



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 439

**CONTRIBUIÇÃO DOS SEDIMENTOS E ICTIÓLITOS PARA A
IDENTIFICAÇÃO DO AMBIENTE DE FORMAÇÃO DO
SAMBAQUI DO MOA (SAQUAREMA-RJ)**

Dissertação apresentada por:

SAURI MOREIRA MACHADO

Orientador: Prof. Marcondes Lima da Costa (UFPA)

Coorientador: Prof. José Francisco Berrêdo Reis da Silva (MPEG)

**BELÉM
2014**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
(Biblioteca do Instituto de Geociências/UFPA)

Machado, Sauri Moreira, 1987-

Contribuição dos sedimentos e ictiólitos para a identificação do ambiente de Formação do Sambaqui do Moa (Saquarema-RJ) / Sauri Moreira Machado. – 2014.

xiii, 54 f.: il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Marcondes Lima da Costa

Coorientador: José Francisco Berrêdo Reis da Silva

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2014.

1. Arqueologia - Saquarema (RJ). 2. Sambaqui, Sítio arqueológico (Saquarema, RJ). 3. Ictiólitos - (Saquarema, RJ). I. Título.

CDD 22. ed. 930.1098153



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**CONTRIBUIÇÃO DOS SEDIMENTOS E ICTIÓLITOS PARA A
IDENTIFICAÇÃO DO AMBIENTE DE FORMAÇÃO DO
SAMBAQUI DO MOA (SAQUAREMA-RJ)**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
SAURI MOREIRA MACHADO**

**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOQUÍMICA E PETROLOGIA.**

Data de Aprovação: 28 / 08 / 2014

Banca Examinadora:

Prof. Marcondes Lima da Costa
(Orientador-UFFPA)

Prof.ª Gabriela Bielefeld Nardoto
(Membro - UnB)

Prof. Jean Michel Lafon
(Membro-UFFPA)

Dedico este trabalho à minha mãe e madrinha por todo estímulo para que eu seguisse a minha trajetória acadêmica e na vida de forma correta obedecendo aos princípios que me foram ensinados sem desvirtuá-los, mesmo em momento de dificuldade.

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo.

Ao meu orientador, Professor Dr. Marcondes Lima da Costa, pela orientação no decorrer destes dois anos de mestrado, pela oportunidade concedida, e confiança depositada;

Ao meu co-orientador Dr. José Francisco Berrêdo pela orientação, apoio e ajuda nos momentos mais difíceis no decorrer da pesquisa;

A Profa. Dra. Kita Damasio Macario pela gentileza na realização das datações por AMS;

Ao prof. Dr. Jean Michel Lafon pelo apoio nas análises de isótopos de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Às pesquisadoras do Museu Paraense Emílio Goeldi, Dra. Maura Imázio pelo material cedido para esta pesquisa, M.Sc. Heloísa Moraes, Dr. Hilton Conti e Dra. Sua Anne Costa por todo apoio e ajuda neste trabalho;

À minha mãe, Socorro Machado, Padrasto Osvaldo Santos e madrinha Elizabete Ordoñez por todo incentivo e compreensão durante o desenvolvimento deste trabalho;

À CAPES, pela bolsa de estudo concedida;

À Cleida Freitas, por todo auxílio prestado durante os dois anos de pesquisa.

Aos integrantes do Grupo de Mineralogia e Geologia Aplicada (GMGA-UFGA) Patrícia Pinheiro, Eliana Pantoja, Pablo Henrique, Dra. Socorro Progene, M.Sc. Roseane Norat, M.Sc. Mônia Carvalho e Alessandro Leite por terem ampliado meu campo de visão quanto à multidisciplinaridade na pesquisa, pois aprendi muito com cada um;

Aos integrantes do grupo de paleontologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, M.Sc. Ana Paula Linhares, M.Sc. Denys Ferreira, Zeneide Luz, Neuza Araújo, Talita Praia, Felipe Leite, Bruna Antunes, Doriene Monteiro, Christiane Santos e Emanuel Oliveira Júnior pela ajuda durante a pesquisa e pelos momentos de descontração.

Aos colegas que fiz no decorrer do mestrado na UFGA: Rogério Estevam, Thiago Martins, Maridalva Mendes, M.Sc. Luciana Oliveira e M.Sc. Milena Carvalho, Lúcio Filho, Amélia Parente, Manoella Cavalcante, Igor Silva, M.Sc. Marcos Teódulo, Rafael Aquino Thiago pela amizade, conselhos, auxílio em laboratório e momentos maravilhosos de descontração;

À Cecília Bulcão, M.Sc. Samantha Cecim, Denise Silva, Marcela Martinez, Aline Praia, Krissia Almeida, Gabriela Bessa, Andreza Aarão, Ananda Martins, Carla Leal e Nathália Negrão pela amizade e por toda ajuda e apoio durante o trabalho.

"Sic gorgiamus allos subjectatos nunc."

Anônimo

RESUMO

O Sambaqui do Moa é um sítio arqueológico localizado em Itaúna, Saquarema, litoral do Estado do Rio de Janeiro. Três momentos de ocupação foram reconhecidos neste sítio: o estrato 3 na base correspondente ao início da ocupação deste sítio; o 2, intermediário, aponta para uma ocupação mais intensa, com grande concentração de carapaças de moluscos, ossos de peixes e sepultamentos humanos; e o 1, o mais superficial, relacionado à última ocupação. Para identificar as condições ambientais de desenvolvimento do Sambaqui do Moa foram coletadas amostras de sedimentos e material zooarqueológico nestes três estratos. O material zooarqueológico está representado por restos microscópicos de peixes (ictiólitos), compostos por microdentes com diferentes morfologias: caninos, incisivos e molares. Os sedimentos segundo análises por DRX são constituídos além de quartzo e caulinita, calcita, aragonita e por fluorapatita. Este último é o principal mineral do material zooarqueológico, enquanto calcita e aragonita refletem os restos de conchas contidos neles, abundantes no sítio. As análises mineralógicas foram confirmadas pelas análises químicas, em que os teores elevados de P_2O_5 , CaO e PF (H_2O , CO_2), respondem pela fluorapatita, calcita e aragonita. Modificações químicas representadas pelas variações nos conteúdos de C e P nos microdentes sugerem que estes experimentaram mineralização, num processo inicial de fossilização, pós-deposição. Os dados de isótopos estáveis ^{13}C e ^{15}N permitiram definir a fonte de matéria orgânica do sambaqui do Moa como marinha/salobra, em que a vegetação representava-se, predominantemente, por plantas do tipo C3 de floresta tropical. As razões $^{87}Sr/^{86}Sr$ nos ictiólitos confirmam que o ambiente no entorno do sambaqui tenha sido estuarino. A morfologia dentária permitiu reconhecer cinco famílias até então não registradas para o sítio, como Labridae, Serranidae, Ariidae, Erythrinidae e Characidae, que confirmam o ambiente estuarino. A idade do sambaqui do Moa por datação radiocarbono a partir dos sedimentos mostrou perturbação no estrato 2, ocasionando a inversão das idades entre os estratos o que pode ser justificado por processos de formação e/ou mudanças dos rios que modificaram as configurações geológico-geomorfológicas da área. Outra explicação poderia ser a interferência humana, devido ao grande número de enterramentos (mais de 30), tenha perturbado a ordem dos momentos de ocupação do sambaqui do Moa, além de possíveis processos erosivos. O sambaqui do Moa se instalou, portanto, em uma área de transição marinho-estuarina.

Palavras-chave: Arqueologia. Sambaquis. Ictiólitos. Saquarema (RJ).

