climáticas holocênicas do sul e sudeste do Brasil a fim de estabelecer um panorama paleoclimático dos entendimentos disponíveis na literatura para essas regiões. Também serão realizadas conexões com dados de outras regiões relacionadas com o Sistema de Monções da América do Sul.

Além disso, será mostrada e discutida a compilação dos dados relativos ao potencial de aplicação dos métodos de esclerocronologia e geoquímica em bivalves e as suas possíveis implicações paleoclimáticas.

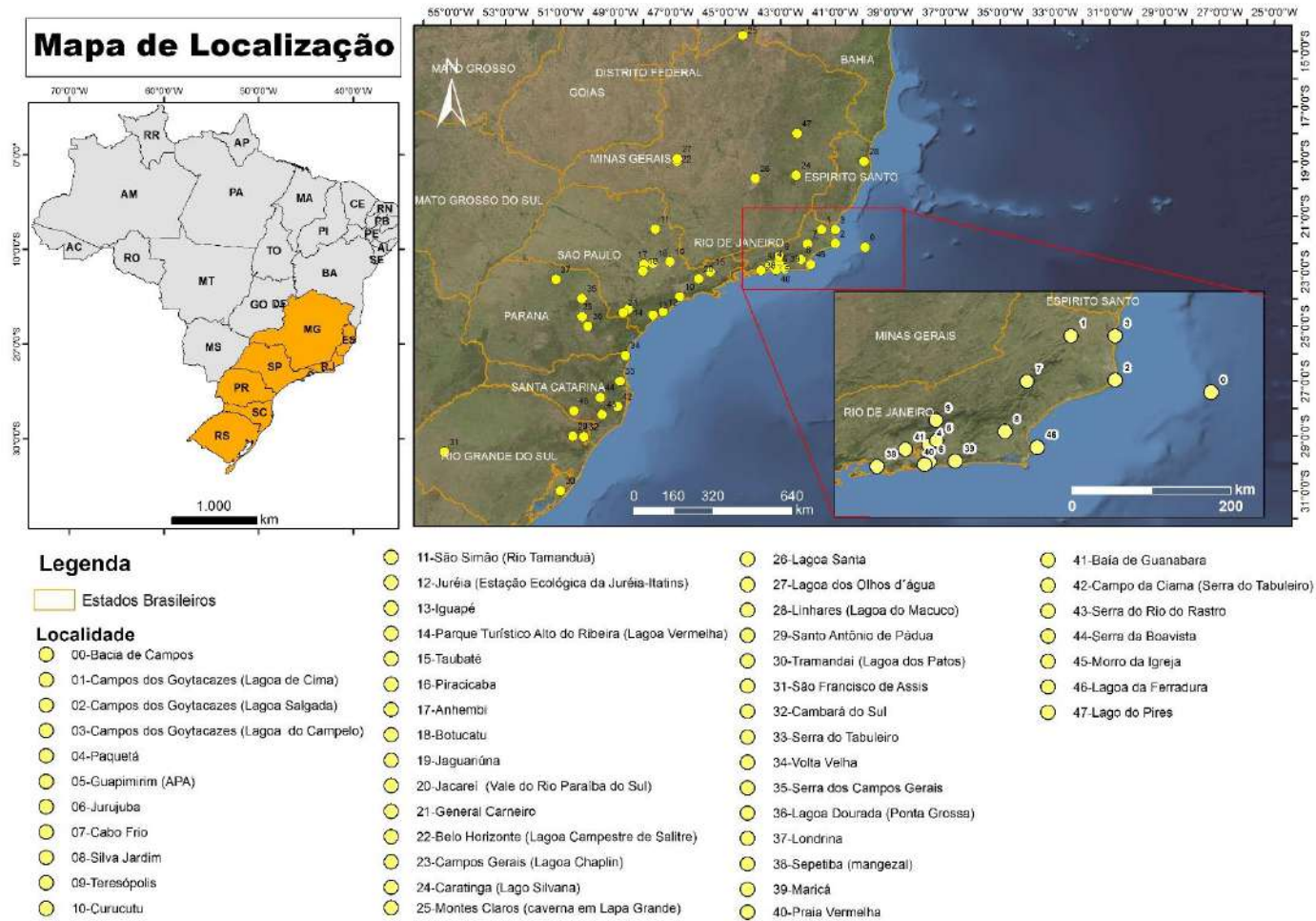
8.1 Panorama de dados paleoclimáticos holocênios para o Sul e Sudeste do Brasil

Para o estabelecimento do panorama paleoclimático do Sul e Sudeste foram levantados dados paleoclimáticos de 48 localidades. Esses dados foram plotados em um mapa de localização que pode ser visualizado na figura 44 a fim de ilustrar espacialmente as ocorrências e trazer uma melhor visualização das mesmas.

Essas informações também foram agrupadas segundo os tipos climáticos encontrados nessas regiões de acordo com o sistema de classificação climática de Köppen-Geiger já apresentado anteriormente e foram plotadas em um mapa (Figura 45), segundo Alvarés *et al.* (2013) e disponibilizado pelo Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – IPEF (Em:<<http://www.ipef.br/geodatabase/>>, acesso em 24 de janeiro de 2019), que utiliza essas mesmas províncias climáticas.

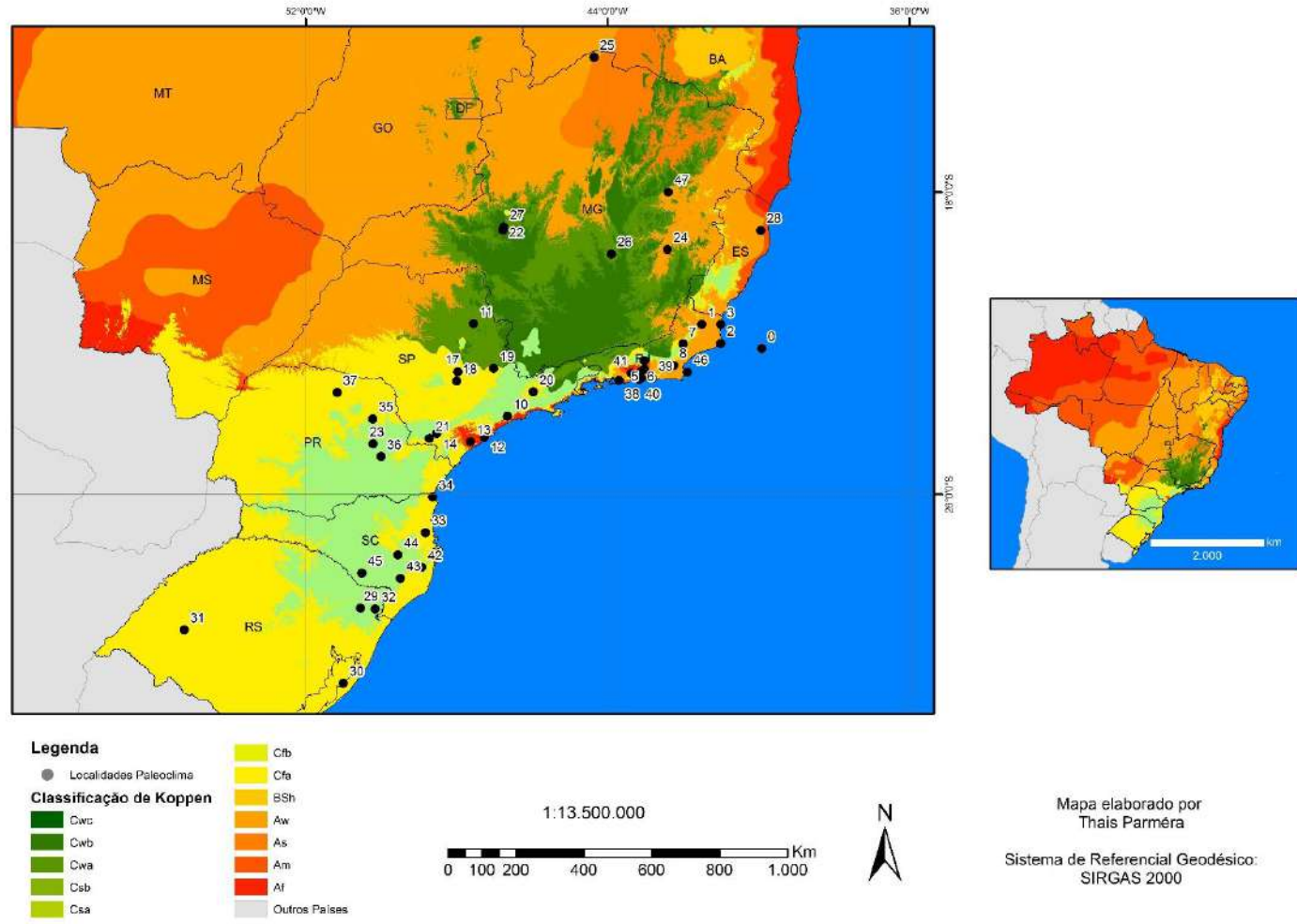
Tal feito foi realizado a fim de ilustrar quais os tipos climáticos em que essas localidades ocorrem para dar suporte a novas inferências climáticas desses locais. Foram visualizados seis tipos climáticos, a saber: Af (Clima tropical úmido/Clima equatorial); Aw (Clima tropical com estação seca no inverno); Cfa (Clima Temperado úmido com verão quente); Cfb (Clima temperado úmido com verão temperado); Cwa (Clima temperado úmido com inverno seco e verão quente) e Cwb (Clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado).

Figura 44 - Mapa de localidades com dados paleoclimáticos levantados



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 45 - Mapa com dados paleoclimáticos levantados segundo a classificação climática de Köppen-Geiger



Fonte: A Autora, 2020.

8.2 Caracterização paleoclimática do Holoceno para o Sul e Sudeste do Brasil

8.2.1 Região Sudeste do Brasil

Em termos de paleoclima, o Rio de Janeiro foi estudado por diversos autores a partir de *proxies* palinológicos e dados obtidos através de testemunhos sedimentares. Tais dados têm servido como base para inferências da paleovegetação, paleoclima e o paleoambiente de várias localidades para o Holoceno.

Os estudos principais foram realizados em diversas localidades diferentes como a Bacia de Campos; Campos dos Goytacases; Baía de Sepetiba; Maricá; Baía de Guanabara; Praia Vermelha; Ilha de Paquetá; Guapimirim; Jurujuba; Península de Búzios; Cabo Frio; Silva Jardim e Teresópolis (BARTH *et al.* 2004; BARRETO *et al.*, 2007; LUZ *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2013; BARTH *et al.*, 2014).

De modo geral observa-se uma mudança da paleovegetação de acordo com os ciclos glaciais e interglaciais. Em períodos glaciais há a predominância de gramíneas e em ciclos interglaciais, há a predominância de florestas arbóreas (OLIVEIRA *et al.*, 2005; FREITAS *et al.*, 2013). A ideia que predomina para o estado do Rio de Janeiro é que no início do Holoceno o clima era seco e frio e tornou-se gradualmente mais quente e úmido em aproximadamente 8.000 anos A.P. Períodos secos com campos abertos e algumas terras mais úmidas ocorreram até 2.500 anos A.P. e às condições semelhantes as atuais com maior umidade e expansão de florestas para dentro dos campos ocorreu a no final do Holoceno (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

As localidades com dados paleoclimáticos levantadas para Rio de Janeiro apresentam os seguintes tipos climáticos de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, a saber: Af (clima tropical úmido/clima equatorial); Aw (Clima tropical com uma estação seca no inverno); Cfa (Clima temperado úmido com verão quente) e Cfb (Clima temperado úmido com verão temperado).

O paleoambiente e o paleoclima do Holoceno do estado de São Paulo foi estudado por vários autores a partir de diferentes *proxies* como espeleotemas, pólen, fragmentos de carvão, isótopos de oxigênio e carbono além de testemunhos

lacustres provenientes de diversas localidades como: Vale do Rio Paraíba do Sul; Jacareí; Curucutu; São Simão; Juréia; Iguapé; Alto do Ribeira; Taubaté; Piracicaba; Botucatu e Jaguariúna (GARCIA *et al.*, 2004; CRUZ *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

São Paulo, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger e conforme as localidades com dados paleoclimáticos levantados para esse estudo, apresenta os seguintes tipos climáticos: Af (clima tropical úmido/clima equatorial); Cfa (Clima temperado úmido com verão quente); Cfb (Clima temperado úmido com verão temperado) e Cwa (Clima temperado úmido com inverno seco com verão quente).

Minas Gerais também possui uma grande gama de estudos paleoambientais que realizam reconstruções paleoclimáticas. A maior parte das abordagens utilizaram dados palinológicos. Várias localidades foram utilizadas para a realização desses trabalhos, como por exemplo: Água Boa; cercanias de Belo Horizonte; Campos Gerais; Caratinga; Lagoa Santa e Montes Claros (BEHLING, 1995, 1997; LEDRU *et al.*, 1996; RODRIGUES-FILHO, 2002; PESSENDA *et al.*, 2004; ARAÚJO *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2005; MARCHANT *et al.*, 2009; STRÍKIS *et al.*, 2011).

Behling (1995) faz um breve resumo sobre a situação climática de Minas Gerais. Segundo esse autor, a distribuição de diferentes tipos de floresta e campos de savana de leste para oeste corresponde a situações climáticas tropicais em que ou não há uma estação seca definida ou ela é extensa podendo durar entre 5 a 6 meses. Isso demonstra a existência de um gradiente de precipitação que se relaciona com a circulação atmosférica do sudeste brasileiro dominada pelo Anticlone do Atlântico Sul. Esse elemento atmosférico representa um sistema de pressão semi-permanente responsável por transportar as massas de ar tropicais úmidas e quentes que ocorrem em baixos níveis atmosféricos de leste para oeste. Alterações nesses padrões normalmente se relacionam com encontro dessas massas de ar tropical com frentes polares frias que resultam em chuvas fortes no sul e sudeste brasileiros.

No Nortegripiano, havia a predominância de cerrado e matas de galeria ao longo dos rios. Uma grande parte das florestas estava presente em vales e a vegetação de cerrado estava nas montanhas. Um dos elementos mais importantes apresentados por Behling (1995), é que a vegetação se altera primordialmente com

a presença de estações secas longas e curtas e com os diferentes regimes de chuva.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, são encontrados os seguintes tipos climáticos em Minas Gerais de acordo com as localidades com dados paleoclimáticos levantados: Aw (Clima tropical com estação seca no inverno); Cfb (Clima temperado úmido com verão temperado); Cwa (Clima temperado úmido com inverno seco com verão quente) e Cwb (Clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado).

Para o Espírito Santo, Júnior *et al.* (2014) realizaram estudos sobre a paleovegetação utilizando isótopos de carbono a partir de testemunhos lacustres para realizar inferências paleoambientais em algumas localidades. Existem poucos estudos de reconstrução paleoclimática do Holoceno para o estado do Espírito Santo sendo a localidade mais representativa o município de Linhares.

O Espírito Santo apresenta, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger e para a localidade utilizada nesse estudo, apenas um tipo climático que é o Aw (Clima tropical com estação seca no inverno).

8.2.2 Região Sul

As pesquisas paleoclimáticas realizadas no Rio Grande do Sul foram provenientes de dados palinológicos, testemunhos sedimentares e furos de sondagens. Tais pesquisas ocorreram em diversas localidades como: Cambará do Sul; Santo Antônio de Pádua; Lagoa dos Patos; Tramandaí e São Francisco de Assis (BEHLING *et al.*, 2004; BEHLING e PILLAR, 2007; (MACEDO *et al.*, 2010; MEDEANIC e CORREIA, 2010; JÚNIOR e BAUERMANN, 2014). Essas localidades abarcaram diferentes regiões incluindo os arredores de serras, zonas costeiras, o bioma do pampa e a floresta de araucária.

É importante dizer que as mudanças climáticas holocênicas foram as principais forçantes que influenciaram a evolução da planície costeira do Rio Grande do Sul. Isso porque as oscilações das temperaturas globais provocaram altas frequências da mudança do nível do mar além de influenciarem a deposição de

sedimentos no litoral, na planície costeira e interferiram na evolução paleoambiental do Estado (MEDEANIC e CORREIA, 2010).

Essas localidades no estado do Rio Grande do Sul apresentam somente dois tipos climáticos acordo com a classificação de Köppen-Geiger: o Cfa (Clima temperado úmido com verão quente) e o Cfb (Clima temperado úmido com verão temperado).

Os estudos paleoclimáticos em Santa Catarina abordaram diversas localidades relativas ao Planalto Bento do Sul a partir de registros sedimentares para a reconstrução da vegetação associada ao paleoclima. As localidades compreenderam a Serra do Tabuleiro, Serra do Rio do Rastro, Serra da Boa Vista, Morro da Igreja, Campo da Ciama e Volta Velha.

As localidades levantadas para o estado de Santa Catarina apresentam também somente dois tipos climáticos conforme a classificação de Köppen-Geiger que são os tipos Cfa (Clima temperado úmido com verão quente) e Cfb (Clima temperado úmido com verão temperado).

Os estudos paleoclimáticos realizados no Paraná também levaram em conta análises paleoambientais e paleoclimáticas partindo principalmente de dados palinológicos que expressam a mudança da vegetação ao longo do Holoceno a partir de mudanças climáticas. Os estudos foram feitos em diferentes localidades com características contrastantes como a Serra de Campos Gerais e Lagoa Dourada além de Londrina (BEHLING, 1997; MELO *et al.*, 2003; MORO *et al.*, 2004; PESSEDA *et al.*, 2004).

Nessas localidades do estado do Paraná ocorrem os mesmos dois tipos climáticos conforme a classificação de Köppen-Geiger que são os tipos Cfa (Clima temperado úmido com verão quente) e Cfb (Clima temperado úmido com verão temperado).

8.3 Tipos climáticos de Köppen-Geiger para o Sul e Sudeste do Brasil

Todas as descrições dos dados paleoambientais das localidades a serem apresentadas neste item serviram para embasar as inferências paleoclimáticas holocênicas de umidade/aridez expressas em gradientes de cores apresentadas nas

figuras 49 e 50. Essas descrições paleoambientais são de extrema importância uma vez que dados de umidade/aridez não estão obrigatoriamente explícitos nos trabalhos utilizados uma vez que eles possuem diversos perfis e finalidades (Exemplo: estudos palinológicos de mudanças das dinâmicas vegetacionais, estudos de paleoníveis de lagos entre outros). Os dados paleoambientais das regiões Sul e Sudeste do Brasil e sua classificação climática Köppen-Geiger segundo toda estratégia já outrora relacionada serão expostos ao longo dos tópicos apresentados a seguir.

Af

O clima Af representa o Clima tropical úmido ou clima equatorial. Esse tipo climático no Brasil está presente em oito localidades e somente nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Os dados sobre as localidades estão dispostos na tabela 9. A seguir serão tecidos breves comentários sobre as localidades onde esse tipo climático ocorre.

Os estudos realizados na Baía de Guanabara apresentados por Barth *et al.* (2014), abordaram localidades como a Praia Vermelha, Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim, Jurujuba e Paquetá. Os dados utilizados eram palinológicos provenientes de testemunhos.

Para a Baía de Guanabara, Barth *et al.* (2004) e Barreto *et al.* (2007) relatam que em 4.200 anos A.P. houve uma vegetação de mata atlântica exuberante sob o domínio de um evento marinho regressivo com um clima úmido típico de ambiente tropical.

Já os dados relativos à Praia Vermelha demonstram que entre 4.520 e 4.270 anos A.P. houve primeiramente uma restinga que depois foi substituída por um brejo de restinga. Este último tipo de vegetação ficou restrito a depressões úmidas existentes entre cordões litorâneos. A Mata Atlântica local era reduzida aos morros adjacentes à praia (BARTH *et al.*, 2014).

Os dados palinológicos retirados de sedimentos de testemunhos provenientes de Paquetá demonstram uma oscilação do nível do mar a cerca de 7 mil anos A.P. e isso influenciou os tipos de vegetação do local (BARRETO *et al.*, 2007). Nesse mesmo local, os apontamentos de Barth *et al.* (2014) relatam registros de 4.210 anos A.P. até os dias atuais. Assim sendo, inicialmente houve um evento marinho

regressivo que possibilitou a existência de uma floresta exuberante. Após isso, houve um ambiente dominado por uma floresta ombrófila densa característica de um ambiente mais úmido. Em um terceiro momento, houve a predominância de plantas herbáceas e redução de plantas higrófitas. Tal situação perdura até os dias atuais.

Os dados provenientes da APA de Guapimirim são bastante curtos, datados de 1.760 anos A.P. Eles registram que nessa época havia um manguezal que provavelmente existiu devido a descida do nível do mar após uma transgressão marinha anterior ocorrida a partir de 2.500 anos A.P. (BARTH *et al.*, 2014).

A enseada de Jururuba também possui registros que auxiliam a remontar a evolução paleoambiental desde 3.520 anos A.P. (BARTH *et al.*, 2014). O local possuía inicialmente uma floresta ombrófila densa com pouca ocorrência de vegetação de campo e manguezal. O rebaixamento do nível do mar ocorrido antes de 2.820 anos A.P. proporcionou a instalação de vegetação de campo muito embora a floresta ombrófila ainda fosse predominante. Essa situação ainda é encontrada apesar dos distúrbios ambientais causados pela ação antropogênica depredatória local.

No Manguezal de Sepetiba houve uma clara alternância de fases paleoclimáticas para o Holoceno. De modo geral, nos últimos 6.0000 anos A.P. as fases áridas se alternavam com fases úmidas guiadas por duas importantes transgressões marinhas e essa alternância foi responsável por uma grande variedade de vegetações como mata atlântica, restinga, campos, manguezais e brejos. Em 6.000 anos A.P., o ambiente era dominado por uma floresta ombrófila densa causada por um evento transgressivo marinho. Outro evento transgressivo importante desse porte ocorreu em 3.100 anos A.P. Entre essas duas transgressões provavelmente, de acordo com os autores outrora citados, ocorreram a formação de lagunas e manguezais. Em 3.100 anos A.P. os manguezais atingiram feições mais atuais com vegetação de brejo e restinga. Os campos ocorreram com maior expressividade em períodos mais secos durante fases de rebaixamento do nível do mar (BARTH *et al.*, 2014). A partir de 1.300 anos A.P. pode-se observar um período mais úmido com pequenos eventos secos (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Oliveira *et al.* (2014) também fizeram análises na Juréia (SP). Os estudos constaram que entre 9.940 e 7.615 anos A.P. havia uma vegetação exuberante característica de ambientes úmidos e quentes. Entre 5.700 e 2.120 anos A.P. a vegetação arbórea diminuiu, muito embora as características ambientais

permaneçam. No Megalayano, entre 2.120 e 305 anos A.P. a vegetação de pteridófitas era predominante confirmando um clima úmido. Nos dias atuais, a quantidade de pteridófitas diminuiu mas o clima continua quente e úmido.

Iguapé (SP) foi uma outra localidade estudada por Oliveira *et al.* (2014). Os dados abarcam mais especificamente as mudanças e oscilações paleoambientais e paleoclimáticas ocorridas no Nortegripiano. Entre 4.919 e 3.453 anos A.P. havia um ambiente quente e úmido, com uma elevação do nível do mar e vegetação arbórea. Entre 3.453 e 2.720 anos A.P. houve um aumento de umidade e um lento rebaixamento do nível do mar. Isso permitiu que áreas antes alagadas fossem ocupadas por florestas. Em 3.281 anos A.P. houve um rebaixamento do nível do mar maior do que o atual consoante a um clima quente e seco. Com isso, houve a ocorrência de vegetação de dunas. Já no intervalo compreendido entre 2.710 e 1.093 anos A.P. a vegetação arbórea retorna juntamente com o clima quente, entretanto, a umidade diminui relativamente. O intervalo entre 1.093 e 690 anos A.P. o clima é mais úmido com áreas alagadas e pteridófitas, com a diminuição de vegetação arbórea. A partir de 690 anos A.P. os elementos arbóreos retornam juntamente com a diminuição de áreas alagadas refletindo um clima quente e menos úmido do que o range anterior.

Tabela 12 - Dados sobre as localidades do tipo climático Af no Sul e Sudeste do Brasil

Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período	Proxy	Referência
4	Paqueta	22° 44, 46' S	43°06, 75' O	Rio de Janeiro	RJ	Af	4.210 A.P. a atual	Megalayano	Pólen (testemunho marinho)	Barreto <i>et al.</i> , 2007; Barth <i>et al.</i> , 2014
5	Guapimirim	22° 41,10'S	43° 04,79"O	Guapimirim	RJ	Af	1.760 A.P. a atual	Megalayano	Pólen (testemunho de manguezal)	Barth <i>et al.</i> , 2006; Barth <i>et al.</i> , 2014
6	Jurujuba	22° 55' 25"S	43° 6' 34"O	Niterói	RJ	Af	3.250 A.P. a atual	Megalayano	Pólen (testemunho marinho)	Barth <i>et al.</i> , 2011; Barth <i>et al.</i> , 2014
12	Juréia (Estação Ecológica da Juréia-Iratins)	24°29'16.45"S	47°15'41.09" O	Iguapé	SP	Af	9.940 A.P. a atual	Groelândiano – Megalayano	Análise multiproxy (mineralogia, metais pesados, COT, $\delta^{13}C$, Nitrogênio Total (TN), Nitrogênio Orgânico Total (TON), $\delta^{15}N$, $\delta^{34}S$)	Sallun <i>et al.</i> , 2012; Oliveira <i>et al.</i> , 2014
13	Iguapé	24° 36' 15" S	47° 38' O	Iguapé	SP	Af	4.919 A.P. a atual	Northgripiano – Megalayano	D13C, pólen, diatomáceas	Ybert <i>et al.</i> , 2003;Oliveira <i>et al.</i> , 2014
38	Sepetiba	22° 58' 45"S	43° 41' 52" O	Sepetiba	RJ	Af	6.000 A.P. a atual	Northgripiano – Megalayano	Pólen (testemunho da planície de maré)	Barth <i>et al.</i> , 2014
Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período	Proxy	Referência
40	Praia Vermelha	22° 57' 20,29" S	43° 9' 36,84" O	Rio de Janeiro	RJ	Af	4.520 A.P. a 4.270 A.P.	Megalayano	Pólen (sedimentos areno-argilosos da praia)	Barth <i>et al.</i> , 2014
41	Baía de Guanabara	22° 47' 16,21" S	43° 22' 39,31" O	Rio de Janeiro	RJ	Af	4.200 A.P. a atual	Megalayano	Pólen (testemunho da entrada da Baía)	Barth <i>et al.</i> , 2014

Fonte: A Autora, 2020.

Aw

O tipo Aw é representado pelo clima tropical com uma estação seca no inverno. Para esse tipo climático foram obtidas 11 localidades que ocorrem na região Sudeste nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais. Os dados sobre essas localidades podem ser vistos na tabela 10. A seguir serão expostos breves comentários sobre essas localidades.

Freitas *et al.* (2013) apresentaram uma análise palinológica na Bacia de Campos, região Norte do estado do Rio de Janeiro, e constataram que houve uma oscilação climática em 6.100 anos A.P. Tais dados também relataram que houve uma expansão da planície costeira com o estabelecimento de uma vegetação entre 6.500 e 4.000 anos A.P. Essas mudanças são decorrentes da oscilação relativa do nível do mar na região ao longo do Holoceno. Para essa região, e ao longo de tal range temporal, foram identificadas uma grande gama de biodiversidade vegetal como floretas de montanha, floresta sazonal semidecídua, restinga, vegetação herbácea e higrófitas típicas de ambientes úmidos (FREITAS *et al.*, 2013).

Os estudos conduzidos por Luz *et al.* (2011) e que também foram reavaliados por Barth *et al.* (2014) foram realizados em Campos dos Goytacazes (RJ) na Lagoa de Cima revelou episódios de alternância de vegetações entre florestas higrófilas típicas de mata atlântica e campos entre 6.500 e 4.000 anos A.P. Entre 6.000 anos A.P. e 5.100 anos A.P. havia um cenário de maior umidade com florestas higrófilas convivendo com vastas áreas com campos abertos (OLIVEIRA *et al.*, 2005; BARTH *et al.*, 2014). O maior desenvolvimento da floresta ombrófila densa e floresta semidecidual se deu em torno de 5.100 anos A.P. quando houve o máximo nível do mar do Holoceno e em 4.000 anos A.P. houve uma fase seca e quente com a convivência conjunta de áreas de campos na maior parte das áreas e com floresta higrófila no alto das serras e encostas pelo abrupto rebaixamento do mar (OLIVEIRA *et al.*, 2005; BARTH *et al.*, 2014). Uma nova fase lagunar ocorreu após essa época e houve o pleno desenvolvimento de florestas higrófilas na região, segundo Barth *et al.* (2014).

A reconstrução paleoambiental através de dados palinológicos para Campos dos Goytacazes ainda demonstra que em 2.700 anos A.P., a vegetação era higrófila característica de um ambiente encharcado. Com a subida gradual do nível do mar entre 2.700 e 2.500 anos A.P., houve um aumento da diversidade da vegetação

principalmente higrófila. Após 2.300 anos A.P., houve o estabelecimento de uma mata pauludosa (BARTH *et al.*, 2014).

Luz *et al.* (2011) ressaltam que tais mudanças provavelmente aconteceriam devido a oscilações do nível do mar que refletiram no comportamento da planície de drenagem do Vale Paraíba do Sul. As variações teriam prevenido o estabelecimento contínuo da vegetação arbórea fragmentando as florestas e favorecendo o estabelecimento de vegetações de campo. Para esse local, o primeiro episódio dessa alternância foi causado por inundações de áreas mais baixas durante o desenvolvimento da fase lagunar no Holoceno. Já o segundo episódio ocorreu pela diminuição do nível do mar. Tal fato permitiu que as áreas fossem colonizadas por ervas e plantas heliófitas. Não foram encontradas evidências de paleoincêndios provenientes de paleoíndios para esses intervalos.

Na mesma região, os estudos palinológicos realizados na Lagoa Salgada, demonstraram oscilações climáticas com fases secas e úmidas. Na fase úmida houve o estabelecimento de floresta estacional semidecídua com briófitas e pteridófitas. A fase seca datada em 2.540 anos A.P. foi caracterizada por vegetação de campo e poucas ocorrências de floresta estacional semidecídua. Essa retração da floresta em favor da vegetação de campo ainda é observada nos dias atuais segundo apontamentos de Oliveira *et al.* (2005) que foram reforçados por Barth *et al.* (2014).

Outros trabalhos também abordados por Barth *et al.* (2014) para o estado do Rio de Janeiro envolvem a localidade de Silva Jardim onde também foram realizados estudos palinológicos que ressaltam a alternância de vegetações. Em 6.080 anos A.P. havia a predominância de florestas e por volta de 4.090 anos A.P. esse tipo de vegetação se retraiu em face a dominância de campos e capoeiras. Em aproximadamente 3.520 anos A.P. e entre 1.880 e 1800 anos A.P. houve uma vegetação higrófila semelhante ao encontrado atualmente.

Outra localidade também estudada foi o município de Caratinga (MG). Os autores, Rodrigues *et al.* (2002), realizaram análises geoquímicas, mineralógicas e palinológicas de sedimentos lacustres do Lago Silvana para realizar reconstruções paleoambientais concentradas no Nortegripiano. Dessa forma, em 9.400 anos A.P., houve uma inundação e mais quatro fases hidrológicas que coincidiriam com mudanças da paleovegetação. A última transgressão do lago foi acompanhada por um desenvolvimento de uma vegetação densa que começou em aproximadamente

8.000 anos A.P. A desnudação e um decréscimo da taxa de sedimentação do local estão, segundo os autores, associados com a expansão da cobertura vegetal. Os autores ainda relatam que dados sedimentares do lago e os dados palinológicos demonstram que houve várias mudanças climáticas abruptas, com eventos de aridez intercalados com episódios de umidade de tempestades.

Outro local utilizado para o estudo do paleoclima foi o município de Montes Claros (MG). Os estudos foram conduzidos por Stríkis *et al.* (2011) em espeleotemas da caverna Lapa Grande. Os autores conseguiram correlacionar dados de $\delta^{18}\text{O}$ com a precipitação e atividade do Sistema de Monções da América do Sul. Os dados demonstraram que houve eventos pontuais de aumento de precipitação ao longo do Holoceno.

Ao longo do Groelândiano ao Nortegripianno a duração desses eventos úmidos foi de aproximadamente 300 anos. O evento úmido mais significativo foi em 8.200 anos A.P. Após isso, houve um evento seco de duração similar em 7.800 anos A.P. e esse evento corresponde a uma anomalia sem qualquer equivalência em outros registros paleoclimáticos sul-americanos. No Megalayano os eventos de umidade são muito mais curtos durando um máximo de cem anos.

De acordo com os já supracitados autores (STRÍKIS *et al.*, 2011), os valores negativos de $\delta^{18}\text{O}$ de Lapa Grande demonstram que o Sistema de Monções da América do Sul se intensificou durante eventos frios do hemisfério norte. Eles ainda informam que condições frias anômalas no atlântico norte podem afetar a precipitação do SMAS. Além disso, eles reforçam que o controle do SMAS é realizado através da posição latitudinal média da Zona de Convergência Intertropical. De modo geral, Stríkis *et al.* (2011) ressaltam que os aumentos e diminuições abruptas da ação do SMAS estão relacionadas a vários aspectos como: a baixas temperaturas da superfície do oceano atlântico norte; intensificação dos ventos nordeste e um deslocamento mais ao sul da ZCIT. Toda essa dinâmica teria um impacto em larga escala na circulação atmosférica global interferindo com outros eventos climáticos como o El Niño e a Circulação Meridional do Atlântico (em inglês conhecida como Atlantic Meridional Overturning Circulation - AMOC).

Em Linhares (ES), na Lagoa do Macuco, os dados demonstram que havia uma vegetação exuberante de floresta a partir de 7.700 anos A.P. demonstrando um ambiente úmido e que perdurou ao longo do Nortegripianno. Essa alta umidade era constante ao longo do ano e isso pode ser explicado, de acordo com os autores,

pela existência de frentes frias polares que alcançaram menores latitudes na América do Sul e que encontraram massas de ar quente. Isso resultava em uma maior quantidade de precipitação frontal (JÚNIOR *et al.*, 2014).

Para o Nortegripiano, entre aproximadamente 7.000 e 4.000 anos A.P., houve um período mais úmido que é explicado pela intensificação gradual do Sistema de Monções da América do Sul causado pela migração mais ao sul da Zona de Convergência Intertropical. Cabe lembrar que tal fenômeno está relacionado com uma maior insolação de verão no hemisfério Sul. Júnior *et al.* (2014) relatam que Linhares possui uma condição úmida anual constante causada pela umidade de inverno proveniente das frentes frias e intensificação da precipitação de verão, como o que ocorre nas monções. Haveria, portanto, a conjugação das chuvas de monção com as chuvas originadas pelas frentes polares e isso teria intensificado as condições úmidas nesse intervalo.

No Megalayano, de 4.000 anos A.P. até o recente, as condições climáticas de Linhares se tornaram mais similares às encontradas atualmente com uma estação seca de inverno correspondente a variação anual da Zona de Convergência Intertropical (JÚNIOR *et al.*, 2014).

Os estudos compilados para a região de Maricá (RJ), também realizados por Bart *et al.* (2014), demonstram a sucessão de três fases de vegetação, a saber: em 4.000 anos A.P., havia uma vegetação de restinga; em 3.000 anos A.P., restinga e mata atlântica e, a partir de 1.500 anos A.P., novamente uma vegetação de restinga.

Na localidade do Lago do Pires, do município de Água Boa, entre 9.720 anos A.P. até 8.810 anos A.P. houve a ocorrência de campos de cerrado com pouca ocorrência de matas de galeria. Houve também evidências de paleoincêndios características de estações secas de até 6 meses. Nesse intervalo havia a predominância de clima seco com grandes tempestades. Entre 8.810 a 7.500 anos A.P. houve a expansão das matas de galeria com a diminuição de paleoincêndios e a presença de uma estação seca menor. Entre 7.500 e 5.530 anos A.P. houve a redução da mata de galeria com a volta de estações secas e ocorrência de paleoincêndios. No intervalo entre 5.530 a 2.780 anos A.P. houve a presença de florestas nos vales e cerrado no declive das montanhas. Ainda havia paleoincêndios mas a estação seca diminuiu a sua duração para 5 meses. No final do Megalayano, entre 2.780 e 970 anos A.P. os cerrados continuaram confinados nos declives das montanhas, mas houve a diminuição dos paleoincêndios e a estação seca passou a

durar entre 4 e 5 meses. Já entre 970 e 140 anos A.P. há a ocorrência de floresta semidecídua densa com a ausência de paleoincêndios caracterizando um aumento da umidade (BEHLING, 1995).

Para a localidade da Lagoa da Ferradura, no município de Armação de Búzios, durante o Groelândiano até o Nortegripiano, até aproximadamente 7.090 anos A.P., houve uma mistura de floresta semidecidual e mata de restinga. A partir de 7.600 anos A.P. até 4.600 anos A.P. houve o máximo do desenvolvimento dos mangues, caracterizando um período mais úmido. Porém, até 2400 anos A.P. no local houve a formação de uma fase de laguna onde havia concomitantemente restingas e manguezais. A partir de 2.400 anos A.P. até os dias atuais verifica-se ao mesmo tempo a presença de restinga, brejo e halófitas, caracterizando um contexto mais árido (BARTH *et al.*, 2014).

Tabela 13 - Dados sobre as localidades do tipo climático Aw no Sudeste do Brasil (Continua)

Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período	Proxy	Referência
0	Bacia de Campos	22°08'12"S	39°54'53"O	Rio de Janeiro	RJ	Aw	6.500 a 4000 A.P.	Northgripiano - Megalayano	Pólen (testemunho marinho)	Freitas <i>et al.</i> , 2013
1	Campos dos Goytacazes (Lagoa de Cima)	21° 30' S	41°30' O	Campos dos Goytacazes	RJ	Aw	6.500 a atual A.P.	Northgripiano – Megalayano	Pólen (testemunho lacustre)	Oliveira <i>et al.</i> , 2005; Luz <i>et al.</i> , 2011; Barth <i>et al.</i> , 2014
2	Campo dos Goytacazes (Lagoa Salgada)	22° S	41° O	Campos dos Goytacazes	RJ	Aw	2.540 A.P. a atual	Megalayano	Pólen (testemunho lacustre)	Luz <i>et al.</i> , 2011; Barth <i>et al.</i> , 2014
3	Campos dos Goytacazes (Lagoa do Campelo)	21° 30' S	41° O	Campos dos Goytacazes	RJ	Aw	2.700 A.P. a atual	Megalayano	Pólen (testemunho lacustre)	Barth <i>et al.</i> , 2014
8	Silva Jardim	22° 34' 57,11"S	42°15' 3,16"O	Silva Jardim	RJ	Aw	6.080 A.P. a 1.800 A.P.	Northgripiano – Megalayano	Pólen (sedimento de turfa)	Coelho <i>et al.</i> , 2008; Barth <i>et al.</i> , 2014
24	Caratinga (Lago Silvana)	19° 31' S	42° 25' O	Caratinga	MG	Aw	9.400 a 8.000 A.P.	Groelândiano – Northgripiano	D13C, análise mineralógica (XRD), pólen (testemunho lacustre)	Rodrigues <i>et al.</i> , 2002; Oliveira <i>et al.</i> , 2005

Tabela 14 - Dados sobre as localidades do tipo climático Aw no Sudeste do Brasil (Conclusão)

Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período	Proxy	Referência
25	Montes Claros (Lapa Grande)	14° 25' 22"S	44° 21' 56"O	Montes Claros	MG	Aw	10.000 A.P a atual	Groelândiano – Megalayano	Espeleotemas, $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$	Stríkiset <i>et al.</i> , 2011
28	Linhares (Lagoa do Macuco)	19° 2' 35,04" S	39° 56' 41,70" O	Linhares	ES	Aw	7.700 A.P. a atual	Northgripiano - Megalayano	Pólen (turfeira) $\delta^{13}\text{C}$	Júnior <i>et al.</i> , 2014
39	Maricá	22° 55' 5" S	42° 48' 49" O	Maricá	RJ	Aw	4.000 A.P. a atual	Megalayano	Pólen, Foraminíferos, Palinomorfos, Dinoflagelados (testemunho lacustre)	Barth <i>et al.</i> , 2014
46	Lagoa da Ferradura	22°45'39,80" S	41° 53' 6,91" O	Armação de Búzios	RJ	Aw	7.090 a 4.600 anos A.P.	Groelândiano - Nortegripiano	Pólen Testemunho lacustre	Barth <i>et al.</i> ,2014
47	Lago do Pires	17° 59' 48,93" S	42° 23' 26,10" O	Água Boa	MG	Aw	9.720 anos A.P. a atual	Groelândiano – Megalayano	Pólen testemunho lacustre	Behling, 1995

Fonte: A Autora, 2020.

Cfa

O tipo climático Cfa representa um clima temperado úmido com verão quente. Foram levantadas 13 ocorrências com esse tipo climático que estão presentes tanto na região Sul quanto Sudeste abrangendo os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Os dados dessas localidades podem ser observados na tabela 11 disposta a seguir bem como breves comentários sobre essas ocorrências.

Em Cabo Frio (RJ), região costeira próxima a Búzios, foi analisada por Oliveira *et al.* (2005). Segundo esses autores a mata atlântica ocorre no local há aproximadamente 5.500 anos A.P. e perdurou até depois de 1.400 anos A.P. A vegetação de terra firme desse local que inclui vegetação típica de ambientes secos e que ainda é típica da localidade não se alterou durante o Megalayano. Contudo, o tipo de vegetação que mais se alterou por causa de modificações climáticas no Megalayano foi o mangue. O clima desse range temporal era semiárido e, de acordo com os já supracitados autores, houve a ocorrência de quatro intervalos de seca acentuada, a saber: entre 3.600 e 3.500 anos A.P.; entre 3.100 e 3.000 anos A.P.; entre 1.200 e 1.100 anos A.P. e entre 600 e 500 anos A.P. Também existiram dois episódios de intensa umidade: entre 2.300 e 2.100 anos A.P. e entre 700 e 600 anos A.P. (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Um dos locais estudados por Oliveira *et al.* (2014) foi Curucutu (SP), que envolve a Serra do Mar. Os dados palinológicos demonstram que havia um mosaico de floresta ombrófila densa com áreas de campo relativas a uma situação climática úmida que ocorria desde o final do Pleistoceno.

Em Taubaté (SP), Garcia *et al.* (2004) relatam que no Groelândiano houve uma oscilação climática de um clima úmido e frio para um clima úmido e quente e havia a presença de araucárias. No Nortegripiano as condições paleoclimáticas se tornaram mais secas do que o atual.

Pessenda *et al.* (2004) fizeram estudos de isótopo de carbono para analisar a paleovegetação e fazer inferências paleoclimáticas. Um desses locais foi Piracicaba (SP) onde os dados demonstraram a predominância de plantas C4 do Greenlandiano ao Nortegripiano demonstrando a possibilidade de uma condição paleoclimática seca. O mesmo foi realizado na localidade do Anhembi (SP) onde os dados demonstraram a predominância de plantas C3 indicando que no local havia

uma cobertura vegetal de floresta semidecídua e, conseqüentemente, uma condição climática mais úmida (PESSEDA *et al.*, 2004).

Pessenda *et al.* (2004) realizaram um estudo em Botucatu (SP). Os dados demonstraram que, de modo geral, a maior parte do Holoceno, houve o predomínio de vegetação C3. Contudo, do Groelândiano ao Nortegripiano pode ter havido um período de maior aridez. Isso pode ser inferido devido a uma grande presença de partículas de carvão no solo que por sua vez pode indicar uma alta frequência de paleoincêndios que são compatíveis com um clima mais árido. Essa aridez, entretanto, não foi significativa ao ponto de cambiar o predomínio da vegetação de plantas C3 desse ecossistema.

Jaguariúna (SP) foi uma outra localidade explorada por Pessenda *et al.* (2004). Os dados demonstraram que durante o Groelândiano ao Nortegripiano, houve uma maior ocorrência de plantas C4 sugerindo condições climáticas mais secas. Tal inferência é corroborada por dados que indicam a presença de carvão no solo que são sinais de paleoincêndios típicos de situações áridas.

Garcia *et al.* (2004) realizaram estudos palinológicos a partir de testemunhos de turfeira em uma floresta de mata atlântica em Jacaré (SP). A partir desses dados foi possível realizar inferências paleoclimáticas. Segundo os autores, o registro paleoclimático da região expressa o comportamento de frentes polares e da Zona de Convergência Intertropical bem como a ENSO durante o Holoceno. Tais fases climáticas serão brevemente descritas a seguir.

No Groelândiano, entre 9.720 e 8.240 anos A.P. o clima era úmido e frio com um aumento da floresta de araucária e presença de um grande campo de turfeiras. Essa fase úmida pode ser explicada por um deslocamento mais ao norte das frentes polares ao longo do Sul e Sudeste brasileiro para esse intervalo. Há também uma particularidade da área que é a ocorrência de um gradiente diferencial de umidade no Vale do Paraíba do Sul (GARCIA *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Entre 5.400 e 3.500 anos A.P., Garcia *et al.* (2004), houve uma fase seca relacionada a um aumento da sazonalidade durante o Nortegripiano da região costeira que pode ser interpretada como uma consequência de uma influência mais forte de massas de ar tropical continental mais seca intensificada por um anticiclone atlântico.

Garcia *et al.* (2004) relatam que do Nortegripiano ao Megalayano, entre 3.500 e 1.950 anos A.P. houve um período mais fresco e úmido que o atual que foi síncrono com altos níveis de vários lagos em outras áreas do sudeste brasileiro.

Os autores (GARCIA *et al.*, 2004) ressaltam que a partir de 4.000 anos A.P., condições frias e úmidas no sul e sudeste estão conectadas a fases semiáridas no nordeste do Brasil. Isso pode ser explicado por um bloqueio de frentes polares ou uma mudança de posição da ZCIT que pode ter se tornado mais estacionária no centro e no sul da América do Norte.

Medeanic e Correa (2010) realizaram os seus estudos na Lagoa dos Patos e em Tramandaí e também fizeram uma reconstrução paleoambiental que levou em consideração a vegetação e condições climáticas para o Holoceno.

No Groelândiano as condições ambientais eram úmidas e as temperaturas eram mais baixas do que as encontradas atualmente. A região possuía mangues e ambientes transicionais. Em 8.620 anos A.P. houve uma situação climática mais seca que provocou um decréscimo nas áreas de mangues e um aumento de plantas herbáceas. Consoante a isso, houve um aumento da influência marinha na zona costeira e isso proporcionou o aparecimento de sedimentos lagunares (MEDEANIC e CORREA, 2010).

Em 7.840 anos A.P. houve um clima relativamente úmido consoante a um aumento do nível do mar. Tal fato provocou um espalhamento de águas salobras nos mangues. Entre 7.570 e 7.370 anos A.P. o clima se tornou seco e quente o que proporcionou uma menor densidade da cobertura vegetal bem como uma menor biodiversidade das plantas. Na região costeira, as dunas eram mais espalhadas e as lagoas estavam sujeitas a entrada de água do mar (MEDEANIC e CORREA, 2010).

No Nortegripiano, aproximadamente entre 6.000 e 5.500 e 4.900 anos A.P., houve o máximo do aumento do nível do mar. O final da transgressão marinha resultou na diminuição da temperatura e maior aridez do clima (MEDEANIC e CORREA, 2010).

Já no Megalayano o mar já se encontrava em um estágio regressivo, com uma queda do nível do mar e as características paleoambientais, de modo geral, foram semelhantes aos tempos atuais (MEDEANIC e CORREA, 2010).

Na Serra do Tabuleiro a mesma expansão das florestas se deu mais tarde em 3.000 anos A.P., caracterizando um período mais úmido (Lima *et al.*, 2014).

Bauermann e Júnior (2014) estudaram a localidade de São Francisco de Assis (RS) que representa o bioma do Pampa.

No Groelândiano, havia um clima frio e seco com raros registros de paleoincêndios. Nesse intervalo havia também uma prevalência de campos que foi presente até o Groelândiano (BAUERMANN e JUNIOR, 2014).

No Nortegripiano, aproximadamente 4.600 anos A.P., começaram a aparecer táxons arbóreos indicando uma progressiva maior umidade. Nesse intervalo a vegetação de campos era ampla e havia indícios de expansão incipiente de matas principalmente como matas de galeria. Isso poderia ser resultado da transgressão marinha, eventos do El Niño e enfraquecimento das massas polares (BAUERMANN e JUNIOR, 2014).

No Megalayano após 1.500 anos A.P. os campos eram dominantes com um decréscimo de táxons arbóreos e arbustivos e maior expansão da mata de galeria. O clima atual atingiu as suas configurações a partir desse marco temporal (BAUERMANN e JUNIOR, 2014).

Estudos de Behling e Negrelle (2001) destacam que a floresta tropical existente no local, Volta Velha (SC), permaneceu estável até 6.7000 anos A.P. Tal situação foi modificada uma vez que a região foi afetada por incursões marinhas holocênicas que influenciaram a região até 6.100 anos A.P. Nessa mesma época houve uma regressão marinha que não sustentou os mangues nos locais mas possibilitou a existência de grandes áreas abertas que posteriormente foram sucedidas por uma densa floresta de Mata Atlântica. Houve, portanto, condições climáticas mais úmidas que alteraram a vegetação local.

Já Londrina (PR) foi abordada por Pessenda *et al.* (2004). Os autores realizaram seus estudos isotópicos com a finalidade de realizar inferências sobre a vegetação e o paleoclima além de verificarem a existência de paleoincêndios nos locais. De acordo com os autores, do Groelândiano ao Nortegripiano houve a predominância de vegetação C4 no local o que caracterizaria a existência de um clima mais árido.

Tabela 15 - Dados sobre as localidades do tipo climático Cfa no Sul e Sudeste do Brasil (Continua)

Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período	Proxy	Referência
7	Cabo Frio	22°53" S	42°03" O	Cabo Frio	RJ	Cfa	5.500 A.P. a atual	Northgripiano – Megalayano	Carvão (análise antracológica em fragmentos de madeira em sambaquis)	Scheel-Ybert, 2000; Oliveira et al., 2005
10	Curucutu	23°56' S	46°39' O	Curucutu	SP	Cfa	9.940 A.P. a atual	Groelândiano – Megalayano	Pólen e $\delta^{13}\text{C}$ (solo)	Pessenda et al., 2009; Oliveira et al., 2014
15	Taubaté	23° 1' 30" S	45° 33' 5" O	Taubaté	SP	Cfa	10.000 A.P. a 4.200 A.P.	Groelândiano – Megalayano	Pólen	Garcia et al., 2004; Garcia et al., 2005
16	Piracicaba	22° 43' S	47° 38' O	Piracicaba	SP	Cfa	10.000 A.P. a 4.200 A.P.	Groelândiano – Megalayano	Isótopos de carbono de matéria orgânica (SOM), $\delta^{13}\text{C}$, COT	Pessenda et al., 2004
17	Anhembi	22° 45' S	47° 58' O	Anhembi	SP	Cfa	10.000 A.P. a atual	Groelândiano – Megalayano	Isótopos de carbono de matéria orgânica (SOM), $\delta^{13}\text{C}$, COT	Pessenda et al., 2004
18	Botucatu	23° S	48° O	Botucatu	SP	Cfa	10.000 A.P. a atual	Groelândiano – Megalayano	Isótopos de carbono de matéria orgânica (SOM), $\delta^{13}\text{C}$, COT	Pessenda et al., 2004
19	Jaguariúna	22° 40' S	47° 1' O	Jaguariúna	SP	Cfa	10.000 A.P. a 4.200 A.P.	Groelândiano – Megalayano	Isótopos de carbono de matéria orgânica (SOM), $\delta^{13}\text{C}$, COT	Pessenda et al., 2004

Tabela 16 - Dados sobre as localidades do tipo climático Cfa no Sul e Sudeste do Brasil (Conclusão)

Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período	Proxy	Referência
20	Jacareí	23° 17' S	45° 58' O	Jacareí	SP	Cfa	9.710 A.P. a atual	Groelândiano – Megalayano	Pólen	Garcia et al., 2004; Oliveira <i>et al.</i> , 2014
30	Lagoa dos Patos (Rio Grande)	31° 06' S	51° 15' O	Rio Grande	RS	Cfa	10.000 a atual	Groelândiano a Megalayano	Pólen	Medeanic e Correa, 2010
31	São Francisco de Assis	29° 35' 12" S	55° 13' 2" O	São Francisco de Assis	RS	Cfa	10.000 A.P. a atual	Groelândiano a Megalayano	Pólen	Behling <i>et al.</i> , 2005; Bauermanne Júnior, 2014
33	Serra do Tabuleiro	27° 52' 27" S	48° 49' 26" O	Paulo Lopes	SC	Cfa	3.000 A.P.	Megalayano	Análise de sedimento (unidades estratigráficas), granulometria, pólen	Lima <i>et al.</i> , 2014
34	Volta Velha	26° 4' S	48° 38' O	Volta Velha	SC	Cfa	10.000 a atual	Northgripiano – Megalayano	Análises sedimentológicas (unidades estratigráficas), pólen	Behlinge Negrelle, 2001
37	Londrina	23° 18' S	51° 10' O	Londrina	PR	Cfa	10.000 a 4.200 A.P.	Groelândiano a Northgripiano	Isótopos de carbono de matéria orgânica (SOM), $\delta^{13}\text{C}$, COT	Pessenda <i>et al.</i> , 2004

Fonte: A Autora, 2020.

Cfb

O tipo climático Cfb é representado pelo clima temperado úmido com verão temperado e nesse estudo ele recai sobre 12 localidades. Ele ocorre em ambas as regiões Sudeste e Sul nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Os dados dessas localidades podem ser visualizados na tabela 12.

Barth *et al.* (2014) apontam um trabalho de palinologia para Teresópolis, localizado na Serra dos Órgãos (RJ). No início do Holoceno predominavam campos de altitude e gramíneas. Houve um episódio de resfriamento e baixa umidade em 9.450 anos A.P. com o desaparecimento de ocorrências de araucárias. Essa situação permaneceu até aproximadamente 4.910 anos A.P. quando as temperaturas e a umidade começaram a aumentar permitindo assim a expansão da mata atlântica de altitude nas montanhas, situação similar a atual para o local.

No Parque Turístico Alto Ribeira (SP) foi realizado também um estudo de reconstrução paleoambiental e paleoclimática a partir de dados palinológicos da Lagoa Vermelha (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Os dados refletiram o final do Megalayano. Dessa forma, entre 2.612 e 1.945 anos A.P. o clima era mais frio do que o atual, mas permitiu o estabelecimento de uma floresta no entorno da lagoa. Entre 1.945 e 918 anos A.P. o clima se tornou mais quente e úmido. Entre 918 e 646 anos A.P. o clima era mais quente do que o encontrado atualmente. A partir de 646 anos A.P. o clima era menos quente e úmido do que o intervalo anterior e mais similar aos dias atuais.

Cruz *et al.* (2005) utilizaram espeleotemas para obter a assinatura isotópica de oxigênio. Isso foi utilizado para a realização de inferências sobre a variabilidade mensal e interanual da precipitação e temperatura do Brasil subtropical que são elementos relacionados com o SMAS no Holoceno. Tal estudo foi realizado na caverna Santana que fica no município de Iporanga (SP). Foi possível entender que as variações de valores de $\delta^{18}\text{O}$ da chuva refletem mudanças relacionadas a alterações no Sistema de Monções.

Os dados da localidade de General Carneiro são restritos ao Megalayano. O intervalo de 1.600 A.P. até os dias atuais demonstra que houve uma alternância de períodos de maior umidade e maior aridez. Entre 1.600 A.P. até 1640 A.P., houve um curto período de pouca aridez. O intervalo seguinte, entre 1.640 e 1.740 A.P.,

houve um período de maior umidade. Já entre 1.760 A.P. até 1.900 houve um longo período de aridez. De 1.920 A.P. até os anos 2000 houve um curto período de intensa umidade. Por fim, entre os anos 2000 até os dias atuais houve um novo intervalo de aridez.

Marchant e colaboradores (2009) realizaram uma grande reconstrução paleoambiental para o sudeste e utilizaram dados palinológicos de várias localidades incluindo o município de Campos Gerais (MG) e a Lagoa Chaplin. Os dados demonstram que em 6.000 anos A.P. o clima era quente com uma vegetação típica de ambiente seco e que, a partir desse marco temporal, foi substituído por uma floresta tropical sazonal.

Macedo *et al.* (2010) realizaram seus estudos na localidade de Santo Antônio de Pádua (RS) e também tentaram fazer uma reconstrução paleoambiental levando em consideração questões da vegetação, clima e ecologia. De modo geral os autores também encontraram sucessões de tipos de vegetação refletindo características de mudanças climáticas. As interpretações paleoambientais são compatíveis com registros arqueológicos de ocupação humana, dados de fósseis de pequenos mamíferos e dados provenientes de paleoincêndios.

Nessa localidade, do Groelândiano a Nortegripiano, também havia a prevalência da vegetação de campos como resposta a condições climáticas secas e quentes que ocorreram imediatamente após ao período glacial (MACEDO *et al.*, 2010).

Dessa forma, entre 5.461 e 5.443 anos A.P., a paisagem dominante era de campos e funcionou como resultado de um clima mais quente, com baixa taxa de precipitação e uma longa estação ária anual que limitou a expansão de árvores de florestas. Tal condição climática também é fruto, segundo Macedo *et al.* (2010) de mudanças na trajetória de frentes polares para o oceano atlântico o que provoca situações de seca no sul do Brasil.

Entre 5.402 e 4.955 anos A.P. houve uma ligeira mudança na paisagem uma vez que começaram a existir mosaicos de florestas de mata atlântica em áreas com maior umidade a exemplo das margens dos rios, formando assim matas de galeria. Nesse intervalo também começam a surgir táxons típicos da floresta de araucárias. A expansão da mata atlântica refletiu condições climáticas de altas temperaturas e umidades proveniente de uma alta taxa de precipitação que ocorreu a partir dos últimos 5.000 anos A.P. A causa desse aumento de umidade pode ser entendida

como eventos relacionados ao El Niño e o aumento da temperatura coincide com o Máximo Transgressivo no local estudado. Tais condições permaneceram similares até 4.402 anos A.P. (MACEDO *et al.*, 2010).

Já no Nortegripiano a partir de 4.402 anos A.P. houve uma grande expansão da floresta com mosaicos mistos de campos e florestas. Houve também um aumento da biodiversidade de mata atlântica e de florestas semidecíduas sazonais que foram síncronas com a regressão marinha ocorrida a partir de 4.000 anos A.P. É importante salientar que a expansão da mata atlântica e da floresta semidecídua sazonal foi promovida pela diminuição de paleoincêndios. As florestas também só se expandiram a partir de 3.500 anos A.P. especialmente após 2.000 anos A.P. como resposta a um aumento da umidade (MACEDO *et al.*, 2010).

Uma localidade bastante estudada no nordeste do estado do Rio Grande do Sul é Cambará do Sul. Ela foi inicialmente abordada por diversos autores como Behling *et al.* (2004), Behling e Pillar (2007) e Júnior e Bauermann (2014).

As análises de Behling *et al.* (2004) residiram na tentativa da reconstrução da paleovegetação holocênica desse lugar. De modo geral, foram realizadas análises de carvão e pólen além de outras análises multivariadas com o objetivo de demonstrar mudanças ambientais de larga escala ao longo do Holoceno.

O entendimento apresentado por Behling *et al.* (2004) e reforçado por Júnior e Bauermann (2014) é que houve uma alternância de vegetações no local que responderam a mudanças climáticas ao longo do Holoceno. Essa alternância de vegetações era entre a floresta de araucária e a vegetação de campos ou pastagem.

No Groelândiano dominavam as vegetações de campos e essa característica era compartilhada no estado do Paraná. Essa predominância de campos é relativa a um clima mais quente e seco que, de modo geral, não favoreciam a expansão da floresta de araucária. Havia uma estação seca durava aproximadamente três meses por ano (BEHLING e PILLAR, 2007). Vale salientar que essa condição climática ocorreu até o Nortegripiano (BEHLING *et al.*, 2004; JÚNIOR e BAUERMANN, 2014). Dessa forma, as florestas de araucárias eram muito raras e restritas a pequenos refúgios e as encostas das terras altas uma vez que esses locais possuíam mais umidade. A mata atlântica era muito comum na zona costeira da Serra Geral. Além disso, o lago local apresentava a ocorrência de turfeiras (BEHLING *et al.*, 2004; BEHLING e PILLAR, 2007; JÚNIOR e BAUERMANN, 2014). Behling *et al.* (2004) relatam que o carvão proveniente de incêndios só começou a ser documentado por

volta de 6.500 anos A.P. e isso provavelmente teria ocorrido como uma resposta a maior ocupação de ameríndios associada a condições climáticas sazonais.