ABSTRACT

The Moa's shellmound is an archaeological site located in Itaúna, Saquarema coastline from the State of Rio de Janeiro. Three moments of occupation were recognized this site: stratum 3 corresponding to the beginning of the occupation of this site basis; 2, intermediate, points to a more intense occupation with great concentration of mollusks, fish bones and human burials; and 1, the most superficial, related to the last occupation. To identify the environmental conditions of development from Moa's shellmound, sediment samples and zooarchaeological material were collected in these three strata. The zooarchaeological material is represented by microscopic fish remains (ichthyoliths), composed by microteeth with different morphologies: canines, incisors and molars. The sediments according to XRD analyzes are composed by quartz and kaolinite, calcite, aragonite and fluorapatite. The latter is the main mineral of zooarchaeological material, while calcite and aragonite reflect the remains of shells contained there, abundant in this site. The mineralogical analyses were confirmed by chemical analysis, in which high levels of P_2O_5 , CaO and FB (H_2O , CO_2), account for the fluorapatite, calcite and aragonite. Chemical modifications variations of the C and P in microteeth suggest that these experienced mineralization, an initial fossilization process, post-deposition. The data of stable isotopes ^{13}C and ^{15}N allowed defining the source of organic matter from Moa's shellmound as marine/brackish, where the vegetation is represented, predominantly, for C3 plants by type of rainforest. The $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios in ichthyoliths confirm that the environment surrounding the shellmound as estuary. The tooth morphology allowed us to recognize five families previously not recorded for the site, as Labridae, Serranidae, Ariidae, Erythrinidae and Characidae, which confirm the estuarine environment. The age of the Moa's shellmound by radiocarbon from the sediments showed disruption of stratum 2, causing a reversal of aged strata which can be explained by processes of formation and/or changes in the rivers changed the geological and geomorphological settings area. Another explanation could be human interference, due to the large number of burials (over 30), has upset the order of the moments of occupation from Moa's shellmound, and possible erosion. The Moa's shellmound is therefore installed in an area of marine-estuarine transition.

Keywords: Archaeology. Shellmounds. Ichthyoliths. Saquarema (RJ).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do sambaqui do Moa (Saquarema-RJ)	5
Figura 2 - Sucessão dos estratos identificados no Sambaqui do Moa	6
Figura 3 - Mapa da escavação e coleta de material arqueológico do sambaqui do Moa realizada por Kneip em 1988 e 1998 a partir do qual se selecionou as amostras para o presente estudo.	9
Figura 4 - Fluxograma ilustrando a preparação das amostras de sedimentos visando obter os ictiólitos	10
Figura 5 - Amostras de sedimentos representativas dos três estratos do sambaqui do Moa....	11
Figura 6 - Minerais identificados por DRX nas amostras sedimentos do sambaqui do Moa por sucessão ocupacional	15
Figura 7 - Distribuição dos valores de $\delta^{15}\text{N}$ segundo os estratos do sambaqui do Moa.....	19
Figura 8 - Distribuição das concentrações de C e N (% em peso) nas amostras de sedimentos do sambaqui do Moa por estrato (momento de ocupação).....	20
Figura 9 - Discriminação do ambiente do sambaqui do Moa com base no diagrama $\delta^{13}\text{C}$ e razão C/N.....	21
Figura 10 – Ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa e suas morfologias	23
Figura 11 - Dente molariforme pertencente à família Labridae	24
Figura 12 - Dente caniniforme pertencente à família Serranidae	24
Figura 13 - Dente incisiforme pertencente à família Characidae	25
Figura 14 - Dente caniniforme pertencente à família Erythrinidae	25
Figura 15 - Dente caniniforme pertencente à família Ariidae.....	26
Figura 16 - Relação das famílias de peixes identificadas a partir dos ictiólitos e ambiente aquático no entorno do sambaqui do Moa	27
Figura 17 - Minerais identificados por DRX nas amostras de dentes caniniformes do sambaqui do Moa por sucessão ocupacional.....	28
Figura 18 - Minerais identificados por DRX nas amostras de dentes incisiformes do sambaqui do Moa por sucessão ocupacional	29
Figura 19 - Minerais identificados por DRX nas amostras de dentes molariformes do sambaqui do Moa por sucessão ocupacional.....	30
Figura 20 - Diagramas de dispersão química ($\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-Al}_2\text{O}_3$) dos ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa por momento de ocupação.	32

Figura 21 - Diagramas dispersão química (CaO-Na ₂ O-MgO) dos ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa: por momento de ocupação	33
Figura 22 - Diagramas de dispersão química (SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -P ₂ O ₅) dos ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa: por momento de ocupação	34
Figura 23 - Diagramas de dispersão química (SiO ₂ -P ₂ O ₅ -CaO) dos ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa: por momento de ocupação	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química das amostras de sedimentos coletadas no sambaqui do Moa.....	17
Tabela 2 - Valores dos isótopos $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$, e razão C/N determinados nos sedimentos do sítio Moa.....	18
Tabela 3 - Idades de radiocarbono para os três estratos de ocupação do sambaqui do Moa (Beta Analytic)	22
Tabela 4 - Idades de radiocarbono para os diferentes momentos de ocupação do sambaqui do Moa (LACUFF)	22
Tabela 5 - Composição química dos ictiólitos por morfotipo dentário obtida por FRX	31
Tabela 6 - Teores de Ca, P e C nos ictiólitos por morfotipo dentário obtidos por MEV/EED.....	36
Tabela 7 - Razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidas para os ictiólitos do Moa	37

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	ix
LISTA DE TABELAS	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO GERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. SAMBAQUIS NO BRASIL.....	3
3.2. SAMBAQUI DO MOA.....	4
3.3. ICTIÓLITOS	7
4. MATERIAIS E MÉTODOS	9
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	9
4.1.1. O sambaqui do Moa	9
4.2. COLETA DAS AMOSTRAS.....	9
4.3. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	10
4.4. AS ANÁLISES	11
4.4.1. Análises mineralógicas	11
4.4.2. Análises químicas	12
4.4.3. Análises Isotópicas	12
4.4.3.1. Isótopos Estáveis	12
4.4.3.2. Isótopos Radiogênicos	13
4.4.4. Idade por Radiocarbono	14
4.4.5. Identificação Taxonômica	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5.1. OS SEDIMENTOS	15
5.1.1. Características Mineralógicas e Químicas	15
5.1.2. Geoquímica Isotópica	17

5.1.3. Idade por Radiocarbono	21
5.2. OS ICTIÓLITOS.....	23
5.2.1. Identificação Taxonômica	23
5.2.2. Características Mineralógicas e Químicas	27
5.2.3. Micromorfologia e Química Pontual	35
5.2.4. Isótopos Radiogênicos	36
6. CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

O termo sambaqui corresponde na literatura brasileira a sítios arqueológicos caracterizados pelo grande acúmulo de conchas de moluscos, vestígios de animais e enterramentos (Prous, 1992) de povos que habitaram o litoral durante o final do Pleistoceno e início do Holoceno, geralmente localizados em baías, praias ou na foz de grandes rios. São importantes para diversas análises como a tafonômica (Terrerros, 2001), e análise das variações do nível do mar, ao longo do tempo geológico (Scheel-Ybert *et al.*, 2006).

Conhecidos como “shellmounds” ou “concheiros”, os sambaquis ocorrem, principalmente, em litorais (Deblasis *et al.*, 2007) como na Austrália, Peru (Llorca; Cahiza, 2007) e Península Ibérica (Terrerros, 2001). No Brasil, os sambaquis localizam-se em toda a costa, da Amazônia (Barbosa-Guimarães, 2003) ao Rio Grande do Sul (Scheel-Ybert *et al.*, 2006). Entre os sambaquis já identificados no litoral brasileiro, encontra-se o Sambaqui do Moa, localizado em Itaúna, município de Saquarema, Estado do Rio de Janeiro (Kneip, 1994).