No Nortegripiano, há aproximadamente 4.320 anos A.P., houve uma expansão inicial da floresta de araucárias que se apresentava como uma rede de matas de galeria ao longo dos córregos nas terras altas do estado (BEHLING *et al.*, 2004; BEHLING e PILLAR, 2007; JÚNIOR e BAUERMANN, 2014). Isso teria ocorrido em resposta a uma mudança climática para um clima mais úmido, com aumento de pluviosidade e um curto período seco que poderia até ser inexistente. Isso proporcionou que houvesse o começo da substituição da vegetação de campos para uma floresta de araucária (BEHLING *et al.*, 2004). A vegetação de campos, segundo Behling e Pillar (2007), dominava o local somente de forma regional.

Já o Megalayano pode ser observado em três momentos. Em 1.100 anos A.P., a floresta de araucárias realmente substituiu os campos de pastagem e se tornou predominante até os dias atuais reduzindo a vegetação de campos. Isso refletiu uma condição climática mais úmida, com maiores taxas de precipitação, sem uma estação anual seca (BEHLING e PILLAR, 2007). Com isso, houve a possibilidade da expansão das florestas de araucárias e houve a coincidência com a diminuição dos incêndios. Entre 1.520 e 1.770 anos A.P. as florestas de araucárias se tornaram cada vez mais comuns refletindo uma situação climática mais quente que coincidiu com a Pequena Idade do Gelo ocorrida no hemisfério norte. Após 1.780 anos A.P. o clima úmido ainda é verificado atualmente, mas a composição da floresta original tem sido modificada principalmente por ações antropogênicas de agropecuária (BEHLING *et al.*, 2004; JÚNIOR e BAUERMANN, 2014).

Os estudos relativos a Serra de Campos Gerais (PR) foram realizados por Behling (1997). Segundo o autor, o paleoclima do Holoceno do Paraná é semelhante ao encontrado em Santa Catarina. De modo geral, houve uma substituição da vegetação de campos pela floresta de araucária de acordo com as variações climáticas.

No Groelândiano, a vegetação de campos era mais abundante e a floresta de araucária era rara, restrita a refúgios em vales. Havia um clima frio e seco. A expansão da floresta de araucária ocorreu de fato nos últimos mil anos demonstrando que o paleoclima do sul do Brasil em terras altas é regional. O clima do Nortegripiano não favoreceu o estabelecimento das florestas de araucárias uma vez que nesse intervalo havia pouca precipitação, indicando uma baixa umidade, e

havia uma estação seca anual muito longa de aproximadamente três meses. Essa estação seca pode ser explicada por uma forte influência de uma massa de ar continental no sul do Brasil que pode ter sido bloqueada por frentes polares frias (BEHLING, 1997).

Entre o Groelândiano até parte do Megalayano (entre 9.660 a 2.850 anos A.P.) havia a vegetação de campos. As araucárias eram raras, mas os táxons típicos de florestas tropicais ficaram restritas a vales. Os paleoincêndios na região começaram a aumentar a sua frequência por causa da ocupação ameríndia (BEHLING, 1997).

Já na parte final do Megalayano (entre 2.850 a 1.530 anos A.P.) iniciou-se a expansão da floresta de araucária dos vales para as terras mais altas e a floresta tropical passou a ser mais frequente nos vales. Essa maior expansão da floresta de araucária se deve a presença de um clima mais úmido com estações secas mais curtas. A maior frequência de paleoincêndios ocorreu nessa época e pode ser associada, segundo Behling (1997), ao aumento da densidade populacional de ameríndios. Na parte mais recente do Megalayano (1.530 anos A.P. até a atualidade) a floresta de araucária é extensa sendo somente alterada por ações antropogênicas (BEHLING, 1997). Dados palinológicos demonstram que somente nos últimos 1.500 anos A.P. houve um clima mais úmido com uma breve ou inexistente estação seca anual. O cenário atual é um mosaico de vegetação de campos e floresta de araucária.

Melo *et al.* (2003) e Moro *et al.* (2004), trabalharam também em outra localidade do Parque Estadual de Vila Velha, chamada Lagoa Dourada, também no Paraná. Os estudos realizaram análises palinológicas, sedimentológicas e isotópicas no Holoceno para fazer reconstruções da paleovegetação associada ao paleoclima. De modo geral, foram percebidos a existência de eventos pequenos e intensivos secos intercalados com eventos úmidos.

Os registros do Planalto de Bento do Sul (SC) iniciaram em 6.300 anos A.P. Na ocasião havia turfeiras em planícies de inundação e estava começando uma expansão da floresta com uma biodiversidade de pteridófitas, briófitas, algas e fungos. No Campo da Ciama a expansão das florestas ocorreu a partir de 8.300 anos A.P. (LIMA *et al.*, 2014).

O Groelândiano foi marcado por uma umidade crescente que foi interrompida pelas fases secas e frias que se seguiram. Os dados demonstraram existir duas

fases climáticas mais secas. A primeira foi datada entre 8.710 a 7.150 anos A.P. e a segunda entre 5.000 e 3.000 anos A.P. (MELO *et al.*, 2003; MORO *et al.*, 2004). Segundo Melo *et al.* (2003) a fase seca entre 5.000 e 3.000 anos A.P. também foi comum no sudeste do Brasil.

Na Serra do Tabuleiro (SC) a expansão da floresta se deu mais tarde em 3.000 anos A.P., na Serra do Rio do Rastro, Serra da Boa Vista e Morro da Igreja a expansão só se deu mais recentemente a partir de 1.100 anos A.P. (Lima *et al.*, 2014).

Tabela 17 - Dados sobre as localidades do tipo climático Cfb no Sul e Sudeste do Brasil (Continua)

Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período	Proxy	Referência
9	Teresópolis	22° 27' 30"S	43° 1' 41"O	Teresópolis	RJ	Cfb	9.450 A.P. a atual	Groelândiano – Megalayano	Pólen (sedimento de turfa)	Behlinge Safford, 2010; Barth et al., 2014
14	Parque Turístico Alto do Ribeira (Lagoa Vermelha)	24° 23' 18" S	48° 31' 44"O	Iporanga	SP	Cfb	2.612 A.P. a atual	Megalayano	Pólen	Passarini Jr., 2009; Oliveira <i>et al.</i> , 2014
21	General Carneiro	26° 25' 39" S	51° 18'56" O	General Carneiro	PR	Cfb	1.600 anos A.P. a atual	Megalayano	Anéis de Árvore	LORENZI, 2016 Não Publicado
23	Campos Gerais (Lagoa Chaplin)	24,66°S	50, 21° O	Campos Gerais	MG	Cfb	6.000 A.P. a atual	Northgripiano – Megalayano	Pólen	Marchant <i>et al.</i> , 2009
29	Santo Antônio da Patrulha	29° 44' 45" S	50° 32' 56"O	Santo Antônio de Paula	RS	Cfb	10.000 A.P. a atual	Groelândiano a Megalayano	Pólen	Macedo <i>et al.</i> , 2010
32	Cambará do Sul	29° 2' 15" S	50° 9' 20" O	Cambará do Sul	RS	Cfb	10.000 A.P. a atual	Groelândiano a Megalayano	Pólen	Behling <i>et al.</i> , 2004; Behlinge Pillar, 2007; JúnioereBauermann, 2014

Tabela 18 - Dados sobre as localidades do tipo climático Cfb no Sul e Sudeste do Brasil (Conclusão)

Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período		Referência
35	Serra dos Campos Gerais	24°40'S	50°13' O	Tibagi	PR	Cfb	10.000 A.P. a atual	Groelândiano a Megalayano	Pólen	Behling, 1997
36	Parque Estadual de Vila Velha (Lagoa Dourada)	25°14'20"S	50°02'35"O	Ponta Grossa	PR	Cfb	8.710 a 3.000 A.P.	Groelândiano a Megalayano	δ ¹³ C XRD SEM Metais pesados	Melo <i>et al.</i> , 2003; Moro <i>et al.</i> , 2004
42	Campo da Ciama	27,94° S	47,21° O	NDD	SC	Cfb	8.300 A.P.	Groelândiano a Megalayano	Análise sedimentológica (unidades estratigráficas), Análise granulométrica, Pólen	Lima <i>et al.</i> , 2014; Radaeski <i>et al.</i> , 2014
43	Serra do Rio do Rastro	28,23° S	48,43°O	NDD	SC	Cfb	1.100 A.P.	Megalayano	Pólen (sedimento de turfa)	Behling, 1995; Lima <i>et al.</i> , 2014
44	Serra da Boavista	27,04° S	48,18° O	NDD	SC	Cfb	1.100 A.P.	Megalayano	Pólen (sedimento de turfa)	Behling, 1995; Lima <i>et al.</i> , 2014
45	Morro da Igreja	28,07° S	48,54° O	NDD	SC	Cfb	1.100 A.P.	Megalayano	Pólen (sedimento de turfa)	Behling, 1995; Lima <i>et al.</i> , 2014

Fonte: A Autora, 2020.

Cwa

O tipo climático Cwa representa o clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. Ele ocorre em apenas dois estados da região Sudeste: São Paulo e Minas Gerais. Os dados dessas localidades podem ser visualizados na tabela 13. Serão expostos pequenos comentários sobre as ocorrências levantadas nesse estudo.

Oliveira *et al.* (2014) abordou a localidade Rio Tamanduá em São Simão (SP). As análises demonstraram que até 6.780 anos A.P. o clima era mais úmido e depois se tornou mais árido.

Oliveira *et al.* (2005), teceram breves comentários sobre o município de Lagoa Santa (MG) a partir de estudos realizados em sedimentos da Lagoa dos Olhos d'água. Segundo seus apontamentos, no Groelândiano havia grandes áreas de cerrado refletindo um clima mais árido com uma estação seca anual de 5 a 6 meses. O intervalo mais úmido do local teria ocorrido nos últimos 1.000 anos A.P. do Megalayano quando haveria o estabelecimento de uma floresta semidecídua e uma diminuição de paleoincêndios.

Os dados relativos a esse levantamento podem ser visualizados na Tabela 9.

Tabela 19 - Dados sobre as localidades do tipo climático Cwa no Sudeste do Brasil

Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período	Proxy	Referência
11	São Simão (Rio Tamanduá)	21° 28' 44" S	47° 33' 12" O	São Simão	SP	Cwa	10.000 A.P a atual	Groelândiano – Megalayano	Análise estratigráfica (unidades sedimentares)	Turcq <i>et al.</i> , 1997; Oliveira <i>et al.</i> , 2014
26	Lagoa Santa	19° 38' S	43° 54' O	Lagoa Santa	MG	Cwa	10.000 A.P a atual	Groelândiano – Megalayano	Análise geomorfológica, Pólen (testemunho lacustre)	Parizzi <i>et al.</i> , 1998; Oliveira <i>et al.</i> , 2005

Fonte: A Autora, 2020.

Cwb

O tipo climático Cwb representa o clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado. Ele ocorre somente em duas localidades na Região Sudeste mais especificamente em Minas Gerais. Os dados sobre essas localidades podem ser visualizados na tabela 14 apresentada abaixo. Também serão elencados pequenos comentários sobre essas ocorrências.

Ledru *et al.* (1996) bem como Pessenda *et al.* (2004), utilizaram dados palinológicos provenientes de testemunhos lacustres da Lagoa Campestre de Salitre (MG), localizada próxima de Belo Horizonte, para reconstruções holocênicas. Os autores constataram que no Groelândiano ao Nortegripiano, entre 9.500 e 5.000 anos A.P., houve um padrão sazonal de maiores temperaturas cujo auge foi em 5.000 anos A.P. Já entre 4.000 e 3.000 anos A.P. houve um retorno de condições mais úmidas que proporcionou a extensão das florestas semidecíduas. Mesmo com essas oscilações climáticas, entre 8.790 e 1.720 anos A.P., Pessenda *et al.* (2004) relatam haver uma mistura de plantas C3 e C4.

Oliveira *et al.* (2005), teceram breves comentários sobre o município de Lagoa Santa (MG) a partir de estudos realizados em sedimentos das Lagoas Silvana e Lagoa dos Olhos d'água. Segundo seus apontamentos, no Nortegripiano havia grandes áreas de cerrado refletindo um clima mais árido com uma estação seca anual de 5 a 6 meses. O intervalo mais úmido do local teria ocorrido nos últimos 1.000 anos A.P. do Megalayano quando haveria o estabelecimento de uma floresta semidecídua e uma diminuição de paleoincêndios.

Tabela 20 - Dados sobre as localidades do tipo climático Cwb no Sudeste do Brasil

Nº	Localidade	Latitude	Longitude	Município	Estado	Tipo climático	Range Temporal	Período	Proxy	Referência
22	Belo Horizonte (Lagoa Campestre do Salitre)	19° S	46° 46' O	Belo Horizonte	MG	Cwb	9.500 a 1.720 A.P	Groelândiano – Megalayano	Pólen	Ledru <i>et al.</i> , 1996; Pessenda <i>et al.</i> , 2004
27	Lagoa dos Olhos d'Água	18° 55' S	46° 45' O	Cruzeiro da Fortaleza	MG	Cwb	10.000 A.P a atual	Groelândiano – Megalayano	Pólen	Oliveira, 1992; Oliveira <i>et al.</i> , 2005

Fonte: A Autora, 2020.

O levantamento dos dados demonstra que o tipo climático que mais ocorre é o Cfa (13 localidades) seguido de Cfb (12 localidades); Aw (11 localidades); Af (8 localidades); Cwa (duas localidades) e Cwb (duas localidades), conforme pode ser visto na tabela.15. Dessa forma, há um predomínio de um clima temperado úmido com estação quente.

Tabela 21 - Quantidade de tipos climáticos levantados

	Quantidade de tipos climáticos					
	Cfa	Cfb	Aw	Af	Cwa	Cwb
Quantidade	13	12	11	8	2	2

Fonte: A Autora, 2020.

A região que possui mais estudos paleoclimáticos é a região Sudeste com 33 localidades enquanto que a região Sul possui apenas 15 localidades. Dentro desse contexto, o estado que possui mais trabalhos é o Rio de Janeiro (15 localidades) seguido de São Paulo (11 localidades), Minas Gerais (sete localidades), Santa Catarina (seis localidades), Rio Grande do Sul (cinco localidades), Paraná (quatro localidades) e Espírito Santo (uma localidade) conforme pode ser visto na tabela 16.

Tabela 22 - Localidades da região Sul e Sudeste

	Quantidade de localidades para as Regiões Sul e Sudeste						
	Rio de Janeiro	São Paulo	Minas Gerais	Santa Catarina	Rio Grande do Sul	Paraná	Espírito Santo
Quantidade	15	11	7	6	5	4	1

Fonte: A Autora, 2020.

De acordo com esses levantamentos, os trabalhos se concentram no Megalayano (44 ocorrências) seguido do Nortegripiano (33 ocorrências) e Groelândiano (24 ocorrências). Ressalta-se que os trabalhos podem realizar estudos em mais de um intervalo. Tais dados podem ser vistos na tabela 17.

Tabela 23 - Ocorrências de *ranges* temporais holocênicos

	Quantidade de ocorrências dos intervalos temporais do Holoceno		
	Groelândiano	Nortegripiano	Megalayano
Quantidade	24	33	44

Fonte: A Autora, 2020.

O levantamento também permitiu descobrir quais os *proxies* mais comumente utilizados para essas reconstruções paleoclimáticas. Foram levantados 17 *proxies* e tipos de análises dos mais variados tipos, a saber: pólen/palinomorfos; espeleotemas; diatomáceas; foraminíferos e dinoflagelados; anéis de árvore; carvão; isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$); isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$); isótopos de enxofre ($\delta^{34}\text{S}$); isótopos de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$); isótopos de carbono de matéria orgânica; Carbono Orgânico Total (COT); Nitrogênio Total e Nitrogênio Orgânico Total; metais pesados; estratigrafia e geomorfologia.

Os *proxies* mais utilizados foram os pólen (36 estudos), seguidos de isótopos de carbono, ($\delta^{13}\text{C}$) (12 trabalhos); Carbono Orgânico Total (6 trabalhos); análises estratigráficas (4 trabalhos); isótopos de carbono de matéria orgânica (4 trabalhos); análises mineralógicas (3 trabalhos). Os outros *proxies* foram utilizados aparecem apenas uma vez. É válido citar que os trabalhos podem utilizar mais de um proxy conjuntamente. Esse levantamento pode ser visto na tabela 18.

Tabela 24 - Tipos de *proxies* e análises

Tipos de Proxies e Análises	Quantidade
Pólen	36
$\delta^{13}\text{C}$	12
COT	6
SOM	4
Estratigrafia	4
Diatomáceas	1
Foraminíferos/Dinoflagelados	1
Anéis de árvore	1
Microcarvão	1
$\delta^{15}\text{N}$	1
$\delta^{34}\text{S}$	1
$\delta^{18}\text{O}$	1
NT	1
NOT	1
Metais Pesados	1
Geomorfologia	1
Total	73

Fonte: A autora, 2020.

É possível notar que somente um estudo utilizou um proxy proveniente de um sítio arqueológico, a saber carvão em uma análise antropológica em fragmentos de madeira encontradas em um sambaqui (SCHEEL-YBERT, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2005). Além disso, não há na literatura nenhum estudo que utilize conchas de

bivalves como *proxy* de reconstrução paleoclimática *latu* senso ou para a reconstrução do regime de chuvas no Holoceno para as regiões estudadas.

8.4 O comportamento espacial da Zona De Convergência do Atlântico Sul

Como visto anteriormente, a Zona de Convergência do Atlântico Sul representa uma banda de nebulosidade que emerge como uma grande convecção na Bacia Amazônica que se estende, no sentido noroeste-sudeste, da América do Sul tropical para o sudeste do Brasil e para o oceano atlântico sul tropical e subtropical (LIEBMANN *et al.*, 1999; ROBERTSON *et al.* 2000; BARREIRO *et al.*, 2002; CARVALHO *et al.*, 2004; MUZA *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2011). Ela é um elemento de larga escala de nebulosidade e precipitação do leste tropical da América do Sul sendo um fenômeno importante no verão austral desse continente. Exatamente por isso ela representa um dos componentes do Sistema de Monções da América do Sul que possui uma temporada úmida no verão austral e uma temporada seca no inverno austral (CARVALHO *et al.*, 2004; MUZA *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2011). No Brasil, a ZACS influencia a precipitação no sudeste, sul e região central. A literatura apresenta consistentemente que a falta de episódios de ZACS é responsável por episódios de seca extrema nessas regiões (CUNNINGHAM *et al.*, 2006).

A ZACS existe ao longo do ano, mas a sua maior atividade ocorre no verão austral (entre dezembro a março) no hemisfério sul que caracteriza a temporada úmida da América do Sul tropical e subtropical (BARREIRO *et al.*, 2002; MUZA *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2011). Após esse pico a precipitação começa a migrar para o sul da Amazônia e centro do Brasil em direção ao Equador (CARVALHO *et al.*, 2011).

Barreiro *et al.* (2002) e Carvalho *et al.* (2011) relatam que a origem da ZACS está principalmente relacionada com o aquecimento adiabático ao longo da Bacia Amazônica, com a topografia dos Andes e a continentalidade associada com a formação de uma variação do gradiente de temperatura da superfície do mar e o continente. Contudo, outros aspectos climatológicos de larga escala podem provocar

modificações na região de abrangência espacial da ZACS e assim influenciar o comportamento do Sistema de Monções da América do Sul (BARREIRO *et al.*, 2002; MUZA *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2011). Um exemplo disso é apresentado por Barros *et al.* (2000) que em seu trabalho confirma que a variação da intensidade da precipitação está relacionada com o deslocamento da ZACS mais para norte ou mais para sul.

A literatura relata que a ZACS apresenta uma preferência geográfica de abrangência, mas ela pode variar em muitas escalas espaço-temporais (LIEBMAN *et al.*, 1999; BARROS *et al.*, 2000; ROBERTSON *et al.*, 2000; BARREIRO *et al.*, 2002; CARVALHO *et al.*, 2002, 2004; GRODSKY *et al.*, 2003; CHAVES *et al.*, 2004; CUNNINGHAM *et al.*, 2006; MUZA *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2011). Tal fato ocorre porque forçantes de larga escala nem sempre são rigidamente fixas no espaço (LIEBMAN *et al.*, 1999; CARVALHO *et al.*, 2011). Isso pode ser observado através de imagens de satélites ou de imagens geradas pela Radiação de Onda Longa que evidenciam, por exemplo, diferentes comportamentos da ZACS. De acordo com Carvalho *et al.* (2004), a ZACS pode se estender da Amazônia em direção ao oceano atlântico subtropical cruzando deste o Sudeste do Brasil até as proximidades da Bacia do Prata. Da mesma forma, a intensidade convectiva da ZACS pode não persistir ou pode ser longa em diferentes contextos.

Na sua maioria, essas variações têm sido observadas em escalas de tempo submensais, intrasazonais (entre 10 e 90 dias), interanuais e interdecadais. Apesar disso, a fase de maior variação da ZACS em termos de persistência, intensidade e forma é na fase de verão (LIEBMAN *et al.*, 1999; MUZA *et al.*, 2009; ROBERTSON *et al.*, 2000; BARREIRO *et al.*, 2002).

Vários elementos foram utilizados para estudar essa variabilidade como por exemplo o estudo das Radiações de Ondas Longas (ROL), ondas Rossby, variações e anomalias da temperatura da superfície do mar, variabilidade do El Niño, observação de padrões da Oscilação Madden-Julian (OMJ), diferentes padrões de convecção amazônica entre outros dados que não são alvo do presente estudo (LIEBMAN *et al.*, 1999; BARREIRO *et al.*, 2002; CARVALHO *et al.*, 2004, 2011; CUNNINGHAM *et al.*, 2006). De modo geral, segundo Liebmann *et al.* (1999), a posição média da ZACS pode ser influenciada pela localização da convecção

amazônica, pelos Andes e pela Alta subtropical. Já as variações diárias são dirigidas pela atividade das ondas originadas na zona extratropical oeste do hemisfério sul.

É importante ressaltar que os dados de ROL estão relacionados a nebulosidade e precipitação, sendo um conhecido *proxy* de convecção e transporte de umidade. Dessa forma, quando há um aumento de convecção da ZACS, observam-se anomalias negativas de ROL (LIEBMANN *et al.*, 1999; BARROS *et al.*, 2000). Já as ondas Rossby parece estar relacionada a circulações de larga escala controladas pelo aquecimento diabático (LIEBMANN *et al.*, 1999).

Liebmann *et al.* (1999), a partir de dados médios quinzenais de ROL, corroborados por Robertson *et al.* (2000) relatam que os episódios de seca no sul e sudeste do Brasil estão relacionados a um comportamento de enfraquecimento da ZACS. Segundo Barros *et al.* (2000), a ZACS é mais fraca quando ela se desloca mais para o sul e isso normalmente coincide quando há anomalias mais quentes da temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical Sul.

Carvalho *et al.* (2004) relatam que a intensidade da ZACS e a sua extensão em direção ao atlântico podem determinar a sua distribuição em algumas localidades no continente.

Vários autores (BARROS *et al.*, 2000; ROBERTSON *et al.*, 2000; BARREIRO *et al.*, 2002; CARVALHO *et al.*, 2004; CHAVES *et al.*, 2004; MUZA *et al.*, 2009) relatam haver uma variabilidade interanual da ZACS que pode ser relacionada com forças regionais e supraregionais como anomalias da temperatura da superfície do mar, com o fenômeno do El Niño ou ENSO (El Niño Southern Oscillation) e com a convecção tropical. Barreiro *et al.* (2002) e Chaves *et al.* (2004) relatam que os eventos quentes do ENSO enfraquecem a intensidade da ITCZ durante o verão austral e isso influencia no desenvolvimento da ZACS aumentando a sua intensidade.

Tal variabilidade interanual pode ser observada por Barros *et al.* (2000) através de dados de Radiação de Ondas Longas (ROL) nos meses de verão austral. Esses dados demonstram que em dezembro a ZACS está mais ao norte e em fevereiro ela está mais ao sul da sua posição média de verão.

As variações intrasazonais (entre 30 e 90 dias) também foi bem abordada na literatura. Elas são as principais responsáveis por modular os períodos de umidade e seca sobre a zona leste da América do Sul e impactam o transporte de umidade e o

balanço hídrico das monções (CARVALHO *et al.*, 2011). Cunningham *et al.* (2006) e Carvalho *et al.* (2011) puderam observar essa variabilidade a partir da observação da Oscilação Madden-Julian (OMJ) em conjunto com as ondas Rossby que foram citadas anteriormente. Liebmann *et al.* (1999), Barros *et al.* (2000), Carvalho *et al.* (2004) e MUZA *et al.* (2009), associam essa variabilidade com variação das Radiações de Ondas Longas e forçantes de latitudes médias e propagação extratropical de ondas. Segundo esses autores, a ZACS funcionaria como um dipolo: o aumento da ZACS estaria associado com altos valores anômalos de ROL e isso implicaria em uma baixa precipitação em outros locais como o Uruguai e Argentina.

Carvalho *et al.* (2002, 2004, 2011) apresenta quatro diferentes categorias da ZACS que puderam ser observadas em termos da sua variabilidade intrasazonal. Segundo eles a ZACS pode ser: oceânica; continental; forte e fraca. Todas essas categorias estão relacionadas a diferentes comportamentos e anomalias de ROL.

As que merecem maior destaque são a ZACS forte e fraca. A ZACS forte ocorre a partir de anomalias negativas de ROL. Já a ZACS fraca, que está relacionada a condições anormalmente secas no sudeste do Brasil, está ligada a anomalias positivas da ROL.

Já a ZACS continental e oceânica estão relacionadas com anomalias do fluxo de umidade do norte da Amazônia e Brasil central e a intensificação ou não do transporte do oceânico atlântico tropical por atividades ciclônicas costeiras em associação com a propagação de ondas de médias latitudes (CARVALHO *et al.* 2002, 2004, 2011; MUZA *et al.*, 2009). Carvalho *et al.* (2011) relatam que as regiões costeiras brasileiras normalmente apresentam mais precipitação devido a própria fisiografia.

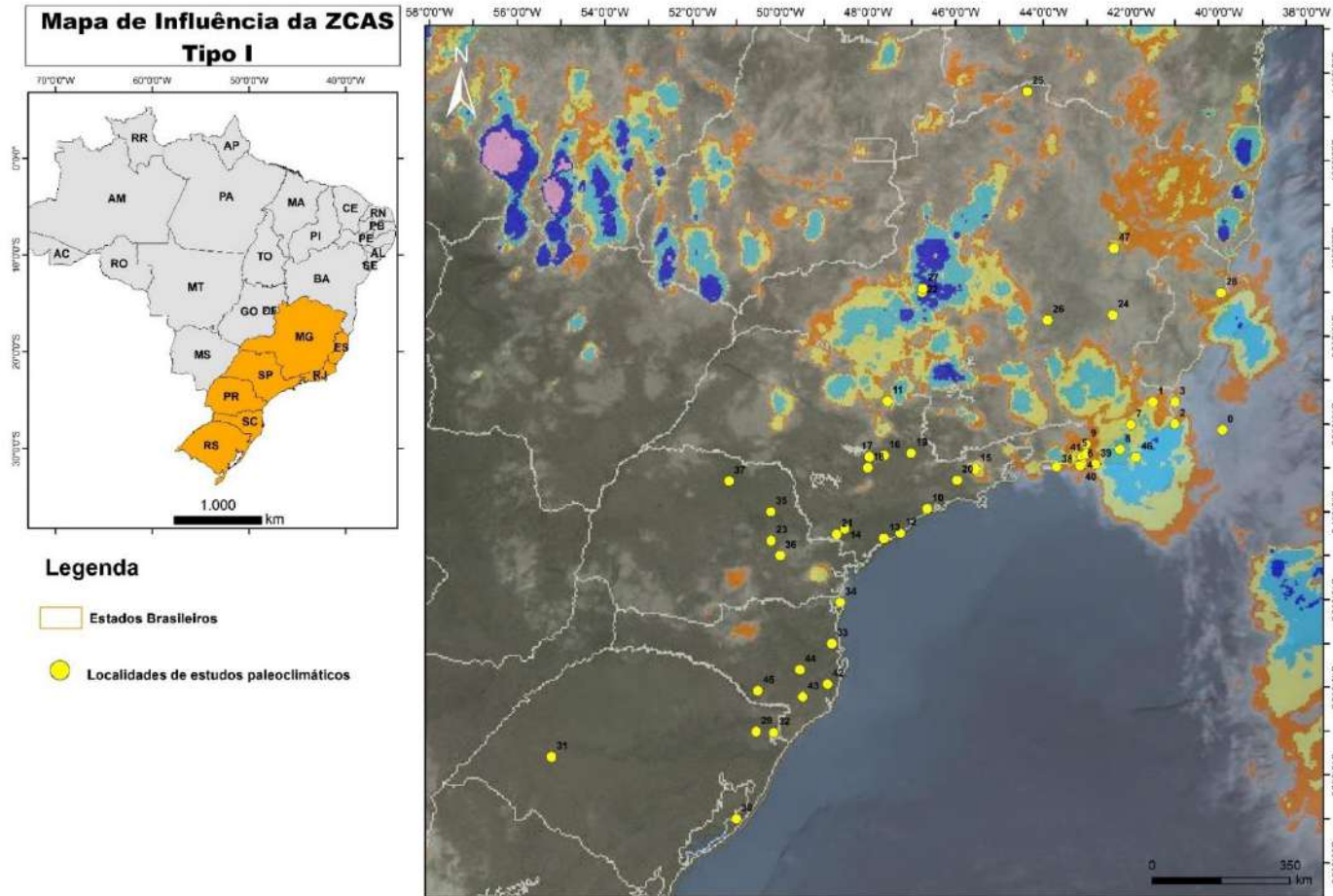
Diante do exposto, para esse trabalho foi possível estabelecer dois comportamentos médios anuais da Zona de Convergência do Atlântico Sul.

Neste trabalho, chamamos de ZACS tipo I, quando o seu posicionamento médio é mais ao norte abrangendo geograficamente a maior parte a região Sudeste. Já a ZACS tipo II, ocorre quando ela tem o posicionamento médio mais ao sul, abrangendo geograficamente a maior parte da região Sul.

Os dados paleoclimáticos levantados e apresentados nesse trabalho foram plotados em mapas a fim de correlacionar espaço-temporalmente esses dois

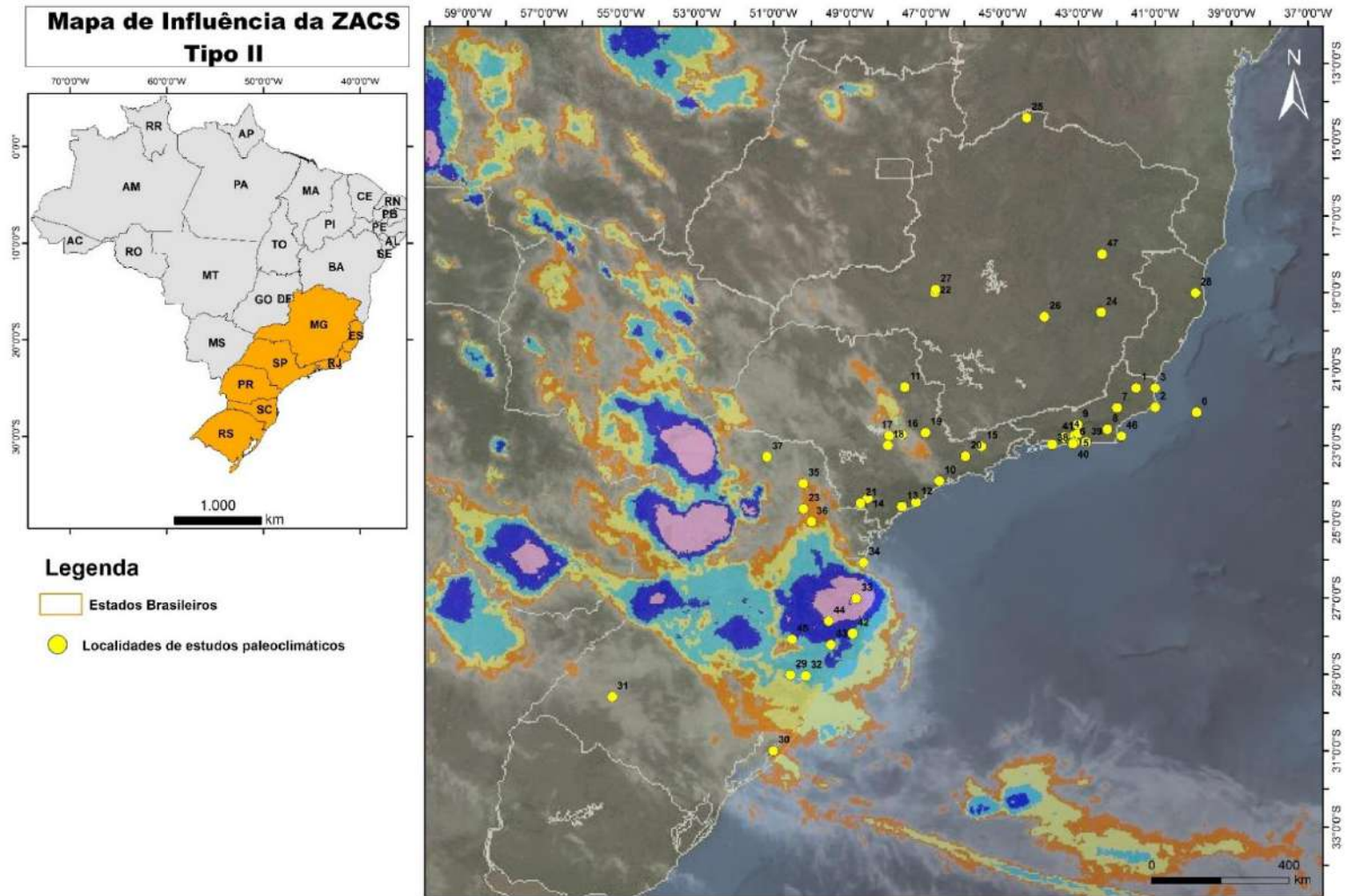
posicionamentos sazonais da ZACS (tipo I e tipo II) obtidos através de imagens de satélite, conforme pode ser visto nas figuras 46, 47 e 48.

Figura 46 - Mapa de Influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul Tipo I



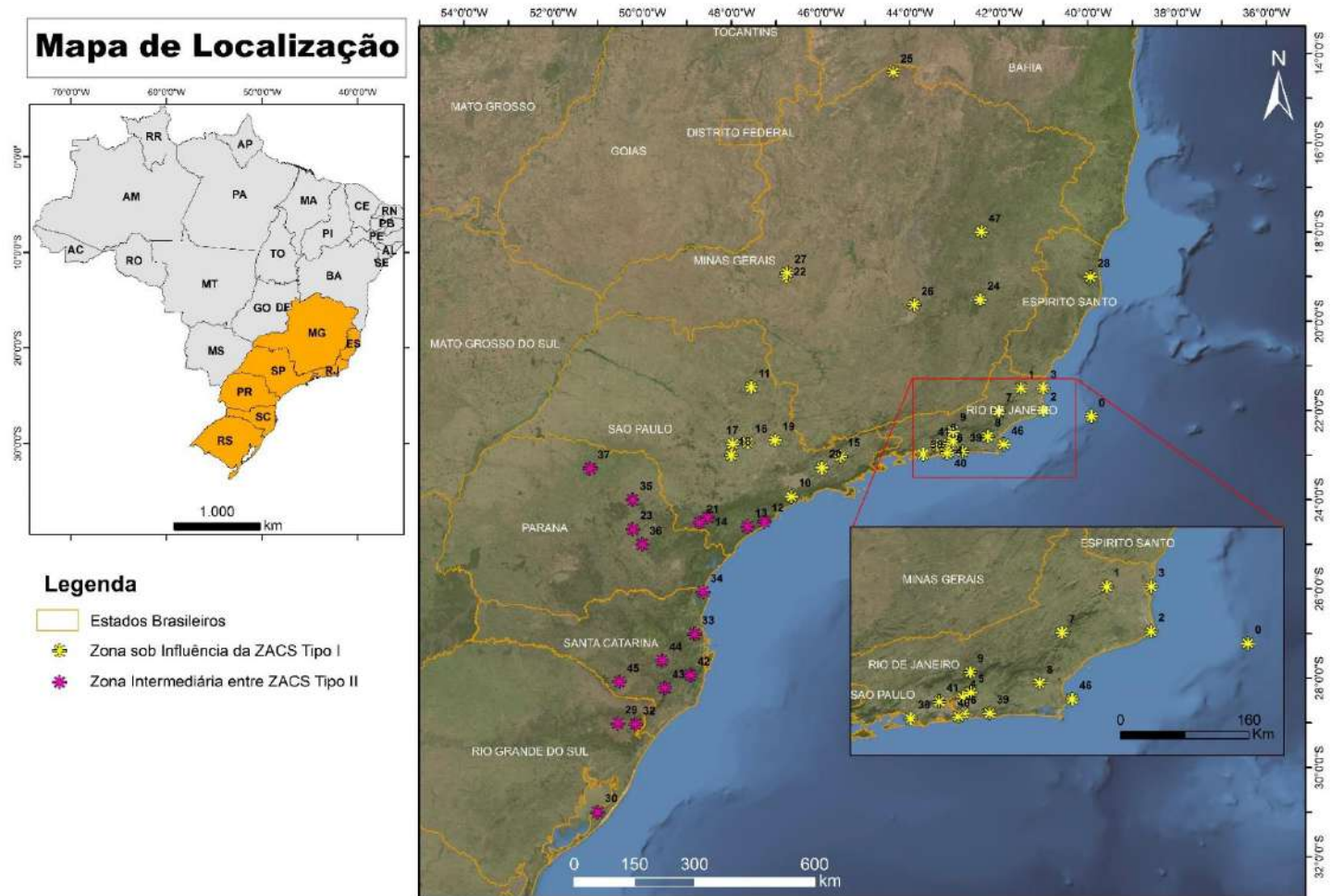
Fonte: A autoea, 2020.

Figura 47 - Mapa de Influência da ZACS Tipo II



Fonte: A autora, 2020.

Figura 48 - Mapa de Localização das ocorrências Paleoclimáticas e das Zonas de Influência da ZCAS



Fonte: A Autora, 2020.

Após isso, as informações de umidade e aridez obtidas pelo levantamento de dados paleoclimáticos da região Sul e Sudeste que foram extensamente dispostas ao longo do item 3 e 8 foram usadas a fim de correlacionar a variação do posicionamento médio da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACS tipo I e ZACS tipo II). As informações de umidade e aridez foram convertidas em escalas de cores postas em gradientes para ilustrar o comportamento do paleoclima ao longo do Holoceno para essas regiões. Essa compilação de dados pode ser visualizada nas figuras 49 e 50.

A ZACS tipo I abrangeu 30 localidades que são majoritariamente da região Sudeste e que serão brevemente abordadas a seguir, conforme a figura 49.

Existem 16 localidades cujos dados incluem o intervalo do Groelândiano representadas pelos seguintes números: 9; 10; 11; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 22; 24; 25; 26; 27; 46 e 47.

Nove dessas localidades demonstram que o Groelândiano foi marcado por uma intensa aridez (localidades 9; 17; 18; 19; 20; 22; 26; 27) sendo que na localidade 9, essa intensa aridez foi substituída por uma leve umidade ao fim do Groelândiano.

Uma localidade (localidade 10) apresentou dados de pouca umidade ao longo do intervalo. A localidade 15 demonstra haver um gradiente de resalta um tendenciamento a aumento gradativo de aridez quando o range temporal se aproximava do final do Groelândiano e início do Nortegripiano.

As únicas localidades que apresentaram intensa umidade foram as localidades 11; 17 e 25. Essa umidade de modo geral permaneceu constante ao longo do intervalo.

A localidade 24 apresentou muitas lacunas de dados demonstrando apenas curtos períodos de intensa mudança de condições áridas e úmidas para esse intervalo. A localidade 47 apresentou uma alternância entre intensa aridez e umidade ao longo do Groelândiano.

No limite entre o Groelândiano - Nortegripiano percebe-se um padrão árido de condições paleoambientais. Tal cenário é consistente com o apresentado na literatura anteriormente citada onde percebe-se a prevalência de cerrado e estações secas mais extensas e que aos poucos foram substituídas ao longo do Holoceno por

estações secas mais curtas e florestas tropicais sem estações secas (BEHLING, 1998).

Existem 21 localidades que possuem dados que ocorrem ao longo do Nortegripiano. Elas podem ser identificadas na figura pelos seguintes números: 0; 1; 7; 8; 9; 10; 11; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 22; 25; 28; 38; 40; 41; 46 e 47.

Dentro desse conjunto existem apenas sete localidades com predominância de um clima árido (localidades 15; 16; 18; 19; 20; 22 e 47) sendo que cinco delas (localidades 15; 16; 19; 20 e 47) apresentam grandes períodos de aridez severa.

Em contrapartida, existem 14 localidades que apresentam a prevalência de um clima úmido (localidades 0; 1; 7; 8; 9; 10; 11; 17; 25; 28; 38; 40; 41 e 46) sendo que quatro dessas localidades (localidades 17; 25; 28 e 38) possuem dados de umidade intensa.

No limite Nortegripiano-Megalayano percebe-se um padrão paleoambiental de maior umidade. Tal entendimento pode ser confirmado a partir de apontamentos de Behling (2002) que salienta a prevalência de um contexto mais árido que começou a mudar para um contexto mais úmido a partir de aproximadamente 5 mil anos A.P.

Um total de 23 localidades tem dados relativos ao Megalayano que podem ser identificados na figura pelos seguintes números: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 17; 18; 20; 25; 26; 27; 28; 38; 39; 46 e 47.

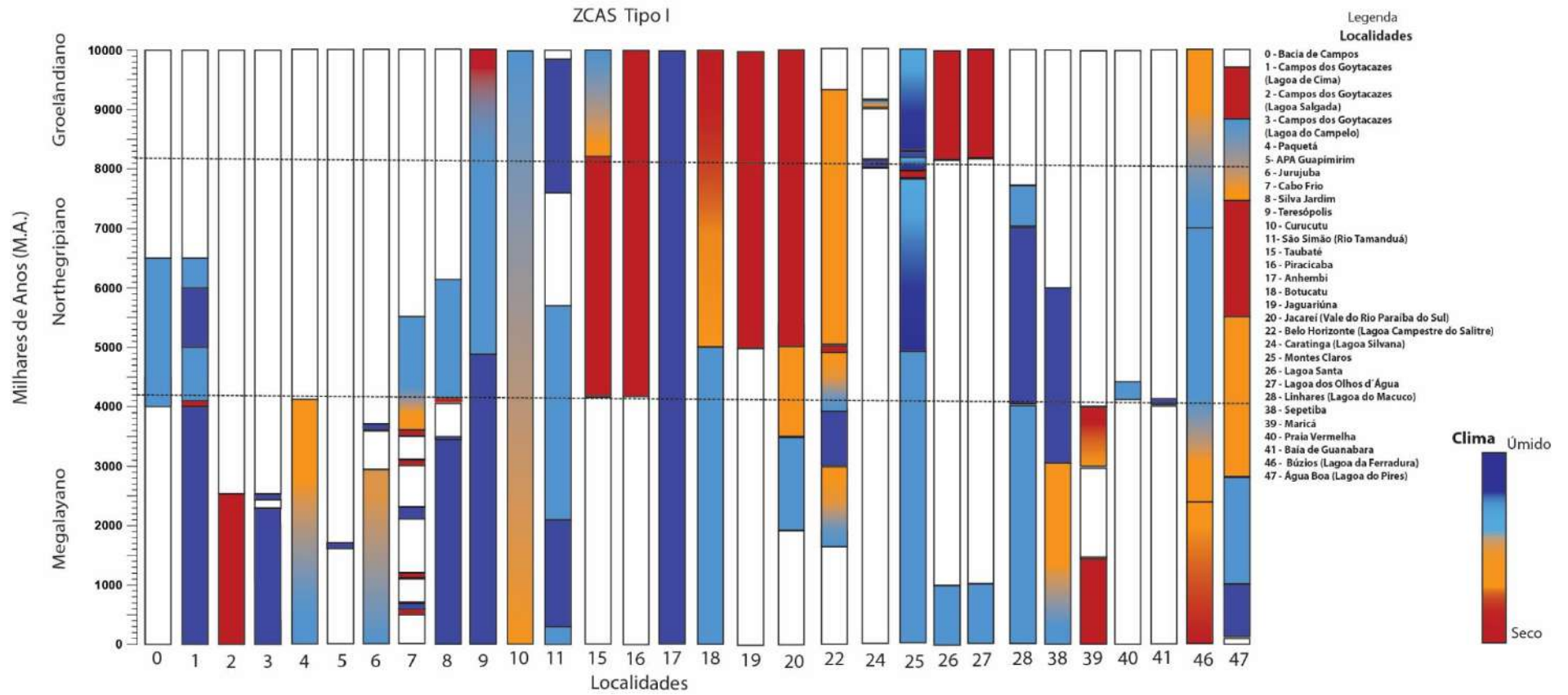
Três localidades apresentam prevalência de aridez (localidades 2; 39 e 46) sendo que duas delas (localidades 2 e 39) apresentam características de intensa aridez ao longo do Megalayano.

Doze delas tem a predominância de um período mais úmido (localidades 1; 3; 5; 8; 9; 11; 17; 18; 25; 26; 27 e 28) sendo que cinco localidades demonstram dados que configuram uma umidade intensa (localidades 1; 3; 8; 9 e 17).

Pode-se notar que oito localidades (localidades 4; 6; 7; 10; 20; 22; 38 e 47) apresentam alternância de períodos áridos e úmidos podendo apresentar gradientes de flutuações de características ambientais (localidades 4; 6; 10; 38) ou grandes lacunas de dados entre esses registros ambientais como o que acontece com as localidades 5 e 7. Nos últimos mil anos A.P. percebe-se uma prevalência de situações mais úmidas. Tal observação é contemplada na literatura a partir de apontamentos de Behling (1998, 2002) que reforça a mudança da vegetação condizente com um ambiente úmido para esse range temporal.

A partir de um olhar panorâmico das localidades que abrangem a posição média histórica da ZACS do Tipo I pode-se dizer que durante o Groelândiano há a predominância de condições áridas. Da mesma forma, ao longo do Nortegripiano percebe-se a prevalência de características paleoambientais mais úmidas com poucos eventos de aridez intensa. Já no Megalayano é observa-se que o range temporal teve a preponderância de características mistas e amenas de aridez e umidade. Esse rol de observações está condizente com o já retratado na literatura ao longo do item 3 deste presente trabalho.

Figura 49 - Informações paleoclimáticas da Zona de Convergência do Atlântico Sul do Tipo I



Fonte: A Autora, 2020.

Para a área de abrangência da ZACS tipo II existem dados paleoclimáticos para 18 localidades que estão majoritariamente localizadas na região Sul que serão abordadas a seguir. Os dados podem ser visualizados na figura 50.

Para o Groelândiano existem dados para 9 localidades, representadas na figura pelos seguintes números: 12; 29; 30; 31; 32; 35; 36; 37 e 42.

A aridez é verificada para cinco localidades (localidades 29; 31; 32; 35 e 37) sendo que três delas apresentam uma aridez severa durante todo o intervalo (localidades 31; 32 e 37).

Somente três localidades apresentam condições de intensa umidade para esse intervalo (localidades 12; 31 e 42).

Apenas uma localidade apresenta uma condição mais amena de umidade e aridez que é a localidade 36. Ao longo do Groelândiano existe uma baixa umidade que vai sendo substituída em um gradiente lento para uma condição levemente árida.

É possível verificar que há um padrão de aridez intensa a moderada para o início do Groelândiano (cinco localidades: 29; 31; 32; 35 e 37). Tal contexto também se verifica no limite Groelândiano-Nortegripiano, com poucas situações de umidade intensa.

Durante o Nortegripiano foram obtidos dados de 11 localidades representadas na figura pelos seguintes números: 12; 13; 23; 29; 30; 31; 32; 34; 35; 36 e 37.

Pode-se perceber a predominância de situações paleoclimáticas áridas uma vez que existem 6 sítios (localidades 29; 31; 32; 35; 36; 37) com características de aridez. Dentro desse conjunto, três localidades, representadas pelos números 32; 36; 37, caracterizam uma intensa aridez ao longo deste intervalo.

Para esse range temporal existem dados de umidade para três sítios (localidades 12; 13; 34). Esses locais possuem muitas lacunas de dados e as informações de umidade relativas a ela sugerem uma umidade razoável e pontualmente intensa.

Dois sítios (localidades 23 e 30) apresentaram dados intermediários relativos à aridez e umidade. A localidade 23 apresentou um evento de intensa aridez seguido de um gradiente de mudança climática lenta de uma situação árida para úmida. Já a localidade 30 apresenta uma grande lacuna de informações com eventos ora de intensa umidade, ora de intensa aridez seguidos de um grande

intervalo de ausência de dados até o aparecimento deu uma situação árida que é novamente seguida por uma lacuna de dados.

Dessa forma, pode-se observar que o início do Nortegripiano apresenta um cenário de prevalência de aridez moderada a intensa aridez. Essa conjuntura permanece até o limite do Nortegripiano-Megalayano. Esse comportamento paleoclimático para o Groelândiano e Nortegripiano é corroborado na literatura por Behling (1998, 2002), ARAÚJO *et al.* (2005) e Oliveira *et al.* (2005) que ressaltam que a existência de uma predominância de características mais áridas com estações secas anuais;

Para o range do Megalayano foram obtidos dados de 14 ocorrências, representadas nas figuras pelos seguintes números: 12; 13; 14; 21; 23; 29; 31; 32; 33; 35; 36; 43; 44 e 45.

Dentro desse conjunto apenas dois sítios apresentaram situações áridas (localidades 31 e 36) sendo que somente uma (localidade 36) apresentou um episódio de aridez acentuada.

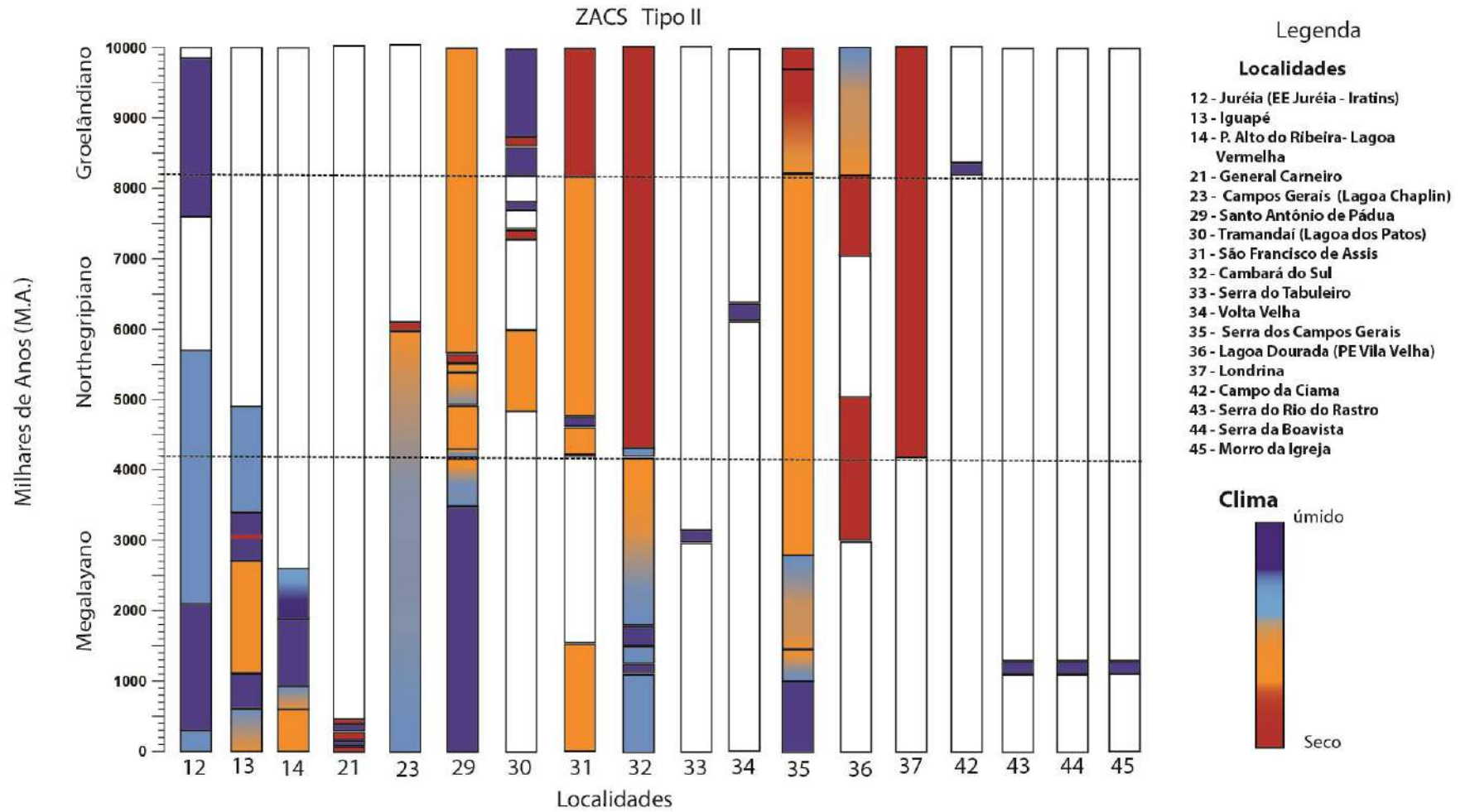
Em contrapartida, sete ocorrências apresentaram situações de umidade (localidades 12; 23; 29;33; 43; 44; 45). Duas localidades (12 e 23) apresentaram um registro contínuo de umidade constante a intensa enquanto quatro sítios (localidades: 33; 43; 44 e 45) apresentaram apenas registros pontuais e episódicos de intensa umidade seguidos de grandes lacunas de registros.

Nesse contexto paleoclimático, cinco sítios (localidades: 13;14; 21; 32 e 35) apresentaram situações intermediárias de aridez e umidade. A localidade 13 apresentou uma predominância de situações de umidade, mas teve um grande intervalo de condições áridas. A maior parte dos dados da localidade 14 mostrou a predominância de condições úmidas, mas no final do Megalayano apresentou um contexto mais árido. A localidade 21 apresentou poucos registros de episódios de intensa umidade alternados com episódios de intensa aridez. A localidade 32 apresentou inicialmente um gradiente lento de modificação de condições áridas para úmidas que depois foi seguida da estabilidade maior de um contexto úmido alternado por breves períodos de maior intensidade dessa umidade. A localidade 35 por sua vez apresentou um processo lento de substituição de uma situação árida para uma situação de intensa umidade.

A partir desses dados pode-se notar que o Megalayano, para esse conjunto de ocorrências, iniciou com um contexto de umidade e que tendeu a se manter, com algumas alternâncias de aridez, até os dias atuais. Tais características úmidas coincidiram com a não existência de estações secas prolongadas e a expansão das matas de galerias e florestas mais exuberantes com a substituição das vegetações de campos que já são citadas na literatura (BEHLING, 1998, 2002; ARAÚJO *et al.*, 2005).

A partir de uma visão panorâmica das localidades que abrangem a posição média histórica da ZACS do Tipo II, pode-se dizer que no Groelândiano há a predominância de um contexto árido. Ao longo do Nortegripiano percebe-se que a característica árida ainda prevalece, muito embora já existam algumas características mais úmidas do que o intervalo anterior. Já no Megalayano é possível observar que características paleoambientais úmidas aparecem com maior frequência.

Figura 50 - Informações paleoclimáticas da Zona de Convergência do Atlântico Sul do Tipo II



Fonte: A Autora, 2020.

Em comparação com as duas figuras pode-se notar que, nas localidades da ZACS do tipo I, o Groelândiano apresenta características mais áridas. Já o Nortegripiano apresenta um misto de condições áridas e úmidas caracterizando um intervalo de transição de um paleoclima árido para úmido. Depois disso, o Megalayano apresenta aspectos de um paleoclima mais úmido do que os anteriores.

Enquanto isso, nas localidades da ZACS do tipo II percebe-se que o Groelândiano também é árido e o Nortegripiano mantém, de certa forma, essa aridez. Na transição do Nortegripiano para o Megalayano, por volta de aproximadamente 4.500 anos A.P., há um ponto de inflexão dessas condições e o paleoclima predominante passa a ser úmido.

Dessa forma, para as duas figuras pode-se ver que há um comportamento similar, a saber: entre 10 mil anos e 5 mil anos A.P. há a predominância de um clima seco e de 5 mil anos até o presente há a preponderância de condições mais úmidas. Também se verifica que o comportamento mais antigo (entre 10 e 5 mil anos A.P.) é mais heterogêneo/instável apresentando mais variações climáticas com um tendenciamento a apresentar condições mais áridas enquanto que o comportamento mais moderno (entre 5 mil anos A.P. até os dias atuais) é mais estável e tende a ter um padrão mais úmido.

Portanto, observa-se que nessa escala de resolução a variação da Zona de Convergência do Atlântico Sul é pequena. Mas pode-se sugerir que a Zona de Convergência do Atlântico Sul foi gradativamente sendo mais reforçada ao longo do Holoceno. Isso proporcionou que ao longo desse intervalo houvesse uma maior ocorrência de contextos mais úmidos que transformaram paulatinamente o paleoambiente de acordo com essas novas condições ambientais.

Esse entendimento pode ser corroborado a partir da comparação dos dados das figuras 49 e 50 com dados disponíveis para a insolação durante o Holoceno. Um padrão de cores principais foi elencado (vermelho para muito árido; laranja para aridez amena; azul escuro para muito úmido e azul claro para umidade amena) e suas ocorrências foram contabilizadas para os dois tipos de ZACS identificados (tabela 19). Os resultados dessa contabilização e a sua comparação com padrões de insolação holocênicos podem ser visualizados na figura 51

Pode-se notar que, de modo geral, o padrão de aridez e umidade acompanham o padrão de insolação. Assim, a aridez e a insolação diminuem ao longo do Holoceno e apresentam um leve aumento nos períodos mais atuais. Pode-

se perceber que, conseqüentemente, contextos mais úmidos são mais observados no tempo recente. Isso corrobora a ideia de que a ZACS foi paulatinamente reforçada ao longo do Holoceno impactando positivamente o Sistema de Monções da América do Sul.

Afim de corroborar esses resultados, esses dados também foram comparados com dados isotópicos de espeleotemas ($\delta^{18}\text{O}$) apresentados por Bernal *et al.* (2016) para a localidade Botuverá em Santa Catarina. Pode-se notar que todos os parâmetros apresentados na já referida figura 68 demonstram o mesmo comportamento durante o Holoceno e confirmam cenários mais úmidos para um *range* temporal mais recente, sobretudo nos últimos 5 mil anos A.P.

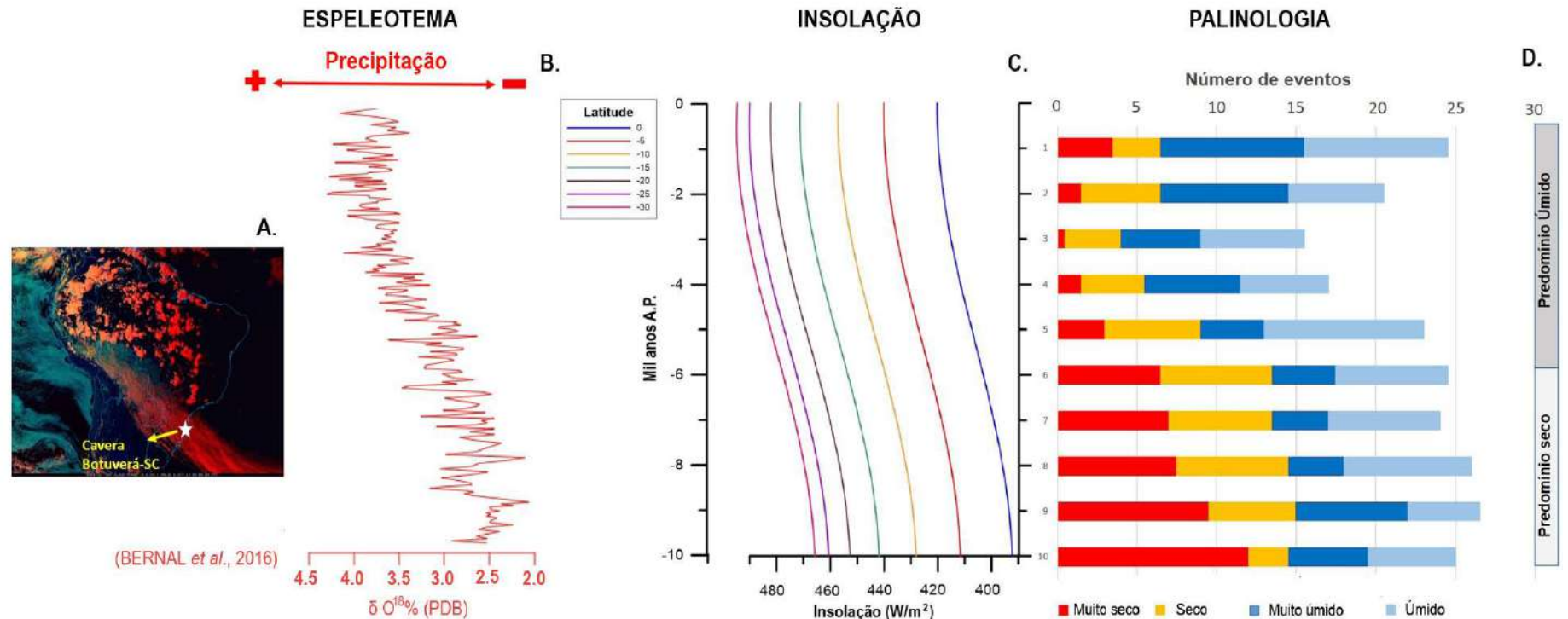
Tabela 25 - Tabela Esquema de resultados da contabilização das condições climáticas do Holoceno

Períodos (mil anos A.P.)	ZCAS Tipo I (Ocorrência de Cores)				ZCAS Tipo II (Ocorrência de Cores)				Total (Tipo I + Tipo II)			
	Vermelho	Laranja	Azul Escuro	Azul Claro	Vermelho	Laranja	Azul Escuro	Azul Claro	Vermelho	Laranja	Azul Escuro	Azul Claro
0 a 1	3	1	7	8,5	0,5	2	2	0,5	3,5	3	9	9
1 a 2	1,5	3	6	6	0	2	2	0	1,5	5	8	6
2 a 3	0,5	2,5	4,5	6,5	0	1	0,5	0	0,5	3,5	5	6,5
3 a 4	0,5	2	5,5	5,5	1	2	0,5	0	1,5	4	6	5,5
4 a 5	0,5	3	4	8,5	2,5	3	0	1,5	3	6	4	10
5 a 6	4,5	3	4	5	2	4	0	2	6,5	7	4	7
6 a 7	5	3,5	2,5	4	2	3	1	3	7	6,5	3,5	7
7 a 8	4,5	4	1,5	5	3	3	2	3	7,5	7	3,5	8
8 a 9	6	3	3	3	3,5	2,5	4	1,5	9,5	5,5	7	4,5
9 a 10	8	1	2	3	4	2,5	3	2,5	12	2,5	5	5,5

Legenda: Esquema de contabilização das ocorrências climáticas segundo padrões de condições climáticas traduzidas em cores observadas para a ZACS Tipo I e II demonstrados nas figuras 63 e 64.

Fonte: A Autora, 2020.

Figura 51 - Padrão de insolação e padrão dos dados climáticos da regiões Sul e Sudeste do Brasil



Legenda: Comparação entre o padrão de insolação para o Holoceno, dados de espeleotemas e dados paleoclimáticos obtidos para as regiões de abrangência da ZACS Tipo I e Tipo II. Percebe-se uma equivalência do comportamento das curvas nas duas partes da imagem. (A). Representa a localidade Botuverá (SC) de onde são oriundos os dados apresentados na figura B. (B). Essa figura foi modificada de Bernal *et al.* (2016) e demonstra os dados de isótopos de espeleotemas para os últimos 10 mil anos A.P. mostrando que houve um aumento da precipitação ao longo do Holoceno, sobretudo no Megalayano. (C). Representa os valores de insolação para os últimos 10 mil anos A.P. para diferentes latitudes. (D). Representa o padrão de umidade e aridez para os últimos 10 mil anos A.P. para as regiões Sul e Sudeste do Brasil e os comportamentos médios da ZACS.

Fonte: A Autora, 2020 .

8.5 Outras implicações paleoclimáticas supra-regionais no Holoceno

Uma das questões que são exaustivamente estudadas na América do Sul é aquela relativa a dinâmica climática que envolve a Bacia Amazônica com as demais regiões do território sul-americano, sobretudo as regiões sul e sudeste do Brasil. Esse tema é alvo de profundos debates na literatura e ensejou a feitura de um artigo, que ainda está em vias de publicação, com a minha participação em colaboração com vários coautores. Os *insights* fornecidos por este trabalho podem ser aplicáveis preliminarmente a esta tese e serão abordados ao longo de um tópico específico deste item.

Além disso, outras hipóteses relacionadas ao paleoclima da Amazônia também foram aventadas diante de possíveis comportamentos anômalos da ZACS que não foram inicialmente previstos. Tais considerações também serão resumidamente apresentadas ainda neste item.

Diante de tal importância temática, é necessário realizar breves comentários sobre a região amazônica e conjugar essas novas informações com os dados e hipóteses levantados neste trabalho. Tal ação pode ajudar a esclarecer, mesmo que superficialmente, alguns pontos que ainda se encontram em aberto nesta tese.

8.5.1 A construção de índices paleoclimáticos e seus efeitos para a interpretação do clima e dos movimentos migratórios humanos no Holoceno

Os estudos paleoclimáticos do interior do território brasileiro são relativamente recentes. De acordo com Kramer e Stevaux (2001), eles se concentram mais na zona costeira. O interior só teria começado a ser estudado a partir da década de 90 do século passado.

Assim como nas outras regiões já abordadas nesse trabalho (região sul e sudeste do Brasil) a região amazônica não possui um consenso direto sobre o paleoclima dos últimos 10 mil anos que possa ser extrapolado a nível regional. Existem, no entanto, diversos trabalhos isolados que, analisados em conjunto, podem trazer um panorama da dinâmica paleoclimática desses locais. No momento

não há qualquer trabalho que busque integrar a maioria dos dados paleoclimáticos de localidades isoladas dentro da região amazônica.

A partir dessa dificuldade, foi construído um artigo que apresenta uma alternativa para entender essa dinâmica climática da Amazônia ao longo do tempo. A alternativa apresentada foi a elaboração do índice AME (*Amazon Holocenic Drought Index*) que tem por finalidade servir de base para comparações de investigações climáticas. Uma dessas investigações consiste em fornecer bases para a compreensão da dinâmica das grandes secas do Nortegripiano que atingiram essa região e conseqüentemente também atingiram a região sul e sudeste do Brasil (EVANGELISTA *et al.*, em preparação).

Pode-se demonstrar que o AME permite observar o comportamento da média do regime hidrológico da Bacia Amazônica nos últimos 10 mil anos. Dessa forma, conseguiu-se a detecção de fases secas e úmidas bem definidas. Houve a predominância de regimes mais úmidos entre 10 e 8 mil anos A.P. e nos últimos 4 mil anos A.P. Também houve um regime árido entre 5 e 7 mil anos A.P.

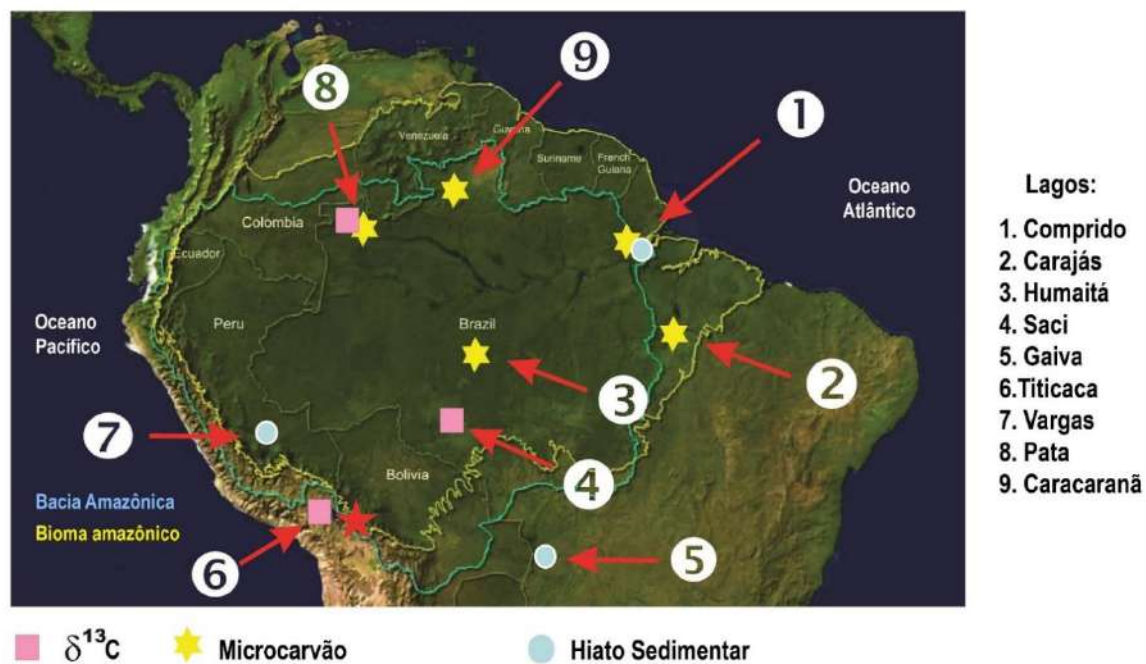
Esses dados podem ser observados na tabela 20 e figura 42 a 54 dispostas a seguir

Tabela 26 - Dados das localidades utilizadas para a feitura do AME

Localidade	Latitude	Longitude	Elevação	Conexões sistemas fluviais	Município	Estado	País	Proxy	Referências
Lago Comprido	02°12' S'	53°54' O	0 m	Semi-isolado do Rio Amazonas	Tapauá	Amazonas	Brasil	Microcarvão	Moreira et al., 2013
Carajás	5°50'S	49°30' O	800 m	Isolado	Paraupébas	Pará	Brasil	Microcarvão	Cordeiro et al., 2008
Humaitá	8°10'S	63°46' OO	0 m	Isolado	Humaitá	Rondônia	Brasil	Microcarvão	Cordeiro et al., 2014
Lago Saci	9°7' S" S	56°16' 3.18" O	185 m	Isolado	Alta Floresta	Pará	Brasil	δ 13C	Fontes et al., 2017
La Gaiba	17°45'S	57°52' O	90 m	Conectado com o Rio Paraguai e Grande Rio Corixo	Não Informado	Angel Sandoval	Bolívia	Hiato sedimentar	Power iet al., 2016
Lago Titicaca	16°S	69°O	3.800 m	Isolado	Não informado	Não Informado	Peru/Bolívia	δ 13C	Tapia et al., 2003
Lago Vargas	12,5°S	69°O	Não informado	Não Informado	Distrito dos Lagos (Puerto Maldonado)	Madre de Dios/Província de Tambopata	Peru	Hiato Sedimentar	Bush et al., 2007
Lagoa da Pata	17°09' N	66° 40' 36"O	360 m	Isolado	Morro dos seis Lagos/ São Gabriel da Cachoeira	Amazonas	Brasil	δ 13C e microcarvão	Cordeiro et al., 2011
Lago Caracaranã	3°51' N	59°48' O	100 m	Isolado	Normandia	Roraima	Brasil	Microcarvão	Cordeiro et al., 2014

Fonte: A Autora, 2020.

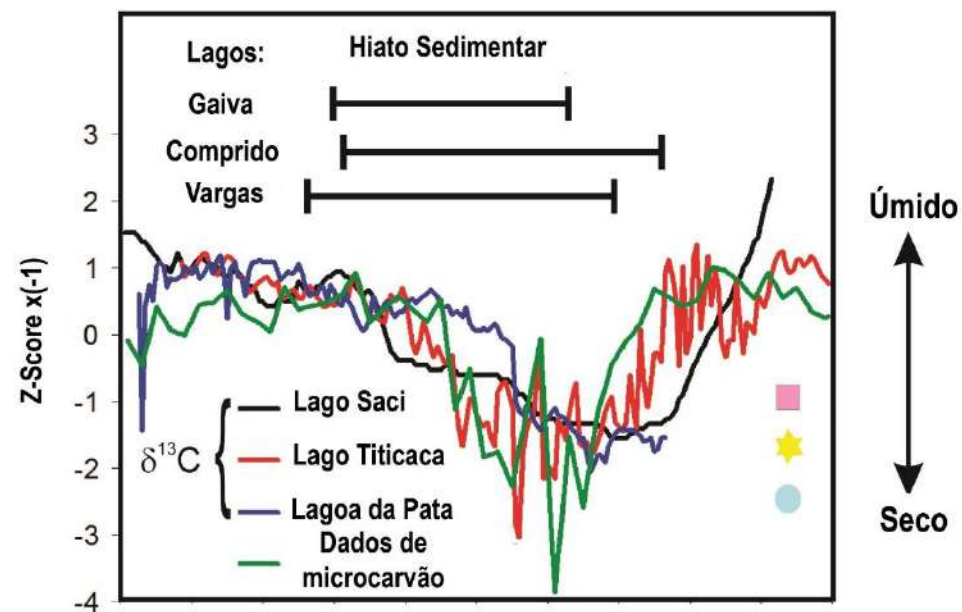
Figura 52 - Mapa das localidades utilizadas para a feitura do AME



Legenda: Mapa contendo as localidades elencadas para o estudo. Quadrado cor de rosa correspondem a dados de $\delta^{13}\text{C}$, estrelas amarelas correspondem a dados de microcarvão e bolas azuis correspondem ao hiato de sedimentação. Números indicam as localidades dispostas no Mapa. A estrela vermelha indica a localidade Ilimani. Contorno azul claro indica a extensão da Bacia Amazônica. Contorno amarelo indica o Bioma amazônico.

Fonte: A Autora, 2020.

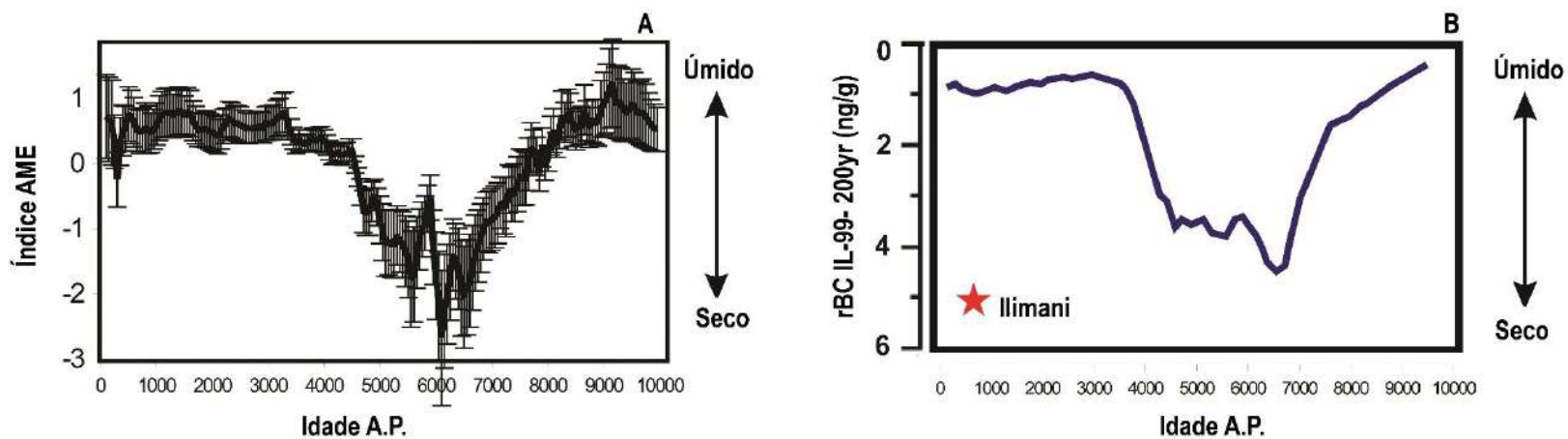
Figura 53 - Dados de isótopos e microcarvão das localidades utilizadas para feitura do AME



Legenda: Dados normalizados z-score de $\delta^{13}\text{C}$ e microcarvão. Cada curva é relativa a valores de $\delta^{13}\text{C}$ e de microcarvão para cada localidade (preto para o Lago Saci; vermelho para o Lago Titicaca; roxo para Lagoa da Pata e verde para todos os dados de microcarvão). Há também a representação de hiatos de sedimentação (em média de 3 a 7 mil anos A.P.) derivados de outros estudos e que representam o déficit hidrológico na Bacia Amazônica e que também correspondem a períodos secos prolongados.

Fonte: A Autora, 2020.

Figura 54 - Índice AME e Comparação com outros dados



Legenda: Comparação entre o índice AME e outros dados paleoclimáticos. (A). Representa o índice AME em si para os últimos 10 mil anos e com indicação de valores que correspondem a situações úmidas e áridas. (B). Gráfico representando o comportamento de Black Carbon de Nevada Ilimani para os últimos 10 mil anos A.P.

Fonte: A Autora, 2020.

Os autores (EVANGELISTA *et al.*, em preparação) elencam ainda vários outros eventos locais que podem influenciar o AME como as explosões vulcânicas e o ENSO. Contudo esses dois eventos não serão abordados neste trabalho uma vez que os papéis desempenhados por esses eventos ainda permanece controverso na literatura.

Como já foi dito anteriormente em outro momento neste item, um dos grandes elementos influenciadores do clima da Amazônia é a variação da posição média da ZCIT. Evangelista *et al.* (em preparação), relatam que entre 10 e 8 mil anos A.P. a ZCIT tinha uma expansão maior e isso pode promover condições úmidas para uma vasta região entre a Bacia Amazônica e a Bacia Cariaco. A permanência da ZCIT mais ao norte durante o Nortegripiano trouxe um grande impacto no regime hidrológico como já pode ser visto anteriormente. Durante esse range temporal, principalmente entre 7 e 4 mil anos A.P. o hemisfério norte passou por um período climático ótimo causado por esse posicionamento mais ao norte da ZCIT. Isso poderia ter resultado na fase seca da Bacia Amazônica. Entre 4 e 2 mil anos A.P. a região de abrangência da ZCIT diminuiu e isso pode promover condições úmidas para uma região mais restrita somente a Bacia Amazônica. Essas variações todas parecem acompanhar o padrão de variabilidade de insolação pelos últimos 10 mil anos A.P. que foi gradativamente diminuindo do Groelândiano até o Megalayano.

Como pode ser visto anteriormente, o cenário de aridez da Bacia Amazônica afetou o Sistema de Monções da América do Sul. Isso ocorreu uma vez que houve o enfraquecimento da ZACS cuja umidade é altamente dependente do fornecimento de umidade da ZCIT que, por sua vez, é proveniente da reciclagem da água da Bacia Amazônica. É necessário reforçar que a ZCIT e a ZACS são sistemas atmosféricos acoplados que constituem a maior parte dos componentes do SMAS. Juntos eles compreendem um circuito onde a água evaporada da superfície do mar no oceano atlântico equatorial é transportada ao longo da Bacia Amazônica que então é reciclada pela floresta, pântanos e rios e assim ela é redirecionada para o oceano atlântico sul. O enfraquecimento desse sistema pode trazer uma dimensão maior de entendimento dos regimes de seca que acabam atingindo o Sudeste, Sul e Central do Brasil e a inda atingir países como Peru, Bolívia, Paraguai, Uruguai e parte da Argentina.

A partir desses dados paleoclimáticos é possível fazer inferências sobre o impacto desses eventos de seca generalizada nas migrações humanas ao longo do

território da América do Sul que já foram devidamente documentadas na literatura (SIFEDDINE *et al.*, 2014).

Evangelista *et al.* (em preparação) fizeram considerações sobre os movimentos migratórios pretéritos a partir de apontamentos de Noelli (1998), Walker *et al.* (2012), Bonomo *et al.* (2015) e Iriarte *et al.* (2017). Segundo esses autores, as populações da etnia Guarani da Amazônia começaram a estabelecer rotas migratórias através de corpos d'água (sobretudo rios) a partir de 5 mil anos A.P. Essas populações podem ter começado a atingir a zona costeira do sul e sudeste brasileiro por volta de 3 a 2 mil anos A.P. No mesmo diapasão, entre 7 e 4 mil anos houve o grande episódio de seca típico do Nortegripiano que já foi citado anteriormente também provocaram uma ausência de registros arqueológicos na região Central do Brasil (Hiato do Arcaico) que podem estar relacionados a movimentos migratórios dessas populações interioranas para as regiões costeiras (SIFEDDINE *et al.*, 2014).

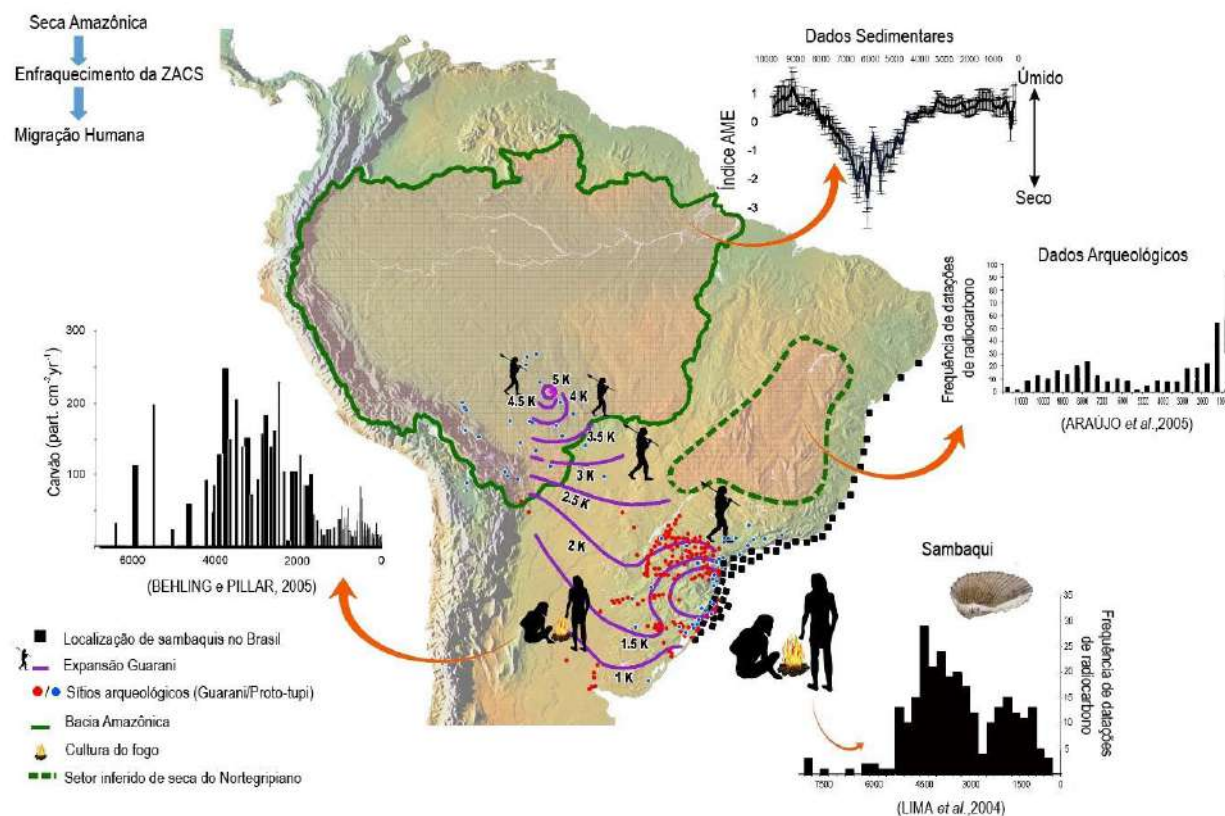
Todos esses movimentos migratórios de seres humanos podem ter relação com toda a evolução das sociedades sambaquieiras desde o início de seus assentamentos até o seu colapso. O início desses assentamentos, datados em sua grande maioria no Nortegripiano, poderia estar relacionado com o movimento de populações interioranas que pretendiam escapar do rigor das secas prolongadas típicas desse range temporal em direção a zonas costeiras. Ao mesmo tempo, existem hipóteses que conjugam o aceleração do colapso dessas sociedades sambaquieiras com a chegada da etnia Guarani provenientes da Amazônia durante as épocas mais recentes do Megalayano (LIMA *et al.*, 2004; SIFEDDINE *et al.*, 2014; EVANGELISTA *et al.*, em preparação). Essas inferências elencadas ainda devem ser mais estudadas uma vez que são de difícil comprovação.

O AME demonstra que as condições áridas começaram a ocorrer a partir de 8 mil anos A.P. Apesar disso, os dados arqueológicos da expansão das etnias amazônicas e do Brasil central demonstram que os movimentos migratórios só começaram algum tempo depois, entre 6 e 5 mil anos A.P. Essa aparente demora de resposta diante das condições climáticas adversas demonstram que essas populações humanas foram bastante resilientes a mudanças climáticas. Tal resiliência poderia se apoiar a práticas culturais de sobrevivência que podem variar em diferentes etnias. Outra inferência possível de ser levantada está relacionada com a própria resiliência das formações vegetais da Bacia Amazônica diante das

mudanças climáticas que já foi citada em tópicos anteriores. Isso poderia ter atrasado um pouco essas ondas migratórias ao longo do território sul-americano (EVANGELISTA *et al.*, em preparação).

A compilação dessas informações e inferências pode ser observada na figura 55.

Figura 55 - Descrição dos Impactos Climáticos Holocênicos para a América do Sul



Legenda: Descrição dos Impactos climáticos nas migrações humanas no Nortegripiano Modificada de Evangelista *et al.* (em preparação). Linhas pontilhadas limitam um setor árido inferido para o Holoceno de acordo com Araújo *et al.* (2005). Linhas grossas indicam dados de regiões com condições secas obtidas por registros sedimentares e inferidas por dados arqueológicos segundo Araújo *et al.* (2005). Quadrados indicam sítios de sambaquis na zona costeira de acordo com Lima *et al.* (2004). Linhas roxas demonstram a sequência de eventos de seca na América do Sul de acordo com rotas de migrações humanas proposta por Iriarte *et al.* (2017) e Behling e Pillar (2007). Círculos azuis e vermelhos representam sítios arqueológicos de origem Guarani ou Proto-Tupi (IIRIATÉ *et al.*, 2017). Ícones de fogueira representam locais onde existiam assentamentos humanos que utilizavam a cultura do fogo. Gráficos representam a origem dos dados utilizados.

Fonte: A Autora, 2020.

8.5.2 Comparação paleoclimática entre Regiões Sul e Sudeste com a região da Bacia Amazônica

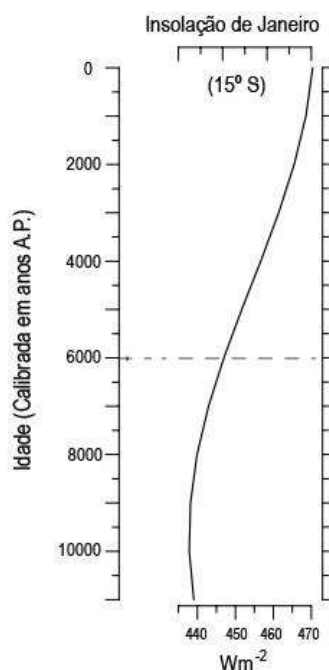
A partir do entendimento já consolidado na literatura de que a ZCIT e a ZACS ocorrem de forma acoplada, é possível lançar um olhar mais atento sobre os contextos paleoclimáticos holocênicos sobre a região Norte (entendida como Amazônia *latu sensu*) e as regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Como essas três regiões aparecem de forma interligada era de se esperar que todas elas apresentassem cenários paleoclimáticos semelhantes em termos de condições de umidade e aridez. Contudo, essa expectativa não se concretiza para todo o Holoceno.

Os dados apresentados nesse estudo demonstram que, de forma geral, durante o Groelândiano, a Bacia Amazônica apresentou um clima mais úmido. Em contrapartida, as regiões Sul e Sudeste do Brasil apresentaram contextos de aridez intensa. Isso vai de encontro ao esperado uma vez que as regiões sul e sudeste deveriam acompanhar a conjuntura úmida da Amazônia. No intuito de compreender o “destino” da umidade amazônica, podem se levantar algumas hipóteses.

Uma das hipóteses para uma maior aridez para as regiões sul e sudeste no range temporal em questão estaria atrelada ao padrão de insolação observado ao longo do Holoceno. Mayle e Power (2008) demonstraram em seus estudos que o padrão de 15°S era muito mais elevado entre 10 e 8 mil anos A.P. como pode ser evidenciado na figura 56 Isso pode ter contribuído para um menor transporte de umidade da região amazônica para o sul e sudeste brasileiros. Esse fator ainda pode ter se somado a outras condições de larga escala que ainda precisam ser cuidadosamente avaliadas.

Figura 56 - Padrão de Insolação no Holoceno



Legendas: Padrão de insolação ao longo do Holoceno para a latitude 15°S demonstrando que houve uma menor intensificação desse padrão ao longo do Holoceno.

Fonte: Modificado de Mayle e Power (2008).

Uma dessas condições poderia ser um novo posicionamento ainda mais ao sul do que a ZACS tipo II que já foi apresentada nesse trabalho. Ela poderia estar mais ativa em uma região próxima a Bacia do Prata na região do Uruguai. Tal comportamento anômalo é bem incomum, mas pode eventualmente acontecer. Para corroborar esta hipótese seriam necessários mais estudos paleoclimáticos nessa nova região de abrangência.

Rodrigues (2011) já assinalou a conexão existente entre fenômenos hidrológicos de grande porte da Bacia Amazônica e região da Bacia do Prata. Segundo este autor, essa região possui uma importante atividade hidrológica uma vez que nela ocorre a formação de frentes frias (durante o outono e inverno) e também o fortalecimento dos sistemas de ciclones. Isso acontece primordialmente pelo encontro das massas de ar tropical conjuntamente com a convergência do ar oriundo da costa atlântica. Durante o verão as frentes frias possuem maior velocidade e a região do Rio do Prata passa a ter maiores taxas de precipitação devido ao aumento de intensidade dos sistemas de convecção formados sobre a Depressão do Chaco. Isso tudo também pode estar relacionado com a formação de uma zona de confluência de ventos chamada *Subtropical Shelf Front* (STSF) cujo

impacto na Bacia do Prata foi alvo de investigação a partir *proxies* geoquímicos (BENDER *et al.*, 2013). Ressalta-se que essa dinâmica não será abordada nesse estudo, mas tais ocorrências podem estar relacionadas com todos esses eventos paleoclimáticos no Holoceno outrora citados.

Novos estudos de compreensão dessa dinâmica poderiam corroborar a existência de um terceiro tipo de ZACS (ZACS tipo III). Caso seja corroborada, essa nova informação poderia agregar novos entendimentos sobre as dinâmicas climáticas do Holoceno e embasar novos trabalhos.

Já nos ranges temporais seguintes, Nortegripiano e Megalayano, é possível observar uma relativa concordância de cenários paleoclimáticos para as três regiões (sul, sudeste e Bacia Amazônica).

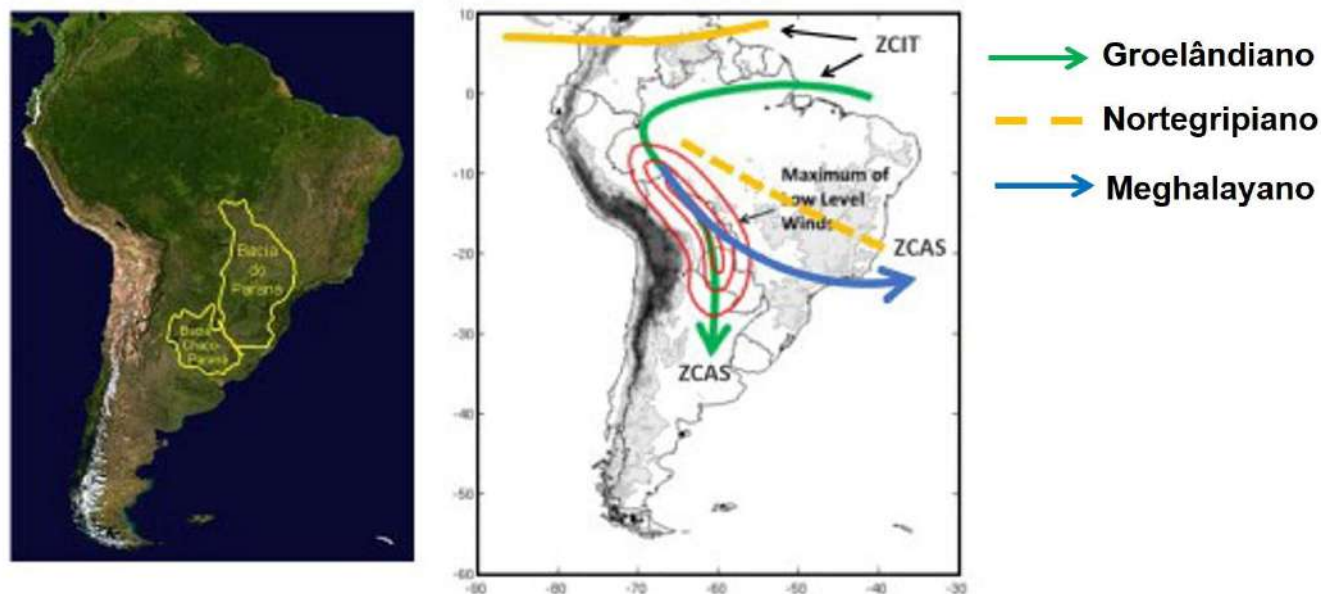
Os dados obtidos do Nortegripiano do sul e sudeste demonstram situações híbridas de umidade e aridez. Ao mesmo tempo, as informações da região amazônica demonstram também um contexto mais árido do que o período anterior.

É necessário dizer que essa situação híbrida de umidade e aridez típicas do Nortegripiano do sul e sudeste brasileiro pode ser explicada por diferentes causas. O contexto mais árido poderia ser explicado pelo posicionamento mais ao norte da ZCIT já citado anteriormente. Enquanto isso, as condições úmidas poderiam ainda ocorrer, mesmo que com menor intensidade, uma vez que as regiões costeiras apresentam outros sistemas climáticos envolvidos além do transporte de umidade amazônico. Como exemplo pode-se citar as ações das frentes frias atlânticas e o Sistema de Alta do Atlântico. Isso poderia fazer um leve incremento do padrão de chuva nesses locais.

Já o Megalayano apresenta uma total concordância de cenários paleoclimáticos para as três regiões. Isso poderia indicar um reforço positivo da atividade do Sistema de Monções da América do Sul em todas as três regiões.

Essa proposta de dinâmica do paleoclima holocênico pode ser evidenciado na figura 57. .

Figura 57 - Diferentes comportamentos espaciais da ZACS ao longo do Holoceno



Legenda: Exemplificação dos cenários paleoclimáticos ao longo do Holoceno para a América do Sul. a. Localização da Bacia do Paraná e a do Chaco-Paraná. b. Exemplos dos principais elementos paleoclimáticos envolvidos. Linha contínua amarela indica a posição da ZCIT. Setas pretas indicam os limites de abrangência da ZCIT. Linha verde indica o movimento do transporte de umidade no Groelândiano e a possível posição da ZACS para este período. Linha pontilhada amarela indica a posição da ZACS para o Nortegripiano. Linha azul indica o movimento de transporte de umidade da ZACS para o Meghalayano. Destaques em vermelho representam uma zona de Máximo de Ventos de Baixos Níveis.

Fonte: A Autora, 2020

8.6 Identificação taxonômica das amostras

Os 2.243 exemplares foram identificados taxonômicamente após a fase de preparo que incluiu a triagem e limpeza. Os principais grupos identificados foram os moluscos, principalmente bivalves e secundariamente gastrópodes, além de evidências de vertebrados como pedaços de osso e vértebras.

Foram identificados 35 táxons de moluscos (gastrópodes e bivalves) diferentes, sendo que no Rio de Janeiro há a ocorrência de 19 táxons e em Santa Catarina há a ocorrência de 20 táxons. Além dos táxons, no Rio de Janeiro (sítio do Sambaqui do Forte - Duna) foram coletados artefatos arqueológicos. Eles consistem em blocos de quartzo metamorfizado que parecem terem sido retrabalhados por ação humana.

A seguir estão dispostas tabelas (21 a 36) relacionando os sítios, localidade, profundidade da camada, táxon, a quantidade de indivíduos encontrados, hábito de vida, tipo de ambiente, seu uso antropológico e referências. A identificação dos táxons foi baseada no trabalho de Souza *et al.* (2011).

Tabela 27 - Ocorrências de gastrópodes do sambaqui do Forte

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente
<i>Cerithium atratum</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Gastrópode	2	Substrato arenoso, lodosos e sobre conchas quebradas	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Cymatium martirianum</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Gastrópode	1	Substratos rochosos, em regiões entremarés até 65 m de profundidade	Marinho	Alimentação; isca para pesca	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Cymatium parthenopeum</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Gastrópode	1	Substratos rochosos, em regiões entremarés até 65 m de profundidade	Marinho	Alimentação; isca para pesca	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Diodora sp.</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Gastrópode	1	Zona entremarés, sobre rochas	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Polinices hepaticus</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Gastrópode	1	Fundos arenosos até 15 metros de profundidade	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Siratus senegalensis</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Gastrópode	1	Fundos arenosos em regiões entremarés	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Taumastus sp.</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Gastrópode	1	NDD	Terrestre	Desconhecido	NDD	WORMS; MolluscaBase

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 28 - Ocorrências de bivalves do sambaqui do Forte

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente
<i>Anadara notabilis</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Bivalve	6	Infralitoral de 0,3 a 75 m de profundidade, em fundos arenosos e lodosos	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Bivalve	9	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Chione cancellata</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Bivalve	1	Região entremarés até 140 m. Vive em substratos arenosos, arenolodosos e em areia entre rochas	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Ostrea</i> sp. Morfotipo 7	Forte	Superfície	Cabo Frio	Bivalve	1	NDD	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Ostreae</i> sp. Morfotipo 8	Forte	Superfície	Cabo Frio	Bivalve	1	Sobre rochas, em regiões entremarés	Marinho	NDD	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Phacoides pectinatus</i>	Forte	Superfície	Cabo Frio	Bivalve	6	Substratos arenosos e arenolodosos	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
Fragmentos de bivalves	Sambaqui do Forte	Superfície	Cabo Frio	Bivalve	4	NDD	Marinho	NDD	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 29 - Ocorrências do sambaqui do Forte (duna)

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente
<i>Anadara notabilis</i>	Forte	Duna	Cabo Frio	Bivalve	16	Infralitoral de 0,3 a 75 m de profundidade, em fundos arenosos e lodosos	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	Forte	Duna	Cabo Frio	Bivalve	1	Substratos duros, rochas e aderida a raízes <i>Rhizophora mangle</i> , em regiões entre-marés até 50 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Felaniella vilardeboana</i>	Forte	Duna	Cabo Frio	Bivalve	1	Substratos arenosos, de 25 até 77m de profundidade	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Phacoides pectinatus</i>	Forte	Duna	Cabo Frio	Bivalve	1	Substratos arenosos e arenolodosos	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 30 - Ocorrências do sambaqui Beirada

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Beirada	NDD	Saquarema	Bivalve	16	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Donax hanleyanus</i>	Beirada	NDD	Saquarema	Bivalve	1	Zona entremarés de praias arenosas	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Mesodesma mactroides</i>	Beirada	NDD	Saquarema	Bivalve	1	Fundos arenosos, em regiões entremarés	Marinho	Alimentação; Isca	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Phacoides pectinatus</i>	Beirada	NDD	Saquarema	Bivalve	9	Substratos arenosos e areno-lodosos	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
Fragmentos (<i>Phacoides pectinatus</i> ?)	Beirada	NDD	Saquarema	Bivalve	3	NDD	NDD	NDD	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 31 - Ocorrências sambaqui Guaratiba 1

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Guaratiba 1	NDD	Guaratiba	Bivalve	15	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Phacoides pectinatus</i>	Guaratiba 1	NDD	Guaratiba	Bivalve	1	Substratos arenosos e areno-lodosos	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Tellina sp.</i>	Guaratiba 1	NDD	Guaratiba	Bivalve	2	Fundos arenosos, até 100 m de profundidade	Marinho	Desconhecido	Rios, 1985; Souza <i>et al.</i> , 2011;	WORMS; MolluscaBase
Fragmentos de bivalve	Guaratiba 1	NDD	Guaratiba	Bivalve	4	NDD	NDD	NDD	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 32 - Ocorrências sambaqui Guaratiba 2

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Guaratiba 2	NDD	Guaratiba	Bivalve	9	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Phacoides pectinatus</i>	Guaratiba 2	NDD	Guaratiba	Bivalve	2	Substratos arenosos e areno-lodosos	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 33 - Ocorrências do sambaqui Geribá

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente
<i>Olivacillaria sp.</i>	Geribá	NDD	Búzios	Gastrópode	1	Substratos arenosos em águas rasas	Marinho	Alimentação/Adorno	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
Fragmentos de bivalves	Geribá	NDD	Búzios	Bivalve	3	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 34 - Ocorrências do sambaqui Cabeçuda (150 cm)

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Uso Antropológico	Ambiente	Referência	Referência do Ambiente	Observação
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Cabeçuda	150 cm	Laguna	Bivalve	43	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade/	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Cabeçuda	150 cm	Laguna	Bivalve	93	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Juvenis
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Cabeçuda	150 cm	Laguna	Bivalve	29	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Juvenis fragmentados
<i>Tivela sp.</i>	Cabeçuda	150 cm	Laguna	Bivalve	3	Vive em fundos arenosos, até 20 m	Artesanato/Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Tivela sp.</i>	Cabeçuda	150 cm	Laguna	Bivalve	14	Vive em fundos arenosos, até 20 m	Artesanato/Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Fragmentos
<i>Ostrea sp.</i>	Cabeçuda	150 cm	Laguna	Bivalve	1	NDD	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Fragmentos
Morfotipo 4 - <i>Iphigenia sp.</i> (?)	Cabeçuda	150 cm	Laguna	Bivalve	1	Região entremarés de praias arenosas, arenolamosas e estuários. Enterrada a cerca de 20 cm de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
Morfotipo 5 - <i>Donax sp.</i> (?)	Cabeçuda	150 cm	Laguna	Bivalve	1	Região entremarés de praias arenosas	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
Fragmentos de osso/vértebras	Cabeçuda	150 cm	Laguna	NDD	4	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD
Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Uso Antropológico	Ambiente	Referência	Referência do Ambiente	Observação
Fragmentos de conchas não identificados	Cabeçuda	150 cm	Laguna	Bivalve	191	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 35 – Ocorrências do sambaqui Cabeçada (80-90 cm)

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Uso Antropológico	Ambiente	Referência	Referência do Ambiente	Observação
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Cabeçada	80-90 cm	Laguna	Bivalve	36	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade/	Alimentação	Mari nho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Cabeçada	80-90 cm	Laguna	Bivalve	126	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Mari nha	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Juvenis
<i>Phacoides pectinatus</i>	Cabeçada	80-90 cm	Laguna	Bivalve	3	Vive em substratos arenosos e arenolodosos	Alimentação	Mari nha	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Fragmentos
<i>Tivela isabeleana</i>	Cabeçada	80-90 cm	Laguna	Bivalve	11	Fundo arenoso de 10 a 55 m de profundidade	Artesanato	Mari nha	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Fragmentos
Fragmentos de conchas não identificados	Cabeçada	80-90 cm	Laguna	Bivalve	87	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 36 - Ocorrências do sambaqui Cabeçuda (40-50 cm) (Continua)

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente	Observação
<i>Cymatium</i> sp.	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	Gastropode	1	NDD	Marinho	NDD	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	Bivalve	98	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	Bivalve	6	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Juvenis
Morfotipo 1 - <i>Puberella pubera</i> (?)	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	Bivalve	2	Substratos arenosos de 5 a 55 m de profundidade	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
Morfotipo 2 - <i>Tivella</i> sp. (?)	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	Bivalve	3	Fundos arenosos, em águas rasas	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
Morfotipo 3 - <i>Picatula</i> sp. (?) ou <i>Felaniella</i> sp. (?)	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	Bivalve	3	Fundos rochosos, sobre conchas mortas e agregações calcáreas/ Substratos arenosos de 25 a 77 m de profundidade	Marinho	Desconhecido	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Fragmentos

Tabela 37 - Ocorrências do sambaqui Cabeçuda (40-50 cm) (Conclusão)

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente	Observação
<i>Ostrea</i> sp. (fragmentos)	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	Bivalve	1	NDD	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Ostrea cristata</i> (fragmento)	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	Bivalve	1	Sobre algas calcáreas e substratos duros de 35 a 75 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
Fragmentos de osso	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	Vertebrado	7	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD
Fragmentos de conchas não identificados	Cabeçuda	40-50 cm	Laguna	NDD	125	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 38 – Ocorrência do sambaqui Carniça 1 (190-220 cm)

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Uso Antropológico	Ambiente	Referência	Referência do Ambiente	Observação
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Carniça 1	190-220 cm	Laguna	Bivalve	123	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Carniça 1	190-220 cm	Laguna	Bivalve	41	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Juvenis
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Carniça 1	190-220 cm	Laguna	Bivalve	92	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Fragmentos
<i>Tivela isabeleana</i>	Carniça 1	190-220 cm	Laguna	Bivalve	4	Fundos arenosos, de 10 a 55 m	NDD	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
Fragmentos de conchas Não identificados	Carniça 1	190-220 cm	Laguna	Bivalve	109	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD
<i>Cerithium sp.</i>	Carniça 1	190-220 cm	Laguna	Gastrópode	1	Substratos arenosos lodosos, lodosos e rochosos em regiões entremarés até 80 m de profundidade	Desconhecido	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
Vértebras	Carniça 1	190-220 cm	Laguna	NDD	3	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 39 – Ocorrências do sambaqui Carniça 1 (30-40 cm) (Continua)

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Uso Antropológico	Ambiente	Referência	Referência do Ambiente	Observação
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Carniça 1	30-40 cm	Laguna	Bivalve	155	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Carniça 1	30-40 cm	Laguna	Bivalve	180	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Juvenis
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Carniça 1	30-40 cm	Laguna	Bivalve	9	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Juvenis fechados
<i>Tagelus plebeius</i>	Carniça 1	30-40 cm	Laguna	Bivalve	1	Fundos arenosos, areno-lodosos e em desembocadura de rios, até 10 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Fragmentos “Unha de Velha”
<i>Protothaca pectorina</i>	Carniça 1	30-40 cm	Laguna	Bivalve	1	Região entremarés e em pequenas profundidades de praias arenosas, com energia moderada a baixa	Desconhecido	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	Fragmentos

Tabela 40 – Ocorrências do sambaqui Carniça 1 (30-40 cm) (Conclusão)

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Uso Antropológico	Ambiente	Referência	Referência do Ambiente	Observação
<i>Cerithium atratum</i>	Carniça 1	30-40 cm	Laguna	Gastrópode	2	Substratos arenosos lodosos, lodosos e rochosos em regiões entremarés até 80 m	Desconhecido	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Nassarius sp.</i>	Carniça 1	30-40 cm	Laguna	Gastrópode	12	Substratos lodosos e arenosos, em águas salobras; interface terra-água em lagoas lamacentas	Desconhecido	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
Fragmentos de conchas	Carniça 1	30-40 cm	Laguna	NDD	217	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD
Fragmentos de conchas	Carniça 1	30-40 cm	Laguna	NDD	123	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	Charneiras

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 41 – Ocorrências do sambaqui Carniça 3

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Uso Antropológico	Ambiente	Referência	Referência do Ambiente	Observação
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Carniça 3	Superfície	Laguna	Bivalve	21	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 42 – Ocorrências do Sambaqui Perrixil- (100 cm e 330 cm)

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Ambiente	Uso Antropológico	Referência	Referência do Ambiente	Observação
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Perrixil	100 cm	Laguna/ Perrixil	Bivalve	55	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	Perrixil	330 cm	Laguna/ Perrixil	Bivalve	16	Praias lamosas dentro de baías ou estuários e em regiões entremarés até 5 m de profundidade	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Phacoides pectinatus</i>	Perrixil	330 cm	Laguna/ Perrixil	Bivalve	4	Substratos arenosos e areno-lodosos	Marinho	Alimentação	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 43 – Ocorrências do sambaqui Garopaba do Sul

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Uso Antropológico	Ambiente	Referência	Referência do Ambiente	Observação
Morfotipo 6	Garopaba do Sul	NDD	Garoapaba do Sul	Bivalve	40	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD	NDD
<i>Tivela sp.</i>	Garopaba do Sul	NDD	Garoapaba do Sul	Bivalve	6	Fundos arenosos	Desconhecido	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD
<i>Donax sp.</i>	Garopaba do Sul	NDD	Garoapaba do Sul	Bivalve	1	Zona entremarés de praias arenosas	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase	NDD

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 44 – Ocorrências do sambaqui Camboriú

Táxon	Sítio	Camada	Localidade	Grupo	Quantidade	Hábito	Uso Antropológico	Ambiente	Referência	Referência do Ambiente
<i>Ostrea cristata</i>	Camboriú	NDD	Praia das Laranjeiras	Bivalve	9	Sobre algas calcáreas e substratos duros de 35 a 75 m de profundidade	Alimentação	Marinho	Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase
<i>Siratus senegalensis</i>	Camboriú	NDD	Praia das Laranjeiras	Gastrópode	1	Fundos arenosos em regiões entremarés	NDD		Souza <i>et al.</i> , 2011	WORMS; MolluscaBase

Fonte: A Autora, 2020.

Os dados demonstram que a maior parte dos táxons de moluscos identificados nesse estudo são de bivalves provenientes de estuários. A literatura relata que táxons oriundos desse tipo de hábitat possuem uma fisiologia e ecologia populacional altamente influenciáveis pelas variáveis ambientais com especial destaque para o padrão de chuvas (BARREIRA e ARAÚJO, 2005; LAVANDER *et al.*, 2014; SANTANA e ROCHA-BARREIRA, 2018).

Isso é possível uma vez que as chuvas diminuem as taxas de salinidade desses locais. Por sua vez, essa variação de salinidade representa um fator que influencia a reprodução de muitos táxons de bivalves. Isso acontece porque altas taxas de precipitação e baixas taxas de salinidade forçam as células dos bivalves a realizarem ajustes osmóticos (BARREIRA e ARAÚJO, 2005; LAVANDER *et al.*, 2014). Alguns autores relatam que durante esse esforço de osmorregulação celular, alguns bivalves mantem as suas conchas fechadas por longos períodos em situações hipo e hipersalinas (BOEHS *et al.*, 2008; SILVA-CAVALCANTI e COSTA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2014; OLIVEIRA, 2019

Situações hiposalinas induzem um maior aporte de energia para o ajuste osmótico do animal diante do estresse ambiental. Esse fenômeno atinge principalmente indivíduos juvenis possibilitando uma maior frequência de indivíduos adultos (CIDREIRA-NETO *et al.*, 2018). Isso demonstra que o aumento de chuvas e diminuição da salinidade podem contribuir ativamente para a renovação da população.

Essa alteração populacional alavancada por questões osmóticas está relacionada aos processos de gametogênese de bivalves e influencia os processos de desova desses animais. É comum que bivalves eliminem gametas diante de grandes mudanças ambientais e variações de salinidade e isso pode ser acompanhado diante da variação das estações secas e chuvosas (SANTANA e ROCHA-BARREIRA, 2018).

De acordo com vários autores (BOEHS *et al.*, 2008; SILVA-CAVALCANTI e COSTA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2014; OLIVEIRA, 2019), as populações crescem durante eventos secos quando indivíduos juvenis se estabelecem. Já quando há eventos de chuva intensa, há uma alta mortalidade de indivíduos.

Isso pode ser visto tanto em *Anomalocardia flexuosa* quanto em *Phacoides pectinatus* que são espécies muito comuns nos sambaquis das amostras

identificadas neste trabalho. Esses dois táxons podem possuir uma sincronia reprodutiva para uma mesma região segundo Santana e Rocha-Barreira (2018).

Como exemplo dessa influência ambiental na ecologia populacional de bivalves pode-se citar o exemplo de *Phacoides pectinatus* descrito por Santana e Rocha-Barreira (2018). Segundo esses autores, durante a estação seca (junho a dezembro) a população desse táxon é composta por animais de maiores dimensões e sexualmente maduros. Já na estação chuvosa (fevereiro a maio), a população é formada por indivíduos menores com gametogênese precoce e grande ocorrência de desova. Esses autores informam que maiores taxas de sobrevivência de indivíduos adaptados a situações de distúrbio estabelecem uma próxima geração de adultos potencialmente reprodutores para estação imediatamente posterior.

Dessa forma, o período de chuvas e a conseqüente alteração dos padrões de salinidade regulam a densidade populacional através de mecanismos fisiológicos osmorreguladores do animal. Esse fato demonstra que as variações ambientais como a variabilidade das estações chuvosas podem influenciar a heterogeneidade espacial e temporal em assembleias naturais.

Dessa forma, a identificação taxonômica das amostras coletadas foi de grande importância na determinação posterior dos táxons a serem elencados como potenciais *proxies* paleoclimáticos para o estabelecimento de futuras inferências quanto aos padrões de precipitação. A partir disso, uma análise futura mais detalhada dessa assembleia pode ser utilizada para a construção de novas inferências paleoambientais.

8.7 Caracterização das Amostras

A partir das identificações das amostras coletadas, foi possível fazer breve considerações desses locais.

As duas regiões estudadas nesse trabalho apresentam números semelhantes de táxons, com o Sul apresentando 19 táxons e o Sudeste apresentando 20 táxons. Essas regiões compartilham ao todo seis táxons, considerando o nível taxonômico de gênero e quando possível, de espécie. São eles: *Anomalocardia flexuosa*,

Cerithium atratum, *Phacoides pectinatus*, *Cymatium* sp., *Ostrea* sp. e *Siratus senegalensis*.

A espécie *Anomalocardia flexuosa* está presente na maioria dos sítios de ambas as regiões sendo amplamente distribuída, sendo que na região Sul ela é dominante na quase totalidade dos sítios.

As demais inferências propostas estarão brevemente expostas a seguir.

8.7.1 Sítios do Rio de Janeiro

A caracterização das amostras demonstrou que, em termos de números absolutos, as amostras provenientes dos sítios do Rio de Janeiro possuem ao todo 120 exemplares. Para essa região foi possível utilizar somente três categorias para a divisão dos grupos encontrados, a saber: Gastrópodes; Bivalves e Fragmentos de Bivalves. Os bivalves representam o grupo com a maior ocorrência (103 espécimes), seguido de gastrópodes (9 espécimes) e fragmentos de bivalves (8 espécimes). Esses dados podem ser vistos na tabela 37.

Em termos percentuais, esse cenário de maior presença dos bivalves (85,83%) também é confirmado. O segundo maior porcentual foi seguido pelos gastrópodes (7,5%) e fragmentos de bivalves (6,67%). Tais informações podem ser vistas na tabela 38. Pode-se perceber que a maior parte das ocorrências são de bivalves inteiros.

Tabela 45 - Números absolutos do total de ocorrências separadas por grupos dos sambaquis do estado do Rio de Janeiro

Total de Indivíduos	Forte	Forte (Duna)	Beirada	Guaratiba 1	Guaratiba 2	Geribá	Total por Grupo
Gastrópodes	8	0	0	0	0	1	9
Bivalves	28	19	27	18	11	0	103
Fragmentos de bivalves	0	0	3	4	0	1	8
Total por Sítio	36	19	30	22	11	2	120

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 46 - Porcentagens totais de ocorrências de cada grupo dos sambaquis Rio de Janeiro

Gastrópodes	Bivalves	Fragmentos de Bivalves	Total
7,5%	85,83 %	6,67%	100%

Fonte: A Autora, 2020.

Em termos percentuais, para cada grupo em cada sítio, pode-se perceber que o Sambaqui do Forte (superfície) apresentou uma maioria de bivalves (77,78%) seguida de gastrópodes (22,22%) e não houve a presença de fragmentos. A camada de duna do Sambaqui do Forte apresenta somente bivalves. O Sambaqui Beirada apresentou uma maioria de ocorrência de bivalves (90%) e poucos fragmentos (10%). O Sambaqui Guaratiba 1 também apresentou uma maioria de bivalves (81,82%) e pouca fragmentação (18,18%). Já Guaratiba 2 apresentou uma totalidade de bivalves inteiros. O sítio Geribá apresentou uma proporção equitativa de gastrópodes (50%) e fragmentos de bivalves (50%). Tais dados podem ser vistos na tabela 39.

Tabela 47 - Porcentagens de ocorrências de cada grupo separadas por sítios do Rio de Janeiro

Porcentagem por Grupo	Forte	Forte (Duna)	Beirada	Guaratiba 1	Guaratiba 2	Geribá
Gastrópodes	22,22%	0	0	0	0	50%
Bivalves	77,78%	100%	90%	81,82%	100%	0
Fragmentos de bivalves	0	0	10%	18,18%	0	50%

Fonte: A Autora, 2020.

Quanto a análise do conjunto de táxons de moluscos presentes, a tabela 40 demonstra as ocorrências e as quantidades absolutas de cada táxon para os diferentes sítios do Rio de Janeiro. A partir dela foi possível construir gráficos exemplificativos das ocorrências de cada táxon em cada sítio e que serão abordadas mais adiante.

Tabela 48 - Total de ocorrências de diferentes táxons para cada sítio do Rio de Janeiro

Táxons	Forte	Forte (Duna)	Beirada	Guaratiba 1	Guaratiba 2	Geribá	Totals
<i>Certhium atratum</i>	2	0	0	0	0	0	2
<i>Cymatium martirianum</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cymatium parthenopeum</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Diodora</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1
<i>Polinices hepaticus</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Siratus senegalensis</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Taumastus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	9	0	16	15	9	0	49
<i>Anadara notabilis</i>	6	16	0	0	0	0	22
<i>Chione cancellata</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Ostrea</i> sp. (Morforipo 7)	1	0	0	0	0	0	1
<i>Ostrea</i> sp. (Morforipo 8)	1	0	0	0	0	0	1
<i>Phacoides pectinatus</i>	6	1	9	1	2	0	19
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	0	1	0	0	0	0	1
<i>Felaniella vilardeboana</i>	0	1	0	0	0	0	1
<i>Donax hanleyanus</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Mesodesma mactroides</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	2	0	0	2
<i>Olivacillaria</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
Total	32	19	27	18	11	1	108

Fonte: A Autora, 2020.

O sambaqui do Forte (superfície) possui ao todo 13 espécies e apresentou uma grande ocorrência de *Anomalocardia flexuosa* (9 indivíduos), seguido de *Anadara notabilis* e *Phacoides pectinatus* (cada um contendo 6 indivíduos). Esses táxons com maior abundância são típicos de ambientes areno-lamosos rasos. Além de *Cerithium atratum* que apresentou dois indivíduos, todos os outros táxons apresentaram somente uma ocorrência. Tal distribuição pode ser vista na figura 59.

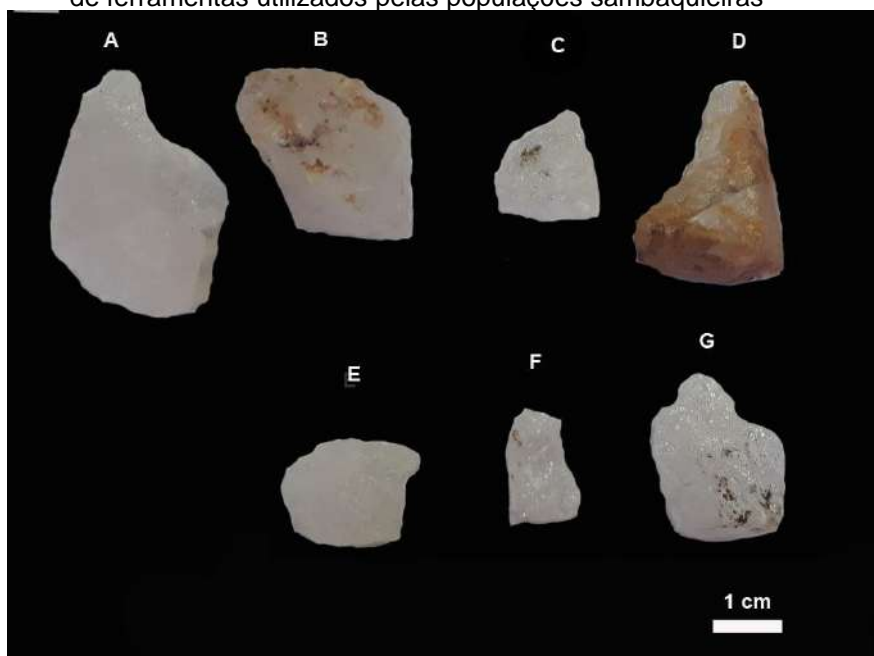
A camada de duna do sambaqui do Forte apresentou somente quatro espécies sendo que a maior ocorrência é de *Anadara notabilis* (16 indivíduos) que é característica de ambientes lamosos rasos. As outras ocorrências consistiram em

apenas três táxons apresentam somente uma ocorrência cada um. Essas ocorrências podem ser visualizadas na figura 60.