Neste sambaqui, assim como nos outros, é possível encontrar artefatos líticos, de sepultamentos e vestígios zooarqueológicos (invertebrados e vertebrados). Nos quais se destacam os vestígios faunísticos, em que os peixes são os mais abundantes, com cerca de 70% dos vertebrados encontrados, constituindo assim a principal fonte alimentar das antigas populações que construíram esses sambaquis (Scheel-Ybert *et al.*, 2006).

A maioria dos vestígios de peixes recuperados são crânios, dentes e outras partes ósseas de animais de grande porte, porém microvestígios, também, são encontrados. Os microvestígios são denominados ictiólitos, e estão representados por dentes, vértebras, escamas e fragmentos esqueléticos (Gottfried *et al.*, 1984). Eles são de grande importância para análises da dieta, costumes e tecnologia de grupos sambaqueiros (Butler; Chatters, 1994, Zohar *et al.*, 2001), bem como para refinar as reconstituições paleoambientais e modelos de distribuição biogeográfica (Cháix; Meniel, 1997).

Através dos ictiólitos e dos sedimentos associados coletados no referido sambaqui do Moa desenvolveu-se estudos micromorfológicos (taxonômicos ou tafonômicos), mineralógicos, químicos, de isótopos estáveis ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$), razões isotópicas ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) e datação por ^{14}C com o objetivo de entender o desenvolvimento do referido sambaqui, com mais uma ferramenta de apoio aos estudos arqueológicos do mesmo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Entender o ambiente de formação do Sambaqui do Moa e possíveis transformações a partir dos sedimentos e dos ictiólitos associados.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificação taxonômica dos ictiólitos;
- Caracterização mineralógica e química dos sedimentos e ictiólitos;
- Determinação da ambiência do entorno sítio por meio dos valores isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ e das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$;
- Datação radiocarbônica do sambaqui a partir dos sedimentos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. SAMBAQUIS NO BRASIL

O estudo dos sambaquis no Brasil remonta-se ao início do interesse pela arqueologia no país. Os sítios mais estudados estavam localizados na região sul do Brasil, bem como nas culturas do baixo Amazonas. Porém, só a partir de 1950, com o surgimento da arqueologia moderna, essas pesquisas se desenvolveram em maior escala, incentivadas pelo desenvolvimento das datações radiocarbônicas e primeiras análises sistemáticas (Gaspar, 2000).

A palavra sambaqui vem do Tupi (*Tamba* significa marisco e *Ki* amontoamento, portanto amontoamento de marisco). Os sambaquis são sítios arqueológicos entendidos como depósitos homogêneos constituídos principalmente por conchas (Prous, 1992), geralmente, na forma de elevações arredondadas (Gaspar 2000; Deblasis *et al.*, 2007). Estes sítios litorâneos são numerosos e vistos como registro físico de uma população de caçadores-coletores pré-históricos (Prous, 1992; Gaspar 2000). Segundo Prous (1992), dois tipos de sambaquis são reconhecidos no litoral brasileiro:

➤ *Sambaquis fluviais*: Segundo Leonardos (1938) são acúmulos de conchas às margens dos rios. O termo "sambaqui fluvial" já designou qualquer sítio que fosse composto por conchas de moluscos terrestres, independente da estratigrafia, forma do sítio ou sistema de assentamento (Neves; Okumura, 2005). Para Collet; Prous (1977), os sambaquis fluviais são rasos, tendo entre 50 centímetros e 1 metro de espessura, compostos por terra preta com poucas conchas moídas e bolsões com grande concentração de moluscos terrestres. De acordo com Neves; Okumura (2005) estas conchas, geralmente, são de indivíduos das espécies (*Megalobulimus* sp. e *Strophocheilus* sp.).

➤ *Sambaquis de acampamento ou marítimos*: São sítios litorâneos habitados que foram classificados em sítios acampamentos meridionais (do Rio Grande do Sul a São Paulo), acampamentos do litoral central (do Rio de Janeiro ao Espírito Santo), sítios do litoral nordestino (da Bahia ao Maranhão) (Prous, 1992), e sítios no litoral do Salgado (nordeste do Pará) (Silveira; Schaan, 2005).

Segundo Gaspar (1995), os sambaquis localizados no litoral pertencem ao mesmo sistema cultural, em razão da constatação de um espaço com características territoriais comuns a todos eles, cuja destinação prestava-se à moradia, manutenção de um cemitério e ao

descarte de restos alimentares e industriais. Nesse mesmo sentido, o autor ainda defende que os pescadores-coletores do litoral das regiões norte, sudeste e sul integram um único sistema sociocultural, sem prejuízo das especificidades regionais e temporais, o que denota a relevância de estudar cada sambaqui para identificar suas distinções e similaridades (Gaspar, 2000).

O interesse pelo estudo dos sambaquis se intensificou com o sucesso das técnicas radiocarbônicas, que permitem estabelecer a sucessão de ocupação dos sítios país (Gaspar, 2000), permitindo determinar paleoníveis marinhos, compreender a evolução das barreiras e visualizar, nos sítios arqueológicos, a ocorrência de momentos deposicionais diferentes (Scheel-Ybert, 1999; Angulo *et al.*, 2002).

Os sambaquis, também tem sido estudados para determinar as variações do nível do mar nos últimos 10 mil anos (Zohar *et al.*, 2001; Scheel-Ybert *et al.*, 2006), mudanças ambientes, utilizando, principalmente, espécies bioindicadoras (Castilho; Simões-Lopes, 2001; Scheel-Ybert *et al.*, 2006). Isótopos estáveis como $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ são úteis para identificação de mudanças do nível do mar (Miranda *et al.*, 2009), origem da matéria orgânica dos sedimentos e seus vestígios, bem como na identificação da dieta, fisiologia animal ou humana e a ecologia ambiental (Bocherens *et al.*, 1994). Por exemplo, Kloker (2010) identificou dieta predominantemente marinha (moluscos) em grupos sambaquieiros de Santa Catarina, com o uso de ^{15}N . Passey; Cerling (2006) utilizaram $\delta^{13}\text{C}$ em microdentos, para determinar a proveniência e ambiência de diferentes sítios arqueológicos.

3.2. O SAMBAQUI DO MOA

O sambaqui do Moa ocupa as margens de grandes lagoas e lagunas junto a linha da costa, ao lado de remanescente de dunas, de planície flúvio-marinha-lagunar (Ferreira *et al.*, 1992) e a lagoa de Saquarema (Figura 1). Segundo Francisco (1999) o terreno da região de Saquarema é um complexo de rochas ígneas e metamórficas pré-cambrianas e eopaleozóicas, que durante o Quaternário passou por vários momentos de avanço e recuo do mar na região costeira. Estes processos de avanço e recuo do mar são bem marcados pelos sambaquis.



Figura 1: Localização do sambaqui do Moa (Saquarema-RJ).

Mudanças ambientais ocorridas provavelmente entre 4.000 e 3.000 anos cal A.P., como a retração da laguna de Saquarema, possibilitaram a ocupação do litoral de Saquarema (Ramos, 2009). Após a formação do cordão que fechou a laguna de Saquarema, formando a lagoa, grupos humanos ocuparam a região (Francisco, 1999), por um longo período e provavelmente houve um espaço de interação entre estes grupos tendo a lagoa como centro de ocupação dos mesmos (Barbosa-Guimarães, 2003). Os sambaquis são produtos dessa ocupação, contendo material lítico, e zooarqueológico, resultante da pesca e coleta de moluscos (Kneip, 1994). Entre os diversos sambaquis desta região formados durante este período destaca-se o sambaqui do Moa, cuja ocupação e abandono podem ser descritos em dois eventos (Francisco, 1999):

- Evento Beirada: Após o recuo do mar o homem se instalou no local Beirada na faixa de areia entre a laguna e o mar.
- Evento Moa: Uma subida de mar entre 3.800 e 3.500 A.P. levou ao abandono das áreas populações de Beirada, movendo-se para leste, em área mais elevada e posteriormente abandonada. Ao escolherem este local para moradia, buscando a proteção dos fortes ventos oceânicos, os pescadores-coletores-caçadores do sambaqui do Moa beneficiaram-se da riqueza natural existente nos diversos ecossistemas encontrados nesta região (Kneip *et al.*, 1997).