É importante ressaltar que a camada da duna do sambaqui do Forte apresentou uma ocorrência *suis generis* que foi a presença de sete clastos de quartzo metamorfizado (9

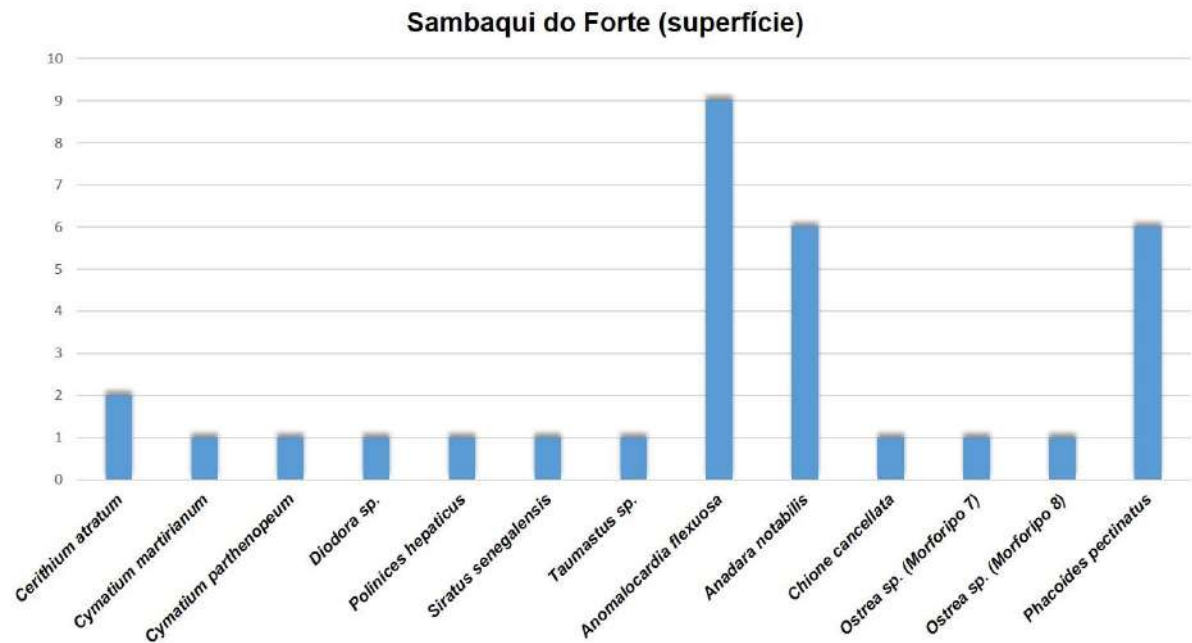
). Aparentemente os blocos parecem ter sido retrabalhados por ação humana podendo representar artefatos arqueológicos. Tal hipótese ainda merece mais estudos e maior embasamento.

Figura 58 - Blocos de quartzo provavelmente usado como ferramenta ou restos de fabricação de ferramentas utilizados pelas populações sambaquieiras



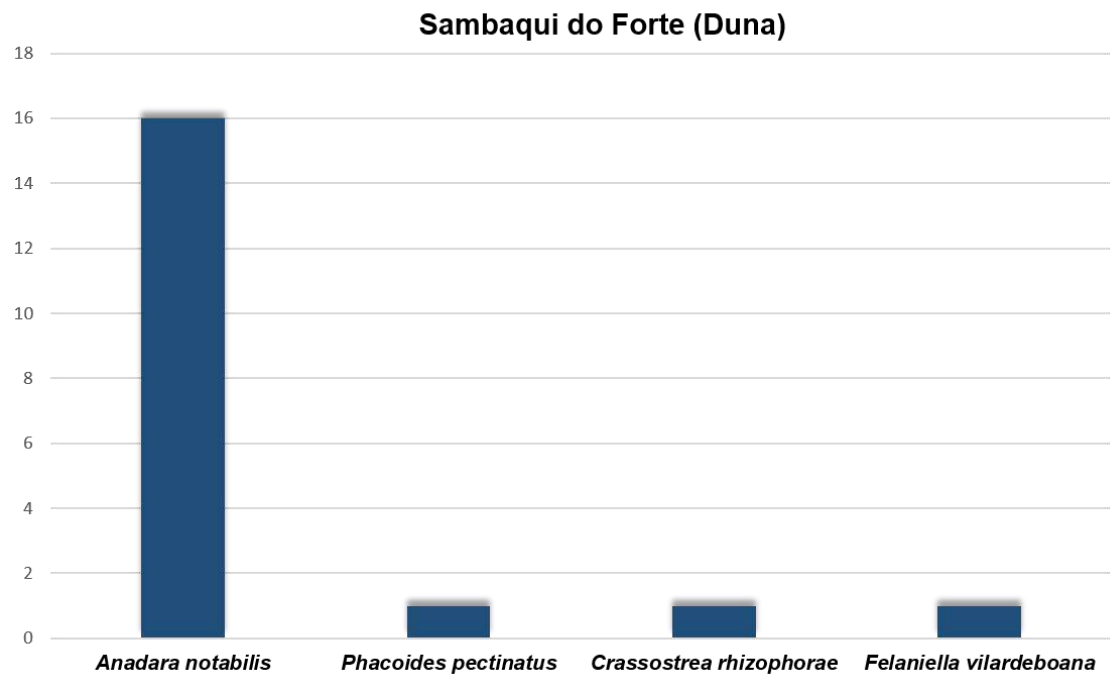
Fonte: A Autora, 2020.

Figura 59 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui do Forte (superfície)



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 60 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui do Forte (duna)

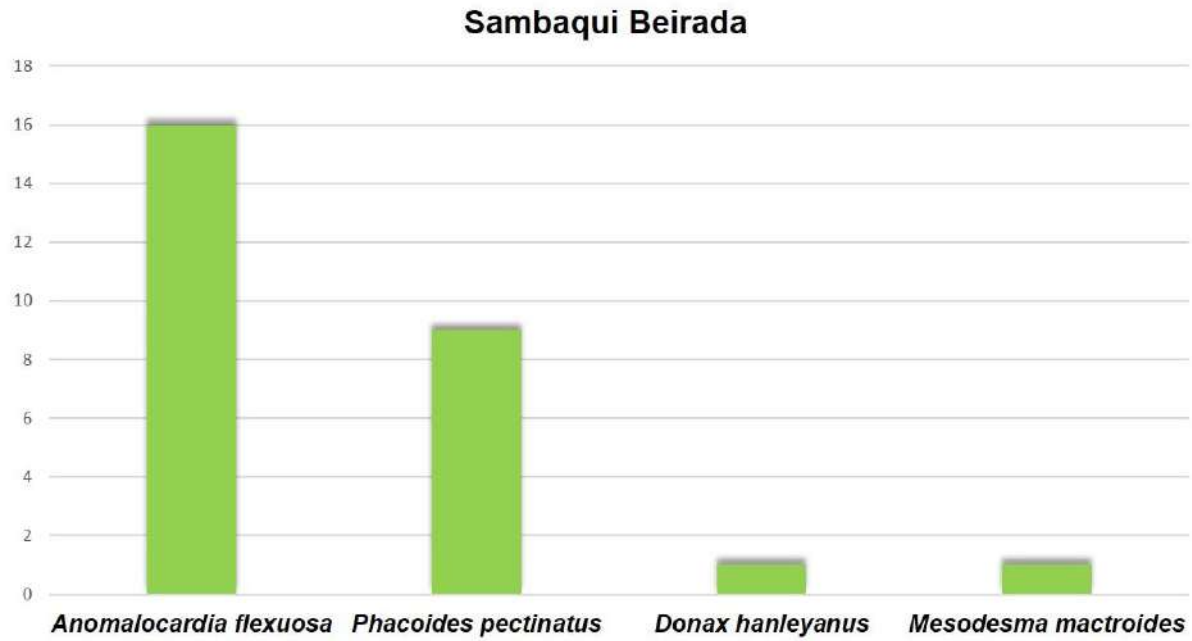


Fonte: A Autora, 2020.

O Sambaqui Beirada apresentou somente quatro táxons sendo que a maior parte era composta de *Anomalocardia flexuosa* (16 indivíduos), seguido de *Phacoides pectinatus* (9 indivíduos) que são típicos de ambientes areno-lamosos

rasos. Os outros dois táxons que ocorrem nesse local apresentam uma baixa ocorrência havendo somente um representante para cada um. As ocorrências podem ser vistas na figura 61.

Figura 61 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Beirada



Fonte: A Autora, 2020.

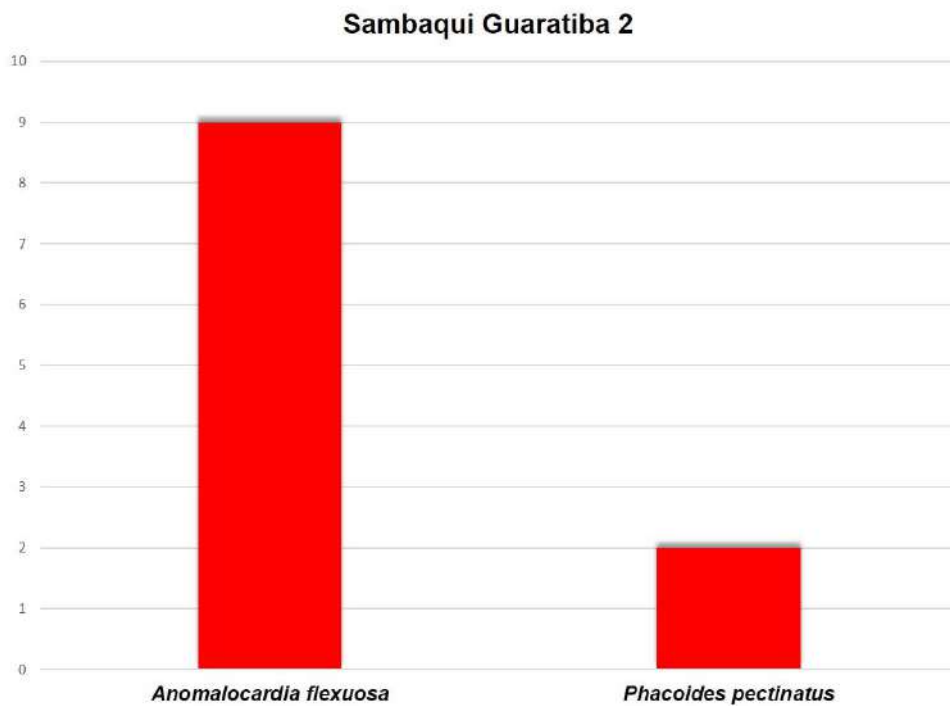
Os sambaquis Guaratiba 1 e Guaratiba 2 ocorrem na mesma localidade e apresentam um comportamento semelhante. Guaratiba 1 apresentou três espécies sendo que o de maior ocorrência é a *Anomalocardia flexuosa* (15 indivíduos), seguido de *Tellina* sp. (dois indivíduos) e *Phacoides pectinatus* (um indivíduo). Guaratiba 2 apresenta somente dois táxons sendo que *Anomalocardia flexuosa* também apresenta uma maior ocorrência (9 indivíduos) seguido de *Phacoides pectinatus* (2 indivíduos) característicos de ambientes areno-lamosos rasos. Tais dados podem ser melhor visualizados nas figuras 62 e 63.

Figura 62 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Guaratiba 1



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 63 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Guaratiba 2



Fonte: A Autora, 2020.

O sítio Geribá representa uma amostra muito pequena somente havendo somente um táxon, *Ovilancillaria sp.* Exatamente por isso não foi construído nenhum gráfico sobre a suas ocorrências.

As ocorrências mais abundantes nos sítios do Rio de Janeiro são de bivalves e há a baixa presença de gastrópodes e ausência de outros grupos a exemplo de vertebrados. Os sítios também apresentaram baixo nível de fragmentação das amostras.

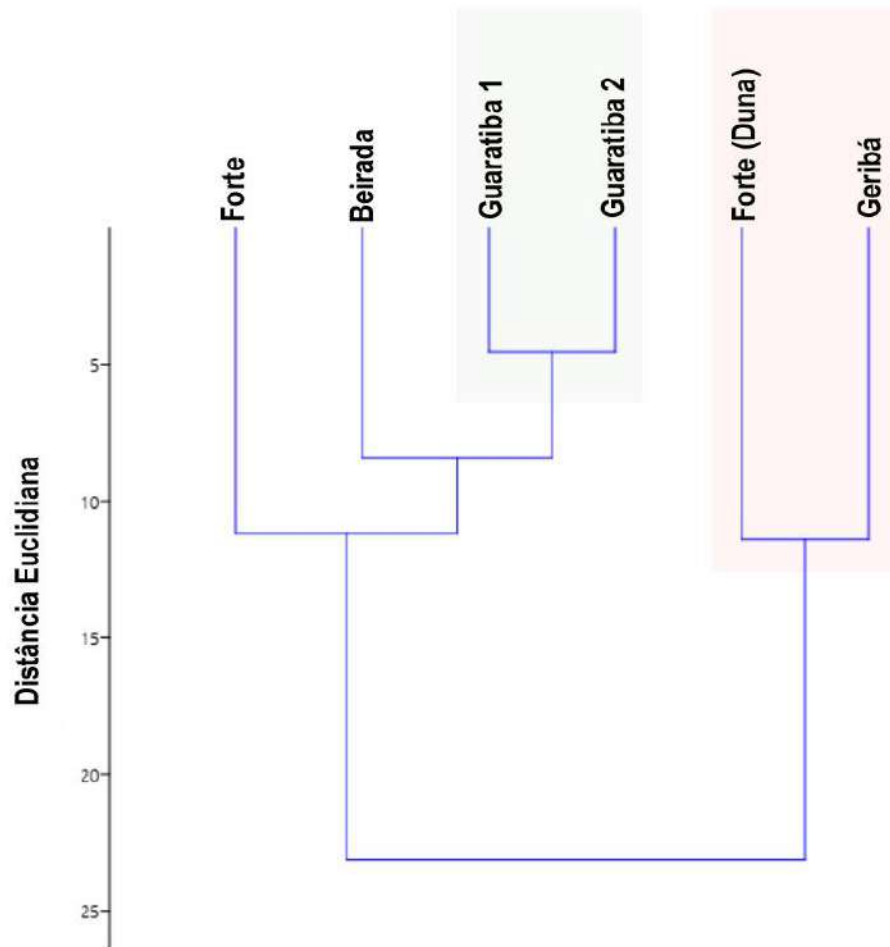
Os táxons mais presentes ou amplamente distribuídos nos sítios são *Phacoides pectinatus* (ausente somente em Geribá) e *Anomalocardia flexuosa* (ausente na camada de duna do sambaqui do Forte e em Geribá).

Foi realizada uma análise de cluster para buscar eventuais similaridades entre os sítios a partir das ocorrências de táxons de moluscos identificados. A análise permitiu separar os sítios em duas áreas de similaridades: Sambaqui Guaratiba 1 e 2; Sambaqui do Forte (duna) e Geribá.

A semelhança entre Guaratiba 1 e 2 poderia ser explicada pela possibilidade do compartilhamento de semelhanças locais tanto de fauna quanto de tradição e de ocupação. Já a semelhança entre os sítios Geribá e a camada de duna do Forte pode ser explicada pela baixa ocorrência de táxons no sítio Geribá.

É válido ressaltar que essas inferências possuem um caráter preliminar uma vez que existem muitas variáveis envolvidas nesses locais que poderiam ser utilizadas para fundamentar melhores entendimentos como diferentes tipos de ocupação, idades, dietas e hábitos ainda não foram consideradas. Essa análise pode ser visualizada na figura 64.

Figura 64 - Análise de Cluster dos Sítios do Rio de Janeiro



Legenda: Resultado da Análise de Cluster para os sítios do Rio de Janeiro de acordo com as localidades e ocorrências de táxons de moluscos identificados. Pode-se visualizar dois grupos próximos: Em azul os sítios Guaratiba 1 e 2 e em rosa a camada de Duna do Sambaqui do Forte e Geribá.

Fonte: A Autora, 2020.

8.7.2 Sítios de Santa Catarina

As amostras provenientes dos sítios de Santa Catarina possuem um número absoluto total de exemplares de 2.121 espécimes. Os sítios dessa região puderam ser agrupados cinco categorias, a saber: Gastrópodes; Bivalves; Fragmentos de Bivalves; Fragmentos de conchas não identificados e Vertebrados. Os dados apresentados na tabela 39 demonstram que os bivalves são a maioria (1.076 ocorrências), seguidos de fragmentos de conchas não identificados (852

ocorrências), fragmentos de bivalves (162 ocorrências), gastrópodes (17 ocorrências) e vertebrados (14 ocorrências).

Em termos percentuais esse cenário se confirma com as seguintes proporções: bivalves representando o maior grupo (50,73%); fragmentos de conchas não identificados (40,17%); fragmentos de bivalves (7,64%); gastrópodes (0,80%) e vertebrados (0,66%). Tais dados podem ser vistos na tabela 41.

Foram feitas também análises percentuais de cada grupo para cada sítio em Santa Catarina. Esses dados e suas considerações serão brevemente expostas a seguir. Essas descrições podem ser observadas a partir da tabela 42.

O sítio Perrixil, em suas duas camadas (330 cm e 100 cm), possui uma totalidade de bivalves inteiros. Dessa forma, em um primeiro momento ele aparenta ser mais homogêneo em termos das categorias criadas e mencionadas acima.

O sítio Cabeçuda, em suas três camadas (150 cm; 80-90-cm e 40-50 cm), apresentou uma heterogeneidade entre as porcentagens dos grupos. Na base (150 cm) o grupo com maior ocorrência foi o fragmento de conchas não identificados (50,26%), seguido de bivalves inteiros (37,10%); fragmentos de bivalves (11,58%) e vertebrados (1,06%). Há ausência de gastrópodes. A camada intermediária (80-90 cm) teve uma maioria de bivalves inteiros (61,60%) seguido de fragmentos de conchas não identificados (33,08%) e fragmentos de bivalves (5,32%). Nessa camada há ausência de vertebrados e gastrópodes. Já no topo (40-50 cm) existe uma maioria de fragmentos de conchas não identificados (49,60%) seguidos de bivalves inteiros (43,25%), fragmentos de bivalves (4,0%), vertebrados (2,75%) e gastrópodes (0,4%).

Pode-se notar que, neste sítio, da base para o topo, a proporção de bivalves inteiros é baixa, depois ela aumenta bastante na camada intermediária e volta a diminuir no topo. Já os fragmentos de bivalves aparecem em baixa proporção ao longo das camadas e suas ocorrências têm um decréscimo da base para topo. Os fragmentos de conchas não identificados possuem uma proporção de maior expressão nas amostras sendo maior na base, diminuindo na camada intermediária e voltando a ter um novo aumento no topo. Os gastrópodes são ausentes na base e camada intermediária, somente aparecendo no topo.

O sítio Carniça 1 possui duas camadas (190-220 cm e 30-40 cm). A base possui uma maioria de bivalves inteiros (45,04%). A segunda maior ocorrência é a de fragmentos de conchas não identificados (29,22%), seguida de fragmentos de

bivalves (24,66%). Existem baixas ocorrências de vertebrados (0,81%) e de gastrópodes (0,27%). O topo do sítio também possui uma maioria de bivalves inteiros (49,14%), mas os fragmentos de conchas não identificados também aparecem quase na mesma proporção (48,57%). Os outros grupos aparecem em baixa proporção em relação aos demais, a saber: gastrópodes (2%), fragmentos de bivalves (0,29%). Os vertebrados estão ausentes nessa camada.

Pode-se dizer que da base para o topo a proporção de bivalves inteiros aumenta ligeiramente. A proporção de fragmentos de conchas não identificados aumenta consideravelmente. Já os fragmentos de bivalves diminuem quase que totalmente. A ocorrência de gastrópodes também sofre um leve aumento enquanto que a presença de vertebrados que já era baixa na base, desaparece totalmente no topo.

Os sítios Carniça 3 e Garopaba do Sul possuem uma totalidade de bivalves inteiros. Já o sítio de Camboriú possui somente dois grupos sendo que os Bivalves inteiros representam a maioria das ocorrências (90%) e os gastrópodes possuem uma ocorrência baixa (10%).

Os dados dessas análises percentuais de grupos por sítios podem ser visualizados na tabela 40 e 41.

Foi realizada também análises sobre os dados das ocorrências da de táxons de moluscos de cada sítio de Santa Catarina. As ocorrências de cada táxon em números absolutos podem ser vistas na tabela 43.

Tabela 49 - Frequências Relativas de diferentes grupos para cada sítio de Santa Catarina

Total de Indivíduos	Perrixil (330cm)	Perrixil (100 cm)	Cabeçuda (150 cm)	Cabeçuda (80-90 cm)	Cabeçuda (40-50 cm)	Carnaça 1 (190-220 cm)	Carnaça 1 (30-40 cm)	Carnaça 3	Garopaba do Sul	Camboriú
Gastrópodes	0	0	0	0	0,4%	0,27%	2%	0	0	10%
Bivalves	100%	100%	37,10%	61,60%	43,25%	45,04%	49,14%	100%	100%	90%
Fragmentos de Bivalves	0	0	11,58%	5,32%	4,0%	24,66%	0,29%	0	0	0
Fragmentos Conchas não identificados	0	0	50,26%	33,08%	49,60%	29,22%	48,57%	0	0	0
Vertebrados	0	0	1,06%	0	2,75%	0,81%	0	0	0	0

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 50 - Porcentagens de ocorrência de diferentes grupos dos sambaquis de Santa Catarina

Gastrópodes	Bivalves	Fragmentos de Bivalves	Fragmentos de Conchas não identificados	Vertebrados	Total
0,80%	50,73%	7,64%	40,17%	0,66%	100%

Fonte: A Autora, 2020.

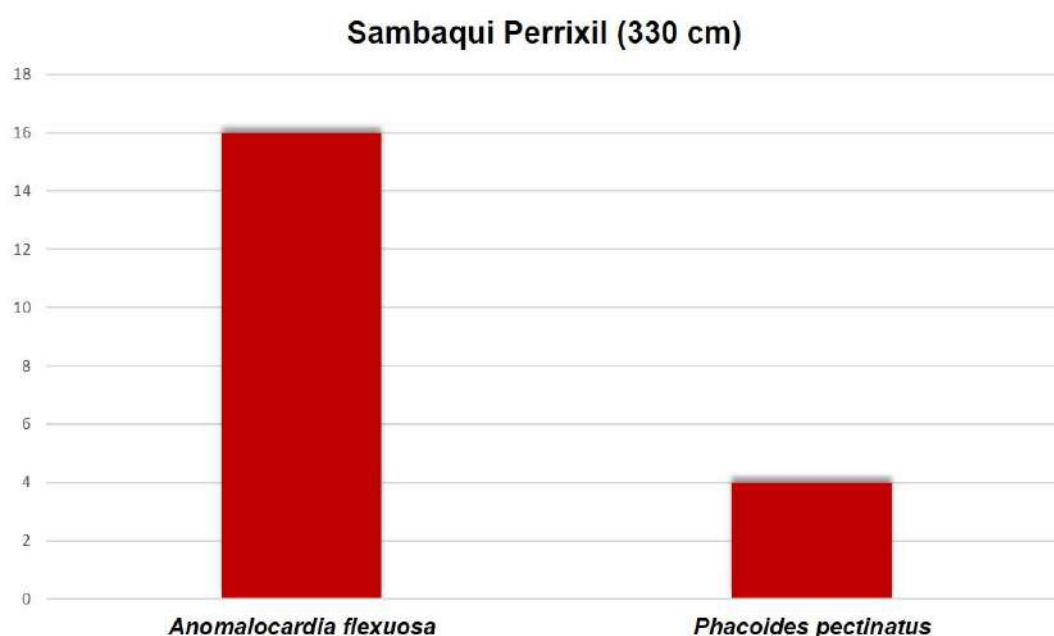
Tabela 51 - Números absolutos de ocorrências de táxons para todos os sítios de Santa Catarina

Táxons	Perrixil (330 cm)	Perrixil (100cm)	Cabeçuda (150 cm)	Cabeçuda (80-90 cm)	Cabeçuda (40-50 cm)	Carniça 1 (190-220 cm)	Carniça 1 (30-40 cm)	Carniça 3	Camboriú	Garopaba do Sul	Total
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	16	55	165	162	109	256	344	21	0	0	1.128
<i>Phacoides pectinatus</i>	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	7
<i>Cymatium</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Morfotipo 1 - <i>Puberella pubera</i> (?)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Morfotipo 2 - <i>Tivella</i> sp. (?)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Morfotipo 3 - <i>Picatula</i> sp. (?) ou <i>Felaniella</i> sp. (?)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Ostrea</i> sp.	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Ostrea cristata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	9	9	1
Morfotipo 4 - <i>Iphigenia</i> sp. (?)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 5 - <i>Donax</i> sp. (?)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tagelus plebeius</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Protothaca pectorina</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Cerithium atratum</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Nassarius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12
<i>Tivela isabeleana</i>	0	0	0	11	0	4	0	0	0	0	15
<i>Cerithium</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Morfotipo 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40
<i>Tivela</i> sp.	0	0	17	0	0	0	0	0	0	6	23
<i>Donax</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Siratus senegalensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total por sítio	20	55	185	176	120	261	360	21	10	56	1.264

Fonte: A Autora, 2020.

O sítio Perrixil possui 2 camadas (330 cm e 100 cm) totalizando 75 amostras. A base possui apenas dois táxons, a saber: *Anomalocardia flexuosa* (16 ocorrências) e *Phacoides pectinatus* (quatro ocorrências) que ocorrem em ambientes rasos areno-lamosos. No topo há somente a presença de uma grande quantidade de *Anomalocardia flexuosa* (55 ocorrências). Pode-se perceber que da base para o topo há uma diminuição do número de táxons sendo que o topo possui uma dominância total de só um dos táxons, no caso, *Anomalocardia flexuosa*. Esse comportamento do sítio pode ser visto na figura 65.

Figura 65 - Gráfico de ocorrência de táxons do sambaqui Perrixil (330 cm)



Fonte: A Autora, 2020.

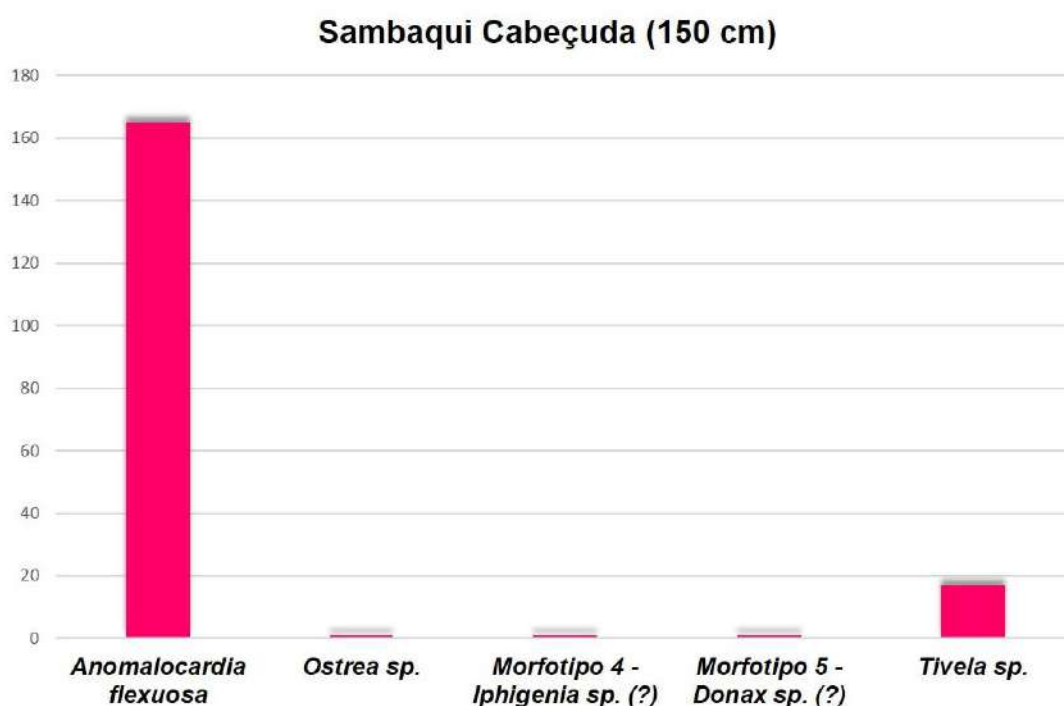
O Sítio Cabeçuda possui três camadas (150 cm, 80-90 cm e 40-50 cm) totalizando um total de 481 amostras. A base apresenta cinco táxons, sendo que há um que é mais dominante em termos das ocorrências que é a *Anomalocardia flexuosa* (165 ocorrências). O segundo táxon com mais ocorrências é o *Tivela* sp. (17 ocorrências). Os outros três táxons (*Ostrea* sp.; morfotipo 4 e 5) possuem somente uma ocorrência cada um.

A camada do meio (80-90 cm) possui somente três táxons. O táxon de maior ocorrência também é a *Anomalocardia flexuosa* (162 ocorrências). O táxon com o segundo maior número de ocorrências é *Tivela isabeleana* (11 ocorrências) e *Phacoides pectinatus* com apenas três ocorrências.

O topo (40-50 cm) apresenta sete táxons diferentes. A maior parte das ocorrências também é de *Anomalocardia flexuosa* (109 ocorrências). Os outros táxons possuem baixa representatividade. O morfotipo 2 e 3 apresentam três ocorrências cada um. O morfotipo 1 apresenta duas ocorrências e os táxons *Cymatium* sp., *Ostrea* sp. e *Ostrea cristata* apresentam somente uma ocorrência cada um.

Diante disso pode-se dizer que existe um táxon que aparece em todas as camadas e em grande quantidade que é a espécie *Anomalocardia flexuosa*. Essa espécie é um representante de ambientes rasos lamosos. As camadas apresentam outros táxons, mas eles aparecem em uma abundância muito menor do que o táxon dominante. Da base para a camada intermediária há uma diminuição do número de táxons (de cinco para três táxons) e desta camada para o topo há um aumento do número de táxons (de três para sete táxons). Esses dados podem ser vistos nas figuras 66 a 68.

Figura 66 - Gráfico de ocorrências de táxons no sambaqui Cabeçuda (150 cm)



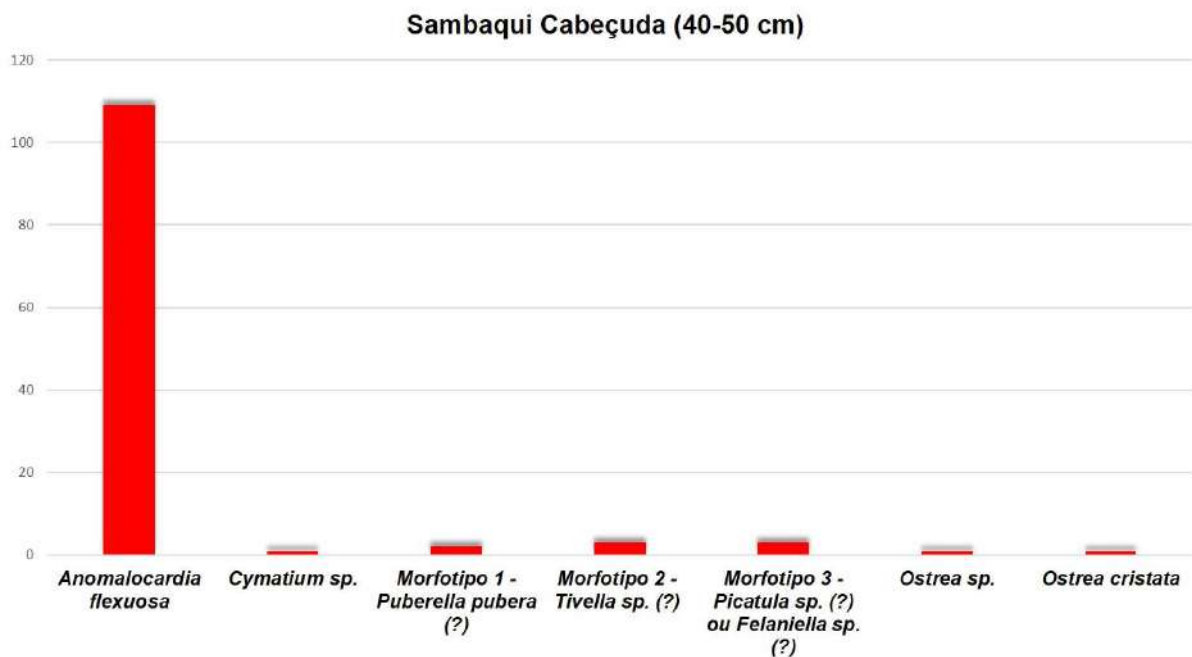
Fonte: A Autora, 2020.

Figura 67 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Cabeçada (80 - 90 cm)



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 68 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Cabeçada (40 - 50 cm)



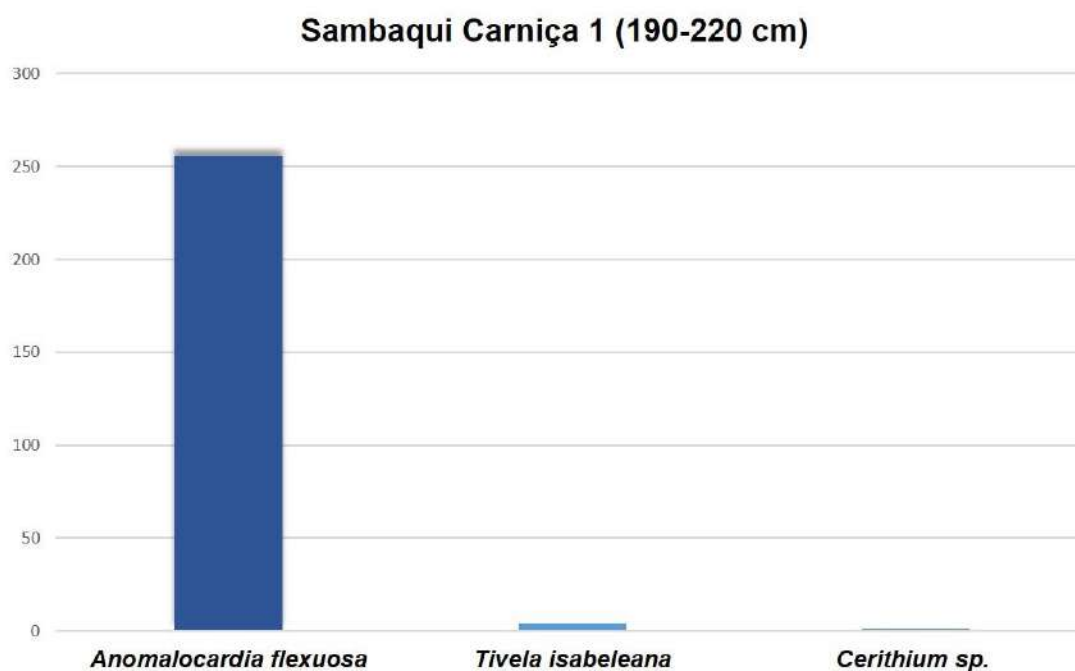
Fonte: A Autora, 2020.

O sítio Carniça 1 possui duas camadas (190-220 cm e 30-40 cm) com uma grande quantidade de ocorrências, somando ao todo 621 amostras. A base (190-220 cm) possui somente três táxons. Contudo, há uma dominância muito representativa de *Anomalocardia flexuosa* (256 ocorrências). Os outros táxons apresentam baixas ocorrências com *Tivela isabeleana* com quatro indivíduos e *Cerithium sp.* com

apenas um indivíduo. O topo também apresenta cinco táxons, mas há uma plena dominância de *Anomalocardia flexuosa* (344 ocorrências). Os outros táxons são *Nassarius* sp. com 12 ocorrências, *Cerithium atratum* com duas ocorrências e *Tagelus plebeius* e *Protothaca pectorina* com apenas uma ocorrência cada um.

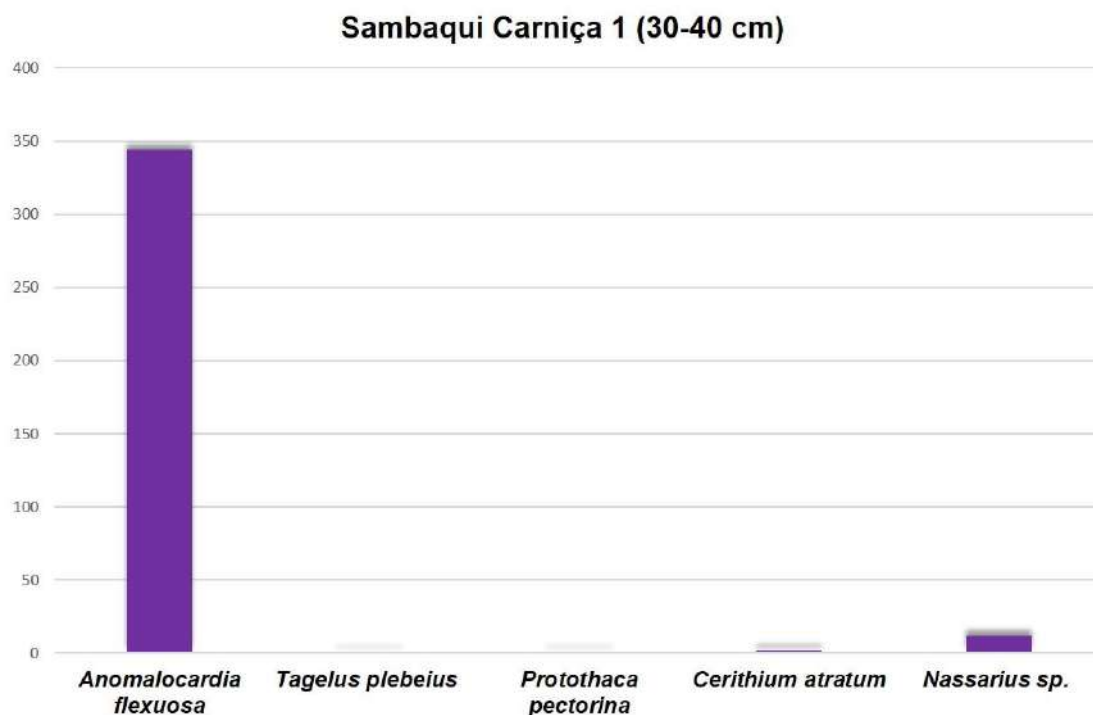
Pode-se perceber que nesse sítio que da base para o topo há uma grande quantidade de *Anomalocardia flexuosa* sendo que também há um leve aumento dessas ocorrências na camada mais superior. O número de táxons também aumenta da base para o topo (de três para cinco ocorrências), mas a representatividade dessas espécies em termos absolutos é muito baixa. Esses dados podem ser visualizados nas figuras 69 e 70.

Figura 69 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Carniça 1 (190- 220 cm)



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 70 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Carniça 1 (30 - 40 cm)

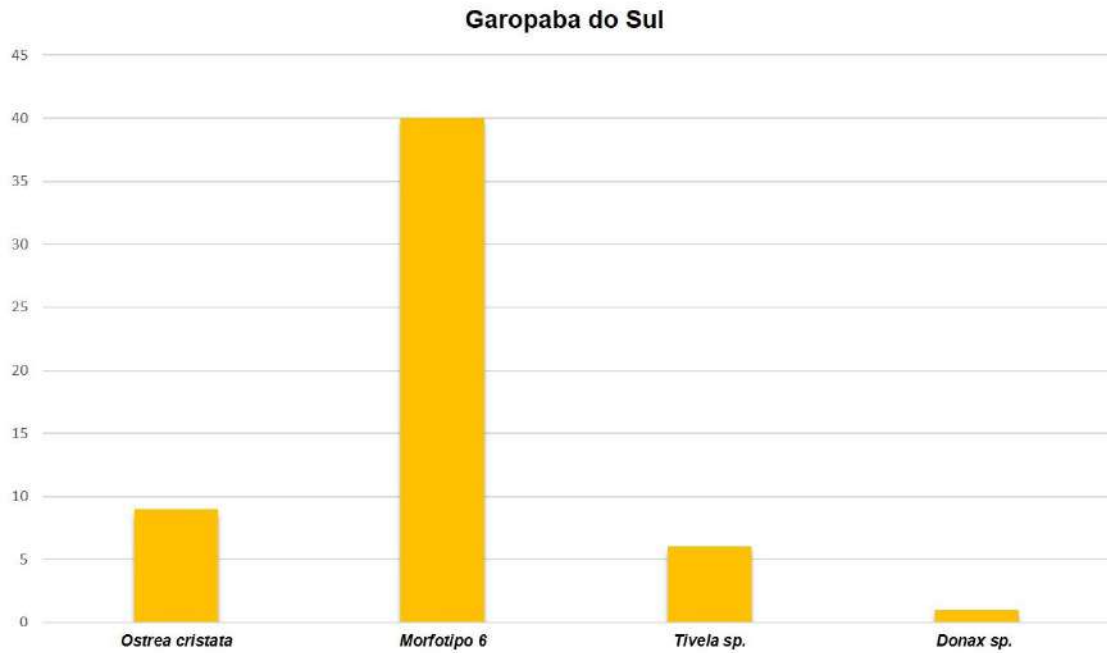


Fonte: A Autora, 2020.

O sítio Carniça 3 possui uma totalidade de ocorrências do táxon *Anomalocardia flexuosa* (21 ocorrências) apresentando uma homogeneidade total das amostras que são típicas de ambientes rasos e lamosos.

Por sua vez, o sítio Garopaba do Sul apresenta somente quatro táxons. O Morfotipo 6 é o que é mais abundante com 40 ocorrências. Após ele, há a presença de *Ostrea cristata*, com nove ocorrências; *Tivela sp.*, com seis ocorrências uma única ocorrência de *Donax sp.* Esses dados podem ser vistos na figura 71.

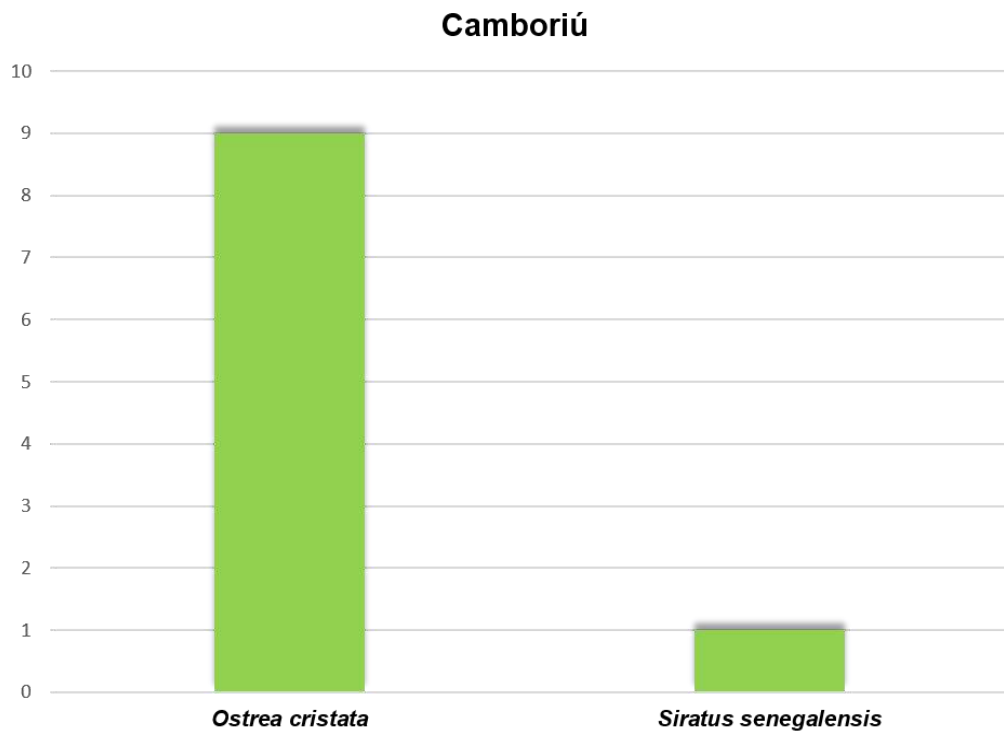
Figura 71 - Gráfico de ocorrência de táxons de Garopaba do Sul



Fonte: A Autora, 2020.

O sítio Camboriú também apresenta praticamente uma homogeneidade, mas com o táxon *Ostrea cristata* que apresenta nove ocorrências. Além deste táxon há apenas uma ocorrência de *Siratus senegalensis*. Esse dado pode ser visto na figura 72.

Figura 72 - Gráfico de ocorrências de táxons do sambaqui Camboriú



Fonte: A Autora, 2020.

Há um táxon amplamente distribuído e que está presente em quase todos os sítios, com exceção de Garopaba do Sul e Camboriú, que é *Anomalocardia flexuosa*. Esse táxon além de ser amplamente distribuído também apresenta uma grande abundância nas amostras dos sambaquis.

A análise de cluster dos diferentes sítios de Santa Catarina resultou na separação de três grupos. O primeiro grupo é formado pelas duas camadas de Carniça 1. O segundo grupo é formado por dois subgrupos: um formado pela base de Perrixil (330 cm) e Carniça 3 e outro é composto por Camboriú e Garopaba do Sul. O terceiro grupo é formado por outros dois subgrupos: um formado pelo topo de Perrixil (100 cm) e o topo de Cabeçuda (40 a 50 cm) e o outro subgrupo é formado pela base (150 cm) e a camada intermediária de Cabeçuda (80 a 90 cm).

O primeiro grupo (todas camadas de Carniça 1) pode ser explicado pelo fato de as duas camadas ocorrerem no mesmo lugar e ambos os lugares terem praticamente as mesmas ocorrências de táxons e isso se refletiria em uma aparente homogeneidade entre as camadas.

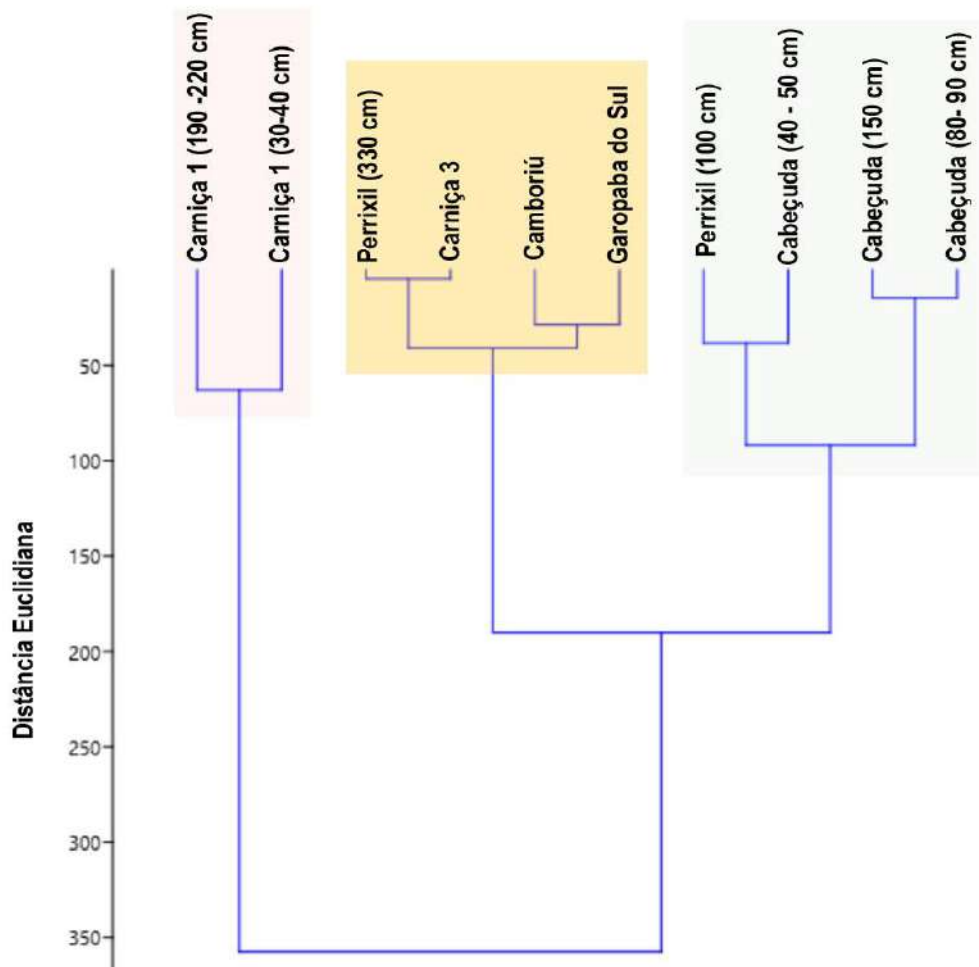
O primeiro subgrupo (base de Perrixil e Carniça 3) do segundo agrupamento pelo compartilhamento das mesmas características taxonômicas. O segundo subgrupo (Camboriú e Garopaba do Sul) do agrupamento em questão também apresentaram características taxonômicas semelhantes.

Já o primeiro subgrupo grupo do terceiro agrupamento (topo de Perrixil e topo de Cabeçuda) apresentam composições faunísticas semelhantes. Da mesma forma, o segundo subgrupo deste agrupamento (base e camada intermediária de Cabeçuda) apresenta isso pode ser explicado por uma similaridade que pode estar associada ao fato delas serem oriundas de um mesmo local. Isso favoreceria a possibilidade da existência de uma mesma composição e uma homogeneidade entre as camadas.

É importante ressaltar que essa análise tem um caráter meramente preliminar e visou fazer inferências que levaram em conta somente as localidades e ocorrências de táxons. Uma análise mais robusta futura dependerá do uso de outras informações como idades dos sítios, tipo de ocupação e hábitos alimentares que não foram consideradas no momento.

O resultado dessa análise pode ser visualizado na figura 73 disposta a seguir.

Figura 73 - Análise de Cluster para os sambaquis de Santa Catarina



Legenda: Análise de cluster para os sítios de Santa Catarina. Três grupos similares puderam ser observados: Em rosa o grupo composto por duas camadas de Carniça 1 (190 a 220 cm e 30 a 40 cm); em laranja um subgrupo composto da base do sítio Perrixil (330 cm) e Carniça 3 e outro subgrupo composto por Camboriú e Garopaba do Sul. Em azul outros dois subgrupos: um composto pela camada de topo do sítio Perrixil (100 cm) e o topo de Cabeçuda (40 a 50 cm) e o outro composto pela base de Cabeçuda (150 cm) e a sua camada intermediária (80 a 90 cm).

Fonte: A Autora, 2020.

8.8 Esclerocronologia

O método da Esclerocronologia foi aplicado em uma concha atual de *Phacoides pectinatus* coletada em Ilha Grande (Vila Dois Rios) que foi usada como teste da aplicação dos métodos e em sete conchas do mesmo táxon provenientes

do sambaqui do Forte e sambaqui Beirada possibilitaram a observação de diferentes quantidades de linhas de crescimento.

Na concha atual só puderam ser identificadas linhas de crescimento em apenas uma das metades da concha. Nessa metade, foram observadas 13 linhas. Já os dados das conchas oriundas dos sítios arqueológicos são apresentados na tabela 44.

Para título de esclarecimento, as conchas localizadas em Cabo Frio, receberam o código CF e foram identificadas da seguinte forma: CF01; CF02; CF03. Já as conchas do sambaqui Beirada, receberam o código BE. Como foram utilizadas quatro conchas, elas foram denominadas de: BE01; BE02; BE03 e BE04. Cada metade de cada concha, após o corte, recebeu uma nova identificação de lado A e lado B.

Tabela 52 - Resultado das linhas de crescimento obtidas pela Esclerocronologia

Amostras	Quantidade de linhas de crescimento
CF01A	6
CF01B	10
CF02A	6
CF02B	4
CF03A	5
CF03B	4
BE01A	5
BE01B	8
BE02A	10
BE02B	9
BE03A	5
BE03B	6
BE04A	9
BE04B	12
Total de Microamostras	99

Fonte: A Autora, 2020.

A Esclerocronologia demonstrou que não necessariamente é possível visualizar a mesma quantidade de linhas de crescimento para cada metade de uma mesma concha. Também foi possível perceber que de modo geral, existiam poucas linhas de crescimento observáveis em cada concha.

Dessa forma, para a microamostragem, priorizou-se as metades que possuíam mais linhas de crescimento

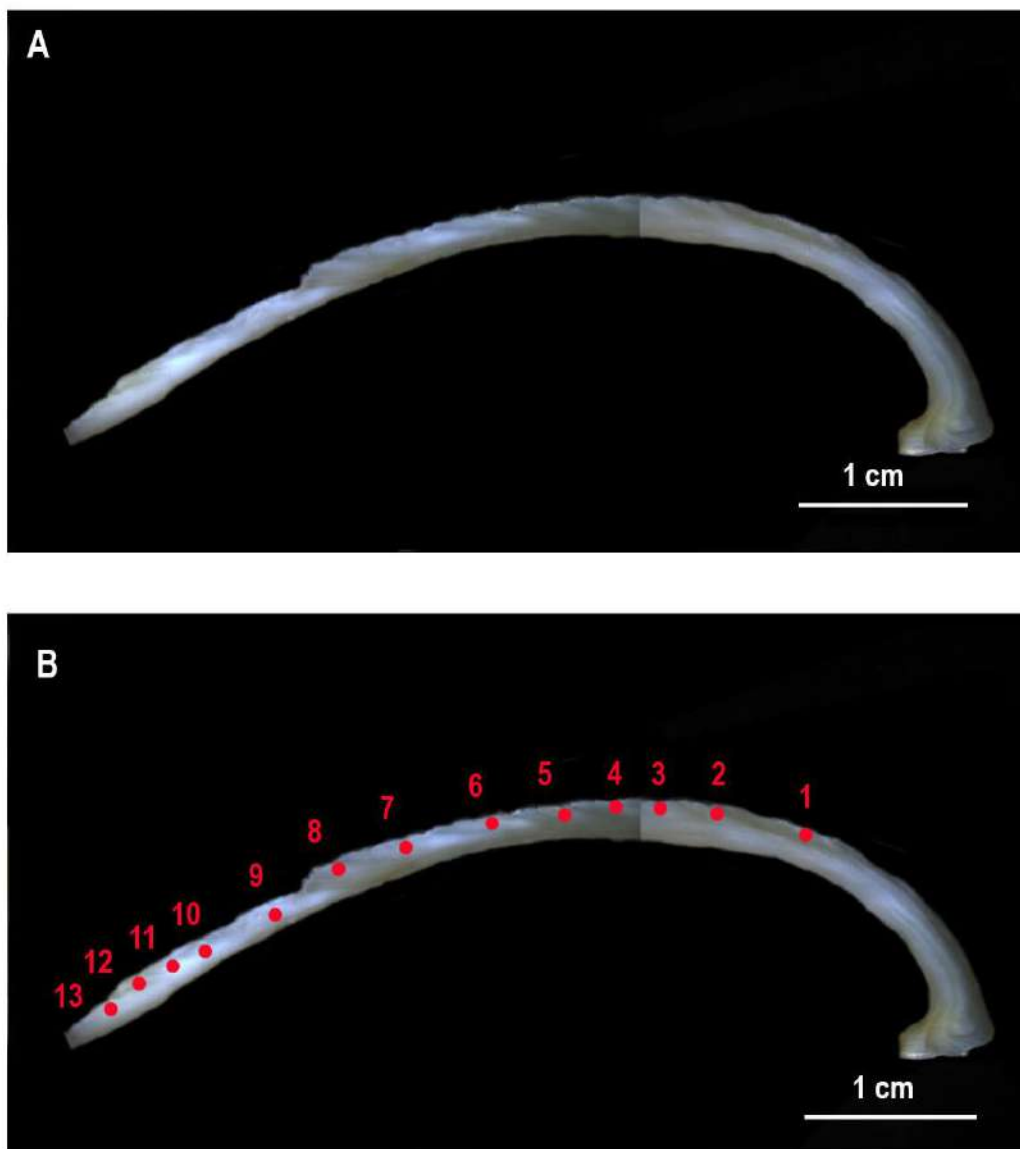
Dessa forma, para a análise geoquímica foram elencadas as seguintes amostras de Cabo Frio (Sambaqui do Forte): CF01B; CF02A; CF03A. Dessa forma, foram analisadas 21 microamostragens para esse sítio.

As amostras escolhidas do sambaqui Beirada foram as seguintes: BE01B; BE02A; BE03B e BE04B. Assim sendo, foram analisadas 36 microamostragens para esse sítio.

Assim, para os dois sítios, foram obtidas um total de 57 microamostragens de aproximadamente 100 µg e após serem recolhidas e acondicionadas, foram encaminhadas para as análises geoquímicas.

As fotos das conchas elencadas e as identificações das linhas de crescimento onde foram feitas as microamostragens podem ser visualizadas a seguir (Figuras 74 a 81).

Figura 74 - Esclerocronologia da Concha atual (teste)



Legenda: (A). Demonstra o corte da amostra com as linhas de crescimento. (B) Demonstra a identificação de treze linhas de crescimento identificadas em vermelho.
Fonte: A Autora, 2020.

Figura 75 - Esclerocronologia da amostra CF01B



Legenda: (A) Demonstra o corte da amostra com as linhas de crescimento; (B) Demonstra a identificação das dez linhas de crescimento identificadas em vermelho.

Fonte: A Autora, 2020.

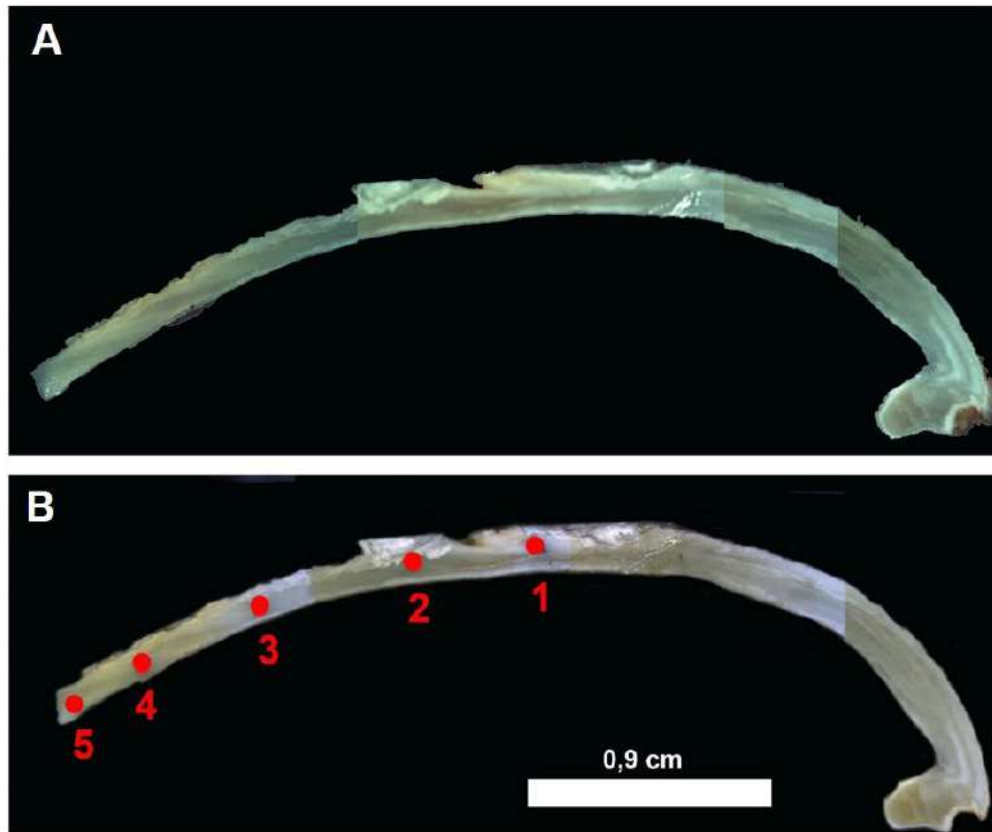
Figura 76 - Esclerocronologia da amostra CF02A



Legenda: (A) Demonstra o corte da amostra com as linhas de crescimento; (B) Demonstra a identificação das seis linhas de crescimento identificadas em vermelho.

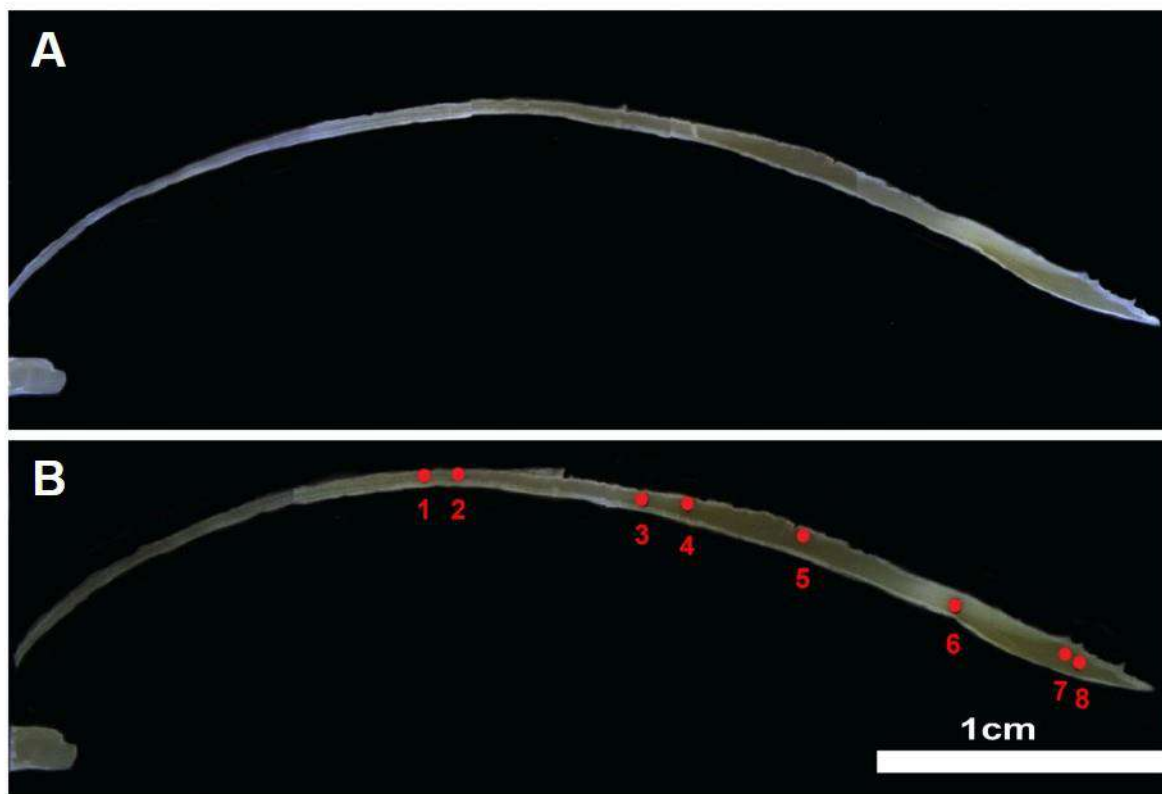
Fonte: A Autora, 2020.

Figura 77 - Esclerocronologia da amostra CF03A



Legenda: (A) Demonstra o corte da amostra com as linhas de crescimento; (B) Demonstra a identificação das cinco linhas de crescimento identificadas em vermelho.
Fonte: A Autora, 2020.

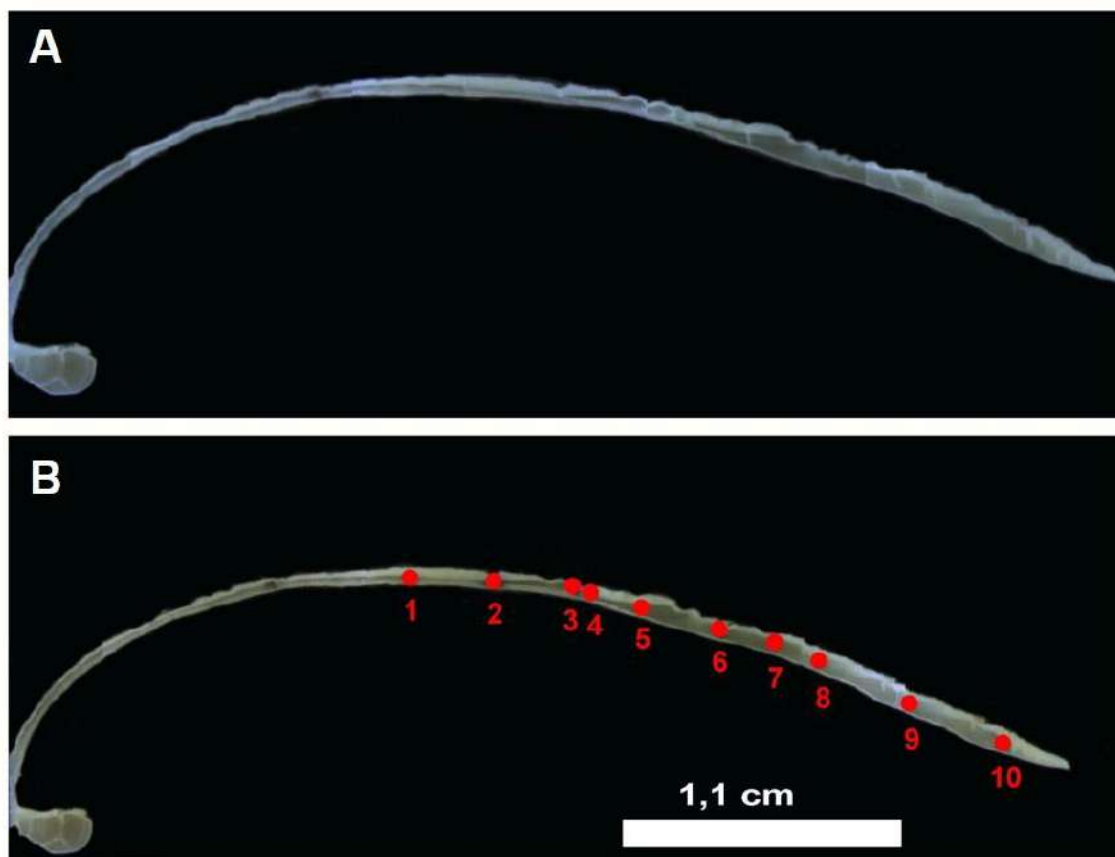
Figura 78 - Esclerocronologia da amostra BE01B



Legenda: (A) Demonstra o corte da amostra com as linhas de crescimento; (B) Demonstra a identificação das oito linhas de crescimento identificadas em vermelho.

Fonte: A Autora, 2020.

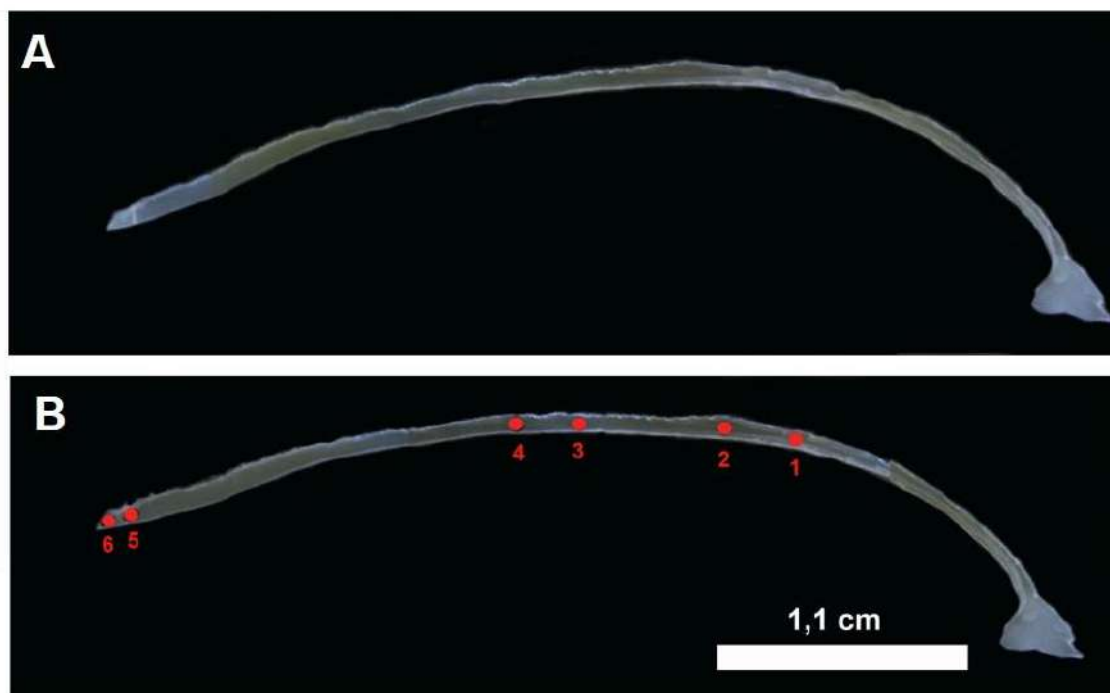
Figura 79 - Esclerocronologia da amostra BE02A



Legenda: (A) Demonstra o corte da amostra com as linhas de crescimento; (B) Demonstra a identificação das dez linhas de crescimento identificadas em vermelho.

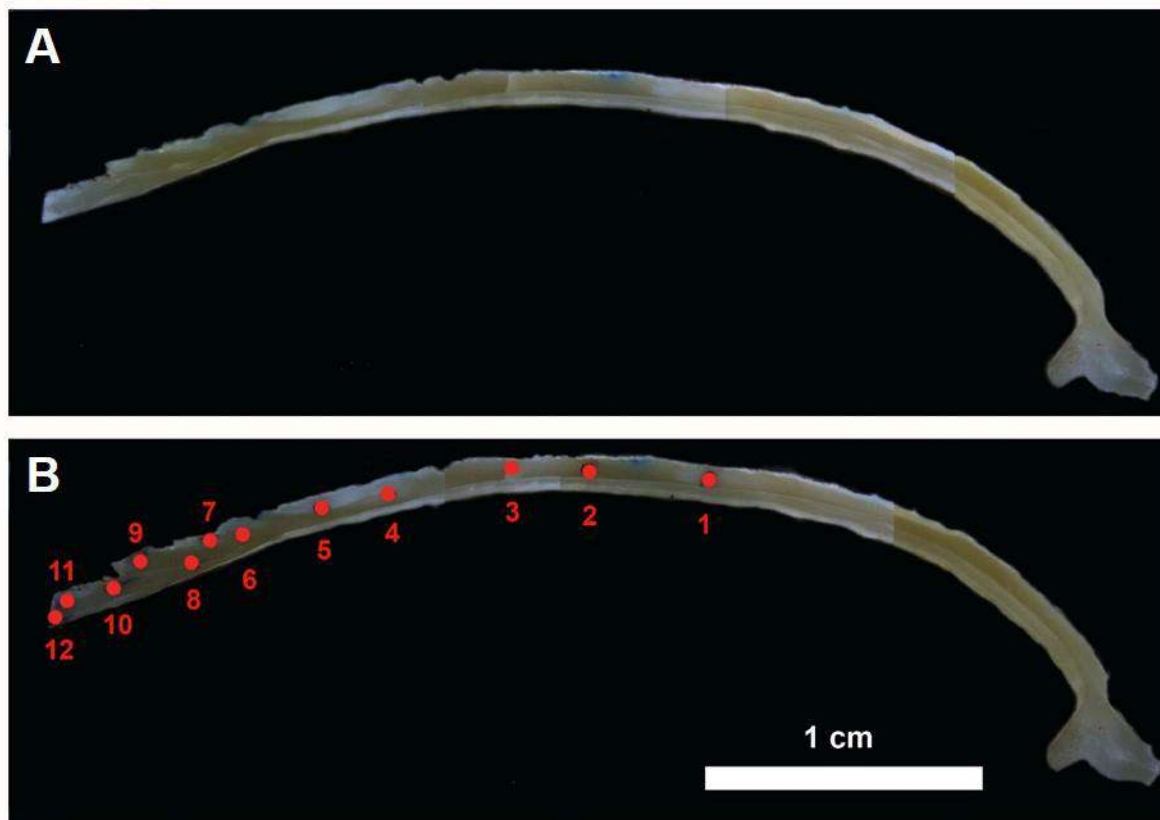
Fonte: A Autora, 2020.

Figura 80 - Esclerocronologia da amostra BE03B



Legenda: (A) Demonstra o corte da amostra com as linhas de crescimento; (B) Demonstra a identificação das seis linhas de crescimento identificadas em vermelho.
 Fonte: A Autora, 2020.

Figura 81 - Esclerocronologia da amostra BE04B



Legenda: (A) Demonstra o corte da amostra com as linhas de crescimento; (B) Demonstra a identificação das doze linhas de crescimento identificadas em vermelho.
 Fonte: A Autora, 2020.

8.9 Análises Geoquímicas

Os resultados obtidos pelas análises isotópicas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ deste trabalho foram relacionadas nos tópicos apresentados a seguir.

8.9.1 Resultados de isótopos Sr do material de referência NIST-612

Uma série de três amostras padrão NIST (NIST SRM 610, 612, 614) foi produzida com diferentes matrizes e concentração de elementos diferentes (por exemplo, 50 $\mu\text{g g}^{-1}$ para NIST SRM 612 ou NIST-612) para calibração primária precisa. No entanto, a composição em seu principal elemento químico é muito diferente de qualquer matriz carbonática, o que pode levar a um viés analítico significativo devido aos efeitos da matriz.

O NIST-612 é um material padrão muito popular e muito importante para diferentes aplicações, principalmente em estudos de ablação a laser e medições in situ de isótopos de Sr. Entretanto, essas técnicas exigem algumas correções, por exemplo, fracionamento elementar durante a ablação a laser e discriminação de massa durante a transferência da amostra da fonte de íons para detectores no espectrômetro de massa. Os resultados analíticos para os isótopos Sr no padrão NIST-612 são mostrados no Apêndice A. O certificado de composição declarado pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia dos EUA (NIST) dá o valor de $0,709063 \pm 0,000020$ para a razão $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$.

8.9.2 Resultados de isótopos Sr do material de referência MAC-03

O pó compactado de carbonato sintético ($^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr} = 0,7075532 \pm 0,0000037$; JOCHUM *et al.*, 2011) foi analisado nesta investigação e utilizado como material de referência para corrigir o fracionamento de amostras desconhecidas. O MAC-03 tem uma concentração de Sr de 6760 $\mu\text{g / g}$ e é adequado para análise a

laser e esta concentração pode ser usada para calcular a concentração de amostras de carbonato desconhecidas.

Dez baterias de análise foram realizadas com 100 medições e os resultados são mostrados no Apêndice A. O valor médio dos valores da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para todas as baterias foi de 0,730 e o fator de correção estimado (CF) foi 0,973. Na Tabela 45 observa-se os resultados das medidas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para as dez medidas realizadas.

Tabela 53 - Resultados das medidas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para as dez medidas realizadas no padrão MAC-03

Run	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ MEDIDO	Fator de Correção
MAC 3 run A	0,729598019	0,974
MAC 3 run B	0,731232092	0,972
MAC 3 run C	0,730883153	0,972
MAC 3 run D	0,730951607	0,972
MAC 3 run E	0,730884142	0,972
MAC 3 run F	0,732671661	0,970
MAC 3 run G	0,726456926	0,978
MAC 3 run H	0,729873589	0,974
MAC 3 run I	0,730360452	0,973
MAC 3 run J	0,727562716	0,977
Média	0,730047436	0,973

Fonte: A Autora, 2020.

8.9.3 Isótopos de Sr em concha carbonática

Os resultados obtidos na concha (material carbonático) foram realizados em camadas diferentes onde as abundâncias dos isótopos Sr foram medidas e são apresentados no apêndice A. Os valores da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ puderam ser agrupados em três perfis que são plotados na figura 81. É importante enfatizar que as camadas não apresentam continuidade. As razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ são similares nos perfis A e B diminuem para o perfil C. Os dados dos perfis estão dispostos na tabela 46.

Na figura 82 foram também relacionados dados da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) para o local e época da coleta que estão disponíveis gratuitamente no site Giovanni (Disponível em: < <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni> > Acesso em 05 de dezembro de 2020).

Os dados de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ correlacionados com a Temperatura da Superfície do Mar parecem demonstrar que há uma possível correlação dos picos de valores das razões isotópicas estudadas com picos da Temperatura da Superfície do Mar.

É possível então inferir que a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ na concha de bivalve desse táxon pode refletir essa variação ambiental. Isso atesta a viabilidade da aplicação deste método para estabelecer reconstruções ambientais a partir de conchas de bivalves.

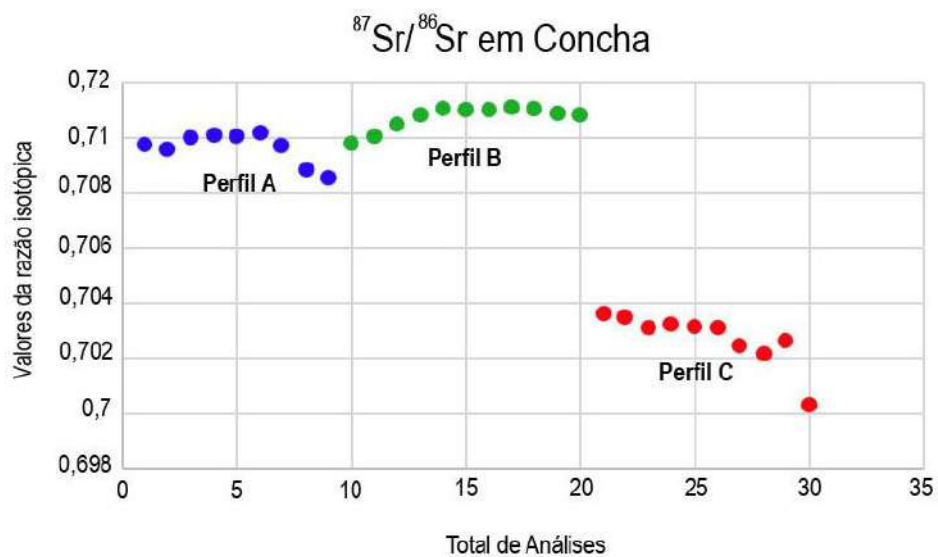
Apesar do presente trabalho possuir um caráter prospectivo, essa nova perspectiva de inovação pode lançar novas visões e embasar futuros trabalhos que relacionem esses parâmetros e dados geoquímicos com exemplares de sítios de sambaquis para reconstruções paleoclimáticas. Essas inferências coadunam com o que já foi apresentado no arcabouço teórico exposto neste trabalho (BORDALO *et al.*, 2007; ZERFASS *et al.*, 2011; MACHADO, 2013; OPPTIZ *et al.*, 2015).

Tabela 54 - Dados dos Perfis

Resumo do perfil A		Resumo do perfil B		Resumo do perfil C	
1	0,709754	1	0,71003	1	0,703633
2	0,709618	2	0,710494	2	0,703487
3	0,709988	3	0,710825	3	0,703151
4	0,710087	4	0,71108	4	0,703217
5	0,710111	5	0,711039	5	0,703152
6	0,710186	6	0,711039	6	0,703152
7	0,709761	7	0,711133	7	0,702471
8	0,708856	8	0,711044	8	0,70218
9	0,708559	9	0,710915	9	0,702648
10	0,70977	10	0,71083	10	0,700357

Fonte: A Autora, 2020.

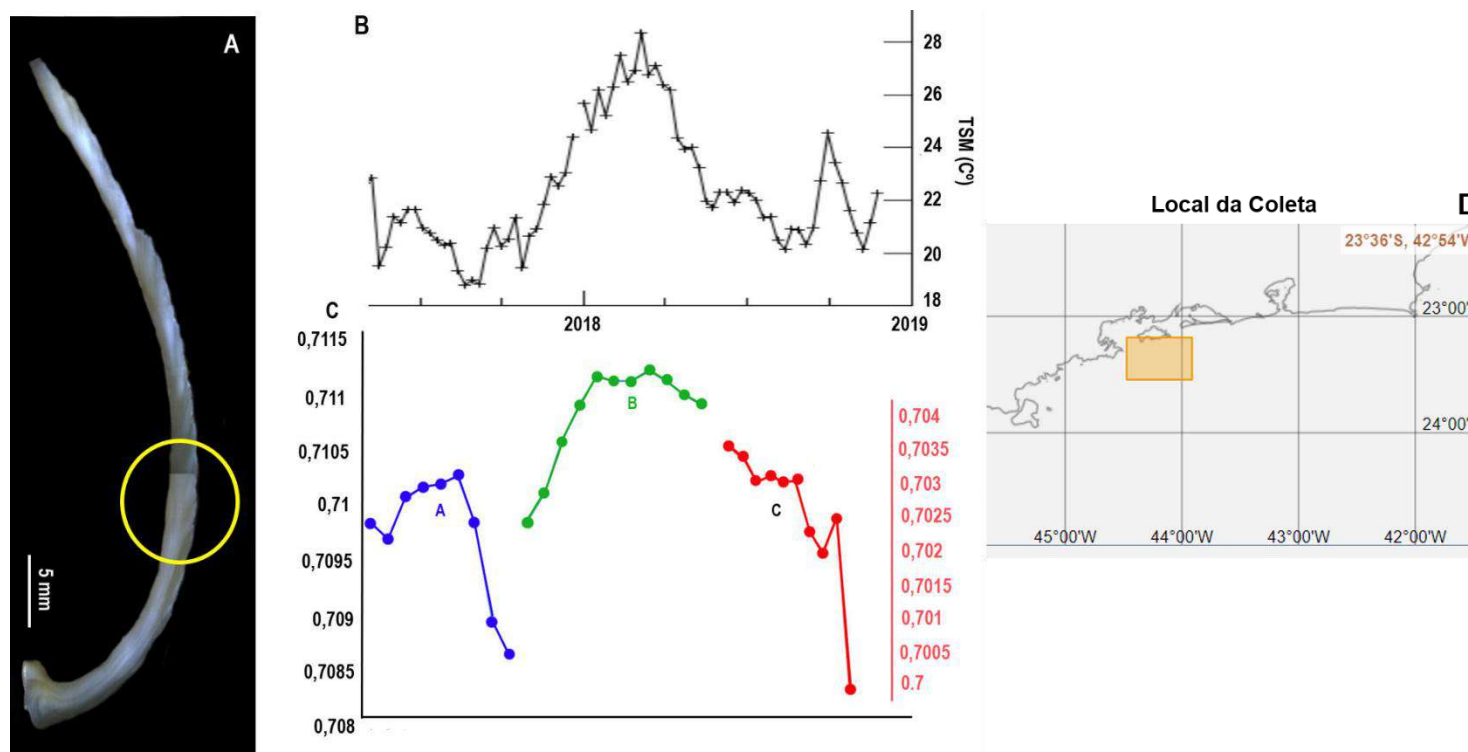
Figura 82 -Gráfico dos perfis com os valores da razão isotópica



Legenda: Gráfico das razões isotópicas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para os diferentes perfis encontrados. Em detalhes: perfil A em azul; perfil B em verde e perfil C em vermelho.

Fonte: A autora, 2020.

Figura 83 - Esquema comparativo de Dados de Sr e Temperatura da Superfície do Mar



Legenda: Esquema comparativo dos dados da razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e dados de temperatura da superfície do mar. (A) Exemplar de *Phacoides pectinatus* utilizado na aplicação do método. Em amarelo o destaque da região analisada. (B) Dados da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) para a região da Ilha Grande para a época da coleta. Dados obtidos do site da NASA Giovanni. (C) Dados dos perfis de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Em azul o perfil A; em verde o perfil B e em vermelho o perfil C. (D) Local da coleta em Vila Dois Rios, Ilha Grande, Angra dos Reis.

Fonte: A Autora, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O panorama das informações paleoclimáticas holocênicas do sul e sudeste do Brasil apresenta uma grande quantidade de dados com uma alta diversidade de *proxies* e análises.

Apesar de existirem muitos estudos paleoclimáticos para essas duas regiões, esses dados não necessariamente se interconectam entre si. A maior parte da literatura apresenta estudos pontuais locais sem que haja uma extrapolação maior desses dados. Essa característica não possibilita uma compreensão das mudanças climáticas em escala regional das áreas de estudo ao longo do tempo.

A despeito da grande quantidade de trabalhos paleoclimáticos para as duas regiões, os mesmos não procuram relacionar esses dados com tipos/classificações climáticas já consagrados na literatura e que poderiam auxiliar na compreensão da dinâmica climática das regiões de estudo.

A maior parte das localidades paleoclimáticas levantadas está em área de abrangência do tipo climático Cfa (temperado úmido com verão quente) de acordo com a classificação disposta por Köppen-Geiger.

A região sudeste é a mais privilegiada em termos de estudos paleoclimáticos sendo que o Rio de Janeiro possui maior destaque em termos quantitativos de trabalhos entre as localidades dessa região.

A maior parte dos estudos tiveram abrangência no Megalayano o que coaduna com uma melhor caracterização paleoclimática deste intervalo na literatura. Entretanto essa característica ao mesmo tempo que detalha mais o paleoclima desse range temporal, não permite uma compreensão das mudanças climáticas em uma escala temporal maior ao longo do Holoceno. Isso dificulta a visualização de padrões paleoclimáticos para as regiões.

Apesar de existirem muitos estudos paleoclimáticos para as duas regiões e haver uma grande diversidade de *proxies* e análises paleoclimáticas, os estudos privilegiam a Palinologia para caracterizar o paleoclima do sul e e sudeste do Brasil ao longo do Holoceno.

Embora haja uma grande diversidade de *proxies* e análises paleoclimáticas, há somente uma análise de reconstrução paleoclimática (carvão) realizada em sítios arqueológicos de sambaquis. Tal trabalho também não utilizou as conchas

encontradas nesses sítios como ferramenta de reconstrução paleoclimática para o Holoceno.

Não há na literatura qualquer conjugação de dados paleoclimáticos regionais com dados organizados em diferentes compartimentos latitudinais de abrangência média da Zona de Convergência do Atlântico Sul que é um elemento importante do ciclo hidrológico do país e do Sistema de Monções da América do Sul.

O levantamento de dados paleoclimáticos holocênicos do sul e sudeste do Brasil puderam ser agrupados em dois tipos distintos de comportamento espacial médio da Zona de Convergência do Atlântico Sul. Esses tipos são: ZACS tipo I, com abrangência exclusiva do sudeste do Brasil, e ZACS tipo II, com abrangência que inclui o sudeste e o sul do Brasil.

A maior parte dos dados paleoclimáticos está inclusa na abrangência espacial média da ZACS do tipo I uma vez que a maior parte dos estudos foram realizados na região sudeste.

O levantamento bibliográfico demonstra que o paleoclima do sudeste e sul do Brasil não foi estável ao longo do Holoceno e passou por diferentes flutuações em termos de umidade e aridez. De modo geral o Groelândiano é mais árido, o Nortegripiano apresenta condições intermediárias de aridez e aumento progressivo de umidade e o Megalayano apresenta características majoritariamente mais úmidas.

Os dados permitem concluir que os intervalos mais antigos (entre 10 e 5 mil anos A.P.) apresentam maiores flutuações paleoclimáticas com um tendenciamento a condições mais áridas.

Os dados levantados também permitem concluir que os intervalos mais recentes (entre 5 mil anos A.P. até os dias atuais) apresentam condições paleoclimáticas mais estáveis e com menos flutuações tendendo a apresentar um padrão de maior umidade.

A comparação dos dados paleoclimáticos das duas regiões que estão em abrangência do tipo I e II da Zona de Convergência do Atlântico Sul demonstra que a variação da ZACS no Holoceno é pequena.

Os dados permitem inferir que a Zona de Convergência do Atlântico Sul foi paulatinamente reforçada ao longo do Holoceno. Isso se refletiu em transformações paleoambientais que acompanharam condições que gradativamente se tornaram mais úmidas até os dias atuais.

Ainda existem muitas lacunas em termos da reconstrução paleoclimática do sul e sudeste do Brasil para o Holoceno, sobretudo em relação a compreensão do ciclo hidrológico e a sua relação com o Sistema de Monções da América do Sul.

É possível conjugar os dados paleoclimáticos holocênicos obtidos para o sul e sudeste com informações relativas ao paleoclima da Bacia Amazônica para o mesmo range temporal. Isso pode fornecer obter *insights* sobre os impactos dessa dinâmica climática sobre o ambiente e sobre as populações de humanos desses locais. Tais informações podem basear estudos futuros mais complexos e interdisciplinares e podem possibilitar uma compreensão global mais aprofundada da dinâmica de fases secas e úmidas da América do Sul ao longo do Holoceno.

O Paleoclima da Amazônia não foi estável ao longo do Holoceno. Houve alternância de fases secas e úmidas e isso impactou o ambiente de diferentes formas sobretudo nos tipos de vegetação desses locais. Essas alterações foram observadas de distintas maneiras devido à grande extensão da Bacia Amazônica. Isso proporcionou a existência de diferentes cenários de resiliência ambiental diante das mudanças climáticas holocênicas.

Não existe na literatura um consenso sobre o paleoclima para os diferentes setores da Bacia Amazônica. Contudo, existe a proposta de um índice paleoclimático regional chamado AME (*Amazon Holocenic Drought Index*) que pode ser usado para futuras investigações climáticas regionais e supra-regionais.

Existe a possibilidade de se aplicar o AME para compreender o regime de alternância de condições secas e úmidas em diferentes escalas espaciais no Holoceno. Uma possível aplicabilidade é a comparação de cenários climáticos das regiões sul, sudeste e norte do Brasil.

A aplicação do AME pode demonstrar os seguintes cenários predominantes para a Bacia Amazônica: Groelândiano úmido; Nortegripiano árido e Megalayano úmido.

Parte da variabilidade climática observada no Holoceno da Bacia Amazônica pode ser explicada pela variabilidade espacial da Zona de Convergência Intertropical. De modo geral, quando a ZCIT se encontra mais ao norte, há a ocorrência de cenários mais áridos. Quando ela se encontra mais ao sul, há a ocorrência de cenários mais úmidos.

Existem diferentes potenciais ainda não explorados pela aplicabilidade do AME a diferentes eventos climáticos como a questão das explosões vulcânicas e a

variabilidade do El Niño. Essas questões poderão ser melhor compreendidas em trabalhos futuros.

O AME aplicado junto aos dados paleoclimáticos obtidos para o sul e sudeste do Brasil pode embasar inferências sobre os impactos dos eventos de seca generalizada nas migrações humanas ao longo do território da América do Sul.

Os cenários de seca do Nortegripiano evidenciado pelos dados podem ter motivado várias ondas de movimentos migratórios de seres humanos ao longo do território sul-americano. Esses movimentos podem ser associados a expansão da etnia Guarani e aos eventos como o Hiato do Arcaico. Há a possibilidade desses eventos terem tido efeitos importantes na evolução das sociedades sambaquieiras do litoral do brasileiro. Tais hipóteses necessitam de mais estudos complementares futuros.

As populações humanas do território sul-americano podem ter tido uma relativa resiliência diante dos episódios de seca do Nortegripiano que pode ter se apoiado na resiliência da própria região amazônica e em práticas culturais específicas de sobrevivência. Essa hipótese ainda necessita de maiores estudos para ser corroborada.

Os dados também demonstram que as regiões amazônica, sul e sudeste não possuem total concordância de comportamentos climáticos no Holoceno conforme o esperado.

Para o Groelândiano as regiões Sul e Sudeste apresentam contextos áridos enquanto a região amazônica apresentou um cenário úmido. Isso pode estar relacionado a maior intensidade do padrão de insolação para esse range temporal no paralelo 15°S. Outra hipótese seria haver um terceiro posicionamento da ZACS (ZACS tipo III) que poderia estar posicionada ainda mais ao sul nas proximidades da Bacia do Prata ou do Uruguai. Tais inferências ainda necessitam de maiores investigações a serem realizadas em um momento posterior e podem ensejar novos horizontes de pesquisa.

O Nortegripiano do Sul e Sudeste do Brasil apresentaram condições híbridas de aridez e umidade. Já a região amazônica apresentou a predominância de contextos áridos. O cenário climático misto das regiões Sul e Sudeste pode ser explicado pela existência de outros fatores costeiros que podem estar envolvidos nesses locais como as ações de frentes frias atlânticas o Sistema de Alta do Atlântico. Tais fatores não foram alvo dos objetivos desse trabalho.

O Megalayano apresentou uma concordância de cenários úmidos tanto na região amazônica quanto nas regiões sul e sudeste. Isso pode ser resultado de um reforço positivo da atividade do Sistema de Monções da América do Sul em todos esses locais.

O uso de dados de sítios arqueológicos (sambaquis) para reconstruções paleoclimáticas relacionadas com o ciclo hidrológico e o Sistema de Monções da América do Sul pode representar no futuro uma alternativa ainda não explorada na literatura. Isso pode auxiliar a suprir a lacuna de dados paleoclimáticos para as regiões de estudo no Holoceno.

A identificação taxonômica e dos ambientes do material coletado nos sítios dos sambaquis do Sul e Sudeste do Brasil elencados nesse trabalho demonstrou ser uma etapa importante para: a caracterização das amostras, a escolha de táxons com potencial de servirem de *proxies* paleoclimáticos e baseou as etapas posteriores de esclerocronologia e de análises geoquímicas.

Existe a possibilidade de que as informações paleoclimáticas fornecidas pelas conchas possam ser relacionadas com questões fisiológicas espécie-específicas do táxon escolhido.

Os dados de identificação taxonômica demonstraram que a maior parte dos bivalves encontrados são provenientes de estuários. Essas características podem servir de base para a elaboração de futuras inferências que conjuguem a um só tempo condições paleoambientais, a fisiologia e a ecologia populacional desses animais. Como por exemplo pode-se citar a relação entre taxas de precipitação/taxas de salinidade e a reprodução (desova) de bivalves.

A análise geral macroscópica (>6,35 mm) das amostras coletadas dos sambaquis deste trabalho permitiu a identificação de cinco grupos principais: bivalves, gastrópodes, vertebrados, fragmentos de conchas indeterminados e fragmentos de conchas de bivalves.

Os sambaquis do Rio de Janeiro e Santa Catarina apresentam quase a mesma quantidade de táxons (19 e 21 respectivamente). Seis táxons aparecem compartilhados nas duas regiões. O táxon mais representativo em termos de quantidade de ocorrências para todos os sítios é *Anomalocardia flexuosa*.

A análise geral dos sambaquis do Sul e Sudeste demonstrou que os bivalves representam o grupo mais predominante nesses sítios.

Os dados dos sítios do Rio de Janeiro apresentaram os seguintes grupos: bivalves, gastrópodes e fragmentos de bivalves.

As amostras do Rio de Janeiro apresentam uma maior ocorrência de bivalves, ausência de registros de vertebrados e apresentam uma baixa ocorrência de fragmentação de conchas.

Os táxons que apresentaram maior número de ocorrências para as amostras dos sítios do Rio de Janeiro foram *Phacoides pectinatus* e *Anomalocardia flexuosa*.

Os dados do sambaqui do Forte demonstraram que as amostras coletadas desse local apresentaram uma maior quantidade de táxons. Na camada de duna, a maior ocorrência foi de *Anadara notabilis*. Essa camada também apresentou clastos de quartzo que parecem ser artefatos arqueológicos. A camada superficial apresentou a maior ocorrência de *Anomalocardia flexuosa*.

Os dados relativos as coletas dos sambaquis Beirada, Guaratiba 1 e Guaratiba 2 apresentaram baixa quantidade de ocorrências de táxons. O táxon mais observado para todos esses locais foi *Anomalocardia flexuosa*. Já o sítio Geribá apresentou somente a ocorrência do táxon *Ovilancillaria* sp.

A análise de cluster para região sudeste identificou dois grupos de similaridade que levaram em consideração ocorrência de táxons de moluscos e localidades que são: Sambaqui Guaratiba 1 e 2 e Sambaqui do Forte (duna) e Geribá. Esses agrupamentos em geral podem ser explicados pela proximidade desses locais entre si muito embora essas análises tenham um caráter meramente preliminar e necessitem de atualizações mais robustas sobre critérios de ocupação, idade dos sítios entre outros aspectos que ainda não foram considerados.

Os sítios de Santa Catarina apresentam os cinco tipos de grupos de ocorrências: bivalves, gastrópodes, vertebrados, fragmentos de bivalves e fragmentos de conchas não identificados.

A maior parte das ocorrências dos sítios de Santa Catarina foram de Bivalves inteiros, mas também houve uma proporção quase equivalente de fragmentos de conchas não identificados.

O sítio Perrixil apresentou somente bivalves inteiros. A quantidade de táxons identificados diminuiu da base para o topo. Nas duas camadas, a maior ocorrência foi de *Anomalocardia flexuosa*.

O sítio Cabeçuda apresentou, na base, uma maioria de fragmentos de conchas não identificados além de bivalves inteiros e raras ocorrências de

vertebrados. A camada intermediária apresentou um cenário oposto com mais bivalves inteiros e poucos fragmentos. Também houve não presença de gastrópodes ou vertebrados. No topo houve uma equivalência de fragmentos de conchas não identificados e bivalves inteiros com uma baixa ocorrência de vertebrados e gastrópodes. A quantidade de táxons diminuiu da base para a camada intermediária mas voltou a aumentar no topo. Em todas as camadas o maior número de ocorrências foi da espécie *Anomalocardia flexuosa*.

Os dados do sítio Carniça 1 demonstram que na base houve uma maioria de bivalves inteiros. Já no topo houve uma maioria de bivalves inteiros e uma equivalência percentual similar de fragmentos de conchas não identificados. A proporção de bivalves inteiros, fragmentos de conchas não identificados e gastrópodes aumentou da base para o topo enquanto que a de fragmentos de bivalves e de vertebrados diminuiu. Houve também um aumento de ocorrência de táxons da base para o topo.

O sambaqui Carniça 3 apresentou uma totalidade de bivalves inteiros com grande número de ocorrências de *Anomalocardia flexuosa*.

O sambaqui Garopaba do Sul só apresentou bivalves inteiros com maioria de ocorrências do táxon denominado Morfotipo 6.

O sítio Camboriú apresentou bivalves inteiros e gastrópodes. Os bivalves foram o grupo mais representativo dessa amostra. Identificou-se uma homogeneidade do táxon *Ostrea cristata*.

A análise de cluster dos diferentes sítios de Santa Catarina identificou de três grupos: o primeiro grupo é formado pelas duas camadas de Carniça 1. O segundo grupo é formado por dois subgrupos: um formado pela base de Perrixil (330 cm) e Carniça 3 e outro é composto por Camboriú e Garopaba do Sul. O terceiro grupo é formado por outros dois subgrupos: um formado pelo topo de Perrixil (100 cm) e o topo de Cabeçuda (40 a 50 cm) e o outro subgrupo é formado pela base (150 cm) e a camada intermediária de Cabeçuda (80 a 90 cm). Essas similaridades inicialmente podem ser explicadas pela proximidade entre os locais agrupados. Outras análises mais robustas podem ser feitas relacionando informações das idades dos sítios, tipo de ocupação e hábitos alimentares que não foram consideradas no momento.

É possível aplicar o método da Esclerocronologia para conchas de bivalves provenientes de sítios de sambaquis do Sul e Sudeste do Brasil.

A aplicação da Esclerocronologia nas conchas dos sambaquis demonstrou que existem poucas linhas de crescimento para conchas do táxon *Phacoides pectinatus* para os sítios de Cabo Frio e Beirada.

Análises Geoquímicas realizadas por meio da espectrometria de massa podem ser aplicáveis ao estudo esclerocronológico de reconstrução paleoambiental através de conchas de bivalves provenientes de sítios arqueológicos.

Os dados seriados da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ da concha do bivalve recente de *Phacoides pectinatus* permitem inferir que há uma possível correlação entre esses valores e dados Temperatura da Superfície do Mar (TSM). Isso demonstra e reforça a viabilidade da possibilidade de prospectar futuros estudos de reconstrução ambiental a partir das conchas de bivalves.

A demonstração da aplicação dos métodos de Esclerocronologia e análises geoquímicas realizadas a partir da razão de Estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) permite deduzir que é possível reconstruir os padrões paleoclimáticos em sítios arqueológicos (sambaquis) a partir de conchas de bivalves. Tais inferências ainda precisam de mais estudos complementares a serem realizados futuramente.

Existe a possibilidade de se conjugar o Estrôncio com outras razões elementares de indicadores geoquímicos para reconstruções paleoambientais (paleotemperatura, paleoprodutividade primária entre outros elementos) a partir de conchas de bivalves de sambaquis. Também é possível conjugar essas análises com métodos de reconstrução paleoambiental que utilizem razões geoquímicas mais tradicionais.

A melhor técnica de espectrometria de massa a ser aplicada a conchas de bivalves de sambaquis parece ser a que realiza a microamostragem das linhas de crescimento através ablação a *laser* (*laser ablation*) uma vez que ela possui mais acurácia na coleta das microamostragens; maior possibilidade de obtenção de dados e rapidez da aplicação do método.

Os dados sugerem que as conchas de bivalves de sambaquis podem ser utilizadas como ferramentas de reconstrução paleoclimática (*proxies*) a partir da conjugação de diferentes métodos esclerocronológicos e geoquímicos.

São necessários mais estudos paleoclimáticos interdisciplinares para amplificar o entendimento da variabilidade do Sistema de Monções da América do Sul no Holoceno e seus impactos sobre o paleoambiente e sobre as populações humanas desses locais.

REFERÊNCIAS

- ABSY, M.L.; SILVA, S.A.F. Registros palinológicos das mudanças climáticas na Amazônia brasileira durante o Neógeno. In: TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C.; MADARI, B.E.; LIMA, H.N.; WOODS, W. (Eds.) **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Manaus: UFAM, 2009, n. 1 p. 39-47.
- AGUILERA, O.; BELEM, A. L.; ANGELICA, R.; MACARIO, K.; CRAPEZ, M.; NEPOMUCENO, A.; PAES, E.; TENÓRIO, M.C.; DIAS, F.; SOUZA, R.; RAPAGNÃ, L.; CARVALHO, C.; SILVA, E. Fish bone diagenesis in southeastern Brazilian shell mounds and its importance for paleoenvironmental studies. **Quaternary International**, n.391, p. 18-25, 2016.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMARAL, M. T. A. A. **Sambaqui Zé Espinho: o que uma análise paleobiológica pode demonstrar sobre este grupo pré-colonial do litoral brasileiro?**. 2011. Dissertação (Mestrado). Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.
- AMBRIZZI, T., ARAUJO, M. Introdução e Principais questões discutidas. In.: AMBRIZZI, T., ARAUJO, M. (Eds.) **Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas**, Rio de Janeiro: COPPE, 2014, p. 7-24.
- ANDRUS, C. F. T. Shellmidden sclerochronology. **Quaternary Science Reviews**, 30, 2011.
- ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos quaternários no Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 5, n. 2, 2014.
- ARAÚJO, A. G. M.; NEVES, W. A.; PILÓ, L. B.; ATUI, J. P. V. Holocene dryness and human occupation in Brazil during the Archaic Gap. **Quaternary Research**, v. 64, 2005.
- ARAÚJO, A.G.M.; NEVES, W. A.; PILÓ, L. B. Eventos de seca no Holoceno e suas implicações no povoamento pré-histórico do Brasil Central. In.: **Anais do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, Recife, Brasil, 2003.
- ARAÚJO, J. C.; MANSUR, K. L.; DIAS, F. F.; RAMOS, R. R. C. Mapeamento da Paleolaguna e dos sítios arqueológicos do Campo de Dunas do Peró, Cabo Frio, RJ. In: SILVA D. P.; RODRIGUES, M. A. C.; BERGAMASCHI, S.; ARAÚJO-JUNIOR, H. I.; FONSECA, L. C. F.; GARCIA, A. C. G.; ROQUE, A. C. (Orgs.). **O Homem e o Litoral: Transformações na paisagem ao longo do tempo**. 765ªed. Rio de Janeiro: Faperj, 2017, p. 293-309.

ASNANI, G. C. **Tropical Meteorology**. India: Nobel Printers, 1993.

ASSUNÇÃO, D. **Sambaquis da Paleolaguna de Santa Marta: em busca do contexto regional no litoral sul de Santa Catarina**. 2010. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ASSUNÇÃO, D.; DEBLASIS, P. Em busca do contexto regional: Levantamento arqueológico na Paleolaguna de Santa Marta, Litoral Sul de Santa Catarina. **Anais do V encontro do Núcleo Regional Sul da Sociedade de Arqueologia Brasileira**, 2006.

AZZOUG, M.; CARRÉ, M.; CHASE, B. M.; DEME, A.; LAZAR, A.; LAZARETH, C. E.; SCHAUER, A. J.; MANDENG-YOGO, M., M.; SIMIER, A.; THIerno-GAYE; MORAES, L. T. Positive precipitation-evaporation budget from AD 460 to 1090 in the Saloum Delta (Senegal) indicated by mollusk oxygen isotopes, **Global and Planetary Change**, p.54-62, 2012a.

AZZOUG, M.; CARRÉ, M.; SCHAUER, A. J. Reconstructing the duration of the West African Monsoon season from growth patterns and isotopic signals of shells of *Anadara senilis* (Saloum Delta, Senegal). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 346, p. 145-152, 2012.

BAFFA, O. O método de datação arqueológica por ressonância paramagnética eletrônica. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**. Suplemento, n. supl. 2, p. 151-160, 1997.

BAKER, P. A.; SELTZER, G. O.; FRITZ, S. C.; DUNBAR, R. B.; GROVE, M. J.; TAPIA, P. M.; SCOTT, L.; ROWE, H. D.; BRODA, J. P. The history of South American tropical precipitation for the past 25,000 years. **Science**, v.291, n. 5504, p. 640-643, 2001.

BARBOSA, M.; BUARQUE, A.; GASPAR, M.D.; MACARIO, K.D.; ANJOS, R.M.; GOMES, P.R.S.; COIMBRA, M.M.; ELMORED, D. Intermittent occupation of the sambaqui builder settlements in Rio de Janeiro State, Brazil. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms**, v. 223, p. 695-699, 2004.

BARREIRA, C. A. R.; ARAÚJO, M. L. R. Ciclo Reprodutivo de *Anomalocardia Brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na Praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 9 - 20, 2005.

BARREIRO, M.; CHANG, P.; SARAVANAN, R. Variability of the South Atlantic convergence zone simulated by an atmospheric general circulation model. **Journal of Climate**, v. 15, n. 7, p. 745-763, 2002.

BARRETO, C. F.; LUZ, C. F.; BAPTISTA-NETO, J. A.; VILELA, C. G.; BARTH, O. M. Palynological analysis of a sediment core obtained in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 79, n. 2, p. 223-234, 2007.

BARROS, V.; GONZALEZ, M.; LIEBMANN, B., C. Influence of the South Atlantic convergence zone and South Atlantic Sea surface temperature on interannual

summerrainfall variability in Southeastern South America. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 67, n. 3-4, p. 123-133, 2000.

BARTH, O. M.; BARRETO, C. F.; COELHO, L. G.; LUZ, C. F. Pollen record and paleoenvironment of a 4210 years BP old sediment in the Bay of Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 76, n. 3, p. 549-551, 2004.

BARTH, O. M.; BARRETO, C. F.; VILELA, C. G.; BAPTISTA NETO, J. A. **Pollen analysis revealing the paleoenvironment of a 3520 years BP old sediment in the Guanabara Bay**, Anuário de Geociências – UFRJ, v.34, n.2, p. 9-12, 2011.

BARTH, O. M.; BARROS, M. A.; LUZ, C. F. P. Reconstituição do Bioma Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro durante o Quaternário Tardio através da Palinologia. In.: CARVALHO, I. S.; GARCIA, M. J.; LANA, C.C.; JÚNIOR, O. S. (Eds.). **Paleontologia: Cenários da Vida – Paleoclimas**. 1ª ed. Rio de Janeiro : Editora Interciência:, 2014. Vol. 5., p.437-457.

BARTH, O. M.; SÃO-THIAGO, L. EU; BARROS, M. A. Paleoenvironment interpretation of a 1760 years BP old sediment in a mangrove area of the Bay of Guanabara, using pollen analysis. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, n. 2, p. 227-229, 2006.

BASTOS, M. Q. R. **Dos Sambaquis do Sul do Brasil à Diáspora Africana: Estudos de Geoquímica Isotópica de Séries Esqueléticas Humanas Escavadas de Sítios Arqueológicos Brasileiros**. 2014. 169 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

BATENBURG, S.J.; REICHART, G.J.; JILBERT, T.; JANSE, M.; WESSELINGH, F.P.; RENEMA, W. Interannual climate variability in the Miocene: High resolution trace element and stable isotope ratios in giant clams. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.306, p.75–81, 2011.

BAUERMANN, S.G.; JÚNIOR, N. F. Paleoclimas Pleistocênicos e Holocênicos no Domínio do Bioma Pampa, Estado do Rio Grande do Sul. In.: CARVALHO, I. S.; GARCIA, M.J.; LANA, C.C.; JÚNIOR, O.S. (Eds.). **Paleontologia: Cenários da Vida – Paleoclimas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. V. 5, p. 491-500.

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.

BECK, C.; GRIESER, J.; KOTTEK, M.; RUBEL, F.; RUDOLF, B. Characterizing global climate change by means of Köppen climate classification. **Klimastatusbericht**, v. 51, p. 139-149, 2005.

BECK, H. E.; ZIMMERMANN, N. E.; MCVICAR, T. R.; VERGOPOLAN, N.; BERG, A.; WOOD, E. F. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific data**, v. 5, p. 180214, 2018.

BEHLING, H. A high resolution Holocene pollen record from Lago do Pires, SE Brazil: vegetation, climate and fire history. **Journal of Paleolimnology**, v. 14, n. 3, p. 253-268, 1995.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South Brazil). **Review of palaeobotany and palynology**, v. 97, n. 1-2, p. 109-121, 1997.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 99, p. 143-156, 1998.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 177, n. 1-2, p. 19-27, 2002.

BEHLING, H.; NEGRELLE, R. R. B. Tropical Rain Forest and Climate Dynamics of the Atlantic Lowland, Southern Brazil, during the Late Quaternary. **Quaternary Research**, v. 56, 2001.

BEHLING, H.; PILLAR, V. D. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 243-251, 2007.

BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; ORLÓCI, L.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 203, n. 3-4, p. 277-297, 2004.

BEHLING, H.; SAFFORD, H. Deforest. Late-glacial and Holocene vegetation, climate and fire dynamics in the Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. **Global Change Biology**, v. 16, n. 6, p. 1661-1671, 2010.

BELDA, M.; HOLTANOVÁ, E.; HALENKA, T.; KALVOVÁ, J. Climate classification revisited: from Köppen to Trewartha. **Climate research**, v. 59, n. 1, p. 1-13, 2014.

BENDER, V.B.; HANEETH, T. J.J.; CHIESSI, M. C. Holocene shifts of the Subtropical Shelf Front off southeastern South America controlled by high and low latitude atmospheric forcings. **Paleoceanography**, vol. 28, 2013.

BENDLE, J. A. WEIJERS, J. W. H.; MASLIN, M. A.; DAMSTÉ, J. S.S.; SCHOUTEN, S. HOPMANS, E. C.; BOOT, C. S.; PANCOST, R.D. Major changes in glacial and Holocene terrestrial temperatures and sources of organic carbon recorded in the Amazon fan by tetraether lipids. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, v. 11, n. 12, 2010.

BERNAL, J.P.; CRUZ, F.W.; STRÍKIS, N.M.; WANG, X.; DEININGER, M.; CATUNDA, M.A.; ORTEGA-OBREGÓN, C.; CHENG, H.; EDWARDS, L.R.; AULER, A.S. High-resolution Holocene South American monsoon history recorded by a speleothem from Botuverá Cave, Brazil. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 450, p. 186-196, 2016.

BERTASSOLI JUNIOR, D. J. **Mudanças climáticas e antrópicas no leste da Amazônia durante o Holoceno tardio**. 2019. Tese (Doutorado em Geociências), Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.

BIANCHINI, G. F. **Fogo e Paisagem: Evidências de práticas rituais e construção do ambiente a partir da análise antracológica de um sambaqui no litoral sul de Santa Catarina**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

BIRD, B. W.; ABBOTT, M. B.; VUILLE, M.; RODBELL, D. T.; STANSELL, N. D.; ROSENMEIER, M. F. A 2,300-year-long annually resolved record of the South American summer monsoon from the Peruvian Andes. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.108, n.21, p. 8583-8588, 2011.

BOEHS, G.; ABSHER, T. M.; CRUZ-KALED, A. C. Ecologia populacional de *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791)(BIVALVIA, VENERIDAE) na baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 2, p. 259-270, 2008.

BOMBARDI, R. J.; CARVALHO, L. M. V. **Variabilidade do regime de monções sobre o Brasil: o clima presente e projeções para um cenário com 2xCO₂ usando o modelo MIROC**. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.1, p. 58-72, 2008.

BONOMO, M.; ANGRIZANI, R.C.; APOLINAIRE, E.; NOELLI, F.S. A model for the guaraní expansion in the La Plata Basin and littoral zone of southern Brazil. **Quaternary International**, v. 356, p. 54–73, 2015.

BORDALO, A.O.; MOURA, C.A.V.; SCHELLER, T. Determinação da Composição Isotópica de Estrôncio em Águas Naturais: Exemplos de Sua Aplicação em Águas Subsuperficiais da Zona Costeira na Região Bragantina-Pa **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 821-827, 2007.

BOSCATTO, F. **Diretrizes para o levantamento topográfico e geodésico do Patrimônio Cultural Material**. 2014 . 264f Tese (Doutorado em Engenharia Civil.), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

BRIGHT, K. D. **Sambaqui: Changes in Monumental Architecture Along the Brazilian Coast in Response to Disruptions in Climate Patterns**. 2010. Tese (Doutorado). University of Florida, 2010.

BROCCOLI, A. J.; DAHL, K. A.; STOUFFER, R. J. Response of the ITCZ to Northern Hemisphere cooling. **Geophysical Research Letters**, v. 33, n. 1, 2006.

BUSH, M. B.; MCMICHEL, C.H.; RACZKA, M. F.; TOLEDO, M.B.; POWER, M.J.; MAYLE, F. E.; OLIVEIRA, P. E. The Holocene of The Amazon. Orgs.: CARVALHO, I. S.; GARCIA, M. J.; LANA, C.C.; STROHSCHOEN JÚNIOR, O. In: CARVALHO, I. S.; GARCIA, M.J.; LANA, C.C.; JÚNIOR, O.S. (Eds.). **Paleontologia: Cenários da Vida – Paleoclimas**. Rio de Janeiro. Editora Interciência, 2014. V. 5, p. 369-386.

BUSH, M. B.; SILMAN, M. R.; TOLEDO, M. B.; LISTOPAD, C. GOSLING, W.D.; WILLIAMS, C. OLIVEIRA, P. E.; KRISSEL, C. Holocene fire and occupation in

Amazonia: records from two lake districts. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 209-218, 2007.

3999CAMACHO, M.; PESSANHA, T.; LELES, D.; DUTRA, J. M.; SILVA, R.; SOUZA, S. M. D.; ARAUJO, A. Lutz's spontaneous sedimentation technique and the paleoparasitological analysis of sambaqui (shellmound) sediments. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.108, n.2, p.155-159, 2013.

CAMPOS, J. E. A. **Monção Sul Americana**: variabilidades e impactos na paleopluviosidade dos Andes orientais durante os últimos 1400 anos a partir de estudos isotópicos em espeleotemas. 2014. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2015.

CARÉ, M.; BENTALEB, I.; BRUGUIER, O.; ORDINOLA, E.; BARRETT, N. T.; FONTUGNE, M. Calcification rate influence on trace element concentrations in aragonitic bivalve shells: evidences and mechanisms. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 70, n. 19, p. 4906-4920, 2006.

CARRÉ, M.; AZZOU, M.; ZAHARIAS, P.; CAMARA, A.; CHEDDADI, R.; CHEVALIER, M.; FIORILLO, D.; GAYE, A. T.; JANICOT, S.; KHODRI, M.; LAZAR, A.; LAZARETH, C. E.; MIGNOT, J.; GARCÍA, N. M.; PATRIS, N.; PERROT, O.; WADE, M. Modern drought conditions in western Sahel unprecedented in the past 1600 years. **Climate Dynamics**, v. 52, n. 3-4, p. 1949-1964, 2019.

CARRÉ, M.; J. P. SACHS; A. J. SCHAUER; W. E. RODRÍGUEZ; F. C. RAMOS Reconstructing El Niño-Southern Oscillation activity and ocean temperature seasonality from short-lived marine mollusk shells from Peru, **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.371, p. 45-53, 2013a.

CARRÉ, M.; J. P. SACHS; J. M. WALLACE; C. FAVIER. Exploring errors in paleoclimate proxy reconstructions using Monte Carlo simulations: paleotemperature from mollusk and coral geochemistry, **Climate of the Past**, v. 8, p. 433-450, 2012.

CARRÉ, M.; PURCA, S.; SACHS, J.P. Reconstructing ENSO in the Eastern Tropical Pacific from short-lived marine mollusks, **PAGES News**, 21(2), p. 56-57, 2013b.

CARRÉ, M.; SACHS, J. P.; PURCA, S.; SCHAUER, A. J.; BRACONNOT, P.; FALCÓN, R. A.; JULIEN, M.; LAVALLÉE, D. Holocene history of ENSO variance and asymmetry in the eastern tropical Pacific. **Science**, v. 345, n. 6200, p. 1045-1048, 2014.

CARRÉ, M.; SACHS, J. P.; SCHAUER, A. J.; RODRÍGUEZ, W. E.; RAMOS, F. C. Reconstructing El Niño-Southern Oscillation activity and ocean temperature seasonality from short-lived marine mollusk shells from Peru. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 371, p. 45-53, 2013.

CARVALHO, C. R.; SCHEEL-YBERT, R.; GASPAR, M.; BIANCHINI, G. F.; KLOKLER, D. M.; ANDRADE, M. N.; SOUZA BORGES, D. Cabeçuda-II: um conjunto

de amoladores-polidores evidenciado em Laguna, SC. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 21, p. 401-405, 2011.

CARVALHO, C.R.F. **Marcadores de Estresse Ocupacional em Populações Sambaqueiras do Litoral Fluminense**. 2004. Tese (Doutorado. Ciências na área da Saúde Pública). Fiocruz, Rio de Janeiro, 2004.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic convergence zone: Intensity, form, persistence, and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. **Journal of Climate**, v. 17, n. 1, p. 88-108, 2004.

CARVALHO, L. M.; SILVA, A. E.; JONES, C.; LIEBMANN, B.; DIAS, P. L. S.; ROCHA, H. R. Moisture transport and intraseasonal variability in the South America monsoon system. **Climate dynamics**, v. 36, n. 9-10, p. 1865-1880, 2011.

CARVALHO, L. M.V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. Extreme precipitation events in southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic convergence zone. **Journal of Climate**, v. 15, n. 17, p. 2377-2394, 2002.

CAXITO, F.A.; SILVA, A. V. Isótopos Estáveis: Fundamentos e Técnicas Aplicadas à Caracterização e Proveniência Geográfica de Produtos Alimentícios. **Geonomos**, 23(1), 10-17, 2015

CHANGA, V.T.C.; WILLIAMS, R.J.P.; MAKISHIMA, A.; BELSHAWLA, N.S.; NIONS, R.K. Mg and Ca isotope fractionation during CaCO₃ biomineralisation **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.323, p. 79–85, 2004.

CHAVES, R. R.; NOBRE, P. Interactions between sea surface temperature over the South Atlantic Ocean and the South Atlantic Convergence Zone. **Geophysical Research Letters**, v. 31, n. 3, 2004.

CHEN, D.; CHEN, H. W. **Using** the Köppen classification to quantify climate variation and change: an example for 1901–2010. **Environmental Development**, v. 6, p. 69-79, 2013.

CHMYZ, I. A ocupação do litoral dos estados do Paraná e Santa Catarina por povos ceramistas. **Estudos Brasileiros (Curitiba)**, v.1, p. 7-43, 1976.

CIDREIRA-NETO, I. R. G.; NASCIMENTO, D. M.; MARES, P. X.; RODRIGUES, G. G. Análise biométrica de *Anomalocardia flexuosa* em Área de Proteção Ambiental. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 2, p. 191-199, 2018.

CITTADIN, A.P. **Laguna, paisagem e preservação: o patrimônio cultural e natural do município**. 2010. Dissertação. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

COELHO, C. C.S. R. **Sambaquis e Museus: relações entre acervos in situ e ex situ**. 2017.159 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Museologia), Universidade de Santa Catarina.. Florianópolis, 2017.

COELHO, L. G.; BARTH, O. M.; ARAUJO, D. S.D. Pollen analysis of Holocene sediments from the Poço das Antas National Biological Reserve, Silva Jardim, Rio de

Janeiro, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 80, n. 3, p. 531-541, 2008.

CORDEIRO, R. C.; TURCQ, B. J.; SIFEDDINE, A.; LACERDA, L. D.; SILVA FILHO, E. V.; GUEIROS, B. B.; CUNHA, Y.P.P; SANTELLI, R. E.; PÁDUA, E.O.; PACHINELAM, S. R. Biogeochemical indicators of environmental changes from 50 Ka to 10 Ka in a humid region of the Brazilian Amazon. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 299, n. 3-4, p. 426-436, 2011.

CORDEIRO, R.C.; TURCQ, B. J.; MOREIRA, L.S.ILVA ; ARAGÃO RODRIGUES, R. ; SIMÕES FILHO, F.F.L. ; MARTINS, G. S.; SANTOS, A. B.; BARBOSA, M.; CONCEIÇÃO, M.C.G.; CARVALHO, R.R.; EVANGELISTA, H.; MOREIRA-TURCQ, P. F.; PENIDO, Y. P.; SIFEDDINE, A.; SEOANE, J.C.S. Palaeofires in Amazon: Interplay between land use change and palaeoclimatic events. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 415, p. 137-151, 2014.