Silveira (2001) reconheceu três estratos distintos referentes à ocupação do sambaqui do Moa (Figura 2). O estrato 3 com idade de 3.960 ± 200 AP corresponde ao início da ocupação deste sítio. O estrato 2, intermediário, aponta para uma ocupação mais intensa, com grande concentração de carapaças de moluscos, ossos de peixes e sepultamentos humanos. Por último, o estrato 1, o mais superficial, representa a última ocupação, com idade de 3.610 ± 190 AP.

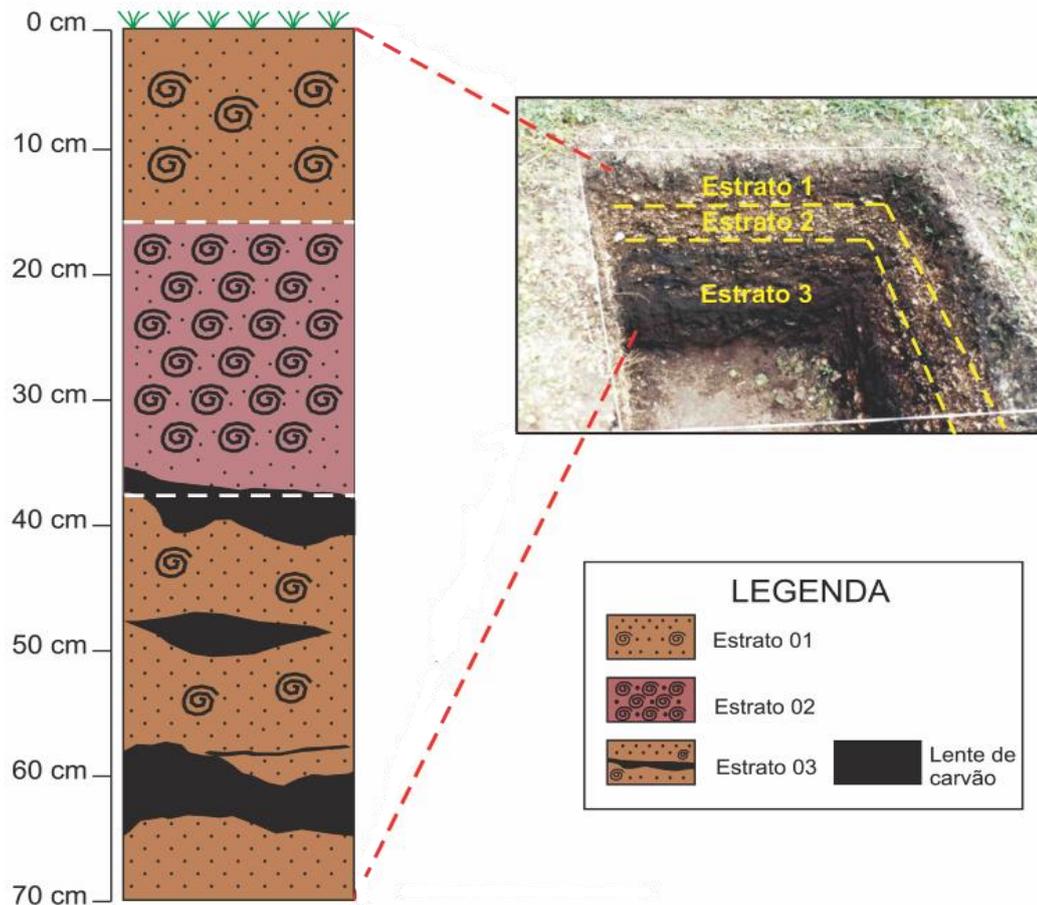


Figura 2: Sucessão dos estratos identificados no Sambaqui do Moa.

Artefatos líticos elaborados em diabásio e quartzo (Francisco, 1999) e zooarqueológicos que foram encontrados nos três estratos, mostram quão importante foi a laguna para ocupação. Os restos ósseos de aves, répteis, mamíferos e anfíbios demonstram que os grupos humanos atingiram limites mais amplos na exploração, indo além do limite do ambiente lagunar (Kneip, 1994). Entretanto invertebrados como moluscos bivalves e gastrópodes e peixes foram consumidos em maior quantidade.

3.3. ICTIÓLITOS

Microvestígios de peixes, comumente dentes e vértebras, são genericamente denominados ictiólitos (Gottfried *et al.*, 1984). Os ictiólitos são importantes para avaliar a dieta, costumes e tecnologia (Butler; Chatters, 1994; Zohar; Belmaker, 2005) dos grupos sociais. São registros que permitem os refinamentos de reconstituições paleoambientais, e modelos de distribuição biogeográfica (Cháix; Meniel, 1997). Foram coletados mais de mil espécimes de ictiólitos no Sambaqui do Moa, basicamente dentes e vértebras de peixes. Apenas os dentes foram analisados sob o ponto de vista morfológico e taxonômico, quando se identificou caninos, incisivos e molares (Machado *et al.*, 2011). Três famílias foram registradas: Gobiidae, Cichlidae e Sparidae (Nelson, 1994; Parenti; Thomas, 1998). Os gobídeos são bastante comuns em ambientes costeiros, com táxon reduzido e provavelmente não foram utilizados como alimento pelas populações sambaquieiras. Por viverem em associação com esponjas e camarões podem ter sido apanhados durante o processo de captura destes. Os ciclídeos restringem-se ao ambiente lagunar, enquanto os sparídeos ocorrem em ambiente marinho e salobro (Machado, 2010).

A utilização de análises de isótopos também vem sendo aplicada em ictiólitos e outros registros encontrados em sambaquis, auxiliando nas interpretações paleoceanográficas, reconstruções paleoambientais, identificação da fonte de matéria orgânica e na interpretação de processos paleoclimáticos, (Meyers, 1997) e atividade humana, como demonstrada por Bastos (2009), a partir de isótopos de estrôncio em ossos e dentes humanos.

Segundo Bastos (2009), o estrôncio é encontrado nos tecidos ósseos e dentes, sendo determinada pela ingestão dietética e processos metabólicos (Nelson *et al.*, 1986). Essa concentração é influenciada por fatores como o estresse fisiológico e variável, porém a proporção da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ não é alterada de forma significativa ao longo dos processos biológicos devido a mínima diferença entre as massas relativas dessa razão isotópica (Bastos, 2009).

O estrôncio possui, devido suas características químicas, comportamento bastante similar ao cálcio no organismo, podendo substituí-lo na formação dos cristais de flúoapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$), da matriz mineral dos tecidos calcificados como ossos e dentes (Bastos, 2009). Esse estrôncio ingerido e assimilado pelo tecido é chamado de estrôncio biogênico e pode ser utilizado para obter a assinatura isotópica de um espécime em determinado momento de vida (Bastos, 2009).

Os ictiólitos também tem sido investigados quanto a sua composição mineralógica e química (DRX, FRX, MEV/EDS) (Machado *et al.*, 2011; Medeiros, *et al.*, 2013), que podem auxiliar na identificação dos processos de fossilização. Os microdentes de peixes, assim como outros ossos e escamas, são compostos, principalmente, de apatita (Lima *et al.*, 2007; Oliveira, 2007). As mudanças químicas e estruturais destes fosfatos permitem avaliar o padrão de preservação dos dentes (Schlesinger, 2005; Lima *et al.*, 2007).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

4.1.1. Sambaqui do Moa

O Sambaqui do Moa (coordenadas centrais: 22°55'44"S e 042°29'07"O) se situa entre a laguna de Saquarema e o oceano Atlântico, Saquarema-RJ. Assenta-se sobre substrato arenoso, tem forma oval e desenvolve uma pequena colina com aproximadamente 2m de altura em relação ao rio Lêgo, que o margeia a nordeste (Figura 1). O sítio uma área de 280m² (Kneip, 1994) e se encontra muito perturbado por loteamentos e urbanização, contudo, ainda é possível encontrar segmentos não perturbados, permitindo desenvolver a presente pesquisa.

4.2. COLETA DE AMOSTRAS

As primeiras escavações foram realizadas em 1988 por Lina Kneip, restringindo-se a apenas uma pequena área de 49 m², retomando-a em 1998 e percorrendo uma área de aproximadamente área de 120 m² (Figura 3). É desta época as amostras empregadas nesta pesquisa, que foram cedidas pela pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi, Dra. Maura Silveira.



Figura 3: Mapa da escavação e coleta de material arqueológico do sambaqui do Moa realizada por Kneip em 1988 e 1998 a partir do qual se selecionou as amostras para o presente estudo.

4.3. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Uma alíquota das amostras de sedimentos foi submetida ao processo de flotação para a extração do material zooarqueológico, utilizando-se apenas água. De acordo com Silveira (2001) a atividade consistiu em:

- 1) Separação primeiramente das amostras de sedimentos coletadas;
- 2) Imersão do sedimento em recipiente de 5 litros com água deionizada para flotação;
- 3) Mistura cuidadosa do sedimento na água
- 4) Passagem de uma pequena rede (utilizada para pegar peixe em aquário) pela superfície da água com a finalidade de coletar o material que aflora a superfície (carvões, sementes, raízes, etc.).
- 5) Este material é posto para secar em um filtro de papel e recebe a etiqueta de “fração leve”;
- 6) Por fim coleta do material depositado ao fundo do recipiente denominado de “fração pesada”.

A “fração leve” foi analisada com auxílio de microscópio estereoscópico para a separação dos ictiólitos (microdententes). A “fração pesada” foi peneirada novamente a seco, pesada e acondicionada em subamostras de 50g cada uma. O fluxograma a seguir (Figura 4) ilustra as etapas de preparação das amostras.

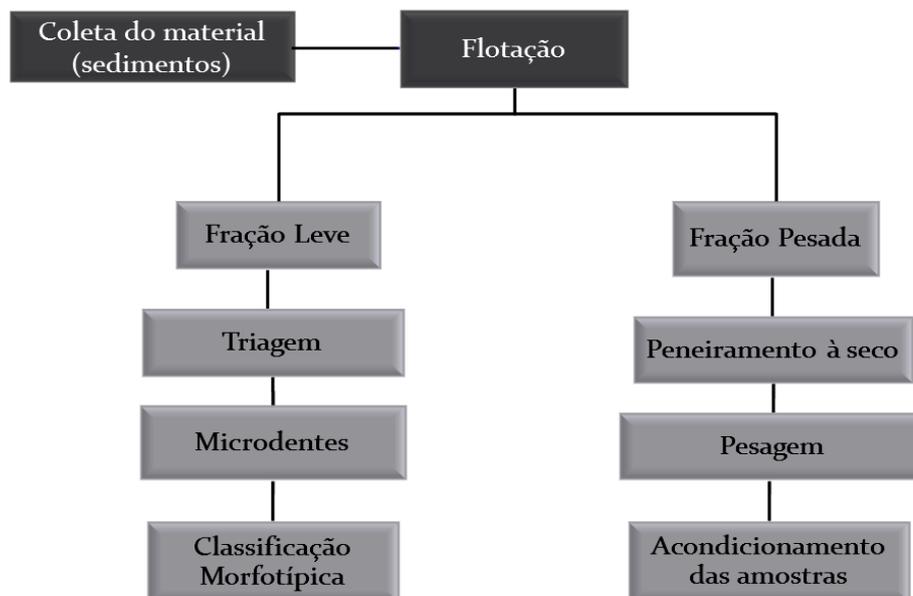


Figura 4: Fluxograma ilustrando a preparação das amostras de sedimentos visando obter os os ictiólitos.

Ao total foram coletadas 117 amostras de sedimento, sendo 72 do estrato 1, 7 do estrato 2 e 38 amostras do estrato 3. Para padronizar as análises, devido a pequena quantidade de amostras do estrato 2, selecionou-se apenas seis amostras de sedimento, sendo duas de cada estrato referente ao topo e base de cada momento de ocupação. Estas foram submetidas à difração de raios-x (DRX) para determinação mineralógica, a fluorescência de raios-x (FRX) para análises químicas, além de determinações isotópicas (^{13}C e ^{15}N) e datação por radiocarbono (^{14}C).



Figura 5: Amostras de sedimentos representativas dos três estratos do sambaqui do Moa.

4.4. AS ANÁLISES

4.4.1. Análises Mineralógicas

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

4.4.2. Análises Químicas

As análises químicas voltadas para os elementos maiores foram realizadas por Espectrometria de Fluorescência de Raios-X (FRX) também junto ao Laboratório de Caracterização Mineralógica (LCM). Empregou-se o espectrômetro WDS sequencial, modelo *Axios Minerals* da marca **PANalytical**, com tubo de raios-X cerâmico, anodo de ródio (Rh) e máximo nível de potência 2,4 KW.

Também se empregou as técnicas de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) acoplada a Espectroscopia de Energia Dispersiva (EED) para análise química semiquantitativa principalmente dos ictiólitos (microdentes), para avaliar os processos de possível fossilização inicial desses materiais através das variações dos conteúdos de P e C nas apatitas. O MEV empregado é LEO, modelo 1450VP e EED de marca Gresham, equipado com janela de Be e analisador multicanal Q500 da IXRF e aplicativo, produzido, também, pela mesma. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

4.4.3. Análises Isotópicas

4.4.3.1. Isótopos Estáveis

Para auxiliar na determinação das condições ambientais de formação do sítio Moa foram realizadas determinações de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ na matéria orgânica contida nas seis amostras de sedimentos. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Isótopos Estáveis do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP), previamente preparadas no Laboratório de Análises Químicas da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (CCTE/MEPG). A preparação consistiu em peneiramento em peneiras de 80 e 115 *mesh*, para a remoção dos fragmentos de conchas, cuja constituição (carbonato de cálcio) poderia interferir nos resultados. Em seguida as amostras ainda assim foram colocadas em beakers de vidro de 50 mL ao qual se adicionou HCl 1 mol/L com auxílio de pipeta de 3 mL para por dissolução, eliminar os possíveis fragmentos de conchas que tivessem passado nas peneiras. Foram então secas em estufa a 60°C, maceradas, pesadas em uma balança de alta precisão e acondicionadas. Alíquotas de 1g de cada amostra foram acondicionadas em tubo de 2,5mL e enviadas ao CENA/USP.

No CENA as amostras foram queimadas em um Analisador Elementar e convertidas em CO_2 e N_2 . O espectrômetro de massa marca Thermo Scientific (Modelo Delta Plus) foi

utilizado para determinar o fracionamento $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$. As amostras foram comparadas com o padrão de referência internacional (Viena Pee Dee Belemnite - VPDB) para o carbono, e o nitrogênio atmosférico (N_2) para o nitrogênio. O fracionamento isotópico foi expresso de acordo com a notação convencional (δ) em partes por mil (‰), de acordo com a seguinte equação:

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

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

4.4.3.2. Isótopos Radiogênicos

As razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ foram determinadas como mais um parâmetro para auxiliar na caracterização ambiental do sítio, a partir de 9 amostras dos ictiólitos, separadas por morfotipo e estrato, que representam parte da dieta humana pré-histórica do sítio Moa. Foi empregada a técnica MC-ICP-MS (Multi Collector – Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry) com auxílio do espectrômetro NEPTUNE (Thermo Scientific) e NBS 987 como padrão para $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. O sistema de detecção está equipado com nove coletores do tipo *Faraday*, seis contadores de íons (MIC) e um multiplicador de elétrons (SEM).