CORDEIRO, R.C.; TURCQ, B.; SUGUIO, K.; SILVA, A.O.; SIFEDDINE, A.; VOLKMER-RIBEIRO, C. Holocene fires in East Amazonia (Carajás), new evidences, chronology and relation with paleoclimate. **Global and planetary change**, v. 61, n. 1-2, p. 49-62, 2008.

COSTA, R. L.; TURCQ, B.; CARNEIRO-FILHO, A.; CORDEIRO, R.C.; Paleohidrologia do Médio Rio Negro, AM, durante o Holoceno. **Abequa**, 2007.

COSTA, S. A. R. F.; LUZ, Z. A. S.; SILVEIRA, M. I.; MORAES-SANTOS, H. M. Contribuição à Zooarqueologia do Sambaqui do Moa: novos vestígios ictiológicos. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v.22, p. 51-65, 2012.

CRESPI, A.M. **Aplicação de isótopos de estrôncio, oxigênio e hidrogênio como traçadores de anomalias hidrogeoquímicas de Bário no sistema Aquífero Bauru no Município Gália (SP)**. 2013. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CRISTIANO, S.C.; BARBOZA, E.G.; MARTINS, E.M.; GRUBER, S.L.N. Caracterização da costa marinha do Balneário Camacho (Santa Catarina, Brasil) como subsídio à gestão. *Revista de Gestão Costeira Integrada*. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 17, n. 1, p. 37-47, 2017.

CRISTIANO, S.C.; MARTINS, E.M.; GRUBER, N.L.S.; BARBOZA, E.G. Invasão Maria Terezinha, Município de Jaguaruna/SC. **Gravel**, v. 13., n.1., 2015.

CRUZ JR; F. W.; KARMANN, I.; JÚNIOR, O. V.; BURNS, S. J.; FERRARI, J. A.; VUILLE, M.; SIAL, A. N.; MOREIRA, M. Z. Stable isotope study of cave percolation waters in subtropical Brazil: implications for paleoclimate inferences from speleothems. **Chemical Geology**, v. 220, n. 3-4, p. 245-262, 2005.

CUNHA, A. M. **Malacofauna das acumulações bioclásticas holocênicas da Bacia Hidrográfica do Rio Una, Cabo Frio e armação dos Búzios, RJ: Identificação Taxonômica, considerações tafonômicas, paleambientais e geogronologia**. 2012. Dissertação. (Mestrado em Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

CUNHA, E. M. Sambaquis do litoral carioca. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 1, p. 1-69, 1965.

CUNHA, F. L. S.; CARVALHO, A.L; NUNA, G.W.A. Ocorrência de vertebrados holocênicos marinhos, Elasmobranchii e Cetacea no Sambaqui de Cambinhas”, Itaipu, Niterói, Estado do Rio de Janeiro. **Revista Arqueologia**, Belém, v.3, n.1, p. 52-56, 1986.

CUNNINGHAM, C. A. C.; CAVALCANTI, I. F. A. Intraseasonal modes of variability affecting the South Atlantic Convergence Zone. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, v. 26, n. 9, p. 1165-1180, 2006.

DAL´BO, P. F.F.; BORGHI, L. **Paleoclimas: do registro passado à modelagem do futuro**. In: In.: CARVALHO, I. S.; GARCIA, M.J.; LANA, C.C.; JÚNIOR, O.S. (Eds.). **Paleontologia: Cenários da Vida – Paleoclimas**. 1ªed. Rio de Janeiro :Interciência, 2014. V.5, p.19-32.

DCTECH. **Qual a técnica certa para a sua análise de determinação e quantificação de metais pesados?** Disponível em: <<https://www.dctech.com.br/determinacao-e-quantificacao-de-metais-por-espectrofotometria-de-absorcao-atmica/>>. Acesso em: 09 fev. 2020.

DEBLASIS, P. **Povos Indígenas no Brasil** Disponível em: <https://img.socioambiental.org/v/publico/pibmirim/antes-de-cabral/Sambaqui_paulodeblasis3.jpg.html>Acesso em: 19 jan. 2018).

DEBLASIS, P.; AFONSO, M.C.; FIGUTI, L.; FISH, P.; GASPAR, M.D.; LAHR, M.M. Padrões de assentamento e formação de sambaquis em Santa Catarina. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n.8, p.319-321, 1998.

DEBLASIS, P.; GASPAR, M. Os sambaquis do sul catarinense: retrospectiva e perspectivas de dez anos de pesquisas. **Especiaria: Cadernos de Ciências Humanas**, v. 11 n. 20,21, 2009.

DEBLASIS, P.; 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. **Arqueologia Sudamericana/Arqueologia Sul-Americana**,v. 3, n.1, p.29-61, 2007.

DIAS JR., O. F. Notas sobre a arqueologia da Região de Cabo Frio. **Boletim do Instituto de Arqueologia Brasileira, Rio de Janeiro**, I n.1, p. :1-15, 1963.

DIAS JR., O.F. Rio de Janeiro: a tradição Itaipu e os sambaquis. In: SCHMITZ, P.I.; BARBOSA, A.S. e RIBEIRO, M.B. Temas de Arqueologia Brasileira, **Anuário de Divulgação Científica**, 7. Goiânia: Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia, Universidade Católica de Goiás, p: 33-43, 1980.

DIAS, T.A.; COSTA, A.A.; PIMENTEL, V.; RIOS, F.F.S. Simulações paleoclimáticas do PMIP para o Holoceno Médio e Último Máximo Glacial: Análise sobre a América do Sul. In: **XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA III Encontro do Quaternário Sulamericano**, 2011.

DOTY, T. W. **Environmental controls on the diversity and distribution of endosymbionts associated with *Phacoides pectinatus* (Bivalvia: Lucinidae) from shallow mangrove and seagrass sediments.** 2015. (Dissertação), University of Tennessee, Knoxville, St. Lucie County, Florida. 2015.

ELDERFIELD, H.; VAUTRAVERS, M.; COOPER, M. The relationship between shell size and Mg/Ca, Sr/Ca, D18O, and D13C of species of planktonic foraminifera. **Geochemistry, Geophysics Geosystems**, v.3, n. 8, p. 1-13, 2002.

ELLIOT, M. WELSH, K.; CHILCOTT, C.; MCCULLOCH, M.; CHAPPELL, J.; AYLING, B.; Profiles of trace elements and stable isotopes derived from giant long-lived *Tridacna gigas* bivalves: Potential applications in paleoclimate studies. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.280, p. 132–142, 2009.

ELLOT, M.; CHAUVEAU, D.; RUIZ, C.A.; CAHYARINI, S. Y.; MICHEL, E.; VIDAL, L.; LA, C.; GUIVEL, C.; CARRÉ, M.; LOHMANN, G. Seasonally resolved Mid-Holocene paleoclimate records derived from fossil giant clam shells (*Tridacna squamoza*) a calibration study and contribution to a global coral and bivalve database. In: **EGU General Assembly Conference Abstracts**,. p. 13244, 2018.

EMILE-GEAY, J.; COBB, K. M.; CARRÉ, M.; BRACONNOT, P.; LELOUP, J.; ZHOU, Y.; HARRISON, S. P.; CORRÈGE, T.; MCGREGOR, H. V.; COLLINS, M.; DRISCOLL, R.; ELLIOT, M.; SCHNEIDER, B.; TUDHOPE, A. Links between tropical Pacific seasonal, interannual and orbital variability during the Holocene. **Nature Geoscience**, v. 9, n. 2, p. 168-173, 2016.

EVANGELISTA, H.; MAGALHÃES, N.; NOGUEIRA, J.; PARMÉRA, T.; WAINER, I.; PRADO, L.; CAMPELLO, R.; MOREIRA, L.; MARTINS, G.; CARRÉ, M.; SIFEDDINE, A; The Amazon mid-Holocene drought as a driver of human migrations in Eastern South America. (em preparação).

FENG, Y.; RAMANATHAN, V.; KOTAMARTHI, V. R. Brown carbon: a significant atmospheric absorber of solar radiation?. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 13, n. 17, p. 8607-8621, 2013.

FISH, S. K.; DE BLASIS, P.; GASPAR, M. D.; FISH, P. R. Eventos incrementais na construção de sambaquis, litoral sul do estado de Santa Catarina. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, 10, p.69-87, 2000.

FLEITMANN, D.; BURNS, S. J.; MUDELSEE, M.; NEFF, U.; KRAMERS, J.; MANGINI, A.; MATTER, A. Holocene forcing of the Indian monsoon recorded in a stalagmite from southern Oman. **Science**, v.300 n. 5626, p.1737-1739, 2003.

FONTELLES, M.J.; SIMÕES, M.G.; FARIAS, S.H.; FONTELLES, R.G.S. **Metodologia da pesquisa científica:** diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. 2009. Disponível em:<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf>. Acesso em 12 dez. 2020.

FONTES, D.; CORDEIRO, R.C.; MARTINS, G.S.; BEHLING, H.; TURCQ, B.; SIFEDDINE, A. SEOANE, J.C.S.; RODRIGUES, R.A. Paleoenvironmental dynamics in South Amazonia, Brazil, during the last 35,000 years inferred from pollen and

geochemical records of Lago do Saci. **Quaternary Science Reviews**, v. 173, p. 161-180, 2017.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D.; MATOS, R. M. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba (Köppen's and Thornthwaite Climate Classification for Paraíba State). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015.

FREITAS, A. G. D.; CARVALHO, M. D. A.; MENDONÇA, C. B. F.; GONÇALVES-ESTEVEZ, V. Pollen grains in quaternary sediments from the Campos Basin, state of Rio de Janeiro, Brazil: Core BU-91-GL-05. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 4, p. 761-772, 2013.

FREITAS, P.; CLARKE, L. J.; KENNEDY, H.; RICHARDSON, C. Mg/Ca, Sr/Ca, and stable-isotope (D18O and D13C) ratio profiles from the fan mussel *Pinna nobilis*: Seasonal records and temperature relationships. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, 2005.

FREITAS, P.S.; CLARKE, L. J.; KENNEDY, H.; RICHARDSON, C.A. Ion microprobe assessment of the heterogeneity of Mg/Ca, Sr/Ca and Mn/Ca ratios in *Pecten maximus* and *Mytilus edulis* (bivalvia) shell calcite precipitated at constant temperature. **Biogeosciences Discuss.**, n.6, 1267–1316, 2009.

FRENKIEL, L.; MOUËZA, M. Cycle de reproduction et déterminisme sexuel chez le Lucinidae *Phacoides pectinatus* (Gmelin, 1791)(Mollusque Lamellibranche). 1987.

G6 TEAM. Fósseis. Disponível em: <<http://www.g6-team.net/showthread.php?t=135078estyleid=57>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

GAN, M.A.; SANTOS, L. F.; LIMA, J. R. A.; AFONSO, M. S.; SILVA, A. B. Monção da América do Sul. Edição Comemorativa de 30 anos do Climanálise, **Revista Climanálise**, 2016.

GARCIA, B.J. **Patrimônio arqueológico**: Os artefatos zoomorfos e antropomorfos sambaquieiros do Estado de Santa Catarina. 2018. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Cultural e Sociedade), .2018.

GARCÍA, D. C.; PINTO, V. S. Isótopos en la Prehistoria y Arqueología valencianas **SAGVNTVM-PLAV**, n,19, 2017.

GARCIA, J.B.; BANDEIRA, D. R. Artefatos zoomorfos sambaquieiros do estado de Santa Catarina: considerações acerca do tema. **Revista do Museu Arqueologia e Etnologia**, v.30, p. 12-41, 2018.

GARCIA, M. J.; OLIVEIRA, P. E.; SIQUEIRA, E.; FERNANDES, R. S. A Holocene vegetational and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, SE Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 131, n. 3-4, p. 181-199, 2004.

GARCIA, S.R. **Sistema de Monção da América do Sul**: Início e fim da estação chuvosa e sua relação com a Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. 2010. Tese (Doutorado em Meteorologia) -Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010.

GASPAR, M. D. Análise de bibliografia sobre pescadores, coletores e caçadores que ocuparam o estado do Rio de Janeiro. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n.6, 337-367, 1996.

GASPAR, M. D. Considerations of the sambaquis of the Brazilian coast. **Antiquity**, v. 72, n. 277, p. 592-615, 1998.

GASPAR, M. D. Território de exploração e tipo de ocupação dos pescadores, coletores e caçadores que ocuparam o litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Clio**, p. 153-174, 1995.

GASPAR, M. D.; BUARQUE, A.; CORDEIRO, J.; ESCÓRCIO, E. Tratamento dos mortos entre os Sambaquieiros, tupinambá e Goitacá que ocuparam a Região dos Lagos, Estado do Rio de Janeiro. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n.17, 169-189, 2007.

GASPAR, M. D.; DEBLASIS, P.; FISH, S. K.; FISH, P. R. Sambaqui (Shell Mound) Societies of Coastal Brazil. In: SILVERMAN, H.; ISBELL, W. H. (Eds.) **Handbook of South American Archeology**. Springer, 2008.

GERALDES, M. C. **Introdução à Geocronologia**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2010.

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

GIANNINI, P. C.F.; DEBLASIS, P.; SAWAKUCHI, A. O.; AMARAL, P. G.C. Processos e materiais geológicos e a construção de sambaquis no litoral sul de Santa In: **X Congresso da ABEQUA**, v. 10, 2005.

GILLIKIN, D. P.; LORRAIN, A.; NAVEZ, J.; TAYLOR, J.W.; ANDRE, L.; KEPPENS, E.; BAEYENS, W.; DEHAIRS, F. Strong biological controls on Sr/Ca ratios in aragonitic marine bivalve shells. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, v.5, n.6, 2015.

GIMARÃES, G.M. **Turismo e Arqueologia: Desenvolvimento, valorização e preservação do patrimônio arqueológico do município de Laguna –SC**. 2012. Dissertação (Mestrado em Turismo e Hotelaria), Universidade do Vale do Itajaí. 2012.

GLOVER, E. A.; TAYLOR, J. D.; WILLIAMS, S. T. Mangrove associated lucinid bivalves of the central Indo-West Pacific: review of the “Austriella” group with a new genus and species (Mollusca: Bivalvia: Lucinidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, Supplement, v. 18, p. 25-40, 2008.

GIOVANNI. **Time Series, Area-Averaged of Sea Surface Temperature at 11 microns (Night) 8-daily 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_NSST_8d_4km vR2019.0**. Disponível em: <<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

GOMES, A. A. O. **Perspectivas interpretativas no estudo das esculturas zoomórficas pré-coloniais do litoral sul do Brasil**. 2012. Dissertação. (Mestrado em Antropologia Social), Universidade Federal do Paraná. 2012.

GOMES, E.L. **Bivalves**. 2012. Disponível em: <<http://biologiaacontecendo.blogspot.com/2012/04/bivalves.html>> Acesso em: 10 dez. 2020.

GONÇALVES, P. M. **A influência da Temperatura e da Calcificação na variação de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ e Sr/Ca no esqueleto do coral *Mussismilia braziliensis* (Verrill 1868)**. 2010. Dissertação. (Mestrado em Geologia). Universidade Federal da Bahia, 2010.

GONZALEZ, M. M. B.; AMENOMORI, S. N. Osteologia e utilização de dentes de Tubarão-Branco, *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) (Elasmobranchii, Lamnidae) em sambaquis do estado de São Paulo. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 13, p. 25-37, 2003.

GOREAU, T. J. Coral skeletal chemistry: Physiological and environmental regulation of stable isotopes and trace metals in *Montastrea annularis*. **Proceedings of the Royal Society**, n.196, 201-315, 1977.

GOUVEIA, S. E. M.; PESSENDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; SCHEEL-YBERT, R.; BENDASSOLI, J.A.; RIBEIRO, A.S.; FREITAS, H.A. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of paleovegetation and climate changes during the late Pleistocene and the Holocene in the southeast and centerwest regions of Brazil. **Global and Planetary Change**, v. 33, n. 1-2, p. 95-106, 2002.

GRÖCKE, D. R.; GILLIKIN, D. P. Advances in mollusc sclerochronology and sclerochemistry: tools for understanding climate and environment. **Geo-Marine Letters**, n.28, p.265–268, 2008.

GRODSKY, S. A.; CARTON, J. A. The intertropical convergence zone in the South Atlantic and the equatorial cold tongue. **Journal of Climate**, v. 16, n. 4, p. 723-733, 2003.

GUERRA, Antonio Teixeira. Notas sobre alguns sambaquis e terraços do litoral de Laguna (Santa Catarina). **Boletim Paulista de Geografia**, n. 8, p. 3-18, 2017.

GUIMARÃES, M. B. C. **A ocupação pré-colonial da região dos Lagos, RJ: sistema de assentamento e relações intersociais entre grupos sambaquianos e grupos ceramistas Tupinambá e da tradição Una**. 2007. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, 2007.

GUIMARÃES, M. B. Fishing strategies among prehistoric populations at Saquarema lagoonal complex, Rio de Janeiro, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 415-429, 2013.

GUIMARÃES, M. B. Mudança e colapso no Litoral Fluminense: os sambaquieiros e outros no Complexo Lagunar de Saquarema, RJ. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 21, p. 71-91, 2011.

GUIMARÃES, M. S. B.; GASPAR, M. D.; CORDEIRO, J.; MANDARINO, M.; GRAF, I.; TABOAS, A.; FARIAS, M. O conceito de *longue durée* e a percepção de mudança cultural em sociedades igualitárias: o caso da sociedade sambaquiiana. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 15-16, p. 445-448, 2006.

GUIMARÃES, G.M.; ZAMPARETTI, B. C.; FARIAS, D. S. E.; ANJOS, F.Z. Turismo Arqueológico, Educação e os Sambaquis do Complexo Lagunar Sul de Santa Catarina: Proposta de um Circuito para Visitação. **Revista Memorare, Tubarão**, v. 3, n. 3, p. 276-298, 2016.

HAASE-SCHRAMM, A. H.; BOHM, F.; EISENHAEUER, A.; DULLO, W. C.; JOACHIMSKI, M. M.; HANSEN, B.; REITNER, J. Sr/Ca ratios and oxygen isotopes from sclerosponges: Temperature history of the Caribbean mixed layer and thermocline during the Little Ice Age. **Paleoceanography**, v. 18, n. 3, 2003

HARDY, K.; CAMARAM A.; PIQUÉ, R.; DIOH, E.; GUËYE, M.; DIADHIOU, D.H.; FAYE, M.; CARRÉ, M.; Shellfishing and shell midden construction in the Saloum Delta, Senegal. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 41, p. 19-32, 2016.

HAUG, G. H.; HUGHEN, K. A.; SIGMAN, D. M.; PETERSON, L. C.; RÖHL, U. Southward migration of the intertropical convergence zone through the Holocene, **Science**, v.293, n.5533, p. 1304-1308, 2001.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS . **Especial: Mapa Köppen Brasil detalhado**. Disponível em: < <http://www.ipef.br/geodatabase/>>. Acesso em: 24 de jan. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Banco de Dados de Imagens**. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16.formulario.logic>>. Acesso em: 24 de jan. 2019.

IRIARTE, J.; SMITH, R.J.; SOUZA, J.G.; MAYLE, F.E.; WHITNEY, B.S.; CARDENAS, M.L.; SINGARAVAR, J.; CARSON, J. F.; ROY, S.; VALDES, P. Out of Amazonia: Late-Holocene climate change and the Tupi–Guarani trans-continental expansion. **The Holocene**, v. 27, nº 7, p. 967–975, 2017.

ISA. **Povos Indígenas no Brasil**. Disponível em:<https://img.socioambiental.org/v/publico/pibmirim/antes-de-cabral/Sambaqui_paulodeblasis3.jpg.html>. Acesso em: 19 jan. 2018.

JOCHUM, K.P.; WEIS, U.; STOLL, B.; KUZMIN, D.; YANG, Q.; RACZEK, I.; JACOB, D.E.; STRACKE, A.; BIRBAUM, K.; FRICK, D.A.; GÜNTHER, D.; ENZWEILER, J. Determination of reference values for NIST SRM 610–617 glasses following ISO guidelines. **Geostandards and Geoanalytical Research**, v. 35, n. 4, p. 397-429, 2011.

JONES, S. D. Sclerochronology: Reading the Record of the Molluscan Shell: Annual growth increments in the shells of bivalve molluscs record marine climatic changes and reveal surprising longevity. **American Scientist**, Vol. 71, n. 4, pp. 384-391, 1983.

JÚNIOR, A. A. B.; PESSEDA, L. C. R.; OLIVEIRA, P. E.; COHEN, M. C. L.; GIANNINI, P. C. F.; RIBEIRO, C. V.; OLIVEIRA, S. M. B.; ROSSETTI, D. F.; LORENTE, F. L.; FILHO, M. A. B.; SCHIAVO, J. A.; GUIMARÃES, J. T. F.; FRANÇA M. C.; SILVA, J. P. ; SIQUEIRA, G. S.; CASTRO, M. F. ; VILLAGRÁN, X. S.; ALVES, I. C. C.; RODRIGUES, F. C. G.; MAFRA, C. N. Paleoclimas: do registro do passado à modelagem do futuro. In.: CARVALHO, I. S.; GARCIA, M. J.; LANA, C. C.; JÚNIOR, O. S. (eds.). **Paleontologia: Cenários da Vida – Paleoclimas**, 1ª ed., Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2014.V.5, p.19-32.

JÚNIOR, N. F.; BAUERMANN, S.G. Evolução Paleoclimática do Bioma Mata Atlântica no Estado do Rio Grande do Sul durante o Pleistoceno Superior e o Holoceno. In.: CARVALHO, I. S.; GARCIA, M.J.; LANA, C.C.; JÚNIOR, O.S. (Eds.). **Paleontologia: Cenários da Vida – Paleoclimas**. 1ªed. Rio de Janeiro :Interciência, 2014. V.5, p.481-490.

JUSTINICO, A. J.; SÁNCHEZ, L. N. P. El registro de los cambios de clima en la estratigrafía de la amazonía colombiana I. Neogeno-inicios del cuaternario. **Caldasia**, v. 33, n. 2, 2011.

KIPNIS, R.; SCHEEL-YBERT, R. Arqueologia e Paleoambientes. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A..M.S.; OLIVEIRA, P.E. **Quaternário do Brasil**. 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

KIPNIS, R.; CALDARELLI, S., B.; OLIVEIRA, W. C. Contribuição para a cronologia da colonização amazônica e suas implicações teóricas.**Revista de Arqueologia**, v. 18, n. 1, p. 81-93, 2005.

KNEIP, A.; FARIAS, D. S.; DEBLASIS, P. Longa duração e territorialidade da ocupação sambaqueira na laguna de Santa Marta, Santa Catarina. **Revista de Arqueologia**, v. 31, n. 1, p. 25-51, 2018.

KNEIP, A.; MELLO, A. A. S. Dinâmica da ocupação da região do camacho, litoral sul de Santa Catarina, a partir de 7500 anos até o presente. **Revista Memore**, v. 5, n. 1, p. 248-263, 2018.

KNEIP, L. M. A utilização de plantas pelos pescadores, coletores e caçadores pré-históricos da restinga de Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, p. 203-210, 2009.

KNEIP, L. M. **O sambaqui de Manitiba I e outros sambaquis de Saquarema, RJ**. Documento de Trabalho (série Arqueologia), 5:1-91. Departamento de Antropologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

KNEIP, L. M. Os pescadores, coletores e caçadores pré-históricos da área arqueológica de Saquarema, RJ.**Revista de Arqueologia Americana**, p. 57-73, 1998.

KNEIP, L. M.; CRANCIO, F.; FRANCISCO, B. H. R. O Sambaqui da beirada (Saquarema-Rio de Janeiro).**Revista de Arqueologia**, v. 5, n. 1, p. 41-54, 1988.

KOCKLER, D.; VILLAGRAN, X.S.; GIANNINI, P.C.F.; PEIXOTO, S.; DEBLASIS, P. Juntos na costa: zooarqueologia e geoarqueologia de sambaquis do litoral sul catarinense. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v.20, p. 53-75, 2010.

KOPPEN, W., 1884: Die Wärmazonen der Erde, nach der Dauer der heissen, gemässigten und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt betrachtet (The thermal zones of the earth according to the duration of hot, moderate and cold periods and to the impact of heat on the organic world).

Meteorology Z. v. 1, p. 215–226. (translated and edited by VOLKEN E. and S. BRONNIMANN, **Meteorology Z.** v. 20, p.351–360, 2011.

KRAMER, V. M.S.; STEVAUX, J.C. Mudanças climáticas na região de Taquaruçu (MS) durante o Holoceno. **Boletim Paranaense de geociências**, v. 49, 2001.

LAVANDER, H. D.; SILVA NETO, S. R.; SOBRAL, S. C.; LIMA, P. C.; RÊGO, M. G.; GÁLVEZ, A. O. Manutenção e reprodução de *Anomalocardia brasiliiana* em condições laboratoriais. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 269-276, 2014.

LEDRU, M. P.; BRAGA, P. I. S.; SOUBIÈS, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L., SUGUIO, K.; TURCQ, B. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 123, n. 1-4, p. 239-257, 1996.

LESSA, A.; MEDEIROS, J. C. Reflexões preliminares sobre a questão da violência em populações construtoras de sambaquis: análise dos sítios Cabeçuda (SC) e Arapuan (RJ). **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 11, p. 77-93, 2001.

LESSA, A.; RODRIGUES CARVALHO, C. Marcadores de estresse ocupacional, atividades cotidianas, ambiente e escolhas culturais: uma discussão sobre estilos de vida diferenciados em três sambaquis do litoral fluminense. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 10, n. 2, 2015.

LIEBMANN, B.; KILADIS, G. N.; MARENGO, J.; AMBRIZZI, T.; GLICK, J. D. Submonthly convective variability over South America and the South Atlantic convergence zone. **Journal of Climate**, v. 12, n. 7, p. 1877-1891, 1999.

LIMA, G.L.; OLIVEIRA, M. A. T.; BAUERMAN, S. G. Integração de dados estratigráficos e Palinológicos para Interpretação Paleoambiental: Planalto de São Bento do Sul, estado de Santa Catarina. In.: CARVALHO, I. S.; GARCIA, M. J.; LANA, C. C.; JÚNIOR, O. S. (eds.). **Paleontologia: Cenários da Vida – Paleoclimas**, 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. V.5, p. 471-480.

LIMA, T. A.; MACARIO, K. D.; ANJOS, R. M.; GOMES, P. R. S.; COIMBRA, M. M.; ELMORE, D. The earliest shellmounds of the central-south Brazilian coast. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms**, v. 223, p.691-694, 2004.

LINHEIRA, G. Conflitos de Uso da Terra em Laguna: Áreas Urbanas Versus Sítios Arqueológicos Pré-Históricos. **Revista Tempos Acadêmicos: Dossiê Arqueologia Pré-Histórica**, n. 11, 2013.

- LIU, Z.; HARRISON, S. P.; KUTZBACH, J.; OTTO-BLIESNER, B. Global monsoons in the mid-Holocene and oceanic feedback. **Climate Dynamics**, v.22 n.2-3, p. 157-182, 2004.
- LORRAIN, A. GILLIKIN, D. P.; PAULET, Y.; CHAUVAUD, L.; MERCIER, A. Strong kinetic effects on Sr/Ca ratios in the calcitic bivalve *Pecten maximus*, **Geology**, v. 33, n.12, p. 965-968, 2005.
- LUZ, C. F.; BARTH, O. M.; MARTIN, L.; SILVA, C. G.; TURCQ, B. J. Palynological evidence of the replacement of the hygrophilous forest by field vegetation during the last 7,000 years BP in the northern coast of Rio de Janeiro, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 3, p. 939-952, 2011.
- MACCONNAUGHEY, T. A.; GILLIKIN, D. P. Carbon isotopes in mollusk shell carbonates. **Geo-Marine Letters**, 28(5-6), p. 287-299, 2008.
- MACEDO, R. B.; SOUZA, P. A.; BAUERMAN, S. G.; BORDIGNON, S. A. Palynological analysis of a late Holocene core from Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 3, p. 731-745, 2010.
- MACHADO, L. C.; KNEIP, L. M. Padrões dentários, dieta e subsistência das populações dos sambaquis de Saquarema, RJ. **Revista de Arqueologia**, v. 8, n. 1, p. 45-57, 1994.
- MACHADO, M. A. **Mapa Geomorfológico preliminar do Complexo Lagunar Sul Catarinense e análise paleoambiental da Lagoa do Imaruí apoiada em furos de sondagem Florianópolis, SC**. 2008. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), Universidade do Estado de Santa Catarina 2008.
- MACHADO, M. C. **Metodologias Isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, D^{13}C e d^{18}O em estudos geológicos e arqueológicos**. 2013. Tese (Doutorado. em Geociências), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.
- MAGAÑA, F. G. C. ¿Qué es la esclerocronología y cuáles sus posibles aplicaciones? **Ciencia ergo sum**, v. 2, n.3, p. 375-381, 1995.
- MAHIQUES, M. M.; WAINER, I.K.C.; BURONE, L.; NAGAI, R.; SOUZA, S.H.M.; FIGUEIRA, R.C.L.; SILVEIRA, I.C.A.; BÍCEGO, M.C; ALVES, D.P.V.; HAMMER, Ø. A high-resolution Holocene record on the Southern Brazilian shelf: paleoenvironmental implications. **Quaternary International**, v. 206, n. 1-2, p. 52-61, 2009.
- MARCHANT; R.; CLEEF, A.; HARRISON, S. P.; HOOGHMESTRA, H.; MARKGRAF, V.; VAN BOXEL, J.; AGER, T.; ALMEIDA, L.; ANDERSON, R.; BAIED, C.; BEHLING, H.; BERRIO, J. C; BURBRIDGE, R.; BJORCK, S.; BYRNE, R.; BUSH, M.; DUIVENVOORDEN, J.; FLENLEY, J.; OLIVEIRA, P.; VAN GEEL, B; GRAF, K.; GOSLING, W. D; HARBELE, S.; VAN DER HAMMEN, T.; HANSEN, B.; HORN, S.; KUHR, P.; LEDRU, M. P.; MAYLE, F.; LEYDEN, B.; LOZANO-GARCIA, S.; MELIEF, A. M.; MORENO, P.; MOAR, N. T.; PRIETO, A; VAN REENEN, G.; SALGADO-LABOURIAU M.; SCHABITZ, F.; SCHREVE-BRINKMAN, E. J.; WILLE, M. Pollen-based biome reconstructions for Latin America at 0; 6000 and 18 000 radiocarbon years ago. **Climate of the Past**. v. 5; p. 725-767; 2009.

MARCHI, A. C. **Simulações do clima para holoceno-médio usando modelo ETA.** 2013. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2013.

MARINHO, A. N. D. R.; MIRANDA, N. C.; BRAZ, V.; RIBEIRO-DOS-SANTOS, Â. K.; SOUZA, S. M. F. M. D. Paleogenetic and taphonomic analysis of human bones from Moa, Beirada, and Zé Espinho Sambaquis, Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, n.101, p.15-23, 2006.

MARQUES, R. P. **Estudo do acervo de acompanhamentos funerários da Coleção Arqueológica Pe. João Alfredo Rohr, SJ:** análise de dois contextos arqueológicos litorâneos em Santa Catarina. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Museologia), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

MARQUES, R.P. **Os Mortos e seus acompanhamentos no sítio arqueológico Praia das Laranjeiras II:** Um estudo antropológico a partir de coleções museológicas. 2017. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

MARQUES, T.L. **Espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS).** Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4331385/mod_resource/content/1/Aula%20-%20ICP-MS.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2020.

MARTINELLI, L.A.; PESSENDA, L.C.R.; ESPINOZA, E.; CAMARGO, P.B.; TELLES, E.C.; CERRI, C.C.; R.I.; VICTORIA; ARAVENA, R.; RICHEY, J.; TRUMBORE, S. Carbon-13 Variation with depth in soils of Brazil and Climate change during the Quaternary. **Oecologia**, v. 106, n. 3, p. 376-381, 1996.

MAYEWSK, P.A.; ROHLING, E.E.; STAGER, C.J; KARLE´N, W.; MAASC, K. A.; MEEKER, D.L; MEYERSON, E.A.; GASSE, F.; KREVELD, S.; HOLMGRE, K.; LEE-THORP, J.; ROSQVIST, G.; RACK, F.; STAUBWASSERJ M.; SCHNEIDER, R. R.; STEIG, E. J. Holocene climate variability. **Quaternary Research**, v. 62, p.243-255, 2004.

MAYLE, F. E.; POWER, Mi. J. Impact of a drier Early–Mid-Holocene climate upon Amazonian forests. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1829-1838, 2008.

MEDEANIC, Svetlana; CORRÊA, Iran CS. Climatic changes in the coastal plain of the Rio Grande do Sul state in the Holocene: palynomorph evidences. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 2, p. 287-297, 2010.

MELO, A. B. C; NOBRE, P.; MENDES, D.; BOTTINO, M. J. **A zona de convergência intertropical sobre o oceano Atlântico:** Climatologia. In: **XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2002. Foz de Iguaçu.

MELO, M. L. D.; MARENGO, J. A. Climate simulations of the mid-holocene in the south america as produced by the CPTEC atmospheric general circulation model. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2, 191-205, 2008.

MELO, M. L. D.; MARENGO, J. A.. Simulações do clima do Holoceno Médio na América do Sul com o modelo de circulação geral da atmosfera do CPTEC. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 2, p. 191-205, 2008.

MELO, M. S.; GIANNINI, P. C. F.; PESSENDA, L. C. R.; NETO BRANDT, M. Holocene paleoclimatic reconstruction based on the Lagoa Dourada deposits, southern Brazil. **Geologica Acta: an international earth science journal**, v. 1, n. 3, 2003.

MODRO, N. L. R.; NEUMANN, R.; MACHADO, A. V. FONTANA, D. M.; MIOTO, E. C. Acervo de um povo: Resgate e Memória. **Anais do 4º Congresso Nacional de Extensão Universitária e 13º Encontro de Atividades Científicas UNOPAR**. Londrina, 2010.

MOLLUSCABASE. **MolluscaBase**. Disponível em: <<http://www.molluscabase.org/>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

MORO, R. S.; MATTOS B., C. E., DE MELO, M. S., e SCHMITT, J. Paleoclimate of the late pleistocene and holocene at Lagoa Dourada, Paraná State, southern Brazil. **Quaternary International**, v. 114, n. 1, p. 87-99, 2004.

MOURA, D. **Existe Monção na América do Sul?** Disponível em: <<https://www.tempo.com/noticias/ciencia/moncao-da-america-do-sul.html>>. Acesso em 02 de dez. de 2020.

MOREIRA, L.S.; MOREIRA-TURCQ, P. CORDEIRO, R.C.; TURCQ, B.; CAQUINEAU, S. VIANA, J.C.C.; BRANDINI, N. Holocene paleoenvironmental reconstruction in the eastern Amazonian basin: Comprido Lake. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 44, p. 55-62, 2013.

MOYER, R.P.; GROTTOLI, A.G.; OLESIK, J.W. A multiproxy record of terrestrial inputs to the coastal ocean using minor and trace elements (Ba/Ca, Mn/Ca, Y/Ca) and carbon isotopes (d13C, D14C) in a nearshore coral from Puerto Rico **Paleoceanography**, v. 27, 2012

MULTILAB. **Infraestrutura/Equipamentos**. Disponível em: <<https://multilab-uerj.com.br/infraestrutura/equipamentos/>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

MUZA, M. N.; CARVALHO, L. M.; JONES, C.; LIEBMANN, B. Intraseasonal and interannual variability of extreme dry and wet events over southeastern South America and the subtropical Atlantic during austral summer. **Journal of Climate**, v. 22, n. 7, p. 1682-1699, 2009.

NARCHI, W.; ASSIS, R. C. Anatomia funcional de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) *Lucinidae-Bivalvia*. **Boletim de Zoologia**, v. 5, p. 79-110, 1980.

NETO, J.L.S.; NERY, J. T. **Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus impactos regionais**. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P.E. (eds.). **Quaternário do Brasil**. 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos, 2005. P.28-51.

NOBRE, C.A.; OBREGÓN, G. O.; MARENGO, J. A. Características do Clima Amazônico: Aspectos Principais. Amazonia and Global Change. *Geophysical Monograph Series*, v.186 , 2010.

NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 3, n. 1, p. 18-22, 2010.

NOELLI, F. S. The Tupi: Explaining origin and expansions in terms of archaeology and of historical linguistics. *Antiquity*, v. 72, n. 277, p. 648-663,

NOGUEIRA, E. M. S.; FREITAS, L. M. Distribuição e aspectos biológicos de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791)(Bivalvia-Lucinidae) na Lagoa Mundaú-Alagoas-Brasil. *Tropical Oceanography*, v. 30, n. 1, p. 7-14, 2002.

NOGUEIRA, J. S. **Isótopos radiogênicos como traçadores da origem do depósito sedimentar da Lagoa da Pata:** implicações sobre o transporte eólico de poeira mineral para a Amazônia Ocidental. 2016.Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

NOGUEIRA, J. S. **Processos sedimentares na Lagoa de Khnifiss/Marrocós durante os últimos 100 anos: uso combinado de geoquímica e sensoriamento remoto.** 2019. Tese (Doutorado em Geociências), Niterói, Universidade Federal Fluminense. 2019.

OKUMURA, M. M. M. **Diversidade morfológica craniana, micro-evolução e ocupação pré-histórica da costa brasileira.** 2008. 401f.Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, 2008.

OKUMURA, M.M.M. Diversidade Morfológica craniana, micro-evolução e ocupação pré-histórica da costa brasileira. **Pesquisas. Antropologia**, n. 66, Instituto Anchieta de Pesquisas, São Leopoldo, Unisinos, 2008.

OKUMURA, M.M.M., Diversidade morfológica craniana, micro-evolução e ocupação pré-histórica da costa brasileira. São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, I. A. **Ecologia populacional e dinâmica pesqueira de *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767) (BIVALVIA: VENERIDAE) em um estuário hipersalino do semiárido brasileiro, Fortaleza – Ceará.** 2019.Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, 2019.

OLIVEIRA, I. B.; SILVA NETO, S. R.; LIMA FILHO, J. V. M.; PEIXOTO, S. R. M.; GÁLVEZ, A. O. Efeito do período chuvoso na extração do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 1, p. 139-145, 2014.

OLIVEIRA, P. E. **A palynological record of late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil.** 1992.Tese (Doutorado). The Ohio State University, 1992.

OLIVEIRA, P.E.; BEHLING, H.; LEDRU, M.P.; BARBIERI, M.; SALGADO-LABOURIAU, M. L.; GARCIA, M. J.; MEDEANIC, S.; BARTH, O. M.; BARROS, M. A.; SCHEEL-YBERT, R. Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil. In.:

SOUZA, C.R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P. E. (Orgs.). **Quaternário do Brasil**. 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. P.52-74.

OLIVEIRA, P.E.; GARCIA, M.J.; MEDEIROS, V.B.; PESSEDA, L.C.R.; q6, A. E.M.; SUGUIO, K.; SANTOS, R. A.; SIQUEIRA, E.; FERNANDES, R. S. Paleoclimas e Paleovegetação do Quaternário no Estado de São Paulo. In.: CARVALHO, I.S.; GARCIA, M.J.; LANA, C.C.; JÚNIOR STROHSCHOEN, O. (eds.). **Paleontologia: Cenários da Vida – Paleoclimas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. V. 5, p. 457-470.

OPPITZ, G.; DEBLASIS, P.; LESSA, A.; MARTINS, V.T.S.; BASTOS, M.Q.R.; SCHERER, L. Z.; PETRONILHO, L. A. Isótopos De Estrôncio No Sítio Armação Do Sul, Florianópolis/Sc: Resultados Parciais, Reflexões Iniciais. **Revista Tecnologia e Ambiente, Dossiê IX Reunião da Sociedade de Arqueologia Brasileira / Regional Sul**, v. 21, n. 1, 2015.

OSMONT, D.; SIGL, M.; EICHLER, A.; JENK, T.M.; SCHWIKOWSKI, M.A Holocene black carbon ice-core record of biomass burning in the Amazon Basin from Illimani, Bolivia. **Climate of the Past**, v. 15, n. 2, p. 579–592, 2019

PARIZZI, M. G.; SALGADO-LABOURIAU, M. L.; KOHLER, H. C. Genesis and environmental history of Lagoa Santa, southeastern Brazil. **The Holocene**, v. 8, n. 3, p. 311-321, 1998.

PASSARINI JR., J.R. **Estudo interdisciplinar em sedimentos lacustres da região sul do estado de São Paulo. Reconstrução da vegetação e do clima no Quaternário tardio**. 2009 115 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences discussions**, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.

PELLEGRINI, J. A. C. **Caracterização da planície hipersalina (Apicum) associada a um bosque de mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro-RJ**. 2000. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, 2000.

PESSEDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; VALENCIA, E. P. E. Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as deduced from fossil charcoal and soil carbon isotopes. **Quaternary international**, v. 114, n. 1, p. 35-43, 2004.

PESSEDA, L.C.R.; ARAVENA, R. A.J.; MELFI, E.C.C.; BOULET R.; VALENCIA, E.P.E; TOMAZELLOS, M. The use of carbon isotopes (^{13}C , ^{14}C) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in central Brazil. **Radiocarbon**, v. 38, n. 2, p. 191-201, 1996.

PESSEDA, L.C.R.; GOUVEIA, S.E.M.; ARAVENA, R.; GOMES, B.M.; BOULET, R.; RIBEIROS, S. ^{14}C Dating And Stable Carbon Isotopes Of Soil Organic Matter In Forest-Savanna Boundary Areas In: MOOKAND W. G.; PLICHT, J. **The Southern Brazilian Amazon Region. Proceedings of the 16th International ^{14}C Conference**, RADIOCARBON, 1998, v. 40, n. 2, , p.1013-1022.

POKHREL, Y. N.; FAN, Y.; MIGUEZ-MACHO, G. Potential hydrologic changes in the Amazon by the end of the 21st century and the groundwater buffer. **Environmental Research Letters**, v. 9, nº 8, p. 084004, 2014

POWER, M. J.; WHITNEY, B. S.; MAYLE, F. E.; NEVES, D. M.; DE BOER, E. J.; MACLEAN, K. S. Fire, climate and vegetation linkages in the Bolivian Chiquitano seasonally dry tropical forest. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 371, n. 1696, 2016.

PRATES, L. E. G. Evolução del paisaje amazónico desde el Precámbrico. **Brazilian Journal of Geology**, v. 41, n. 4, p. 654-661, 2011.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos de pesquisa e Técnicas da pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo: Univesridade FEEVALE, 2013.

QUITMYER, I. R.; JONES, D. S. The Sclerochronology of Hard Clams, *Mercenaria* spp., from the South-Eastern U.S.A.: A Method of Elucidating the Zooarchaeological Records of Seasonal Resource Procurement and Seasonality in Prehistoric Shell Middens. **Journal of Archaeological Science**, 24, p.825–840, 1997.

QUORA, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/MMRXXb>>. Acesso em 05 de jul. 2018.

RADAESKI, J. N.; EVALDT, A. C. P.; BAUERMANN, S. G.; LIMA, G. L. Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. **Iheringia. Série Botânica.**, v. 69, n. 1, p. 107-132, 2014.

RADDATZ, J.; LIEBERTRAU, V.; RÜGGERBERG, A.; HATHORNE, E.; KRABBENHÖFT, A.; EISENHAUER, A.; BÖHM, F.; VOLLSTAEDT, H.; FIETZKE, J.; LÓPEZ-CORREA, M.; FREIWALD, A.; DULLO, W.C. Stable Sr-isotope, Sr/Ca, Mg/Ca, Li/Ca and Mg/Li ratios in the scleractinian cold-water coral *Lophelia pertusa*. **Chemical Geology**, v. 352, p.143–152, 2013.

RAMAGE, C. S. **Monsoon meteorology**. New York: Academic Press, 1971.

RATHMANN, S.; KUHNER, H. Carbonate ion effect on Mg/Ca, Sr/Ca and stable isotopes on the benthic foraminifera *Oridorsalis umbonatus* off Namibia. **Marine Micropaleontology** 66, 120–133, 2008.

READ, K. R. Thermal inactivation of preparations of aspartic/glutamic transaminase from species of bivalved molluscs from the sublittoral and intertidal zones. **Comparative biochemistry and physiology**, v. 9, n. 3, p. 161-180, 1963.

READ, Kenneth RH. The hemoglobin of the bivalved mollusc, *Phacoides pectinatus* Gmelin. **The Biological Bulletin**, v. 123, n. 3, p. 605-617, 1962.

REBOITA, M. S.; GONÇALVES, D.M.; SOUZA, A.; BARBOSA, M. Caracterização atmosférica quando da ocorrência de eventos extremos de chuva na região Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**. V. 21, p. 20-37, 2017.

RIBEIRO, M. M. **Expressão de células marrons no bivalve marinho *Lucina pectinata* (Mollusca) de estoque natural e sob estresse férrico induzido.** 2014. 81f. Ilhéus, UESC, 2014.

ROBERTSON, A. W.; MECHOSO, C. R. Interannual and interdecadal variability of the South Atlantic convergence zone. **Monthly weather review**, v. 128, n. 8, p. 2947-2957, 2000.

RODRIGUES, F. B.; GAROFALO, R.; SOUZA, R. C. C. L.; TAVARES, M. D. S.; SILVA, E. P. Coleção de subfósseis de sambaquis do Brasil. **Scientia Plena**, v.12, n.10, 2016.

RODRIGUES, J. M. **Influência dos modos de variabilidade oceânica no clima da América do Sul durante o holoceno médio.** 2011. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.

RODRIGUES-CARVALHO, C.; SCHEEL-YBERT, R. GASPAR, M.; BIANCHINI, G.F.; KLOKLER, D.M.; ANDRADE, M. N.; BORGUES, D.S. Cabeçuda-II: um conjunto de amoladores-polidores evidenciado em Laguna, SC. **Revista do. Museu de Arqueologia e. Etnologia.**, n. 21, p. 401-405, 2011

RODRIGUES-CARVALHO, C.; SOUZA, S. M. Marcadores de estresse mecânico-postural em populações sambaqueiras do estado do Rio de Janeiro. **Habitus**, v. 3, n. 2, p. 241-259, 2007.

RODRIGUES-CARVALHO, C.; SOUZA, S. M. Uso de adornos labiais pelos construtores do sambaqui de cabeçuda, Santa Catarina, Brasil. **Revista de Arqueologia**, v. 11, n. 1, p. 43-55, 1998.

RODRIGUES-FILHO, S.; BEHLING, H.; IRION, G.; MÜLLER, G. Evidence for lake formation as a response to an inferred Holocene climatic transition in Brazil. **Quaternary Research**, v. 57, n. 1, p. 131-137, 2002.

ROLIM, G. D. S.; CAMARGO, M. B. P. D.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. D. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, p. 711-720, 2007.

SÁ, N. P.; **Registros palinológicos em sedimentos deltaicos do Lago Cabaliana na planície aluvial do Rio Solimões, Amazônia Central-Brasil.** Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.

SACHS, J. P.; SACHSE, D.; SMITTENBERG, R. H.; ZHANG, Z.; BATTISTI, D. S.; GOLUBIC, S. Southward movement of the Pacific intertropical convergence zone AD 1400–1850. **Nature Geoscience**, v. 2, n.7, p. 519-525, 2009.

SALAZAR-GARCÍA, Domingo Carlos; SILVA-PINTO, Verónica. Isótopos en la prehistoria y arqueología valencianas. **Saguntum**, v. 49, p. 75-87, 2017.

SALGADO, M. L. O ambiente físico no Quaternário. In: SALGADO, M.L. **Crítérios e Técnicas para o Quaternário.** 1ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher, p. 1-20, 2007.

SALGADO-LABOURIAU, M.L. **Critérios e técnicas para o Quaternário**. 1ª edição, São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

SALLUN, A.E.M.; SALLUN FILHO, W.; SUGUIO, K.; BABINSKI, M.; GIOIA, S. M.C.L.; HARLOW, B.; DULEBA, W.; OLIVEIRA, P. E.; GARCIA, M.J.; WEBER, C.Z.; CHRISTOFOLETTI, S.R.; SANTOS, C.S.; MEDEIROS, V.B.; SILVA, J. B.; SANTIAGO-HUSSEIN, M. C.; FERNANDES, R.S. Geochemical evidence of the 8.2 ka event and other Holocene environmental changes recorded in paleolagoon sediments, southeastern Brazil. **Quaternary Research**, v. 77, n. 1, p. 31-43, 2012.

SAMPAIO, M. S.; ALVES, M. C.; CARVALHO, L. G.; SANCHES, L. Uso de Sistema de Informação Geográfica para comparar a classificação climática de Koppen-Geiger e de Thornthwaite. **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 8858, 2011.

SANTANA, L. M. B. M; ROCHA-BARREIRA, C. A;. Rainfall Seasonal Variation Effect on the Reproductive Cycle of The Bivalve *Phacoides Pectinatus* from Semiarid Coast Of Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 51, n. 2, p. 84-97.

SCHEEL-YBERT, R. Vegetation stability in the Brazilian littoral during the late Holocene: anthracological evidence. **Revista Pesquisas em Geociências**, v. 28, n. 2, p. 315-323, 2001.

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. Man and vegetation in southeastern Brazil during the late Holocene. **Journal of Archaeological Science**, v. 28, n. 5, p. 471-480, 2001.

SCHEEL-YBERT, R. Os sambaquieiros e o mundo vegetal: meio ambiente, utilização da madeira e alimentação. In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA**. 2001.

SCHEEL-YBERT, R. Paleoambiente e paleoetnologia de populações sambaquieiras do sudeste do Estado do Rio de Janeiro. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 9, p. 43-59, 1999.

SCHEEL-YBERT, R. R.; BIANCHINI, G.F.; DEBLASIS, P. Registro de mangue em um sambaqui de pequeno porte do litoral sul de Santa Catarina, Brasil, a cerca de 4900 anos cal BP, e considerações sobre o processo de ocupação do sítio Encantada III. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 19, p. 103-118, 2009.

SCHEEL-YBERT, R. Relações dos habitantes de sambaquis com o meio ambiente: evidências de manejo de vegetais na costa sul-sudeste do Brasil durante o Holoceno Superior. In: **Atas do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e II Congresso do Quaternário de Países de Línguas Ibéricas**, 2003.

SCHEEL-YBERT, R. Vegetation stability in the Southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 14C yr BP deduced from charcoal analysis. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 110, n. 1-2, p. 111-138, 2000.

SCHEEL-YBERT, R.; EGGERS, S.; WESOLOWSKI, V.; PETRONILHO, C. C.; BOYADJIAN, C. H.; DEBLASIS, P. A. D.; BARBOSA-GUIMARÃES, M.; GASPAR, M. D. Novas perspectivas na reconstrução do modo de vida dos sambaquieiros: uma abordagem multidisciplinar. **Revista de Arqueologia**, v.16, n.1, 2006.

SCHEEL-YBERT, R.; EGGERS, S.; WESOLOWSKI, V.; PETRONILHO, C.C.; BOYADJIAN, C.H.; DEBLASIS, P.A.D.; BARBOSA-GUIMARÃES, M.; GASPAR, M.D. Novas perspectivas na reconstrução do modo de vida dos sambaquieiros. **Revista de Arqueologia**, v. 16, n. 1, p. 109-137, 2003.

SCHNEIDER, T.; BISCHOFF, T.; HAUG; GERALD, H. Migrations and dynamics of the intertropical convergence zone. **Nature**, v. 513, n. 7516, pp. 45-53, 2014.

SCHÖNE, B. R.; GILLIKIN, D. P. Unraveling environmental histories from skeletal diaries—Advances in sclerochronology. **Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, v. 373, p. 1-5, 2013.

SCHWENGBER, V. L.; NOVASCO, R. V.; MELLO, A. B.; VIEIRA, R. P. Escavação do Sambaqui Jaboticabeira V, Município de Jaguaruna, Sul Do Estado de Santa Catarina: Dados e Discussões. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Dossiê IX Jornadas de Arqueologia Iberoamericana e I Jornada de Arqueologia Transatlântica, Criciúma, Santa Catarina. v. 19, n. 1, 2013.

SCHWENGBER, V. L. **Arqueologia e informática: uma proposta de educação patrimonial sobre os sambaquis do sul de Santa Catarina**. 2002. Dissertação (Mestrado em História), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

SIFEDDINE, A.; CHIESSI, C. M.; JÚNIOR, F. W. C. Informações Paleoclimáticas Brasileiras. In.: AMBRIZZI, T., ARAUJO, M. (Eds.) **Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: COPPE, 2014, p. 126-180.

SIFEDDINE, A.; CHIESSI, C.; JÚNIOR, F.W.C. Informações paleoclimáticas brasileiras. In.: AMBRIZZI, T., ARAUJO, M. (eds.). **PBMC, 2014: Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1º do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: COPPE, 2014.

SIFEDDINE, A.; COSTA, A. A.; PINTO, A. S.; CORREIA, A. L.; GRIMM, A. M.; MANZI, A. O.; CHAN, C.; SALIMON, C. I.; CHIESSI, C. M.; MUEHE, D. C. E. H.; VILLELA, D. M.; CAMPOS, E. J. D.; SOUZA, E. B. S.; ROLAND, F.; JÚNIOR, F. W. C.; NARDOTO, G. B.; OLIVEIRA, G. S.; ROCHA, H. R.; BERGIER, I.; OMETTO, J. P. H. B.; MARTINELLI, L. A.; BERNARDES, M. C.; YAMASOE, M. A.; BUSTAMANTE, M. M. C.; JÚNIOR, M. S.; EICHLER, P. P. B.; NOBRE, P.; MENEZES, R. S. C.; JÚNIOR, T. M.; PILLAR, V. P. Base Científica das Mudanças Climáticas Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013.

SILVA-CAVALCANTI, JACQUELINE S.; COSTA, MONICA F. Fisheries of *Anomalocardia brasiliensis* in tropical estuaries. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 6, n. 2, p. 86-99, 2011.

SOUZA, A.A.C.M. **Pré-história fluminense**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Patrimônio Cultural e Secretaria Estadual de Educação e Cultura, 1981.

SOUZA, R. C. C. L.; LIMA, T. A.; SILVA, E. P. Holocene molluscs from Rio de Janeiro state coast, Brazil. **Check List**, v. 6, n. 2, p. 301-308, 2010.

SOUZA, R. C. C.; FERNANDES, F. C.; SILVA, E. P.. A study on the occurrence of the brown mussel *Perna perna* on the sambaquis of the Brazilian coast. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 13, p. 3-24, 2003.

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

SOUZA, R.C.C.L.; LIMA, T. A.; SILVA, E.P. **Conchas Marinhas de Sambaquis do Brasil**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2011.

SOUZA, S. M. F. M.; SOUZA, A. A. C. M. Pescadores e recoletores do litoral do Rio de Janeiro. **Arquivos do Museu de História Natural**, v. 6, p. 109-152, 1981.

STRÍKIS, N. M., CRUZ, F. W., CHENG, H., KARMANN, I., EDWARDS, R. L., VUILLE, M.; WANG, X.; PAULA, M. S.; NOVELLO, V. F.; AULER, A. S. Abrupt variations in South American monsoon rainfall during the Holocene based on a speleothem record from central-eastern Brazil. **Geology**, v.39, n.11, p. 1075-1078, 2011.

STRÍKIS, N. M.; NOVELLO, V. F. Evolução hidrológica do Brasil durante o Pleistoceno Superior e Holoceno. In.: CARVALHO, I.S.; GARCIA, M.J.; LANA, C.C.; JÚNIOR STROHSCHOEN, O. (eds.). **Paleontologia: Cenários da Vida – Paleoclimas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. V. 5, p. 343-51.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. 2ª edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

TAPIA, P. M.; FRITZ, S. C.; BAKER, P. A.; SELTZER, G. O.; DUNBAR, R. B. A Late Quaternary diatom record of tropical climatic history from Lake Titicaca (Peru and Bolivia). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 194, n. 1-3, p. 139-164, 2003.

TAYLOR, J. D.; GLOVER, E. A. A giant lucinid bivalve from the Eocene of Jamaica—systematics, life habits and chemosymbiosis (Mollusca: Bivalvia: Lucinidae). **Palaeontology**, v. 52, n. 1, p. 95-109, 2009.

TAYLOR, J. D.; GLOVER, E. A. Functional anatomy, chemosymbiosis and evolution of the Lucinidae. **Geological Society**, London, Special Publications, v. 177, n. 1, p. 207-225, 2000.

TAYLOR, O. D.; GLOVER, E. A. Lucinid bivalves of Guadeloupe: diversity and systematics in the context of the tropical Western Atlantic (Mollusca: Bivalvia: Lucinidae). **Zootaxa**, v. 4196, n. 3, p. 301-380, 2016.

- TENÓRIO, M. C.; DIAS, F. F.; ALENCAR, J. W.; SOUZA, R. C.C.L. The site Geribá II, Buzios, Rio de Janeiro: Understanding an Ancient Shell Mound from Archaeological, Zooarchaeological and Geological Perspectives. In: **11th International Council for Archaeozoology Conference**. 2010a.
- TENÓRIO, M.C.; DIAS, F.F.; CASTRO, J.W.A. O Sítio Geribá II, Búzios – Estado Do Rio De Janeiro: Registro De Um Sambaqui Antigo. **V Congresso da sociedade de Arqueologia Brasileira - Anais Trabalhos Científicos** – Comunicação, 2010.
- THOMAS, M.E.; THORP, M.B. Geomorphic Response to Rapid Climatic and Hydrologic Change during the Late Pleistocene and Early Holocene in the Humid and Sub-humid Tropics. **Quaternary Science Reviews**, v. 14, p. 193-207, 1995.
- THOMAS, R. **Practical Guide to ICP-MS: A Tutorial for Beginners**. Practical Spectroscopy Series, v. 37, Taylor e Francis Group, 2013.
- TURCQ, B.; PRESSINOTTI, M. M.N.; MARTIN, L. Paleohydrology and paleoclimate of the past 33,000 years at the Tamanduá River, Central Brazil. **Quaternary Research**, v. 47, n. 3, p. 284-294, 1997.
- VALGAS, I. S. **As marismas de *Spartina alterniflora* e os taboais de *Typha domingensis* do Sistema Estuarino de Laguna (Santa Catarina, Brasil): distribuição espacial, estrutura e macrofauna associada**. 2009. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2009.
- WALKER, R.; WICHMANN, S.; MAILUND, T.; ATKISSON, C.J. Cultural Phylogenetics of the Tupi Language Family in Lowland South America. **Plos One**, v. 7, nº 4,
- WALTHER, B. D.; THORROLD, S. R. Inter-annual variability in isotope and elemental ratios recorded in otoliths of an anadromous fish. **Journal of Geochemical Exploration**, v.102, p. 181–186, 2012.
- WANAMAKER, A. D.; KREUTZ, K. J.; WILSON, T.; BORNS, W. H.; INTRONE, D. S.; FEINDEL, S. Experimentally determined Mg/Ca and Sr/Ca ratios in juvenile bivalve calcite for *Mytilus edulis*: implications for paleotemperature reconstructions. **Geo-Marine Letters**, v.28, p.359–368, 2008.
- WANG Y.; CHENG H.; EDWARDS, L.; HE, Y.; KONG, X.; AN, Z.; WU, J.; KELLY, M.J.; DYKOSKI, C.A.; LI, X. The Holocene Asian monsoon: links to solar changes and North Atlantic climate. **Science**, v. 308, n. 5723, p. 854-857, 2005.
- WELSH, K.; ELLIOT, M.; TUDHOPE, A.; AYLING, B.; CHAPPELL, J. Giant bivalves (*Tridacna gigas*) as recorders of ENSO variability. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 307, n. 3-4, p. 266-270, 2011.
- WILLIAMS, SUZANNE T.; TAYLOR, JOHN D.; GLOVER, EMILY A. Molecular phylogeny of the Lucinoidea (Bivalvia): non-monophyly and separate acquisition of bacterial chemosymbiosis. **Journal of Molluscan Studies**, v. 70, n. 2, p. 187-202, 2004.
- WORMS. ***Phacoides pectinatus* (Gmelin, 1791)**. Disponível em:<
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetail&id=420800>>. Acesso em: 02 set. 2019.

WORMS. **World Register of Marine Species**. Disponível em:
<<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxlist>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

YANCHEVA, G.; NOWACZYK, N. R.; MINGRAM, J.; DULSKI, P.; SCHETTLER, G.; NEGENDANK, J. F.; SIGMAN, D.M.; PETERSON, L. C.; HAUG, G. H. Influence of the intertropical convergence zone on the East Asian monsoon. **Nature**, v.445, n.7123, p.-77, 2007.

YOO, J.; ROHLI, R. V. Global distribution of Köppen–Geiger climate types during the Last Glacial Maximum, Mid-Holocene, and present. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, v. 446, p. 326-337, 2016.

ZERFASS, G. S. A.; SÁNCHEZ, F.J.S.; CHEMALE, F. Aplicação de métodos isotópicos e numéricos em paleoceanografia com base em foraminíferos planctônicos **Terræ Didactica**, v.7, n.1, p. 4-17, 2011.