Essas análises foram realizadas no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal do Pará – Pará-Iso. Foram analisadas nove amostras que, primeiramente foram pulverizadas em grau de ágata. Em seguida cada amostra foi acondicionada em cadinho de 15mL, ao qual foi adicionado 2mL de $\text{H}_2\text{O}_{\text{milli}}$ como lavagem das amostras. Foram então tratadas em ultrassom por 30 minutos. O sobrenadante foi descartado e o depositado levado para evaporação a 100°C. Nas amostras já evaporadas, adicionou-se 1mL de HNO_3 (14N) e novamente evaporadas. Iniciou-se então o processo de separação do Sr por cromatografia. Nesta etapa as alíquotas foram solubilizadas com 1,5ml de HNO_3 (3.5N). O processo de separação envolveu os seguintes procedimentos:

- 1) Encher a coluna com $\text{H}_2\text{O}_{\text{milli}}$
- 2) Adicionar 300 μL de resina (Eichrom Sr) coluna cheia de $\text{H}_2\text{O}_{\text{milli}}$
- 3) Limpeza da resina com adição de 500 μL de $\text{H}_2\text{O}_{\text{milli}}$, repetindo uma vez;
- 4) Equilibrar a resina com a aplicação de 500 μL de HNO_3 ;

- 5) Adicionar 500 µl da amostra
- 6) Enxaguar a coluna aplicando-se 500 µL de HNO₃** 3,5 N por quatro vezes;
- 7) Eliminação do Sr com aplicação de 500 µL de H₂O_{milli} por duas vezes;
- 8) Secar a amostra a 70°C;
- 9) Aplicar 1,5ml de HNO₃ (3%) e então centrifugar por 10 minutos a 500 rpm para homogeneização;
- 10) Determinação isotópica ⁸⁷Sr/ ⁸⁶Sr (MC-ICP-MS, Neptune).

Vale ressaltar que as razões de estrôncio foram corrigidas a partir da razão ⁸⁷Sr/ ⁸⁶Sr = 0,1194 por meio da lei exponencial.

4.4.4. Idade por Radiocarbono

As seis amostras de sedimentos selecionadas foram também submetidas à datação por radiocarbono ¹⁴C, realizadas por Espectrometria de Massas com Aceleradores (AMS), no laboratório Beta Analytic com o auxílio do software INTERCAL09 e no Laboratório de Radiocarbono da Universidade Federal Fluminense (LACUFF) utilizando o software OxCal v.4.2.3. As análises realizadas no LACUFF foram gentilmente fornecidas pela profa. Dra. Kita Damasio Macario.

4.4.5. Identificação Taxonômica

A identificação taxonômica foi centrada nos ictiólitos. Para tal comparou-se os mesmos com os indivíduos de espécies recentes de peixes e com dados disponíveis em Nelson (1994) e Johns *et al.* (2005). O material zooarqueológico microscópico composto por ictiólitos (no caso dentes microscópicos de peixes), são classificados, segundo Machado *et al.* (2011) em três morfotipos: Caninos (Figura 10 A-F), incisivos (Figura 10 G-L) e molares (Figura 10 M-R).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. OS SEDIMENTOS

5.1.1. Características Mineralógicas e Químicas

Os sedimentos dos três estratos do Moa são arenosos e compostos basicamente por quartzo, caulinita, além de apatita, calcita e aragonita (Figura 6). A apatita está representada por fluorapatita retratando a presença ados ictiólogos (microdententes) enquanto calcita e aragonita, os fragmentos de conchas.

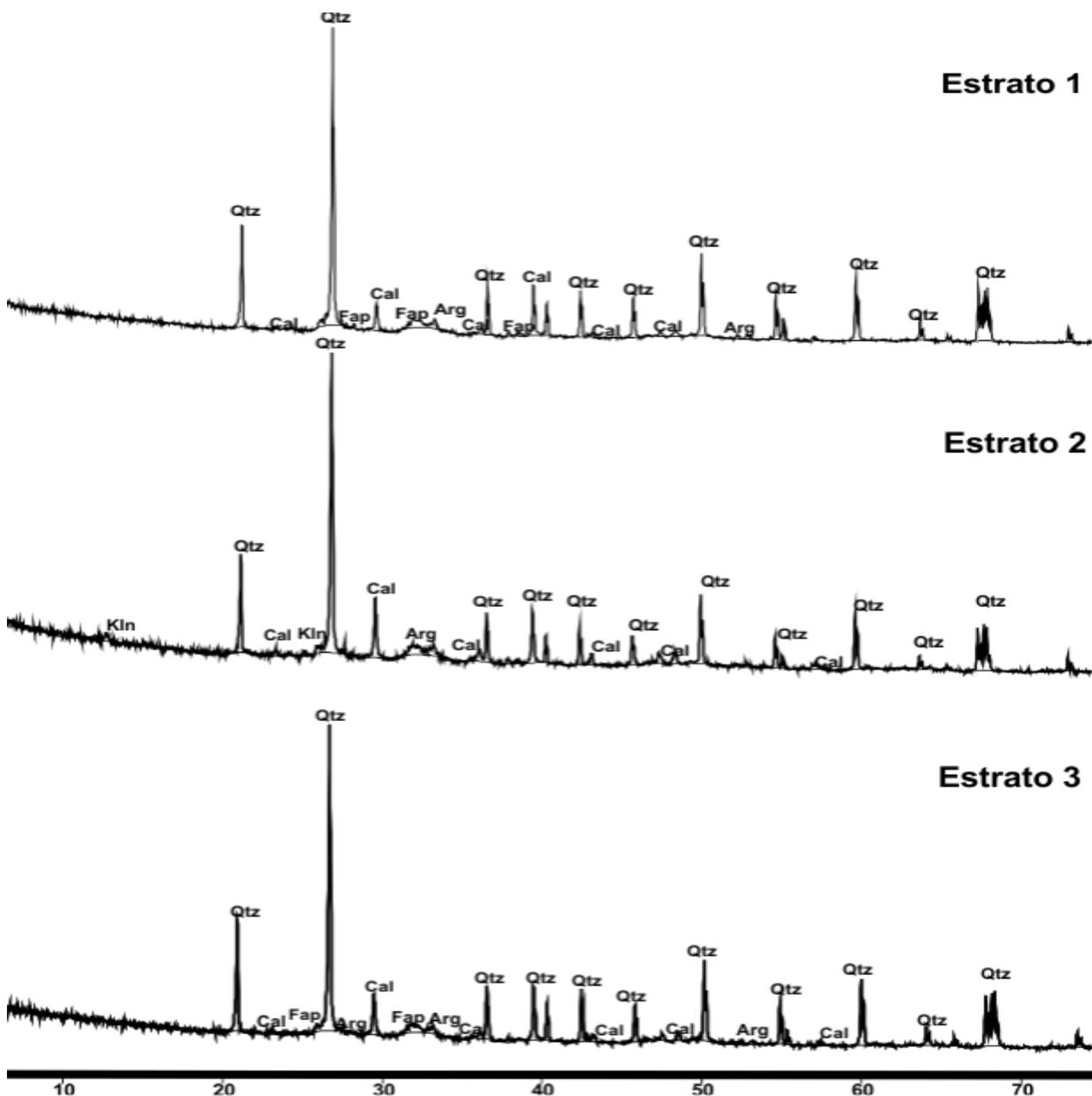


Figura 6: Minerais identificados por DRX nas amostras sedimentos do sambaqui do Moa por sucessão ocupacional: quartzo: Qtz; calcita: Cal; caulinita: Kln; aragonita: Arg; fluorapatita: Fap.

A composição química dos sedimentos (Tabela 1) é dominada principalmente por: SiO_2 , CaO e P_2O_5 . SiO_2 é o principal componente e varia significativamente, ficando entre 50 e 94%, em que o estrato 2 se apresenta com teor mais baixo. Sílica abundante ressalta o domínio de quartzo (estequiometricamente de 50,1 a 91,5%), já que caulinita está restrita, como demonstram os relativamente baixos teores de Al_2O_3 , entre 0,5 e 2,14%, que correspondem a apenas de 1,3 a 5,4%. Por sua vez os teores de CaO alcançam valores elevados, variando de aproximadamente 2 a quase 20%, como constituinte dos fragmentos de conchas, formados de calcita e aragonita e os ictiólitos formados de apatita.

Os teores de P_2O_5 de fato atingem valores entre aproximadamente 1 e 9%. Os cálculos estequiométricos mostram que calcita + aragonita atingem de 1,25 a 14,6 e os de apatita de 2,3 a 21,5, são portanto relativamente abundantes. Os teores de Fe_2O_3 são de fato baixos e oscilam entre 0,67 e 3,06%. Embora não tenha sido possível identificar nenhum mineral de ferro nos DRX, a cor marrom intensa dos sedimentos (Figura 5), faz supor que estejam representados por oxihidróxidos de ferro amorfos ou de baixa ordem cristalina.

Os teores de TiO_2 estão em ordem crustal e compatível com arenitos em geral, e embora não registrados nos DRX, admite-se como representando minerais típicos de sedimentos arenosos como anatásio e/ou rutilo e ilmenita, Os teores de K_2O e Na_2O estão abaixo de 0,24%, portanto de pouca representatividade.

Os sedimentos arenosos de sítio Moa são assim formados por areias de quartzo (areia das barras), em que calcita + aragonita e apatita são também minerais variando de acessórios a principais, os quais representam respectivamente fragmentos de conchas e os microdentos incorporados pela ocupação humana. Essa composição mineralógica reforça o sítio como de fato um sambaqui. A distribuição destes minerais nos tres estratos no entanto não é homogênea. A base do estrato 3 é pobre em calcita + aragonita e apatita, enquanto é dominado por quartzo, um fato importante, pois permite supor que seja a base de fato do sítio, ou melhor o início de ocupação do sítio pela população consumidora de conchas e peixes.

O conteúdo caulinita é compatível com sedimentos de barra ou praia e ausência de inundação lacustre sobre o sítio. A maior concentração de conchas (moluscos) encontrada por Silveira (2001) no estrato 2 não foi confirmada pelas análises mineralógicas por DRX e químicas, possivelmente, por que o número de amostras aqui analisadas não seja representativo deste estrato.

Tabela 1: Composição química das amostras de sedimentos coletadas no sambaqui do Moa

Amostras	SiO₂ (%)	Al₂O₃ (%)	Fe₂O₃ (%)	CaO (%)	Na₂O (%)	K₂O (%)	TiO₂ (%)	P₂O₅ (%)	Outros	PF
Estrato 1										
1 Topo	66,09	1,13	0,8	15,67	0,19	0,15	0,31	3,95	0,15	11,55
1 Base	81,74	1,13	1,61	6,79	0,14	0,11	0,42	3,89	0,14	3,93
Estrato 2										
2 Topo	66,81	0,8	1,14	15,54	0,18	0,08	0,88	4,08	0,14	10,34
2 Base	50,72	2,14	3,06	19,98	0,21	0,11	0,52	9,22	0,22	13,82
Estrato 3										
3 Topo	53,34	1,87	1,66	20,04	0,24	0,19	0,31	6,94	0,1	14,94
3 Base	94,08	0,5	0,67	1,99	-	-	0,43	1,04	0,08	1,2
Média Geral	68,79	1,26	1,49	13,33	0,16	0,1	0,47	4,85	0,13	
*MC	61,50	15,2	6,28	5,5	3,3	2,4	0,68	0,18		

MC; Média Crustal (Wedepohl, 1995). PF: Perda ao Fogo.

5.1.2. Geoquímica Isotópica

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ que variam entre -24.37‰ a -23.51‰ (Tabela 2) demonstram um domínio de plantas C3 por comparação com os dados de Freitas *et al.* (2001) e de Martinelli *et al.* (2009): -35‰ a -20‰ para plantas C3 e -15‰ e -11‰ para C4. Pode-se assim concluir que o sítio sambaqui do Moa independente do momento de ocupação do mesmo a vegetação foi representada por planta C3. São exemplos dessas plantas as gramíneas (trigo, arroz), leguminosas (soja), e plantas de grande porte como gimnospermas e angiospermas dicotiledôneas lenhosas (Lorenzi, 2002; Kerbauy, 2004; Taiz; Zeiger, 2004; Raven, 2007). Pressupõe-se que as margens da laguna e lago foram ocupadas principalmente por gramíneas, como é costumeiro.

Tabela 2: Valores dos isótopos $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$, e razão C/N determinados nos sedimentos do sítio Moa.

Amostras	^{13}C	%C	^{15}N	%N	C/N
Estrato 1 Topo	-24.04	8.82	6.69	0.8	11.08
Estrato 1 Base	-23.89	4.64	11.43	0.36	13.05
Estrato 2 Topo	-24.16	3.47	10.52	0.23	15.14
Estrato 2 Base	-24.08	5.82	10.44	0.41	14.14
Estrato 3 Topo	-23.51	4.95	9.81	0.41	12.14
Estrato 3 Base	-24.37	4.88	9.58	0.36	13.46
Média	-24	5.4	9.7	0.42	13.1

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ (tabela 2) situam-se entre 6.69‰ e 11.43‰, com valor médio de $\delta^{15}\text{N}$ é de 9.7‰. Esse valor médio sugere que os sedimentos estiveram em condições aquáticas por comparação com os estudos de Miranda *et al.* (2009). Esse valor se equivale também aquele de solo tropical (Martinelli *et al.*, 2009), indicando assim que o solo-sedimento do sambaqui do Moa se desenvolveu sob clima tropical.

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ podem contribuir para distinguir entre matéria orgânica derivada de plantas vasculares terrestres com concentrações que apresentam valores em torno de 0,0 ‰ e fitoplâncton que se situam em torno de 10,0 ‰ (Castro *et al.*, 2010). Pode-se assim admitir que os sedimentos do sítio Moa também receberam contribuição de fitoplâncton em sua composição de matéria orgânica.

Da base do estrato 1 até a base do estrato 3, as concentrações de $\delta^{15}\text{N}$ decrescem, ou seja diminuem com a profundidade (Figura 8). Se for ao mesmo tempo considerado como uma sequência de solo, pois que os estratos correspondem a uma sucessão de ocupação humana, esse comportamento estaria de acordo com que foi observado por Martinelli *et al.* (2009) na matéria orgânica de perfis de solos.

No sítio Moa, no entanto a amostra do topo do estrato 1, do último evento de ocupação apresentou valor muito baixo de $\delta^{15}\text{N}$ (6.69‰) (Figura 7), muito menor do que na base do mesmo estrato com 11.43‰. Essa divergência pode ser creditada às atividades antrópicas modernas, já que o sítio Moa, como já descrito, foi ocupado por núcleos urbanos em que as casas tem muitos quintais, ocasionando perturbação nos valores do topo do estrato 1.