ZHOUI; LAU, M. Principal modes of interannual and decadal variability of summer rainfall over South America, **Journal of Climatology**, v.21, n.13, p. 1623-1644, 2001.

APÊNDICE – Resultados analíticos para os isótopos Sr no padrão NIST-612

Tabela 55 - Run A

Run A	Sr ⁸⁴	Rb ⁸⁵	Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷	Sr ⁸⁸	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	6,87E-04	- 7,73E-05	8,30E-03	5,99E-03	6,99E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
2	7,22E-04	- 9,65E-05	8,62E-03	6,13E-03	7,19E-02	7,11E-01	0,709063	9,98E-01
3	8,62E-04	4,27E-05	8,51E-03	6,10E-03	7,22E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
4	7,08E-04	- 6,48E-05	8,42E-03	6,24E-03	7,29E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
5	5,32E-04	5,99E-05	8,69E-03	6,46E-03	7,50E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
6	8,57E-04	- 7,82E-05	8,76E-03	6,48E-03	7,59E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
7	6,86E-04	8,30E-05	8,88E-03	6,44E-03	7,65E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
8	6,34E-04	4,40E-07	8,64E-03	6,35E-03	7,51E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
9	7,12E-04	1,08E-04	8,89E-03	5,99E-03	7,29E-02	6,75E-01	0,709063	1,05E+00
10	7,13E-04	7,82E-05	8,44E-03	6,09E-03	7,16E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
11	6,21E-04	- 2,66E-04	8,25E-03	6,12E-03	7,10E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
12	7,76E-04	- 8,11E-05	8,59E-03	6,24E-03	7,36E-02	7,27E-01	0,709063	9,76E-01
13	6,53E-04	1,49E-04	8,61E-03	6,37E-03	7,58E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
14	7,54E-04	7,34E-05	8,94E-03	6,73E-03	7,72E-02	7,52E-01	0,709063	9,42E-01
15	6,31E-04	- 3,31E-05	9,06E-03	6,53E-03	7,64E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
16	7,32E-04	- 1,41E-04	8,69E-03	6,33E-03	7,51E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
17	5,55E-04	2,16E-05	8,55E-03	6,22E-03	7,33E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
18	7,80E-04	7,62E-05	8,54E-03	6,21E-03	7,38E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
19	8,12E-04	4,40E-07	8,88E-03	6,10E-03	7,44E-02	6,87E-01	0,709063	1,03E+00
20	6,57E-04	- 9,94E-05	8,94E-03	6,68E-03	7,76E-02	7,47E-01	0,709063	9,49E-01
21	7,90E-04	1,40E-06	9,18E-03	6,68E-03	7,91E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01

22	8,53E-04	- 1,30E-05	9,05E-03	6,45E-03	7,71E-02	7,13E-01	0,709063	9,95E-01
23	6,59E-04	- 1,05E-04	8,49E-03	6,13E-03	7,32E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
24	9,40E-04	- 2,18E-04	8,65E-03	6,12E-03	7,29E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
25	8,01E-04	4,27E-05	8,75E-03	6,25E-03	7,50E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
26	6,62E-04	- 7,15E-05	8,64E-03	6,46E-03	7,58E-02	7,48E-01	0,709063	9,48E-01
27	6,01E-04	5,13E-05	8,94E-03	6,58E-03	7,64E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
28	5,63E-04	4,46E-05	8,53E-03	6,50E-03	7,59E-02	7,62E-01	0,709063	9,31E-01
29	7,26E-04	1,76E-04	8,48E-03	6,22E-03	7,35E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
30	8,97E-04	2,25E-05	8,87E-03	6,25E-03	7,32E-02	7,05E-01	0,709063	1,01E+00
31	8,13E-04	4,75E-05	8,52E-03	6,24E-03	7,34E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
32	7,67E-04	1,24E-04	8,44E-03	6,31E-03	7,34E-02	7,48E-01	0,709063	9,48E-01
33	7,74E-04	3,98E-05	9,10E-03	6,40E-03	7,63E-02	7,04E-01	0,709063	1,01E+00
34	8,23E-04	1,03E-04	8,75E-03	6,49E-03	7,61E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
35	8,38E-04	1,03E-04	8,48E-03	6,27E-03	7,40E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
36	8,39E-04	- 6,48E-05	8,28E-03	6,07E-03	7,28E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
37	8,01E-04	9,74E-05	8,36E-03	6,20E-03	7,18E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
38	6,93E-04	- 1,10E-04	8,45E-03	6,17E-03	7,16E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
39	5,86E-04	2,16E-05	8,64E-03	6,32E-03	7,35E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
40	7,39E-04	- 7,34E-05	8,58E-03	6,21E-03	7,47E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
41	6,42E-04	1,58E-05	8,69E-03	6,19E-03	7,62E-02	7,12E-01	0,709063	9,95E-01
42	6,81E-04	- 8,40E-05	8,31E-03	6,21E-03	7,35E-02	7,48E-01	0,709063	9,49E-01
43	6,89E-04	- 5,23E-05	8,28E-03	5,83E-03	7,13E-02	7,04E-01	0,709063	1,01E+00
44	6,52E-04	4,84E-05	8,03E-03	5,97E-03	6,97E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
45	5,74E-04	1,56E-04	7,91E-03	5,85E-03	6,92E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
46	6,04E-04	- 7,54E-05	8,22E-03	5,79E-03	7,14E-02	7,04E-01	0,709063	1,01E+00

47	7,93E-04	1,42E-04	8,58E-03	6,13E-03	7,37E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
48	6,39E-04	- 1,25E-04	8,70E-03	6,38E-03	7,54E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
49	8,17E-04	- 1,78E-05	8,66E-03	6,39E-03	7,49E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
50	7,87E-04	4,36E-05	8,43E-03	6,23E-03	7,38E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
51	6,72E-04	8,39E-05	8,49E-03	6,08E-03	7,36E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
52	6,72E-04	7,16E-06	8,40E-03	6,15E-03	7,23E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
53	7,11E-04	1,07E-04	8,58E-03	6,16E-03	7,34E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
54	7,36E-04	- 3,70E-05	8,54E-03	6,17E-03	7,41E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
55	6,58E-04	9,08E-06	8,98E-03	6,29E-03	7,55E-02	7,01E-01	0,709063	1,01E+00
56	6,51E-04	4,75E-05	8,83E-03	6,34E-03	7,51E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
57	6,06E-04	- 6,58E-05	8,54E-03	6,27E-03	7,33E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
58	6,99E-04	4,94E-05	8,27E-03	6,10E-03	7,23E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
59	7,46E-04	- 3,40E-06	8,25E-03	6,31E-03	7,12E-02	7,65E-01	0,709063	9,27E-01
60	7,63E-04	- 9,55E-05	8,55E-03	6,23E-03	7,28E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
61	8,32E-04	1,05E-04	8,69E-03	6,19E-03	7,39E-02	7,12E-01	0,709063	9,95E-01
62	8,80E-04	- 1,09E-04	8,77E-03	6,59E-03	7,57E-02	7,52E-01	0,709063	9,43E-01
63	7,30E-04	- 7,44E-05	8,73E-03	6,38E-03	7,48E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
64	7,84E-04	- 2,74E-05	8,70E-03	6,29E-03	7,40E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
65	7,89E-04	4,65E-05	8,48E-03	6,24E-03	7,31E-02	7,36E-01	0,709063	9,64E-01
66	8,04E-04	1,08E-04	8,32E-03	6,12E-03	7,32E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
67	7,68E-04	- 1,30E-05	8,49E-03	6,22E-03	7,33E-02	7,32E-01	0,709063	9,68E-01
68	7,44E-04	- 3,60E-05	8,39E-03	6,42E-03	7,36E-02	7,65E-01	0,709063	9,27E-01
69	5,59E-04	- 5,14E-05	8,88E-03	6,39E-03	7,62E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
70	7,46E-04	- 4,18E-	8,90E-03	6,47E-03	7,73E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01

	05							
71	6,38E-04	- 8,02E-05	8,75E-03	6,50E-03	7,72E-02	7,42E-01	0,709063	9,55E-01
72	7,76E-04	- 1,96E-04	8,39E-03	6,17E-03	7,33E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
73	7,79E-04	- 3,31E-05	8,52E-03	6,11E-03	7,20E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
74	7,95E-04	- 2,39E-04	8,68E-03	6,36E-03	7,46E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
75	6,79E-04	- 1,68E-05	8,85E-03	6,58E-03	7,73E-02	7,43E-01	0,709063	9,54E-01
76	8,20E-04	3,02E-05	8,67E-03	6,59E-03	7,61E-02	7,60E-01	0,709063	9,33E-01
77	7,50E-04	- 2,26E-05	8,68E-03	6,46E-03	7,61E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
78	7,58E-04	1,46E-04	9,18E-03	6,46E-03	7,67E-02	7,03E-01	0,709063	1,01E+00
79	6,90E-04	1,86E-04	8,61E-03	6,06E-03	7,46E-02	7,05E-01	0,709063	1,01E+00
80	6,44E-04	7,91E-05	8,51E-03	6,23E-03	7,38E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
81	6,14E-04	3,40E-05	8,53E-03	6,21E-03	7,32E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
82	5,60E-04	- 8,88E-05	8,73E-03	6,36E-03	7,52E-02	7,28E-01	0,709063	9,73E-01
83	8,39E-04	5,80E-05	8,81E-03	6,54E-03	7,63E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
84	8,25E-04	- 1,64E-04	8,75E-03	6,41E-03	7,49E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
85	9,10E-04	1,13E-04	8,64E-03	6,43E-03	7,37E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
86	9,19E-04	- 1,48E-06	8,67E-03	6,53E-03	7,45E-02	7,53E-01	0,709063	9,41E-01
87	1,02E-03	- 1,59E-05	8,36E-03	6,29E-03	7,28E-02	7,53E-01	0,709063	9,42E-01
88	8,89E-04	- 8,20E-06	8,64E-03	6,01E-03	7,29E-02	6,95E-01	0,709063	1,02E+00
89	8,36E-04	- 6,77E-05	8,76E-03	6,18E-03	7,43E-02	7,05E-01	0,709063	1,01E+00
90	7,51E-04	7,05E-05	8,96E-03	6,36E-03	7,56E-02	7,10E-01	0,709063	9,99E-01
91	6,74E-04	8,58E-05	8,86E-03	6,36E-03	7,49E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
92	6,91E-04	1,25E-04	8,54E-03	6,30E-03	7,42E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
93	8,31E-04	8,78E-05	8,61E-03	6,27E-03	7,33E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
94	7,22E-04	2,11E-04	8,26E-03	6,00E-03	7,25E-02	7,27E-01	0,709063	9,76E-01

	04	04	03	03	02	01		
95	6,24E-04	1,27E-04	8,37E-03	6,11E-03	7,22E-02	7,29E-01	0,709063	9,72E-01
96	5,05E-04	- 1,30E-05	8,40E-03	6,21E-03	7,30E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
97	6,75E-04	- 2,83E-05	8,61E-03	6,33E-03	7,48E-02	7,34E-01	0,709063	9,65E-01
98	7,11E-04	- 2,45E-05	8,72E-03	6,48E-03	7,65E-02	7,43E-01	0,709063	9,54E-01
99	8,39E-04	- 8,78E-05	8,42E-03	6,19E-03	7,50E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
100	6,26E-04	- 8,40E-05	8,45E-03	6,39E-03	7,34E-02	7,57E-01	0,709063	9,37E-01

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 56 - Run B

Run B	Sr ⁸⁴	Rb ⁸⁵	Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷	Sr ⁸⁸	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	6,49E-04	6,86E-05	8,75E-03	6,35E-03	7,54E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
2	8,07E-04	- 3,51E-05	9,29E-03	6,80E-03	7,95E-02	7,31E-01	0,709063	9,69E-01
3	7,69E-04	- 8,88E-05	9,26E-03	6,87E-03	8,08E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
4	7,15E-04	- 4,95E-05	9,42E-03	6,87E-03	8,09E-02	7,30E-01	0,709063	9,72E-01
5	7,47E-04	3,59E-05	9,39E-03	6,91E-03	8,13E-02	7,37E-01	0,709063	9,63E-01
6	9,10E-04	2,83E-05	9,62E-03	7,13E-03	8,35E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
7	9,34E-04	1,37E-04	9,98E-03	7,16E-03	8,53E-02	7,18E-01	0,709063	9,88E-01
8	1,00E-03	2,25E-05	1,01E-02	7,45E-03	8,72E-02	7,37E-01	0,709063	9,61E-01
9	6,64E-04	- 8,20E-06	9,59E-03	7,39E-03	8,42E-02	7,71E-01	0,709063	9,19E-01
10	8,11E-04	1,48E-05	9,55E-03	7,15E-03	8,16E-02	7,49E-01	0,709063	9,46E-01
11	8,75E-04	2,35E-05	9,58E-03	6,89E-03	8,24E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
12	8,13E-04	- 9,07E-05	9,66E-03	6,92E-03	8,27E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
13	7,43E-04	7,05E-05	9,70E-03	7,12E-03	8,37E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
14	7,14E-04	5,71E-05	1,00E-02	7,02E-03	8,48E-02	7,01E-01	0,709063	1,01E+00
15	8,07E-04	8,01E-05	9,90E-03	7,30E-03	8,51E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01

16	7,73E-04	4,65E-05	9,71E-03	7,12E-03	8,36E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
17	7,20E-04	- 5,23E-05	9,42E-03	6,96E-03	8,22E-02	7,38E-01	0,709063	9,60E-01
18	9,02E-04	- 4,85E-05	9,77E-03	6,98E-03	8,37E-02	7,14E-01	0,709063	9,94E-01
19	8,25E-04	2,06E-05	9,66E-03	7,15E-03	8,49E-02	7,40E-01	0,709063	9,59E-01
20	6,80E-04	- 4,75E-05	9,72E-03	6,81E-03	8,25E-02	7,01E-01	0,709063	1,01E+00
21	5,48E-04	- 5,43E-05	9,60E-03	7,02E-03	8,35E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
22	7,65E-04	3,02E-05	9,79E-03	6,96E-03	8,31E-02	7,12E-01	0,709063	9,97E-01
23	7,73E-04	- 1,99E-04	9,18E-03	6,72E-03	8,00E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
24	5,50E-04	- 1,52E-04	9,08E-03	6,71E-03	7,92E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
25	7,74E-04	1,32E-04	9,12E-03	6,79E-03	7,95E-02	7,45E-01	0,709063	9,51E-01
26	7,37E-04	7,15E-05	9,12E-03	6,93E-03	8,01E-02	7,60E-01	0,709063	9,33E-01
27	8,07E-04	- 1,04E-04	9,37E-03	6,92E-03	8,17E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
28	7,07E-04	- 9,65E-05	9,69E-03	7,10E-03	8,22E-02	7,32E-01	0,709063	9,68E-01
29	7,08E-04	- 9,55E-05	9,34E-03	6,84E-03	8,14E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
30	8,94E-04	7,43E-05	9,20E-03	6,78E-03	8,06E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
31	9,02E-04	5,13E-05	9,29E-03	6,83E-03	8,08E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
32	8,95E-04	5,99E-05	9,45E-03	6,86E-03	8,06E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
33	6,02E-04	- 6,96E-05	9,34E-03	6,98E-03	8,06E-02	7,47E-01	0,709063	9,49E-01
34	7,49E-04	- 1,00E-04	9,46E-03	7,05E-03	8,10E-02	7,45E-01	0,709063	9,51E-01
35	6,19E-04	1,46E-04	9,36E-03	6,70E-03	8,13E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
36	8,82E-04	- 6,28E-06	9,32E-03	6,64E-03	7,96E-02	7,12E-01	0,709063	9,95E-01
37	7,90E-04	9,08E-06	9,34E-03	6,81E-03	8,02E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
38	7,44E-04	- 8,98E-05	9,37E-03	6,90E-03	8,03E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
39	8,07E-	-	9,31E-	6,59E-	7,91E-	7,08E-	0,709063	1,00E+00

	04	7,44E-05	03	03	02	01		
40	7,69E-04	1,87E-05	9,31E-03	6,87E-03	7,89E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
41	8,24E-04	1,96E-04	8,86E-03	6,69E-03	7,76E-02	7,55E-01	0,709063	9,39E-01
42	7,15E-04	- 1,11E-05	9,00E-03	6,73E-03	7,79E-02	7,48E-01	0,709063	9,48E-01
43	7,25E-04	1,29E-04	8,89E-03	6,62E-03	7,82E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
44	7,02E-04	1,21E-04	9,01E-03	6,50E-03	7,67E-02	7,21E-01	0,709063	9,83E-01
45	7,41E-04	5,23E-05	8,99E-03	6,62E-03	7,75E-02	7,37E-01	0,709063	9,63E-01
46	7,12E-04	1,00E-04	8,90E-03	6,48E-03	7,74E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
47	5,88E-04	- 6,86E-05	8,83E-03	6,66E-03	7,88E-02	7,55E-01	0,709063	9,39E-01
48	8,35E-04	- 7,63E-05	9,12E-03	6,80E-03	7,95E-02	7,46E-01	0,709063	9,51E-01
49	7,06E-04	- 4,37E-05	8,95E-03	6,69E-03	7,78E-02	7,47E-01	0,709063	9,49E-01
50	7,18E-04	- 6,19E-05	8,73E-03	6,52E-03	7,56E-02	7,47E-01	0,709063	9,49E-01
51	7,37E-04	- 1,30E-05	8,81E-03	6,47E-03	7,59E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
52	7,30E-04	- 6,58E-05	8,87E-03	6,31E-03	7,65E-02	7,12E-01	0,709063	9,96E-01
53	6,38E-04	- 8,78E-05	8,77E-03	6,52E-03	7,74E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
54	5,15E-04	2,06E-05	8,94E-03	6,59E-03	7,75E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
55	9,11E-04	- 9,46E-05	8,97E-03	6,68E-03	7,81E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
56	7,79E-04	- 1,09E-04	8,90E-03	6,52E-03	7,67E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
57	8,34E-04	1,07E-04	8,77E-03	6,43E-03	7,49E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
58	6,57E-04	1,61E-04	8,83E-03	6,64E-03	7,63E-02	7,52E-01	0,709063	9,43E-01
59	7,81E-04	1,69E-04	8,80E-03	6,42E-03	7,57E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
60	7,43E-04	7,82E-05	8,90E-03	6,39E-03	7,65E-02	7,17E-01	0,709063	9,88E-01
61	8,75E-04	- 7,54E-05	9,00E-03	6,59E-03	7,76E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
62	7,21E-04	1,33E-04	8,97E-03	6,57E-03	7,74E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
63	6,99E-04	1,95E-04	9,06E-03	6,67E-03	7,77E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01

	04	04	03	03	02	01		
64	6,76E-04	2,26E-04	9,18E-03	6,58E-03	7,81E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
65	7,71E-04	1,29E-05	8,85E-03	6,44E-03	7,56E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
66	7,36E-04	- 1,37E-04	8,74E-03	6,28E-03	7,43E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
67	6,15E-04	- 2,64E-05	8,73E-03	6,47E-03	7,61E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
68	7,11E-04	- 1,69E-04	9,04E-03	6,52E-03	7,81E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
69	8,19E-04	7,16E-06	9,33E-03	6,71E-03	7,89E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
70	6,33E-04	- 6,96E-05	9,16E-03	6,58E-03	7,88E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
71	6,51E-04	- 3,70E-05	9,36E-03	6,62E-03	7,88E-02	7,08E-01	0,709063	1,00E+00
72	6,12E-04	3,98E-05	8,85E-03	6,74E-03	7,83E-02	7,62E-01	0,709063	9,31E-01
73	8,05E-04	- 2,93E-05	8,73E-03	6,58E-03	7,63E-02	7,53E-01	0,709063	9,41E-01
74	6,60E-04	- 8,88E-05	8,64E-03	6,53E-03	7,60E-02	7,56E-01	0,709063	9,38E-01
75	7,30E-04	- 3,51E-05	9,01E-03	6,51E-03	7,77E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
76	7,14E-04	- 1,73E-04	9,14E-03	6,66E-03	7,91E-02	7,28E-01	0,709063	9,73E-01
77	8,48E-04	- 1,87E-04	9,45E-03	6,80E-03	8,07E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
78	6,27E-04	1,40E-04	9,38E-03	6,79E-03	8,12E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
79	5,15E-04	2,13E-04	9,07E-03	6,43E-03	7,82E-02	7,09E-01	0,709063	1,00E+00
80	5,25E-04	6,20E-06	9,34E-03	6,65E-03	7,88E-02	7,11E-01	0,709063	9,97E-01
81	7,65E-04	9,93E-05	9,34E-03	6,70E-03	7,92E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
82	7,65E-04	- 1,59E-05	9,14E-03	6,71E-03	7,90E-02	7,34E-01	0,709063	9,67E-01
83	7,27E-04	- 2,15E-04	8,98E-03	6,77E-03	7,97E-02	7,54E-01	0,709063	9,40E-01
84	7,59E-04	- 3,70E-05	9,25E-03	6,78E-03	7,97E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
85	7,28E-04	- 9,84E-05	9,20E-03	6,66E-03	7,79E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
86	1,01E-	3,98E-	9,21E-	6,49E-	7,72E-	7,05E-	0,709063	1,01E+00

	03	05	03	03	02	01		
87	7,65E-04	- 6,96E-05	8,88E-03	6,49E-03	7,66E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
88	8,46E-04	- 1,20E-05	9,08E-03	6,51E-03	7,80E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
89	7,53E-04	- 2,74E-05	9,40E-03	6,57E-03	7,89E-02	6,99E-01	0,709063	1,02E+00
90	1,00E-03	- 7,15E-05	9,00E-03	6,66E-03	7,85E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
91	7,94E-04	5,90E-05	9,11E-03	6,55E-03	7,87E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
92	9,41E-04	3,05E-04	8,90E-03	6,51E-03	7,77E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
93	9,20E-04	- 2,38E-04	9,11E-03	6,53E-03	7,63E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
94	9,50E-04	- 1,31E-04	8,63E-03	6,34E-03	7,41E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
95	8,19E-04	1,53E-04	8,58E-03	6,45E-03	7,47E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
96	6,66E-04	- 4,56E-05	8,68E-03	6,36E-03	7,49E-02	7,32E-01	0,709063	9,68E-01
97	5,58E-04	3,98E-05	8,74E-03	6,47E-03	7,60E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
98	7,29E-04	- 4,37E-05	8,74E-03	6,26E-03	7,60E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
99	7,06E-04	- 1,74E-04	8,66E-03	6,28E-03	7,49E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
100	6,91E-04	- 1,04E-04	8,77E-03	6,26E-03	7,51E-02	7,13E-01	0,709063	9,94E-01

Tabela 57 - Run C

Run C	Sr ⁸⁴	Rb ⁸⁵	Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷	Sr ⁸⁸	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	6,30E-04	- 5,71E-05	8,59E-03	6,41E-03	7,40E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
2	6,33E-04	- 9,26E-05	9,27E-03	6,82E-03	7,96E-02	7,36E-01	0,709063	9,64E-01
3	5,17E-04	- 8,50E-05	9,26E-03	6,88E-03	8,07E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
4	5,80E-04	- 1,38E-04	9,41E-03	6,81E-03	8,02E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
5	7,05E-04	- 1,21E-04	9,43E-03	6,64E-03	7,97E-02	7,04E-01	0,709063	1,01E+00

6	7,28E-04	4,75E-05	9,15E-03	6,78E-03	7,92E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
7	6,44E-04	- 2,83E-05	9,36E-03	6,78E-03	7,98E-02	7,24E-01	0,709063	9,79E-01
8	6,90E-04	- 7,44E-05	9,14E-03	6,66E-03	7,92E-02	7,28E-01	0,709063	9,73E-01
9	6,60E-04	- 8,88E-05	9,29E-03	6,75E-03	7,99E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
10	8,86E-04	5,03E-05	9,21E-03	6,71E-03	7,96E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
11	7,31E-04	1,27E-04	9,24E-03	6,61E-03	7,86E-02	7,16E-01	0,709063	9,91E-01
12	7,13E-04	- 1,52E-04	9,23E-03	6,51E-03	7,88E-02	7,05E-01	0,709063	1,01E+00
13	5,94E-04	7,53E-05	9,30E-03	6,70E-03	7,99E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
14	6,71E-04	- 4,75E-05	9,58E-03	6,85E-03	8,07E-02	7,15E-01	0,709063	9,92E-01
15	7,64E-04	- 1,17E-04	9,18E-03	6,63E-03	8,06E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
16	6,57E-04	3,11E-05	9,14E-03	6,82E-03	8,03E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
17	7,27E-04	4,65E-05	9,24E-03	6,79E-03	8,05E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
18	8,20E-04	8,12E-06	9,16E-03	6,66E-03	7,92E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
19	6,90E-04	9,45E-05	9,15E-03	6,76E-03	7,89E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
20	7,91E-04	1,10E-04	9,09E-03	6,70E-03	7,85E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
21	8,60E-04	1,10E-04	9,05E-03	6,66E-03	7,93E-02	7,36E-01	0,709063	9,64E-01
22	7,30E-04	- 2,07E-05	9,50E-03	6,79E-03	8,10E-02	7,15E-01	0,709063	9,92E-01
23	8,70E-04	- 2,64E-05	9,71E-03	6,99E-03	8,18E-02	7,20E-01	0,709063	9,84E-01
24	8,93E-04	5,03E-05	9,47E-03	7,16E-03	8,16E-02	7,56E-01	0,709063	9,38E-01
25	7,71E-04	- 2,55E-05	9,50E-03	6,97E-03	8,11E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
26	6,94E-04	5,99E-05	9,43E-03	6,79E-03	8,01E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
27	7,33E-04	1,83E-04	9,17E-03	6,78E-03	7,93E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
28	7,18E-04	- 8,50E-05	9,17E-03	6,63E-03	7,87E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
29	7,35E-04	- 3,03E-05	9,18E-03	6,79E-03	7,82E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
30	7,58E-04	8,49E-05	9,21E-03	6,41E-03	7,71E-02	6,96E-01	0,709063	1,02E+00

	04	05	03	03	02	01		
31	6,51E-04	- 2,16E-05	9,02E-03	6,62E-03	7,82E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
32	5,86E-04	- 5,52E-05	8,81E-03	6,67E-03	7,80E-02	7,57E-01	0,709063	9,36E-01
33	7,37E-04	- 8,21E-05	8,87E-03	6,55E-03	7,78E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
34	8,31E-04	1,18E-04	9,03E-03	6,64E-03	7,78E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
35	7,22E-04	- 6,58E-05	9,00E-03	6,64E-03	7,84E-02	7,38E-01	0,709063	9,60E-01
36	7,15E-04	- 4,95E-05	9,09E-03	6,67E-03	7,89E-02	7,34E-01	0,709063	9,67E-01
37	8,09E-04	- 2,25E-04	9,52E-03	6,87E-03	7,99E-02	7,22E-01	0,709063	9,81E-01
38	9,02E-04	5,13E-05	9,35E-03	6,78E-03	8,06E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
39	8,41E-04	2,13E-04	9,33E-03	6,77E-03	8,04E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
40	7,34E-04	- 2,45E-05	9,04E-03	6,81E-03	7,98E-02	7,53E-01	0,709063	9,41E-01
41	7,18E-04	1,48E-05	8,99E-03	6,63E-03	7,84E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
42	6,96E-04	- 6,86E-05	8,89E-03	6,54E-03	7,83E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
43	8,67E-04	8,49E-05	9,18E-03	6,79E-03	7,92E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
44	8,67E-04	- 1,06E-04	9,31E-03	6,72E-03	7,86E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
45	7,51E-04	1,68E-05	9,38E-03	6,94E-03	7,95E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
46	7,22E-04	1,03E-04	9,66E-03	6,83E-03	8,06E-02	7,08E-01	0,709063	1,00E+00
47	7,27E-04	- 1,53E-04	9,07E-03	6,77E-03	7,96E-02	7,47E-01	0,709063	9,50E-01
48	6,18E-04	9,16E-05	9,02E-03	6,66E-03	7,91E-02	7,38E-01	0,709063	9,60E-01
49	8,01E-04	- 4,08E-05	8,92E-03	6,64E-03	7,90E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
50	6,85E-04	- 1,01E-05	8,76E-03	6,67E-03	7,83E-02	7,61E-01	0,709063	9,32E-01
51	8,01E-04	- 2,44E-06	8,98E-03	6,47E-03	7,76E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
52	7,11E-04	- 1,01E-04	8,95E-03	6,62E-03	7,64E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
53	5,87E-04	-	8,96E-03	6,51E-03	7,67E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01

	04	4,66E-05	03	03	02	01		
54	4,86E-04	- 7,73E-05	8,85E-03	6,60E-03	7,69E-02	7,45E-01	0,709063	9,51E-01
55	7,36E-04	- 1,22E-04	8,94E-03	6,64E-03	7,70E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
56	8,05E-04	- 1,21E-04	8,94E-03	6,54E-03	7,76E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
57	6,58E-04	1,47E-04	9,31E-03	6,60E-03	7,82E-02	7,09E-01	0,709063	1,00E+00
58	7,30E-04	7,24E-05	9,29E-03	6,77E-03	7,96E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
59	6,60E-04	- 7,34E-05	9,06E-03	6,59E-03	7,89E-02	7,28E-01	0,709063	9,75E-01
60	6,22E-04	- 2,74E-05	9,11E-03	6,65E-03	7,84E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
61	7,24E-04	- 1,48E-04	8,78E-03	6,69E-03	7,80E-02	7,62E-01	0,709063	9,30E-01
62	7,63E-04	7,43E-05	8,88E-03	6,65E-03	7,70E-02	7,49E-01	0,709063	9,47E-01
63	7,55E-04	- 5,62E-05	8,79E-03	6,50E-03	7,70E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
64	7,87E-04	- 1,63E-04	8,83E-03	6,63E-03	7,75E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
65	6,80E-04	- 6,96E-05	9,09E-03	6,75E-03	7,85E-02	7,42E-01	0,709063	9,55E-01
66	9,04E-04	- 3,12E-05	9,46E-03	6,64E-03	7,93E-02	7,02E-01	0,709063	1,01E+00
67	8,35E-04	- 1,31E-04	9,32E-03	6,68E-03	7,91E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
68	8,12E-04	6,19E-05	8,99E-03	6,75E-03	7,93E-02	7,50E-01	0,709063	9,45E-01
69	8,83E-04	7,82E-05	8,95E-03	6,53E-03	7,79E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
70	6,75E-04	1,77E-05	8,95E-03	6,68E-03	7,73E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
71	7,52E-04	8,68E-05	9,10E-03	6,54E-03	7,77E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
72	7,30E-04	- 4,36E-06	8,89E-03	6,54E-03	7,87E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
73	6,61E-04	8,87E-05	9,02E-03	6,66E-03	7,83E-02	7,38E-01	0,709063	9,60E-01
74	7,08E-04	- 1,49E-04	8,86E-03	6,49E-03	7,74E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
75	7,23E-04	- 1,95E-04	9,10E-03	6,44E-03	7,77E-02	7,08E-01	0,709063	1,00E+00

76	7,37E-04	- 1,13E-04	9,06E-03	6,77E-03	7,80E-02	7,47E-01	0,709063	9,49E-01
77	7,33E-04	3,69E-05	8,93E-03	6,49E-03	7,75E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
78	6,32E-04	1,21E-04	8,79E-03	6,61E-03	7,71E-02	7,52E-01	0,709063	9,43E-01
79	7,35E-04	9,16E-05	8,82E-03	6,39E-03	7,63E-02	7,24E-01	0,709063	9,79E-01
80	7,81E-04	- 3,79E-05	9,05E-03	6,26E-03	7,74E-02	6,92E-01	0,709063	1,02E+00
81	7,50E-04	- 2,38E-04	9,02E-03	6,54E-03	7,70E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
82	7,58E-04	6,95E-05	8,83E-03	6,42E-03	7,75E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
83	6,83E-04	- 8,21E-05	8,95E-03	6,63E-03	7,82E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
84	6,21E-04	- 9,74E-05	9,23E-03	6,61E-03	7,83E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
85	7,44E-04	- 6,67E-05	8,90E-03	6,60E-03	7,72E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
86	7,00E-04	5,80E-05	8,90E-03	6,40E-03	7,62E-02	7,19E-01	0,709063	9,87E-01
87	7,31E-04	- 5,71E-05	8,65E-03	6,52E-03	7,55E-02	7,54E-01	0,709063	9,41E-01
88	7,09E-04	4,28E-06	8,60E-03	6,61E-03	7,55E-02	7,68E-01	0,709063	9,23E-01
89	6,55E-04	6,20E-06	9,02E-03	6,73E-03	7,67E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
90	7,60E-04	- 1,28E-04	9,18E-03	6,53E-03	7,74E-02	7,11E-01	0,709063	9,97E-01
91	7,72E-04	- 1,48E-06	8,91E-03	6,59E-03	7,82E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
92	8,34E-04	1,76E-04	9,07E-03	6,45E-03	7,80E-02	7,10E-01	0,709063	9,98E-01
93	7,81E-04	- 1,61E-04	8,83E-03	6,51E-03	7,71E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
94	6,89E-04	- 1,91E-04	8,85E-03	6,26E-03	7,60E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
95	4,88E-04	- 8,30E-05	9,03E-03	6,35E-03	7,67E-02	7,03E-01	0,709063	1,01E+00
96	6,83E-04	1,18E-04	9,07E-03	6,50E-03	7,71E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
97	5,52E-04	1,42E-04	8,98E-03	6,50E-03	7,67E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
98	5,44E-04	- 6,58E-05	9,01E-03	6,46E-03	7,66E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
99	8,08E-04	2,73E-05	8,83E-03	6,46E-03	7,69E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01

	04	05	03	03	02	01		
100	8,24E-04	1,19E-04	9,13E-03	6,48E-03	7,68E-02	7,10E-01	0,709063	9,98E-01

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 58 - Run D

Run D	Sr ⁸⁴	Rb ⁸⁵	Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷	Sr ⁸⁸	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	6,56E-04	- 6,29E-05	5,76E-03	3,99E-03	4,81E-02	6,93E-01	0,709063	1,02E+00
2	7,98E-04	- 6,28E-06	8,72E-03	6,16E-03	7,23E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
3	7,91E-04	- 2,43E-04	9,15E-03	6,62E-03	7,80E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
4	8,46E-04	- 8,88E-05	9,00E-03	6,60E-03	7,78E-02	7,34E-01	0,709063	9,67E-01
5	8,93E-04	1,73E-04	9,17E-03	6,74E-03	7,96E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
6	8,08E-04	1,81E-04	9,35E-03	6,71E-03	7,91E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
7	7,94E-04	2,28E-04	9,09E-03	6,57E-03	7,90E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
8	8,02E-04	5,23E-05	9,11E-03	6,72E-03	7,95E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
9	8,33E-04	- 5,52E-05	9,07E-03	6,68E-03	7,83E-02	7,37E-01	0,709063	9,63E-01
10	9,28E-04	2,35E-05	9,05E-03	6,71E-03	7,86E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
11	7,89E-04	3,11E-05	9,29E-03	6,69E-03	7,97E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
12	8,90E-04	8,49E-05	9,40E-03	6,79E-03	7,98E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
13	6,52E-04	- 1,67E-04	9,39E-03	6,79E-03	8,03E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
14	5,12E-04	1,00E-05	9,41E-03	6,97E-03	8,03E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
15	6,83E-04	- 1,35E-04	9,16E-03	6,77E-03	7,99E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
16	8,86E-04	- 4,27E-05	9,23E-03	6,67E-03	7,92E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
17	6,38E-04	- 3,40E-06	9,10E-03	6,61E-03	7,79E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
18	6,31E-04	- 1,01E-05	9,04E-03	6,69E-03	7,82E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
19	7,02E-04	- 5,52E-05	9,18E-03	6,61E-03	7,78E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
20	6,10E-	-	9,11E-	6,62E-	7,88E-	7,27E-	0,709063	9,76E-01

	04	1,00E-04	03	03	02	01		
21	5,87E-04	- 1,08E-04	9,24E-03	6,69E-03	7,83E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
22	6,72E-04	- 5,43E-05	9,22E-03	6,65E-03	7,94E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
23	8,67E-04	5,51E-05	9,11E-03	6,76E-03	7,92E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
24	6,27E-04	2,44E-05	9,13E-03	6,73E-03	7,85E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
25	7,05E-04	- 3,70E-05	9,38E-03	6,75E-03	7,97E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
26	7,22E-04	1,03E-04	9,48E-03	6,77E-03	8,03E-02	7,15E-01	0,709063	9,92E-01
27	6,99E-04	1,03E-04	9,08E-03	6,74E-03	7,88E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
28	7,00E-04	1,96E-05	9,06E-03	6,68E-03	7,85E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
29	8,14E-04	- 4,37E-05	8,77E-03	6,50E-03	7,76E-02	7,41E-01	0,709063	9,56E-01
30	7,40E-04	8,20E-05	8,97E-03	6,59E-03	7,68E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
31	8,02E-04	- 1,55E-04	8,83E-03	6,43E-03	7,51E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
32	6,41E-04	1,61E-04	8,69E-03	6,47E-03	7,54E-02	7,45E-01	0,709063	9,52E-01
33	8,04E-04	1,00E-04	8,86E-03	6,51E-03	7,70E-02	7,34E-01	0,709063	9,65E-01
34	7,66E-04	1,85E-04	8,76E-03	6,73E-03	7,77E-02	7,68E-01	0,709063	9,23E-01
35	7,90E-04	1,01E-04	9,03E-03	6,62E-03	7,84E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
36	6,05E-04	1,41E-04	8,96E-03	6,47E-03	7,64E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
37	6,21E-04	- 1,20E-04	8,83E-03	6,50E-03	7,66E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
38	7,92E-04	1,34E-04	8,86E-03	6,33E-03	7,64E-02	7,15E-01	0,709063	9,92E-01
39	7,31E-04	- 1,65E-04	8,73E-03	6,37E-03	7,61E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
40	8,08E-04	- 1,19E-04	8,59E-03	6,38E-03	7,58E-02	7,43E-01	0,709063	9,54E-01
41	6,93E-04	1,12E-04	8,82E-03	6,56E-03	7,65E-02	7,44E-01	0,709063	9,54E-01
42	8,80E-04	2,92E-05	9,18E-03	6,59E-03	7,72E-02	7,18E-01	0,709063	9,88E-01
43	7,87E-04	4,46E-05	9,02E-03	6,67E-03	7,80E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
44	7,27E-04	- 1,85E-04	8,99E-03	6,75E-03	7,82E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
45	6,19E-	-	9,04E-	6,57E-	7,68E-	7,27E-	0,709063	9,75E-01

	04	1,30E-04	03	03	02	01		
46	6,11E-04	- 4,56E-05	8,77E-03	6,59E-03	7,56E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
47	7,51E-04	1,32E-04	8,68E-03	6,43E-03	7,56E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
48	7,21E-04	- 2,07E-05	8,74E-03	6,48E-03	7,60E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
49	6,83E-04	- 5,32E-06	8,87E-03	6,46E-03	7,64E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
50	6,76E-04	- 6,48E-05	8,88E-03	6,55E-03	7,72E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
51	7,31E-04	- 1,03E-04	8,94E-03	6,51E-03	7,72E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
52	7,31E-04	8,10E-05	8,76E-03	6,56E-03	7,68E-02	7,49E-01	0,709063	9,47E-01
53	7,64E-04	1,82E-04	9,07E-03	6,58E-03	7,72E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
54	7,72E-04	1,67E-04	8,82E-03	6,62E-03	7,65E-02	7,50E-01	0,709063	9,45E-01
55	6,25E-04	- 1,85E-04	8,94E-03	6,42E-03	7,54E-02	7,19E-01	0,709063	9,87E-01
56	8,90E-04	- 9,94E-05	8,69E-03	6,33E-03	7,41E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
57	7,89E-04	4,40E-07	8,59E-03	6,17E-03	7,43E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
58	5,27E-04	2,01E-04	8,80E-03	6,31E-03	7,46E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
59	6,51E-04	- 2,93E-05	8,70E-03	6,36E-03	7,42E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
60	6,87E-04	1,07E-04	8,53E-03	6,48E-03	7,39E-02	7,60E-01	0,709063	9,33E-01
61	7,92E-04	- 2,74E-05	8,55E-03	6,40E-03	7,47E-02	7,49E-01	0,709063	9,47E-01
62	7,07E-04	- 7,34E-05	8,70E-03	6,45E-03	7,62E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
63	5,84E-04	- 8,02E-05	8,59E-03	6,25E-03	7,48E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
64	6,54E-04	3,12E-04	8,80E-03	6,27E-03	7,37E-02	7,12E-01	0,709063	9,95E-01
65	6,84E-04	1,19E-04	8,87E-03	6,23E-03	7,43E-02	7,02E-01	0,709063	1,01E+00
66	7,02E-04	- 9,36E-05	8,62E-03	6,30E-03	7,48E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
67	7,03E-04	1,68E-04	8,76E-03	6,39E-03	7,49E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
68	7,42E-04	1,48E-05	8,60E-03	6,16E-03	7,45E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01

69	7,73E-04	- 3,03E-05	8,73E-03	6,21E-03	7,52E-02	7,11E-01	0,709063	9,97E-01
70	6,20E-04	- 1,40E-05	8,35E-03	6,43E-03	7,49E-02	7,69E-01	0,709063	9,22E-01
71	6,97E-04	- 5,23E-05	8,80E-03	6,30E-03	7,52E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
72	7,37E-04	- 1,67E-04	8,65E-03	6,25E-03	7,42E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
73	6,83E-04	1,87E-05	8,74E-03	6,37E-03	7,35E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
74	7,22E-04	- 1,04E-04	8,55E-03	6,35E-03	7,35E-02	7,42E-01	0,709063	9,55E-01
75	6,53E-04	- 4,27E-05	8,61E-03	6,34E-03	7,43E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
76	8,63E-04	- 2,02E-04	8,37E-03	6,31E-03	7,34E-02	7,53E-01	0,709063	9,41E-01
77	9,02E-04	- 6,39E-05	8,47E-03	6,39E-03	7,32E-02	7,54E-01	0,709063	9,40E-01
78	7,63E-04	5,24E-06	8,56E-03	6,19E-03	7,38E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
79	6,49E-04	2,99E-04	8,46E-03	6,15E-03	7,40E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
80	6,56E-04	- 2,46E-04	8,74E-03	6,22E-03	7,44E-02	7,11E-01	0,709063	9,97E-01
81	7,88E-04	2,25E-05	8,82E-03	6,50E-03	7,50E-02	7,37E-01	0,709063	9,63E-01
82	7,90E-04	- 5,23E-05	8,70E-03	6,48E-03	7,44E-02	7,45E-01	0,709063	9,52E-01
83	7,05E-04	- 6,28E-06	8,38E-03	6,25E-03	7,28E-02	7,45E-01	0,709063	9,51E-01
84	8,05E-04	- 6,00E-05	8,33E-03	6,16E-03	7,31E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
85	8,31E-04	1,95E-04	8,24E-03	6,11E-03	7,28E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
86	9,00E-04	3,40E-05	8,58E-03	6,35E-03	7,35E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
87	7,15E-04	3,50E-05	8,75E-03	6,21E-03	7,37E-02	7,09E-01	0,709063	1,00E+00
88	5,00E-04	5,24E-06	8,77E-03	6,20E-03	7,41E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
89	6,30E-04	- 2,64E-05	8,46E-03	6,30E-03	7,47E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
90	7,95E-04	- 9,16E-06	8,46E-03	6,18E-03	7,36E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
91	7,49E-04	- 3,89E-05	8,39E-03	6,24E-03	7,27E-02	7,44E-01	0,709063	9,54E-01

05								
92	8,03E-04	- 2,35E-05	8,34E-03	6,17E-03	7,22E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
93	8,28E-04	- 3,79E-05	8,47E-03	6,01E-03	7,27E-02	7,09E-01	0,709063	1,00E+00
94	7,51E-04	5,51E-05	8,76E-03	6,17E-03	7,38E-02	7,04E-01	0,709063	1,01E+00
95	7,91E-04	- 2,07E-05	8,68E-03	6,41E-03	7,43E-02	7,38E-01	0,709063	9,60E-01
96	6,21E-04	- 1,59E-04	8,87E-03	6,36E-03	7,49E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
97	6,52E-04	7,82E-05	8,93E-03	6,29E-03	7,58E-02	7,04E-01	0,709063	1,01E+00
98	5,99E-04	- 2,03E-04	8,68E-03	6,16E-03	7,45E-02	7,10E-01	0,709063	9,99E-01
99	5,11E-04	1,40E-06	8,39E-03	6,22E-03	7,38E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
100	6,38E-04	7,34E-05	8,40E-03	6,26E-03	7,20E-02	7,45E-01	0,709063	9,52E-01

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 59 - Run E

Run E	Sr ⁸⁴	Rb ⁸⁵	Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷	Sr ⁸⁸	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	8,59E-04	7,62E-05	9,64E-03	6,82E-03	8,20E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
2	8,67E-04	1,01E-04	1,01E-02	7,40E-03	8,65E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
3	6,20E-04	1,32E-04	1,03E-02	7,30E-03	8,67E-02	7,09E-01	0,709063	1,00E+00
4	7,88E-04	- 2,55E-04	1,03E-02	7,41E-03	8,62E-02	7,19E-01	0,709063	9,85E-01
5	9,04E-04	1,45E-04	9,90E-03	7,33E-03	8,59E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
6	6,81E-04	8,49E-05	9,73E-03	7,19E-03	8,46E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
7	8,51E-04	- 1,91E-04	1,01E-02	7,38E-03	8,69E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
8	7,67E-04	- 7,54E-05	1,06E-02	7,80E-03	8,97E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
9	9,15E-04	1,77E-05	1,06E-02	7,87E-03	9,10E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
10	9,53E-04	1,25E-04	1,09E-02	7,97E-03	9,32E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
11	8,93E-04	8,10E-05	1,06E-02	7,77E-03	9,13E-02	7,36E-01	0,709063	9,64E-01
12	9,32E-04	- 2,03E-04	1,04E-02	7,48E-03	8,91E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
13	8,17E-	-	1,01E-	7,39E-	8,79E-	7,28E-	0,709063	9,74E-01

	04	2,55E-05	02	03	02	01		
14	9,26E-04	- 6,29E-05	1,00E-02	7,21E-03	8,63E-02	7,22E-01	0,709063	9,83E-01
15	1,03E-03	1,39E-05	1,00E-02	7,22E-03	8,65E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
16	1,06E-03	6,86E-05	1,03E-02	7,62E-03	8,88E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
17	6,96E-04	6,19E-05	1,03E-02	7,60E-03	8,90E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
18	7,20E-04	- 1,60E-04	1,04E-02	7,44E-03	8,96E-02	7,13E-01	0,709063	9,94E-01
19	7,05E-04	2,44E-05	1,03E-02	7,40E-03	8,91E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
20	7,37E-04	1,56E-04	1,02E-02	7,32E-03	8,85E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
21	7,61E-04	- 4,27E-05	1,01E-02	7,54E-03	8,81E-02	7,50E-01	0,709063	9,45E-01
22	7,39E-04	- 9,65E-05	1,04E-02	7,66E-03	8,97E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
23	7,24E-04	- 1,41E-04	1,07E-02	7,96E-03	9,23E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
24	8,48E-04	- 5,62E-05	1,05E-02	7,86E-03	9,17E-02	7,46E-01	0,709063	9,51E-01
25	1,04E-03	1,29E-05	1,05E-02	7,59E-03	8,99E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
26	8,89E-04	1,99E-04	1,05E-02	7,78E-03	8,95E-02	7,40E-01	0,709063	9,59E-01
27	8,73E-04	1,15E-04	1,04E-02	7,62E-03	8,93E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
28	7,97E-04	8,12E-06	1,03E-02	7,39E-03	8,71E-02	7,15E-01	0,709063	9,92E-01
29	7,72E-04	- 2,85E-04	9,97E-03	7,25E-03	8,73E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
30	7,25E-04	6,20E-06	1,02E-02	7,53E-03	8,92E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
31	8,42E-04	- 2,35E-05	1,05E-02	7,75E-03	9,12E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
32	7,26E-04	7,16E-06	1,06E-02	7,67E-03	9,13E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
33	8,61E-04	1,10E-05	1,03E-02	7,54E-03	9,01E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
34	9,10E-04	1,51E-04	1,03E-02	7,64E-03	8,86E-02	7,45E-01	0,709063	9,51E-01
35	6,78E-04	5,90E-05	1,02E-02	7,51E-03	8,82E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
36	8,29E-04	- 3,13E-04	1,03E-02	7,63E-03	9,01E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
37	8,88E-04	- 1,01E-04	1,08E-02	7,83E-03	9,27E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01

38	9,97E-04	6,86E-05	1,09E-02	8,06E-03	9,49E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
39	6,87E-04	7,16E-06	1,09E-02	8,17E-03	9,37E-02	7,50E-01	0,709063	9,46E-01
40	7,36E-04	- 1,40E-05	1,06E-02	7,71E-03	9,13E-02	7,25E-01	0,709063	9,79E-01
41	9,06E-04	9,08E-06	1,04E-02	7,63E-03	9,10E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
42	6,82E-04	- 7,54E-05	1,01E-02	7,43E-03	8,91E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
43	7,45E-04	- 1,27E-04	1,03E-02	7,43E-03	8,92E-02	7,25E-01	0,709063	9,79E-01
44	1,00E-03	- 1,92E-04	1,03E-02	7,51E-03	8,87E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
45	8,93E-04	8,10E-05	1,05E-02	7,61E-03	8,99E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
46	9,24E-04	- 2,55E-05	1,06E-02	7,81E-03	9,17E-02	7,37E-01	0,709063	9,63E-01
47	8,71E-04	- 7,15E-05	1,05E-02	7,68E-03	9,18E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
48	6,86E-04	- 7,82E-05	1,06E-02	7,85E-03	9,15E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
49	6,56E-04	1,22E-04	1,07E-02	7,82E-03	9,10E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
50	7,65E-04	9,16E-05	1,05E-02	7,41E-03	9,02E-02	7,06E-01	0,709063	1,00E+00
51	7,27E-04	- 6,10E-05	1,05E-02	7,28E-03	8,89E-02	6,95E-01	0,709063	1,02E+00
52	6,97E-04	- 1,38E-04	1,01E-02	7,50E-03	8,71E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
53	8,75E-04	- 3,70E-05	1,00E-02	7,44E-03	8,72E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
54	8,37E-04	- 3,60E-05	1,04E-02	7,53E-03	8,85E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
55	8,23E-04	5,71E-05	1,04E-02	7,57E-03	8,95E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
56	8,24E-04	1,20E-05	1,05E-02	7,78E-03	9,08E-02	7,40E-01	0,709063	9,59E-01
57	8,86E-04	- 1,88E-05	1,06E-02	7,87E-03	9,14E-02	7,42E-01	0,709063	9,55E-01
58	9,79E-04	5,80E-05	1,05E-02	7,74E-03	9,04E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
59	8,88E-04	1,21E-04	1,03E-02	7,58E-03	8,94E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
60	8,95E-04	6,76E-05	1,01E-02	7,62E-03	8,95E-02	7,55E-01	0,709063	9,39E-01
61	9,80E-04	2,37E-04	1,02E-02	7,46E-03	8,85E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01

62	8,35E-04	9,26E-05	1,02E-02	7,49E-03	8,76E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
63	9,36E-04	3,88E-05	1,02E-02	7,36E-03	8,80E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
64	8,44E-04	- 4,47E-05	1,05E-02	7,23E-03	8,90E-02	6,90E-01	0,709063	1,03E+00
65	7,37E-04	- 2,07E-05	1,06E-02	7,74E-03	9,23E-02	7,28E-01	0,709063	9,75E-01
66	7,52E-04	- 5,32E-06	1,05E-02	8,00E-03	9,05E-02	7,60E-01	0,709063	9,33E-01
67	7,22E-04	- 1,20E-04	1,02E-02	7,61E-03	8,82E-02	7,43E-01	0,709063	9,54E-01
68	8,47E-04	- 8,78E-05	1,02E-02	7,35E-03	8,75E-02	7,19E-01	0,709063	9,87E-01
69	7,74E-04	- 8,30E-05	1,00E-02	7,23E-03	8,67E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
70	7,01E-04	2,06E-05	1,01E-02	7,37E-03	8,73E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
71	8,49E-04	9,83E-05	1,02E-02	7,52E-03	8,87E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
72	8,33E-04	- 1,48E-06	1,04E-02	7,48E-03	8,89E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
73	8,27E-04	9,16E-05	1,05E-02	7,62E-03	8,92E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
74	8,98E-04	- 1,40E-05	1,03E-02	7,33E-03	8,68E-02	7,11E-01	0,709063	9,97E-01
75	8,52E-04	- 4,47E-05	1,02E-02	7,40E-03	8,75E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
76	5,73E-04	9,35E-05	1,02E-02	7,51E-03	8,76E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
77	8,00E-04	1,11E-04	1,07E-02	7,67E-03	8,96E-02	7,20E-01	0,709063	9,84E-01
78	1,05E-03	- 9,65E-05	1,06E-02	7,77E-03	9,06E-02	7,30E-01	0,709063	9,72E-01
79	8,15E-04	- 9,65E-05	1,07E-02	7,94E-03	9,24E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
80	9,25E-04	8,20E-05	1,08E-02	7,85E-03	9,26E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
81	8,01E-04	3,59E-05	1,02E-02	7,58E-03	8,89E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
82	8,57E-04	- 5,52E-05	1,02E-02	7,46E-03	8,76E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
83	7,42E-04	- 3,12E-05	9,98E-03	7,31E-03	8,69E-02	7,32E-01	0,709063	9,68E-01
84	7,89E-04	2,54E-04	1,02E-02	7,49E-03	8,78E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
85	6,81E-04	1,85E-04	1,02E-02	7,74E-03	8,92E-02	7,59E-01	0,709063	9,34E-01

	04	04	02	03	02	01		
86	6,89E-04	7,82E-05	1,07E-02	7,93E-03	9,14E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
87	7,75E-04	1,02E-04	1,04E-02	7,64E-03	9,06E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
88	8,60E-04	- 4,37E-05	1,03E-02	7,53E-03	8,96E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
89	7,39E-04	- 1,88E-05	1,00E-02	7,34E-03	8,65E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
90	8,16E-04	- 8,02E-05	9,93E-03	7,21E-03	8,49E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
91	6,84E-04	- 1,88E-05	9,80E-03	7,16E-03	8,54E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
92	7,87E-04	- 2,45E-05	9,73E-03	7,07E-03	8,56E-02	7,27E-01	0,709063	9,76E-01
93	9,70E-04	5,71E-05	9,93E-03	7,20E-03	8,54E-02	7,24E-01	0,709063	9,79E-01
94	8,73E-04	- 3,89E-05	1,01E-02	7,36E-03	8,62E-02	7,32E-01	0,709063	9,68E-01
95	8,20E-04	5,42E-05	1,02E-02	7,50E-03	8,73E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
96	6,51E-04	3,21E-05	1,02E-02	7,32E-03	8,71E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
97	8,90E-04	- 2,29E-04	9,98E-03	7,31E-03	8,75E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
98	7,91E-04	- 1,28E-04	1,02E-02	7,39E-03	8,81E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
99	7,14E-04	- 1,12E-04	1,01E-02	7,47E-03	8,79E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
100	7,30E-04	1,10E-05	1,00E-02	7,44E-03	8,75E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 60 - F

Run F	Sr ⁸⁴	Rb ⁸⁵	Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷	Sr ⁸⁸	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	4,06E-04	- 4,95E-05	5,36E-03	3,89E-03	4,67E-02	7,27E-01	0,709063	9,76E-01
2	6,27E-04	- 1,44E-04	7,87E-03	5,82E-03	6,88E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
3	8,15E-04	3,31E-05	8,64E-03	6,17E-03	7,43E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
4	7,30E-04	- 5,04E-05	8,57E-03	6,20E-03	7,51E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
5	6,37E-04	- 1,43E-04	8,33E-03	6,18E-03	7,42E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01

04								
6	7,16E-04	- 1,01E-05	8,44E-03	6,19E-03	7,42E-02	7,34E-01	0,709063	9,67E-01
7	6,93E-04	- 2,55E-05	8,65E-03	6,40E-03	7,52E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
8	6,63E-04	6,20E-06	8,69E-03	6,41E-03	7,58E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
9	8,58E-04	- 4,66E-05	8,93E-03	6,40E-03	7,63E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
10	7,11E-04	- 1,31E-04	8,85E-03	6,40E-03	7,54E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
11	7,58E-04	1,16E-04	9,02E-03	6,61E-03	7,67E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
12	7,74E-04	1,47E-04	8,98E-03	6,61E-03	7,81E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
13	7,21E-04	- 2,07E-05	9,04E-03	6,56E-03	7,73E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
14	9,30E-04	- 4,37E-05	8,83E-03	6,53E-03	7,61E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
15	7,92E-04	- 5,81E-05	9,09E-03	6,53E-03	7,63E-02	7,19E-01	0,709063	9,87E-01
16	8,55E-04	- 3,40E-06	8,67E-03	6,54E-03	7,53E-02	7,55E-01	0,709063	9,39E-01
17	7,08E-04	- 6,48E-05	8,98E-03	6,41E-03	7,58E-02	7,13E-01	0,709063	9,94E-01
18	6,17E-04	- 3,22E-05	8,75E-03	6,41E-03	7,58E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
19	5,94E-04	2,16E-05	8,65E-03	6,46E-03	7,54E-02	7,47E-01	0,709063	9,49E-01
20	7,86E-04	- 2,44E-06	8,96E-03	6,50E-03	7,58E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
21	7,97E-04	- 3,03E-05	8,85E-03	6,59E-03	7,60E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
22	8,82E-04	8,12E-06	8,83E-03	6,56E-03	7,65E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
23	6,43E-04	2,44E-05	9,01E-03	6,46E-03	7,68E-02	7,18E-01	0,709063	9,88E-01
24	7,52E-04	1,68E-05	8,97E-03	6,61E-03	7,69E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
25	7,29E-04	- 1,13E-04	8,99E-03	6,50E-03	7,69E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
26	6,88E-04	1,00E-04	8,73E-03	6,49E-03	7,54E-02	7,43E-01	0,709063	9,54E-01
27	4,99E-04	1,72E-04	8,47E-03	6,47E-03	7,53E-02	7,64E-01	0,709063	9,28E-01
28	5,15E-04	4,36E-05	8,89E-03	6,50E-03	7,57E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01

29	6,39E-04	- 9,46E-05	8,82E-03	6,35E-03	7,58E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
30	8,10E-04	- 9,46E-05	8,80E-03	6,48E-03	7,62E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
31	8,73E-04	- 3,89E-05	8,88E-03	6,45E-03	7,53E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
32	6,25E-04	- 1,31E-04	8,97E-03	6,45E-03	7,58E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
33	7,28E-04	- 1,14E-04	8,87E-03	6,53E-03	7,63E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
34	7,74E-04	- 1,40E-05	8,94E-03	6,56E-03	7,73E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
35	9,14E-04	- 1,21E-04	8,85E-03	6,38E-03	7,78E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
36	9,23E-04	1,18E-04	9,00E-03	6,60E-03	7,69E-02	7,34E-01	0,709063	9,67E-01
37	8,69E-04	- 1,20E-05	8,87E-03	6,43E-03	7,52E-02	7,24E-01	0,709063	9,79E-01
38	7,70E-04	9,64E-05	8,53E-03	6,27E-03	7,44E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
39	6,78E-04	- 2,44E-06	8,34E-03	6,26E-03	7,38E-02	7,50E-01	0,709063	9,45E-01
40	6,39E-04	1,29E-05	8,82E-03	6,37E-03	7,64E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
41	7,56E-04	- 1,48E-06	9,11E-03	6,52E-03	7,63E-02	7,16E-01	0,709063	9,91E-01
42	6,10E-04	3,79E-05	8,83E-03	6,48E-03	7,58E-02	7,34E-01	0,709063	9,67E-01
43	6,87E-04	1,48E-05	8,82E-03	6,44E-03	7,48E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
44	7,12E-04	2,35E-05	8,61E-03	6,26E-03	7,48E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
45	5,96E-04	1,55E-04	8,49E-03	6,43E-03	7,46E-02	7,58E-01	0,709063	9,36E-01
46	8,06E-04	1,10E-04	8,99E-03	6,31E-03	7,56E-02	7,02E-01	0,709063	1,01E+00
47	6,83E-04	- 6,67E-05	8,71E-03	6,36E-03	7,56E-02	7,30E-01	0,709063	9,72E-01
48	6,45E-04	- 1,27E-04	8,83E-03	6,40E-03	7,50E-02	7,25E-01	0,709063	9,79E-01
49	9,01E-04	- 4,95E-05	8,57E-03	6,37E-03	7,39E-02	7,43E-01	0,709063	9,54E-01
50	6,90E-04	1,00E-05	8,51E-03	6,41E-03	7,44E-02	7,53E-01	0,709063	9,42E-01
51	5,96E-04	- 2,16E-05	8,73E-03	6,31E-03	7,46E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01

52	6,94E-04	- 3,99E-05	8,67E-03	6,44E-03	7,48E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
53	7,25E-04	- 3,99E-05	8,69E-03	6,38E-03	7,48E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
54	6,88E-04	- 7,24E-06	8,79E-03	6,42E-03	7,46E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
55	8,66E-04	6,95E-05	8,83E-03	6,29E-03	7,57E-02	7,13E-01	0,709063	9,94E-01
56	7,81E-04	1,46E-04	8,53E-03	6,25E-03	7,39E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
57	9,53E-04	1,48E-04	8,69E-03	6,47E-03	7,52E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
58	8,53E-04	1,00E-05	8,92E-03	6,49E-03	7,59E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
59	9,77E-04	- 5,14E-05	8,85E-03	6,65E-03	7,57E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
60	6,30E-04	4,28E-06	8,67E-03	6,39E-03	7,62E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
61	7,85E-04	- 7,25E-05	8,84E-03	6,53E-03	7,74E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
62	6,92E-04	- 4,95E-05	9,04E-03	6,69E-03	7,71E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
63	6,94E-04	1,21E-04	8,97E-03	6,46E-03	7,61E-02	7,20E-01	0,709063	9,84E-01
64	7,41E-04	7,53E-05	8,83E-03	6,38E-03	7,59E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
65	8,69E-04	4,17E-05	8,79E-03	6,37E-03	7,65E-02	7,24E-01	0,709063	9,79E-01
66	8,90E-04	- 2,16E-05	8,93E-03	6,52E-03	7,62E-02	7,30E-01	0,709063	9,72E-01
67	8,12E-04	- 6,10E-05	8,75E-03	6,46E-03	7,60E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
68	8,21E-04	1,17E-04	8,72E-03	6,43E-03	7,58E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
69	6,83E-04	- 1,43E-04	8,86E-03	6,36E-03	7,59E-02	7,19E-01	0,709063	9,87E-01
70	8,06E-04	- 1,97E-04	8,88E-03	6,35E-03	7,50E-02	7,15E-01	0,709063	9,92E-01
71	8,61E-04	- 5,81E-05	8,68E-03	6,38E-03	7,57E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
72	6,69E-04	- 2,74E-05	8,80E-03	6,44E-03	7,55E-02	7,31E-01	0,709063	9,69E-01
73	5,54E-04	3,59E-05	8,67E-03	6,38E-03	7,50E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
74	7,37E-04	- 1,74E-04	8,72E-03	6,40E-03	7,64E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
75	6,09E-	-	8,69E-	6,28E-	7,51E-	7,23E-	0,709063	9,81E-01

	04	3,08E-04	03	03	02	01		
76	6,10E-04	- 7,73E-05	9,08E-03	6,52E-03	7,57E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
77	7,49E-04	7,16E-06	8,69E-03	6,45E-03	7,48E-02	7,42E-01	0,709063	9,55E-01
78	7,19E-04	3,11E-05	8,50E-03	6,44E-03	7,53E-02	7,58E-01	0,709063	9,36E-01
79	7,05E-04	8,58E-05	8,76E-03	6,19E-03	7,48E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
80	9,21E-04	1,86E-04	8,48E-03	6,23E-03	7,38E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
81	8,85E-04	1,49E-04	8,27E-03	6,07E-03	7,27E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
82	9,00E-04	9,54E-05	8,46E-03	6,15E-03	7,27E-02	7,27E-01	0,709063	9,76E-01
83	9,62E-04	8,78E-05	8,50E-03	6,30E-03	7,38E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
84	8,32E-04	- 1,78E-05	8,59E-03	6,43E-03	7,49E-02	7,48E-01	0,709063	9,48E-01
85	8,87E-04	2,06E-05	8,78E-03	6,60E-03	7,75E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
86	6,85E-04	1,66E-04	8,95E-03	6,47E-03	7,60E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
87	6,25E-04	- 3,89E-05	8,85E-03	6,43E-03	7,51E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
88	6,24E-04	- 3,99E-05	8,37E-03	6,26E-03	7,36E-02	7,48E-01	0,709063	9,48E-01
89	7,57E-04	1,07E-04	8,73E-03	6,21E-03	7,45E-02	7,12E-01	0,709063	9,96E-01
90	8,13E-04	- 9,07E-05	8,57E-03	6,49E-03	7,41E-02	7,57E-01	0,709063	9,37E-01
91	6,43E-04	- 1,52E-04	8,89E-03	6,36E-03	7,53E-02	7,15E-01	0,709063	9,91E-01
92	6,12E-04	- 2,14E-04	8,69E-03	6,41E-03	7,49E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
93	7,69E-04	1,87E-05	8,43E-03	6,37E-03	7,47E-02	7,56E-01	0,709063	9,38E-01
94	8,23E-04	8,01E-05	8,40E-03	6,30E-03	7,42E-02	7,50E-01	0,709063	9,46E-01
95	5,99E-04	- 3,41E-05	8,42E-03	6,07E-03	7,37E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
96	6,24E-04	1,12E-04	8,38E-03	6,29E-03	7,30E-02	7,51E-01	0,709063	9,45E-01
97	8,17E-04	- 1,18E-04	8,62E-03	6,24E-03	7,35E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
98	8,49E-04	- 9,16E-06	8,46E-03	6,36E-03	7,35E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
99	7,03E-04	- 4,75E-05	8,44E-03	6,21E-03	7,25E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01

05								
100	6,49E-04	1,15E-04	8,65E-03	6,19E-03	7,32E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 61 - Run G

Run G	Sr⁸⁴	Rb⁸⁵	Sr⁸⁶	Sr⁸⁷	Sr⁸⁸	⁸⁷Sr/⁸⁶Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	3,76E-04	- 1,64E-04	6,03E-03	4,10E-03	5,13E-02	6,80E-01	0,709063	1,04E+00
2	6,90E-04	- 2,83E-05	8,71E-03	6,39E-03	7,71E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
3	6,91E-04	- 8,21E-05	9,57E-03	7,08E-03	8,43E-02	7,40E-01	0,709063	9,59E-01
4	7,69E-04	5,71E-05	1,00E-02	7,26E-03	8,56E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
5	6,38E-04	5,03E-05	9,97E-03	7,18E-03	8,50E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
6	8,87E-04	1,42E-04	1,01E-02	7,16E-03	8,48E-02	7,11E-01	0,709063	9,98E-01
7	1,02E-03	9,74E-05	9,78E-03	7,13E-03	8,40E-02	7,29E-01	0,709063	9,72E-01
8	7,33E-04	- 9,16E-06	9,91E-03	7,12E-03	8,49E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
9	8,27E-04	- 5,43E-05	9,99E-03	7,05E-03	8,51E-02	7,06E-01	0,709063	1,00E+00
10	8,42E-04	- 7,73E-05	1,02E-02	7,46E-03	8,70E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
11	8,12E-04	- 9,94E-05	1,03E-02	7,19E-03	8,64E-02	6,96E-01	0,709063	1,02E+00
12	9,14E-04	- 1,49E-05	1,01E-02	7,24E-03	8,61E-02	7,19E-01	0,709063	9,87E-01
13	7,43E-04	- 6,00E-05	9,91E-03	6,96E-03	8,53E-02	7,03E-01	0,709063	1,01E+00
14	7,21E-04	1,02E-04	9,86E-03	7,19E-03	8,49E-02	7,29E-01	0,709063	9,72E-01
15	7,92E-04	1,10E-04	9,72E-03	7,23E-03	8,43E-02	7,44E-01	0,709063	9,54E-01
16	8,23E-04	1,34E-04	9,81E-03	7,12E-03	8,33E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
17	7,85E-04	- 1,88E-05	9,81E-03	6,93E-03	8,37E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
18	5,93E-04	- 2,64E-05	9,65E-03	7,08E-03	8,37E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
19	8,01E-04	- 2,44E-06	9,65E-03	7,08E-03	8,37E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01

20	9,42E-04	4,46E-05	9,85E-03	7,25E-03	8,42E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
21	9,04E-04	7,53E-05	9,94E-03	7,09E-03	8,44E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
22	8,34E-04	1,48E-05	9,72E-03	7,22E-03	8,51E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
23	6,96E-04	1,58E-05	9,89E-03	7,16E-03	8,49E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
24	6,04E-04	- 5,23E-05	9,97E-03	7,27E-03	8,47E-02	7,29E-01	0,709063	9,72E-01
25	6,04E-04	- 9,84E-05	9,93E-03	7,14E-03	8,43E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
26	7,67E-04	- 1,90E-04	9,86E-03	6,96E-03	8,41E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
27	5,98E-04	2,63E-05	9,54E-03	7,00E-03	8,39E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
28	8,85E-04	1,49E-04	9,66E-03	7,03E-03	8,30E-02	7,28E-01	0,709063	9,75E-01
29	7,38E-04	2,18E-04	9,80E-03	7,11E-03	8,38E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
30	7,78E-04	1,58E-04	9,97E-03	7,11E-03	8,44E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
31	6,62E-04	1,05E-04	9,96E-03	7,12E-03	8,40E-02	7,15E-01	0,709063	9,92E-01
32	6,00E-04	1,29E-05	9,74E-03	7,02E-03	8,39E-02	7,21E-01	0,709063	9,83E-01
33	6,80E-04	- 1,24E-04	9,33E-03	7,18E-03	8,34E-02	7,70E-01	0,709063	9,20E-01
34	6,95E-04	1,48E-05	9,66E-03	7,14E-03	8,35E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
35	7,57E-04	- 6,96E-05	9,84E-03	7,07E-03	8,41E-02	7,19E-01	0,709063	9,87E-01
36	8,11E-04	2,16E-05	1,00E-02	7,18E-03	8,48E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
37	8,05E-04	- 1,29E-04	9,94E-03	7,08E-03	8,42E-02	7,12E-01	0,709063	9,95E-01
38	7,51E-04	- 2,16E-05	9,88E-03	7,10E-03	8,40E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
39	7,53E-04	- 4,37E-05	9,80E-03	7,00E-03	8,24E-02	7,15E-01	0,709063	9,92E-01
40	8,23E-04	- 3,51E-05	9,51E-03	7,02E-03	8,20E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
41	7,84E-04	- 3,51E-05	9,65E-03	6,97E-03	8,22E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
42	9,25E-04	- 5,71E-05	9,70E-03	7,07E-03	8,31E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
43	9,18E-04	1,29E-05	9,87E-03	7,35E-03	8,38E-02	7,44E-01	0,709063	9,52E-01
44	8,45E-04	1,10E-05	9,79E-03	7,20E-03	8,39E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01

	04	04	03	03	02	01		
45	6,79E-04	1,44E-04	9,94E-03	7,44E-03	8,50E-02	7,49E-01	0,709063	9,47E-01
46	9,35E-04	3,02E-05	9,95E-03	7,19E-03	8,49E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
47	7,65E-04	- 9,26E-05	9,86E-03	7,12E-03	8,45E-02	7,22E-01	0,709063	9,83E-01
48	8,52E-04	- 9,94E-05	9,91E-03	7,07E-03	8,32E-02	7,14E-01	0,709063	9,94E-01
49	8,13E-04	3,21E-05	9,49E-03	7,13E-03	8,30E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
50	7,05E-04	- 2,16E-05	9,60E-03	6,90E-03	8,34E-02	7,18E-01	0,709063	9,88E-01
51	9,37E-04	1,40E-06	9,81E-03	7,07E-03	8,40E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
52	7,92E-04	1,42E-04	9,79E-03	7,06E-03	8,34E-02	7,21E-01	0,709063	9,83E-01
53	6,42E-04	4,40E-07	9,56E-03	7,03E-03	8,28E-02	7,36E-01	0,709063	9,64E-01
54	7,46E-04	- 3,27E-04	9,51E-03	6,83E-03	8,15E-02	7,18E-01	0,709063	9,88E-01
55	8,25E-04	- 2,10E-04	9,36E-03	6,94E-03	8,08E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
56	7,78E-04	5,24E-06	9,52E-03	6,95E-03	8,18E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
57	8,79E-04	- 8,69E-05	9,55E-03	7,01E-03	8,15E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
58	7,57E-04	2,07E-04	9,49E-03	6,79E-03	8,14E-02	7,16E-01	0,709063	9,90E-01
59	5,17E-04	- 8,20E-06	9,91E-03	6,95E-03	8,30E-02	7,01E-01	0,709063	1,01E+00
60	6,88E-04	- 1,39E-04	9,77E-03	7,13E-03	8,37E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
61	8,43E-04	- 1,22E-04	9,63E-03	7,05E-03	8,37E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
62	8,32E-04	1,66E-04	9,75E-03	7,18E-03	8,40E-02	7,37E-01	0,709063	9,63E-01
63	9,06E-04	- 1,40E-05	9,76E-03	7,16E-03	8,46E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
64	9,58E-04	- 1,39E-04	9,65E-03	6,95E-03	8,27E-02	7,20E-01	0,709063	9,84E-01
65	7,37E-04	1,25E-04	9,53E-03	7,06E-03	8,22E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
66	8,85E-04	- 9,65E-05	9,73E-03	7,18E-03	8,41E-02	7,38E-01	0,709063	9,60E-01
67	9,63E-04	- 8,78E-05	9,74E-03	7,08E-03	8,47E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01

68	8,82E-04	- 7,24E-06	9,62E-03	7,13E-03	8,39E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
69	9,49E-04	5,90E-05	9,87E-03	7,26E-03	8,35E-02	7,36E-01	0,709063	9,64E-01
70	8,88E-04	1,06E-04	9,77E-03	7,10E-03	8,40E-02	7,27E-01	0,709063	9,76E-01
71	8,26E-04	- 3,99E-05	9,52E-03	7,11E-03	8,40E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
72	7,56E-04	2,92E-05	9,80E-03	7,11E-03	8,45E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
73	7,35E-04	- 5,33E-05	9,80E-03	7,09E-03	8,46E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
74	7,50E-04	- 1,45E-04	9,89E-03	7,09E-03	8,40E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
75	8,36E-04	- 1,29E-04	9,69E-03	7,06E-03	8,37E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
76	7,72E-04	6,76E-05	9,59E-03	7,02E-03	8,32E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
77	8,37E-04	4,63E-04	9,71E-03	7,03E-03	8,30E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
78	6,90E-04	8,68E-05	9,74E-03	6,99E-03	8,19E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
79	7,69E-04	1,03E-04	9,38E-03	7,02E-03	8,20E-02	7,48E-01	0,709063	9,48E-01
80	7,85E-04	9,64E-05	9,77E-03	7,05E-03	8,35E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
81	6,16E-04	5,80E-05	9,70E-03	7,16E-03	8,41E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
82	8,48E-04	- 7,92E-05	9,74E-03	7,18E-03	8,36E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
83	9,42E-04	9,06E-05	1,00E-02	7,15E-03	8,46E-02	7,13E-01	0,709063	9,95E-01
84	8,57E-04	- 9,16E-06	9,84E-03	7,00E-03	8,48E-02	7,12E-01	0,709063	9,97E-01
85	8,11E-04	1,68E-04	9,59E-03	7,02E-03	8,29E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
86	6,45E-04	1,49E-04	9,52E-03	6,94E-03	8,21E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
87	6,97E-04	- 7,63E-05	9,49E-03	6,92E-03	8,16E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
88	9,68E-04	7,05E-05	9,51E-03	6,93E-03	8,20E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
89	9,52E-04	1,40E-06	9,52E-03	7,12E-03	8,22E-02	7,48E-01	0,709063	9,48E-01
90	7,84E-04	1,00E-05	9,99E-03	7,31E-03	8,34E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
91	9,93E-04	1,18E-04	9,79E-03	7,21E-03	8,43E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
92	8,61E-04	7,24E-05	9,74E-03	7,04E-03	8,41E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
93	9,56E-04	5,13E-05	9,88E-03	7,16E-03	8,48E-02	7,25E-01	0,709063	9,79E-01

94	1,07E-03	- 7,92E-05	9,60E-03	7,12E-03	8,37E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
95	8,44E-04	1,40E-06	9,73E-03	6,92E-03	8,25E-02	7,11E-01	0,709063	9,97E-01
96	7,64E-04	- 1,01E-04	9,39E-03	7,06E-03	8,23E-02	7,52E-01	0,709063	9,43E-01
97	6,45E-04	4,94E-05	9,59E-03	7,02E-03	8,26E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
98	7,69E-04	- 5,81E-05	9,55E-03	6,87E-03	8,22E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
99	6,96E-04	- 7,24E-06	9,68E-03	7,09E-03	8,24E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
100	5,96E-04	- 1,60E-04	1,00E-02	6,94E-03	8,33E-02	6,93E-01	0,709063	1,02E+00

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 62 - Run H

Run H	Sr⁸⁴	Rb⁸⁵	Sr⁸⁶	Sr⁸⁷	Sr⁸⁸	⁸⁷Sr/⁸⁶Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	3,32E-04	- 1,07E-04	5,44E-03	3,75E-03	4,52E-02	6,89E-01	0,709063	1,03E+00
2	5,75E-04	- 1,04E-04	7,84E-03	5,70E-03	6,70E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
3	7,38E-04	- 3,51E-05	8,36E-03	6,12E-03	7,20E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
4	6,08E-04	- 1,10E-04	8,47E-03	6,14E-03	7,42E-02	7,25E-01	0,709063	9,77E-01
5	9,49E-04	- 1,33E-04	8,61E-03	6,16E-03	7,30E-02	7,16E-01	0,709063	9,91E-01
6	7,94E-04	1,50E-04	8,50E-03	6,04E-03	7,35E-02	7,10E-01	0,709063	9,99E-01
7	6,41E-04	8,39E-05	8,77E-03	6,35E-03	7,53E-02	7,25E-01	0,709063	9,79E-01
8	6,80E-04	7,62E-05	8,50E-03	6,37E-03	7,51E-02	7,49E-01	0,709063	9,47E-01
9	7,34E-04	- 8,50E-05	8,81E-03	6,39E-03	7,55E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
10	6,51E-04	5,51E-05	8,66E-03	6,34E-03	7,55E-02	7,32E-01	0,709063	9,68E-01
11	7,67E-04	6,28E-05	8,76E-03	6,55E-03	7,56E-02	7,48E-01	0,709063	9,48E-01
12	6,98E-04	5,51E-05	8,67E-03	6,39E-03	7,54E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
13	4,98E-04	- 1,12E-04	8,86E-03	6,29E-03	7,52E-02	7,10E-01	0,709063	9,99E-01
14	8,69E-04	8,01E-04	8,76E-03	6,34E-03	7,48E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01

	04	05	03	03	02	01		
15	8,61E-04	1,57E-04	8,69E-03	6,24E-03	7,44E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
16	7,09E-04	- 1,18E-04	8,65E-03	6,29E-03	7,46E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
17	7,01E-04	1,82E-04	8,67E-03	6,28E-03	7,44E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
18	6,54E-04	2,83E-05	8,57E-03	6,34E-03	7,39E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
19	6,10E-04	- 1,08E-04	8,59E-03	6,19E-03	7,35E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
20	7,34E-04	- 1,59E-05	8,92E-03	6,35E-03	7,45E-02	7,12E-01	0,709063	9,96E-01
21	8,03E-04	- 1,85E-04	8,69E-03	6,67E-03	7,57E-02	7,68E-01	0,709063	9,23E-01
22	7,05E-04	- 1,40E-05	8,88E-03	6,56E-03	7,62E-02	7,38E-01	0,709063	9,60E-01
23	8,29E-04	- 9,07E-05	8,77E-03	6,52E-03	7,57E-02	7,43E-01	0,709063	9,54E-01
24	8,13E-04	- 6,28E-06	8,85E-03	6,43E-03	7,57E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
25	7,22E-04	- 9,65E-05	8,86E-03	6,35E-03	7,58E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
26	6,06E-04	- 1,43E-04	8,70E-03	6,18E-03	7,45E-02	7,11E-01	0,709063	9,98E-01
27	7,92E-04	1,87E-05	8,45E-03	6,20E-03	7,44E-02	7,34E-01	0,709063	9,67E-01
28	7,40E-04	3,59E-05	8,76E-03	6,25E-03	7,47E-02	7,14E-01	0,709063	9,94E-01
29	6,39E-04	- 6,39E-05	8,78E-03	6,27E-03	7,39E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
30	8,25E-04	- 1,01E-05	8,50E-03	6,27E-03	7,30E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
31	8,73E-04	- 1,55E-04	8,79E-03	6,24E-03	7,49E-02	7,09E-01	0,709063	9,99E-01
32	5,33E-04	- 5,43E-05	8,85E-03	6,42E-03	7,47E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
33	6,57E-04	4,40E-07	8,55E-03	6,25E-03	7,35E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
34	7,12E-04	- 7,63E-05	8,35E-03	6,22E-03	7,34E-02	7,45E-01	0,709063	9,51E-01
35	8,82E-04	- 1,45E-04	8,71E-03	6,29E-03	7,43E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
36	7,44E-04	- 7,44E-04	8,69E-03	6,41E-03	7,42E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01

05								
37	8,45E-04	6,38E-05	8,54E-03	6,47E-03	7,40E-02	7,57E-01	0,709063	9,36E-01
38	7,84E-04	8,01E-05	8,48E-03	6,30E-03	7,32E-02	7,42E-01	0,709063	9,55E-01
39	7,31E-04	7,34E-05	8,28E-03	6,07E-03	7,30E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
40	8,32E-04	2,04E-04	8,61E-03	6,17E-03	7,30E-02	7,17E-01	0,709063	9,88E-01
41	7,55E-04	2,05E-04	8,69E-03	6,25E-03	7,30E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
42	5,94E-04	1,67E-04	8,43E-03	6,13E-03	7,28E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
43	7,57E-04	1,52E-04	8,53E-03	6,08E-03	7,38E-02	7,14E-01	0,709063	9,94E-01
44	7,80E-04	1,68E-04	8,34E-03	6,19E-03	7,30E-02	7,42E-01	0,709063	9,55E-01
45	7,97E-04	- 6,10E-05	8,41E-03	6,12E-03	7,30E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
46	7,27E-04	8,49E-05	8,52E-03	5,93E-03	7,16E-02	6,96E-01	0,709063	1,02E+00
47	7,51E-04	- 1,21E-04	8,52E-03	5,93E-03	7,12E-02	6,96E-01	0,709063	1,02E+00
48	6,86E-04	- 6,29E-05	8,35E-03	6,16E-03	7,19E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
49	6,76E-04	- 1,43E-04	8,44E-03	6,37E-03	7,36E-02	7,54E-01	0,709063	9,40E-01
50	7,31E-04	9,64E-05	8,38E-03	6,22E-03	7,30E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
51	6,54E-04	1,20E-05	8,36E-03	6,14E-03	7,20E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
52	6,62E-04	- 1,11E-04	8,33E-03	6,01E-03	7,17E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
53	7,17E-04	1,14E-04	8,20E-03	6,15E-03	7,17E-02	7,51E-01	0,709063	9,45E-01
54	5,55E-04	7,53E-05	8,54E-03	6,35E-03	7,28E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
55	5,87E-04	- 9,16E-06	8,58E-03	6,28E-03	7,29E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
56	6,96E-04	9,26E-05	8,47E-03	6,30E-03	7,36E-02	7,44E-01	0,709063	9,53E-01
57	7,42E-04	3,11E-05	8,76E-03	6,37E-03	7,41E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
58	9,60E-04	- 1,15E-04	8,63E-03	6,33E-03	7,45E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
59	8,14E-04	1,41E-04	8,71E-03	6,27E-03	7,42E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
60	7,06E-04	- 2,07E-05	8,57E-03	6,15E-03	7,44E-02	7,18E-01	0,709063	9,88E-01
61	7,91E-04	2,54E-05	8,70E-03	6,28E-03	7,55E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
62	9,09E-04	5,03E-05	8,71E-03	6,26E-03	7,41E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01

	04	05	03	03	02	01		
63	8,08E-04	1,20E-05	8,30E-03	6,23E-03	7,25E-02	7,50E-01	0,709063	9,45E-01
64	7,24E-04	- 3,40E-06	8,19E-03	6,05E-03	7,24E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
65	6,86E-04	- 3,99E-05	8,46E-03	6,08E-03	7,29E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
66	6,63E-04	1,37E-04	8,46E-03	6,38E-03	7,39E-02	7,54E-01	0,709063	9,40E-01
67	5,87E-04	2,16E-05	8,48E-03	6,30E-03	7,49E-02	7,43E-01	0,709063	9,54E-01
68	7,27E-04	6,95E-05	8,88E-03	6,36E-03	7,57E-02	7,16E-01	0,709063	9,91E-01
69	8,35E-04	6,95E-05	8,79E-03	6,41E-03	7,48E-02	7,29E-01	0,709063	9,72E-01
70	7,20E-04	- 1,29E-04	8,54E-03	6,25E-03	7,43E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
71	6,05E-04	- 7,44E-05	8,58E-03	6,29E-03	7,43E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
72	7,44E-04	7,91E-05	8,48E-03	6,20E-03	7,32E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
73	7,76E-04	1,65E-04	8,35E-03	6,09E-03	7,20E-02	7,29E-01	0,709063	9,72E-01
74	7,77E-04	- 4,18E-05	8,12E-03	6,00E-03	7,18E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
75	5,76E-04	- 3,40E-06	8,30E-03	6,12E-03	7,21E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
76	6,85E-04	- 7,92E-05	8,65E-03	6,21E-03	7,42E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
77	6,05E-04	- 1,20E-04	8,67E-03	6,37E-03	7,50E-02	7,34E-01	0,709063	9,65E-01
78	7,25E-04	- 1,93E-04	8,83E-03	6,42E-03	7,50E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
79	5,56E-04	- 2,35E-05	8,67E-03	6,38E-03	7,49E-02	7,36E-01	0,709063	9,63E-01
80	7,73E-04	3,88E-05	8,79E-03	6,42E-03	7,55E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
81	7,50E-04	2,35E-05	8,61E-03	6,27E-03	7,40E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
82	8,67E-04	7,82E-05	8,75E-03	6,16E-03	7,38E-02	7,04E-01	0,709063	1,01E+00
83	4,43E-04	2,36E-06	8,52E-03	6,28E-03	7,26E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
84	6,75E-04	- 3,60E-05	8,34E-03	6,26E-03	7,22E-02	7,50E-01	0,709063	9,45E-01
85	8,92E-04	- 8,88E-05	8,26E-03	6,10E-03	7,18E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
86	9,01E-04	1,20E-05	8,52E-03	6,45E-03	7,27E-02	7,57E-01	0,709063	9,37E-01

	04	05	03	03	02	01		
87	9,06E-04	- 1,40E-05	8,70E-03	6,22E-03	7,42E-02	7,15E-01	0,709063	9,92E-01
88	6,47E-04	1,29E-05	8,89E-03	6,25E-03	7,53E-02	7,03E-01	0,709063	1,01E+00
89	7,79E-04	- 7,06E-05	8,92E-03	6,38E-03	7,61E-02	7,16E-01	0,709063	9,91E-01
90	6,32E-04	8,30E-05	8,71E-03	6,20E-03	7,42E-02	7,12E-01	0,709063	9,96E-01
91	7,49E-04	3,02E-05	8,37E-03	6,22E-03	7,35E-02	7,42E-01	0,709063	9,55E-01
92	7,66E-04	1,62E-04	8,52E-03	6,29E-03	7,32E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
93	6,50E-04	- 6,10E-05	8,42E-03	6,30E-03	7,30E-02	7,48E-01	0,709063	9,48E-01
94	7,90E-04	- 8,30E-05	8,45E-03	6,13E-03	7,25E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
95	8,53E-04	- 1,05E-04	8,58E-03	6,27E-03	7,37E-02	7,31E-01	0,709063	9,69E-01
96	8,22E-04	7,15E-05	8,61E-03	6,50E-03	7,46E-02	7,55E-01	0,709063	9,39E-01
97	6,53E-04	1,87E-05	8,65E-03	6,62E-03	7,52E-02	7,65E-01	0,709063	9,27E-01
98	5,84E-04	7,34E-05	8,89E-03	6,57E-03	7,65E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
99	7,77E-04	- 9,55E-05	8,76E-03	6,38E-03	7,54E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
100	8,48E-04	- 1,33E-04	8,74E-03	6,28E-03	7,41E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01

Fonte: A Autora, 2020.

Tabela 63 - Run I

Run I	Sr ⁸⁴	Rb ⁸⁵	Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷	Sr ⁸⁸	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	2,31E-04	- 1,54E-04	5,71E-03	4,06E-03	4,84E-02	7,10E-01	0,709063	9,98E-01
2	6,50E-04	- 9,94E-05	8,34E-03	6,02E-03	7,18E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
3	7,32E-04	- 9,46E-05	9,01E-03	6,62E-03	7,95E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
4	6,63E-04	1,06E-04	9,31E-03	6,90E-03	8,11E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
5	7,25E-04	4,46E-05	9,25E-03	6,68E-03	8,05E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
6	6,65E-04	- 1,07E-04	9,53E-03	6,85E-03	8,13E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
7	7,19E-	-	9,61E-	7,03E-	8,15E-	7,32E-	0,709063	9,69E-01

	04	1,76E-04	03	03	02	01		
8	8,51E-04	5,42E-05	9,54E-03	6,75E-03	8,12E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
9	7,83E-04	- 5,32E-06	9,54E-03	6,96E-03	8,24E-02	7,30E-01	0,709063	9,72E-01
10	8,57E-04	6,76E-05	9,53E-03	7,05E-03	8,19E-02	7,39E-01	0,709063	9,59E-01
11	9,15E-04	1,10E-04	9,43E-03	6,98E-03	8,18E-02	7,40E-01	0,709063	9,58E-01
12	8,01E-04	1,96E-05	9,55E-03	6,96E-03	8,22E-02	7,28E-01	0,709063	9,73E-01
13	7,93E-04	- 6,48E-05	9,32E-03	6,85E-03	8,17E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
14	6,69E-04	- 8,02E-05	9,35E-03	6,97E-03	8,17E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
15	8,49E-04	1,66E-04	9,42E-03	6,84E-03	8,13E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
16	7,72E-04	1,29E-04	9,47E-03	6,98E-03	8,14E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
17	8,80E-04	- 5,52E-05	9,36E-03	6,88E-03	8,08E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
18	8,66E-04	- 4,56E-05	9,44E-03	6,90E-03	8,13E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
19	7,19E-04	- 1,99E-04	9,18E-03	7,06E-03	8,17E-02	7,69E-01	0,709063	9,22E-01
20	9,51E-04	- 9,94E-05	9,34E-03	6,96E-03	8,12E-02	7,46E-01	0,709063	9,51E-01
21	7,91E-04	- 1,05E-04	9,41E-03	6,78E-03	8,18E-02	7,20E-01	0,709063	9,85E-01
22	7,37E-04	- 1,30E-05	9,39E-03	6,82E-03	8,14E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
23	6,75E-04	1,77E-05	9,47E-03	6,87E-03	8,14E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
24	8,70E-04	1,26E-04	9,58E-03	6,94E-03	8,17E-02	7,24E-01	0,709063	9,79E-01
25	7,85E-04	- 1,88E-05	9,35E-03	6,84E-03	8,12E-02	7,32E-01	0,709063	9,68E-01
26	9,09E-04	1,35E-04	9,45E-03	6,92E-03	8,19E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
27	8,95E-04	- 1,09E-04	9,77E-03	6,89E-03	8,32E-02	7,05E-01	0,709063	1,01E+00
28	6,24E-04	- 1,48E-06	9,70E-03	7,07E-03	8,31E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
29	6,40E-04	9,83E-05	9,38E-03	6,92E-03	8,22E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
30	7,27E-04	7,72E-05	9,56E-03	7,03E-03	8,23E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01

31	8,12E-04	- 8,40E-05	9,55E-03	7,01E-03	8,23E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
32	8,59E-04	1,23E-04	9,36E-03	6,89E-03	8,11E-02	7,37E-01	0,709063	9,63E-01
33	7,13E-04	8,68E-05	9,61E-03	6,91E-03	8,09E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
34	6,28E-04	7,91E-05	9,50E-03	6,94E-03	8,14E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
35	7,68E-04	1,77E-05	9,63E-03	6,97E-03	8,13E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
36	7,77E-04	4,28E-06	9,59E-03	6,89E-03	8,13E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
37	6,69E-04	- 1,19E-04	9,60E-03	6,91E-03	8,24E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
38	8,24E-04	- 1,11E-04	9,55E-03	6,97E-03	8,31E-02	7,30E-01	0,709063	9,72E-01
39	1,02E-03	- 3,22E-05	9,30E-03	6,72E-03	8,24E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
40	8,77E-04	- 1,12E-04	9,42E-03	6,92E-03	8,16E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
41	7,02E-04	- 5,52E-05	9,59E-03	6,95E-03	8,15E-02	7,25E-01	0,709063	9,79E-01
42	8,12E-04	- 7,24E-06	9,62E-03	6,91E-03	8,19E-02	7,18E-01	0,709063	9,87E-01
43	7,42E-04	4,40E-07	9,40E-03	7,22E-03	8,22E-02	7,67E-01	0,709063	9,24E-01
44	6,73E-04	5,42E-05	9,64E-03	7,09E-03	8,23E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
45	9,38E-04	- 1,59E-04	9,62E-03	6,84E-03	8,22E-02	7,11E-01	0,709063	9,97E-01
46	6,21E-04	2,54E-05	9,66E-03	6,90E-03	8,19E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
47	7,98E-04	9,08E-06	9,38E-03	6,81E-03	8,17E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
48	7,23E-04	8,87E-05	9,17E-03	6,80E-03	8,04E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
49	9,01E-04	- 1,34E-04	9,42E-03	6,84E-03	8,05E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
50	8,01E-04	- 8,78E-05	9,32E-03	6,76E-03	8,00E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
51	7,17E-04	- 1,01E-04	9,29E-03	6,88E-03	8,03E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
52	8,26E-04	2,16E-05	9,34E-03	6,78E-03	8,05E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
53	8,88E-04	1,39E-05	9,36E-03	6,82E-03	8,08E-02	7,29E-01	0,709063	9,72E-01
54	8,51E-04	9,26E-05	9,63E-03	6,74E-03	8,09E-02	7,00E-01	0,709063	1,01E+00
55	6,96E-04	4,65E-05	9,49E-03	6,74E-03	8,07E-02	7,10E-01	0,709063	9,98E-01

	04	05	03	03	02	01		
56	7,89E-04	- 1,07E-04	9,31E-03	6,75E-03	8,00E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
57	9,22E-04	- 3,60E-05	9,09E-03	6,60E-03	7,95E-02	7,27E-01	0,709063	9,76E-01
58	6,90E-04	- 1,74E-04	9,11E-03	6,76E-03	7,96E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
59	7,91E-04	- 7,44E-05	9,24E-03	6,78E-03	7,99E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
60	6,46E-04	- 1,19E-04	9,41E-03	6,91E-03	8,11E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
61	8,31E-04	1,96E-05	9,63E-03	6,79E-03	8,18E-02	7,05E-01	0,709063	1,01E+00
62	8,08E-04	- 2,26E-04	9,20E-03	6,88E-03	8,18E-02	7,49E-01	0,709063	9,47E-01
63	6,01E-04	2,16E-05	9,20E-03	6,93E-03	8,17E-02	7,53E-01	0,709063	9,42E-01
64	6,24E-04	1,52E-04	9,39E-03	6,89E-03	8,08E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
65	7,87E-04	5,23E-05	9,41E-03	6,73E-03	8,05E-02	7,15E-01	0,709063	9,91E-01
66	7,81E-04	- 6,86E-05	9,41E-03	6,86E-03	8,17E-02	7,29E-01	0,709063	9,72E-01
67	8,26E-04	1,29E-04	9,57E-03	7,04E-03	8,19E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
68	7,66E-04	- 1,84E-04	9,27E-03	6,85E-03	8,05E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
69	7,32E-04	- 2,44E-06	9,26E-03	6,91E-03	8,08E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
70	8,30E-04	7,91E-05	9,26E-03	7,05E-03	8,07E-02	7,61E-01	0,709063	9,32E-01
71	7,13E-04	1,02E-04	9,16E-03	6,88E-03	8,06E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
72	8,77E-04	1,95E-04	9,37E-03	6,96E-03	8,16E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
73	9,24E-04	- 1,42E-04	9,48E-03	6,97E-03	8,13E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
74	7,85E-04	- 7,25E-05	9,64E-03	6,91E-03	8,13E-02	7,17E-01	0,709063	9,88E-01
75	7,47E-04	8,20E-05	9,32E-03	6,88E-03	8,04E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
76	8,57E-04	1,37E-04	9,62E-03	6,72E-03	8,00E-02	6,98E-01	0,709063	1,02E+00
77	7,02E-04	1,75E-04	9,56E-03	6,57E-03	7,96E-02	6,87E-01	0,709063	1,03E+00
78	5,33E-04	- 1,16E-04	9,10E-03	6,75E-03	7,98E-02	7,42E-01	0,709063	9,55E-01
79	7,50E-	-	9,23E-	6,90E-	8,02E-	7,48E-	0,709063	9,48E-01

	04	1,45E-04	03	03	02	01		
80	7,31E-04	- 2,26E-04	9,28E-03	6,79E-03	8,07E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
81	6,50E-04	7,72E-05	9,36E-03	6,95E-03	8,22E-02	7,43E-01	0,709063	9,54E-01
82	7,50E-04	- 9,94E-05	9,28E-03	6,89E-03	8,15E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
83	8,45E-04	- 4,37E-05	9,44E-03	6,96E-03	8,15E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
84	7,69E-04	- 1,43E-04	9,41E-03	7,06E-03	8,07E-02	7,50E-01	0,709063	9,46E-01
85	6,45E-04	- 1,12E-04	9,49E-03	6,86E-03	8,03E-02	7,23E-01	0,709063	9,81E-01
86	6,15E-04	- 1,49E-04	9,67E-03	6,87E-03	8,11E-02	7,11E-01	0,709063	9,97E-01
87	8,45E-04	- 2,05E-04	9,41E-03	6,74E-03	8,03E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01
88	7,47E-04	4,36E-05	9,41E-03	6,64E-03	7,98E-02	7,05E-01	0,709063	1,01E+00
89	7,13E-04	1,02E-04	9,32E-03	6,73E-03	7,99E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
90	9,40E-04	7,24E-05	9,13E-03	6,84E-03	8,00E-02	7,49E-01	0,709063	9,47E-01
91	7,18E-04	- 8,20E-06	9,10E-03	6,71E-03	8,04E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
92	8,74E-04	- 9,17E-05	9,36E-03	6,83E-03	8,07E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
93	6,73E-04	2,35E-05	9,39E-03	7,01E-03	8,13E-02	7,47E-01	0,709063	9,50E-01
94	8,12E-04	- 1,49E-05	9,54E-03	6,95E-03	8,16E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
95	8,06E-04	- 2,83E-05	9,61E-03	7,07E-03	8,21E-02	7,36E-01	0,709063	9,64E-01
96	8,43E-04	- 9,94E-05	9,81E-03	6,92E-03	8,21E-02	7,06E-01	0,709063	1,00E+00
97	8,92E-04	- 4,27E-05	9,60E-03	7,11E-03	8,33E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
98	6,26E-04	8,12E-06	9,36E-03	7,02E-03	8,27E-02	7,51E-01	0,709063	9,45E-01
99	7,39E-04	3,50E-05	9,48E-03	6,85E-03	8,17E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
100	8,48E-04	9,74E-05	9,55E-03	7,00E-03	8,16E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01

Tabela 64 - Run J

Run J	Sr ⁸⁴	Rb ⁸⁵	Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷	Sr ⁸⁸	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Valor Verdadeiro	Fator de correção
1	3,60E-04	7,34E-05	5,47E-03	3,86E-03	4,74E-02	7,06E-01	0,709063	1,00E+00
2	7,74E-04	3,98E-05	8,44E-03	5,96E-03	7,10E-02	7,06E-01	0,709063	1,00E+00
3	9,45E-04	-	8,91E-03	6,33E-03	7,63E-02	7,11E-01	0,709063	9,98E-01
4	6,20E-04	6,28E-06	9,22E-03	6,50E-03	7,79E-02	7,05E-01	0,709063	1,01E+00
5	5,91E-04	1,10E-05	9,35E-03	6,73E-03	7,91E-02	7,19E-01	0,709063	9,86E-01
6	6,61E-04	-	9,38E-03	6,89E-03	8,01E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
7	6,77E-04	7,25E-05	9,16E-03	6,71E-03	8,00E-02	7,33E-01	0,709063	9,68E-01
8	8,87E-04	-	9,12E-03	6,84E-03	7,96E-02	7,50E-01	0,709063	9,46E-01
9	8,26E-04	7,15E-05	9,39E-03	6,93E-03	7,96E-02	7,38E-01	0,709063	9,60E-01
10	6,53E-04	9,06E-05	9,06E-03	6,69E-03	7,92E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
11	7,80E-04	1,20E-04	9,14E-03	6,47E-03	7,87E-02	7,08E-01	0,709063	1,00E+00
12	9,20E-04	1,91E-04	9,30E-03	6,73E-03	7,84E-02	7,23E-01	0,709063	9,80E-01
13	8,12E-04	5,32E-05	9,10E-03	6,72E-03	7,80E-02	7,38E-01	0,709063	9,61E-01
14	7,13E-04	6,95E-05	9,27E-03	6,62E-03	7,93E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
15	8,26E-04	1,40E-06	9,29E-03	6,72E-03	7,87E-02	7,24E-01	0,709063	9,80E-01
16	8,84E-04	-	9,01E-03	6,63E-03	7,86E-02	7,36E-01	0,709063	9,64E-01
17	7,84E-04	1,67E-04	9,43E-03	6,63E-03	7,88E-02	7,03E-01	0,709063	1,01E+00
18	8,23E-04	3,32E-06	9,28E-03	6,92E-03	7,96E-02	7,46E-01	0,709063	9,51E-01
19	6,69E-04	-	9,27E-03	6,81E-03	7,99E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
20	7,62E-04	4,18E-05	9,48E-03	7,00E-03	8,12E-02	7,38E-01	0,709063	9,60E-01
21	7,64E-04	7,25E-05	9,50E-03	6,77E-03	8,21E-02	7,12E-01	0,709063	9,95E-01
22	8,48E-04	2,21E-04	9,35E-03	6,74E-03	8,06E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
23	7,11E-04	7,43E-05	9,19E-03	6,70E-03	7,95E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01

05								
24	6,24E-04	- 4,18E-05	9,26E-03	6,91E-03	7,98E-02	7,45E-01	0,709063	9,51E-01
25	7,82E-04	1,68E-05	9,31E-03	6,83E-03	7,95E-02	7,34E-01	0,709063	9,67E-01
26	7,28E-04	- 2,93E-05	9,17E-03	6,69E-03	7,90E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
27	6,97E-04	- 2,06E-04	9,20E-03	6,61E-03	7,87E-02	7,19E-01	0,709063	9,87E-01
28	6,14E-04	- 1,43E-04	9,28E-03	6,86E-03	7,98E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
29	4,82E-04	1,10E-05	9,47E-03	6,74E-03	8,00E-02	7,12E-01	0,709063	9,96E-01
30	7,07E-04	7,24E-05	9,18E-03	6,88E-03	8,06E-02	7,50E-01	0,709063	9,46E-01
31	7,47E-04	2,83E-05	9,39E-03	7,05E-03	8,11E-02	7,51E-01	0,709063	9,44E-01
32	7,71E-04	- 1,33E-04	9,50E-03	6,78E-03	8,03E-02	7,13E-01	0,709063	9,94E-01
33	8,18E-04	- 7,15E-05	9,46E-03	6,71E-03	8,04E-02	7,09E-01	0,709063	1,00E+00
34	7,88E-04	6,09E-05	9,49E-03	6,79E-03	8,03E-02	7,15E-01	0,709063	9,91E-01
35	6,87E-04	- 1,59E-05	9,29E-03	6,74E-03	7,98E-02	7,25E-01	0,709063	9,77E-01
36	7,72E-04	- 7,73E-05	9,27E-03	6,79E-03	7,92E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
37	9,52E-04	1,68E-05	9,18E-03	6,69E-03	7,95E-02	7,29E-01	0,709063	9,73E-01
38	7,74E-04	1,68E-05	9,10E-03	6,83E-03	7,85E-02	7,50E-01	0,709063	9,45E-01
39	8,67E-04	1,24E-04	9,22E-03	6,97E-03	7,92E-02	7,56E-01	0,709063	9,38E-01
40	6,29E-04	2,34E-04	9,51E-03	6,93E-03	7,99E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
41	7,07E-04	1,10E-05	9,49E-03	6,68E-03	8,00E-02	7,04E-01	0,709063	1,01E+00
42	6,37E-04	- 3,51E-05	9,26E-03	6,57E-03	8,01E-02	7,10E-01	0,709063	9,98E-01
43	8,63E-04	- 1,78E-05	9,00E-03	6,86E-03	8,00E-02	7,62E-01	0,709063	9,31E-01
44	7,78E-04	- 9,46E-05	9,26E-03	6,81E-03	7,92E-02	7,35E-01	0,709063	9,64E-01
45	7,33E-04	- 1,01E-04	9,22E-03	6,78E-03	7,91E-02	7,35E-01	0,709063	9,65E-01
46	6,41E-04	2,25E-05	9,23E-03	6,59E-03	7,91E-02	7,14E-01	0,709063	9,92E-01
47	8,65E-04	7,16E-05	9,11E-03	6,81E-03	7,87E-02	7,47E-01	0,709063	9,49E-01

	04	06	03	03	02	01		
48	5,88E-04	- 8,40E-05	9,13E-03	6,77E-03	7,90E-02	7,42E-01	0,709063	9,56E-01
49	6,74E-04	- 1,52E-04	9,12E-03	6,73E-03	7,99E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
50	7,59E-04	1,70E-04	9,22E-03	6,69E-03	7,95E-02	7,26E-01	0,709063	9,77E-01
51	8,37E-04	5,61E-05	9,35E-03	6,84E-03	8,00E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
52	6,29E-04	- 1,04E-04	9,35E-03	6,83E-03	8,03E-02	7,30E-01	0,709063	9,71E-01
53	6,84E-04	- 3,41E-05	9,45E-03	6,85E-03	8,03E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
54	1,02E-03	- 1,97E-04	9,40E-03	6,82E-03	7,94E-02	7,25E-01	0,709063	9,77E-01
55	8,06E-04	1,56E-04	9,12E-03	6,81E-03	7,88E-02	7,47E-01	0,709063	9,49E-01
56	7,33E-04	1,44E-04	9,09E-03	6,65E-03	7,82E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
57	8,33E-04	- 2,47E-04	8,95E-03	6,68E-03	7,80E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
58	7,57E-04	- 1,00E-04	9,24E-03	6,76E-03	7,93E-02	7,32E-01	0,709063	9,68E-01
59	9,75E-04	4,40E-07	9,51E-03	6,64E-03	7,97E-02	6,98E-01	0,709063	1,02E+00
60	1,01E-03	1,08E-04	9,26E-03	6,91E-03	8,08E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
61	7,41E-04	7,53E-05	9,30E-03	6,58E-03	8,03E-02	7,08E-01	0,709063	1,00E+00
62	8,49E-04	- 4,75E-05	9,32E-03	6,72E-03	8,03E-02	7,21E-01	0,709063	9,84E-01
63	7,37E-04	- 2,07E-05	9,31E-03	6,77E-03	7,98E-02	7,28E-01	0,709063	9,74E-01
64	6,54E-04	- 3,41E-05	9,33E-03	6,87E-03	7,98E-02	7,37E-01	0,709063	9,63E-01
65	8,24E-04	- 8,02E-05	9,52E-03	6,64E-03	7,94E-02	6,97E-01	0,709063	1,02E+00
66	7,54E-04	1,81E-04	9,27E-03	6,77E-03	7,85E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01
67	8,02E-04	1,14E-04	9,02E-03	6,64E-03	7,86E-02	7,36E-01	0,709063	9,64E-01
68	6,79E-04	- 2,45E-05	9,31E-03	6,65E-03	7,95E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
69	7,11E-04	- 1,16E-04	9,10E-03	6,61E-03	7,92E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
70	5,41E-04	- 2,07E-04	9,18E-03	6,59E-03	7,95E-02	7,17E-01	0,709063	9,89E-01

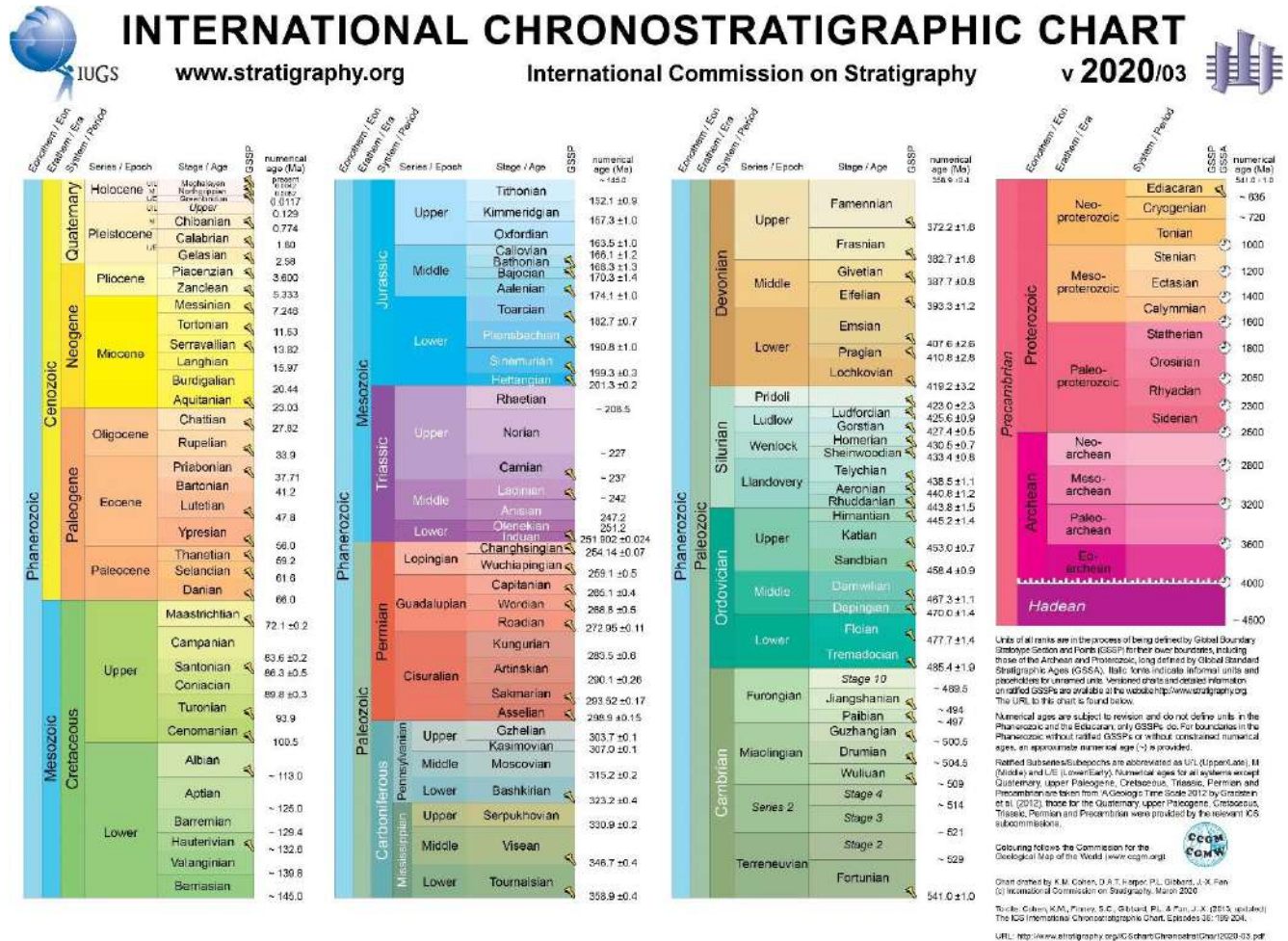
04								
71	6,34E-04	5,42E-05	9,18E-03	6,80E-03	8,00E-02	7,41E-01	0,709063	9,57E-01
72	6,97E-04	- 6,00E-05	9,29E-03	6,82E-03	7,96E-02	7,34E-01	0,709063	9,66E-01
73	7,11E-04	- 1,54E-04	9,36E-03	6,68E-03	7,86E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
74	6,22E-04	4,94E-05	9,04E-03	6,60E-03	7,80E-02	7,30E-01	0,709063	9,72E-01
75	8,00E-04	- 1,27E-04	9,12E-03	6,50E-03	7,82E-02	7,13E-01	0,709063	9,95E-01
76	8,55E-04	8,87E-05	8,98E-03	6,69E-03	7,88E-02	7,45E-01	0,709063	9,52E-01
77	8,98E-04	1,40E-04	9,11E-03	6,83E-03	7,92E-02	7,49E-01	0,709063	9,46E-01
78	8,48E-04	- 5,62E-05	9,31E-03	6,64E-03	7,94E-02	7,14E-01	0,709063	9,93E-01
79	1,02E-03	3,02E-05	9,26E-03	6,69E-03	7,98E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
80	6,49E-04	- 1,16E-04	9,08E-03	6,78E-03	7,98E-02	7,46E-01	0,709063	9,50E-01
81	7,72E-04	- 1,92E-04	9,52E-03	6,72E-03	8,10E-02	7,06E-01	0,709063	1,00E+00
82	8,60E-04	- 1,83E-04	9,42E-03	6,87E-03	8,11E-02	7,29E-01	0,709063	9,72E-01
83	9,37E-04	6,28E-05	9,27E-03	6,94E-03	8,06E-02	7,49E-01	0,709063	9,47E-01
84	8,99E-04	4,07E-05	9,27E-03	6,55E-03	8,05E-02	7,07E-01	0,709063	1,00E+00
85	7,61E-04	- 5,04E-05	9,40E-03	6,66E-03	8,01E-02	7,08E-01	0,709063	1,00E+00
86	8,92E-04	- 4,36E-06	9,20E-03	6,84E-03	7,94E-02	7,43E-01	0,709063	9,55E-01
87	6,46E-04	5,03E-05	9,35E-03	6,79E-03	8,04E-02	7,26E-01	0,709063	9,76E-01
88	6,31E-04	1,05E-04	9,49E-03	6,77E-03	8,08E-02	7,13E-01	0,709063	9,94E-01
89	6,79E-04	- 1,01E-04	9,43E-03	6,84E-03	8,04E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01
90	7,25E-04	- 1,55E-04	9,34E-03	6,75E-03	8,01E-02	7,22E-01	0,709063	9,82E-01
91	8,03E-04	- 3,89E-05	9,56E-03	6,95E-03	8,04E-02	7,27E-01	0,709063	9,75E-01
92	7,50E-04	- 8,40E-05	9,24E-03	6,82E-03	8,00E-02	7,39E-01	0,709063	9,60E-01
93	8,43E-04	2,08E-04	9,31E-03	6,80E-03	8,02E-02	7,31E-01	0,709063	9,70E-01

94	8,53E-04	- 1,30E-05	9,16E-03	6,72E-03	8,07E-02	7,33E-01	0,709063	9,67E-01
95	7,68E-04	2,36E-06	9,42E-03	6,72E-03	8,09E-02	7,13E-01	0,709063	9,94E-01
96	8,15E-04	- 1,12E-04	9,32E-03	6,90E-03	8,16E-02	7,40E-01	0,709063	9,59E-01
97	7,46E-04	2,73E-05	9,34E-03	6,88E-03	8,15E-02	7,37E-01	0,709063	9,62E-01
98	7,46E-04	- 9,55E-05	9,39E-03	6,87E-03	7,98E-02	7,32E-01	0,709063	9,69E-01
99	9,10E-04	7,43E-05	9,39E-03	6,57E-03	7,86E-02	6,99E-01	0,709063	1,01E+00
100	9,42E-04	- 6,29E-05	9,31E-03	6,75E-03	7,85E-02	7,25E-01	0,709063	9,78E-01

Fonte: A autora, 2020.

ANEXO A – Divisão do Tempo Geológico

Figura 84 - Cartaz da Divisão Cronoestratigráfica Internacional



Legenda: Tabela Cronoestratigráfica Internacional da versão 3 de 2020 demonstrando a divisão do tempo geológico com destaque para a divisão atual do Holoceno em três partes: Groelândiano (entre 11.700 anos A.P. até 8.200 anos A.P.); Nortegripiano (entre 8.200 anos A.P. a 4.200 anos A.P.) e Megalayano (entre 4.200 anos A.P. até os dias atuais).

Fonte: Disponível em <<https://stratigraphy.org/chart>>. Acesso em 15 nov. 2020.

ANEXO B – Método de construção do Sistema de Classificação Climática Köppen-Geiger

Quadro 14 - Chave explicativa dos grandes tipos climáticos de Köppen, representados pelos caracteres maiúsculos (PEEL et al., 2007).

Código (Caractere)	Tipo Climático	Descrição
A	Clima tropical	<p>Climas megatérmicos</p> <p>Temperatura média do mês mais frio do ano > 18°C</p> <p>Inverno ausente</p> <p>Forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual)</p>
B	Clima árido	<p>Climas secos (precipitação anual inferior a 500 mm)</p> <p>Evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual</p> <p>Não existem cursos de água permanente</p>
C	Clima temperado ou Clima temperado quente	<p>Climas mesotérmicos</p> <p>Temperatura média do ar dos 3 meses mais frios entre -3° C e 18°C</p> <p>Temperatura média do mês mais quente >10°C</p> <p>Estações de verão e inverno bem definidas</p>
D	Clima continental ou Clima temperado frio	<p>Climas microtérmicos</p> <p>Temperatura média do ar no mês mais frios < -3°C</p> <p>Temperatura média do ar no mês mais quente > 10°C</p> <p>Estações de verão e inverno bem definidas</p>
E	Clima glacial	<p>Climas polares e de alta montanha</p> <p>Temperatura média do ar no mês mais quente < 10°C</p> <p>Estação do verão pouco definida ou inexistente</p>

Fonte: Modificado de Peel *et al.* (2007).

Quadro 15 - Relação dos segundos caracteres do sistema de classificação de Köppen com a sua descrição (PEEL et al., 2007).

Código (Caractere)	Descrição	Aplica-se ao grupo
S	Clima das estepes Precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm	B
W	Clima desértico Precipitação anual total média < 250 mm	B
f	Clima úmido Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano Inexistência de estação seca definida	A, C, D
w	Chuva de verão	A, C, D
S	Chuva de inverno	A, C, D
w'	Chuvas de verão-outono	A, C, D
s'	Chuvas de inverno-outono	A, C, D
m	Clima de monção Precipitação anual média > 1.500 mm Precipitação do mês mais seco < 60 mm	A
T	Temperatura média do ar no mês mais quente compreendida entre 0° e 10°C	E
F	Temperatura média do mês mais quente < 0°C	E
M	Precipitação abundante Inverno pouco rigoroso	E

Fonte: Modificado de Peel et al. (2007).

Quadro 16 - Relação dos terceiros caracteres do sistema de classificação de Köpen (PEEL et al., 2007)

Código (Caractere)	Tipo climático	Descrição	Aplica-se aos grupos
a	Verão quente	Temperatura média do ar no mês mais quente > 22°C	C, D
b	Verão temperado	Temperatura média do ar no mês mais quente < 22°C Temperaturas médias do ar nos quatro meses mais quentes >10°C	C, D
c	Verão curto e fresco	Temperatura média do ar no mês mais quente < 22°C Temperatura do ar > 10°C durante menos de quatro meses Temperatura média do ar no mês mais frio >-38°C	C, D
d	Inverno muito frio	Temperatura média do ar no mês mais frio < -38°C	D
h	Seco e quente	Temperatura média anual do ar >18°C Deserto ou semi-deserto quente (temperatura anual média do ar igual ou superior a 18°C)	B
k	Seco e frio	Temperatura média anual do ar < 18°C Deserto ou semi-deserto frio (temperatura anual média do ar inferior a 18°C)	B

Fonte: Modificado de Peel *et al.* (2007).

Quadro 17 - Classificação de Köppen-Geiger

Temperatura média Normal		Total de chuva do mês mais seco (Pms)	Total de chuva anual (P)	Descrição do Tipo de Clima segundo Köppen (Climas Úmidos)		Símbolo
do mês mais frio	do mês mais quente					
≥ 18°C	≥ 22°C	≥ 60mm		TROPICAL	sem estação seca	Af
		< 60mm	< 2500 - 27,27. Pms			Aw
< 18°C	< 22°C	< 30mm	≥ 2500 - 27,27. Pms	TROPICAL com chuvas excessivas	Inverno Seco	Am
	≥ 22°C	≥ 30mm	SUBTROPICAL	Quente	Cwb	
	< 22°C			Temperado	Cfa	
			Temperado	sem estação seca	Cfb	

Legenda: Chave para a classificação de Köppen de acordo com Rolim et al., (2007) e Francisco et al. (2015).

Fonte: Modificado de Rolim *et al.* (2007) e Francisco *et al.* (2015).