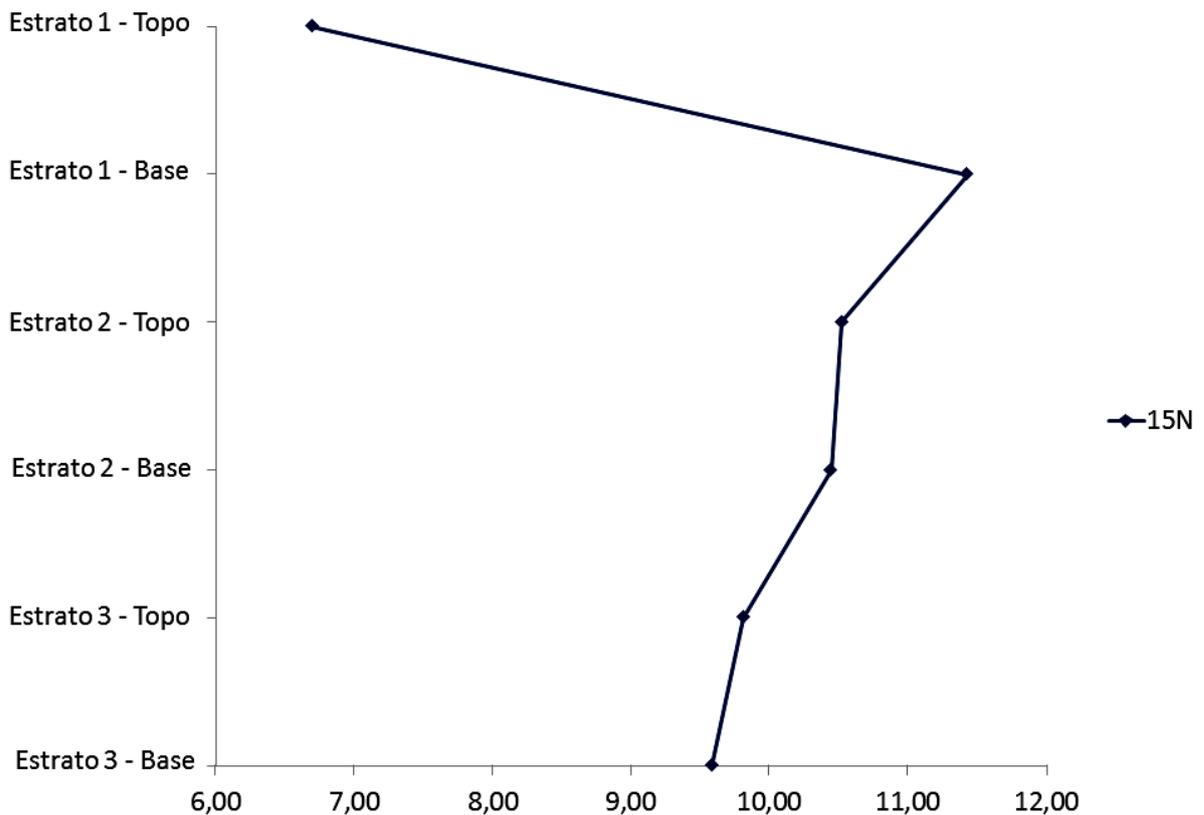


Figura 7: Distribuição dos valores de $\delta^{15}\text{N}$ segundo os estratos do sambaqui do Moa.

As concentrações de C e N (Tabela 2 e Figura 8) se distribuem de forma similar na sucessão dos estratos de ocupação do sítio Moa, com tendência a diminuir para a base, embora os valores da base do estrato 1 e do topo do estrato 2, este categoricamente, sejam os mais baixos.

Por outro lado a similaridade entre as duas curvas, indicada pela razão quase constante de C/N, variando de 11 a 14 com média de 13 (Tabela 2), mostra que não deve ter havido mudanças na natureza da matéria orgânica acumulada (C3) ao longo da história do sítio Moa. Esse critério foi empregado com sucesso por Lima (2008) em sítios equivalentes em Pernambuco.

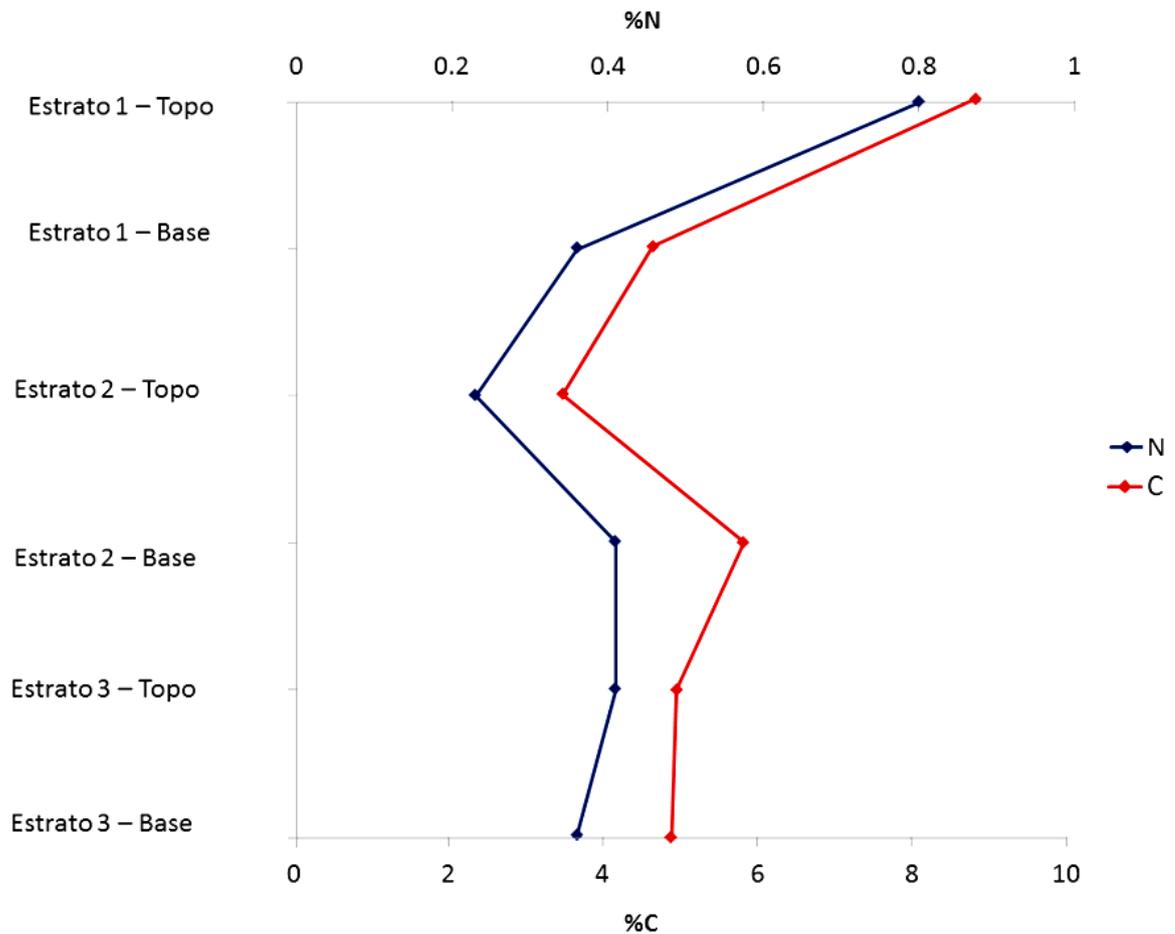


Figura 8: Distribuição das concentrações de C e N (% em peso) nas amostras de sedimentos do sambaqui do Moa por estrato (momento de ocupação).

Com auxílio do diagrama elaborado proposto por Bordovskiy (1965) (Figura 9) a partir dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e C/N, adaptado para ambientes quaternários por Miranda *et al.* (2009), nota-se que os sedimentos do sítio sambaqui do Moa receberam contribuição de matéria orgânica marinha e de plantas terrestre do tipo C3 como já demonstrado, equivalente a ambiente estuarino. Esse ambiente encontra ainda paralelo na configuração atual da lagoa Saquarema, com conexão restrita com mar e com uma zona intermediária de ambiente salobro.

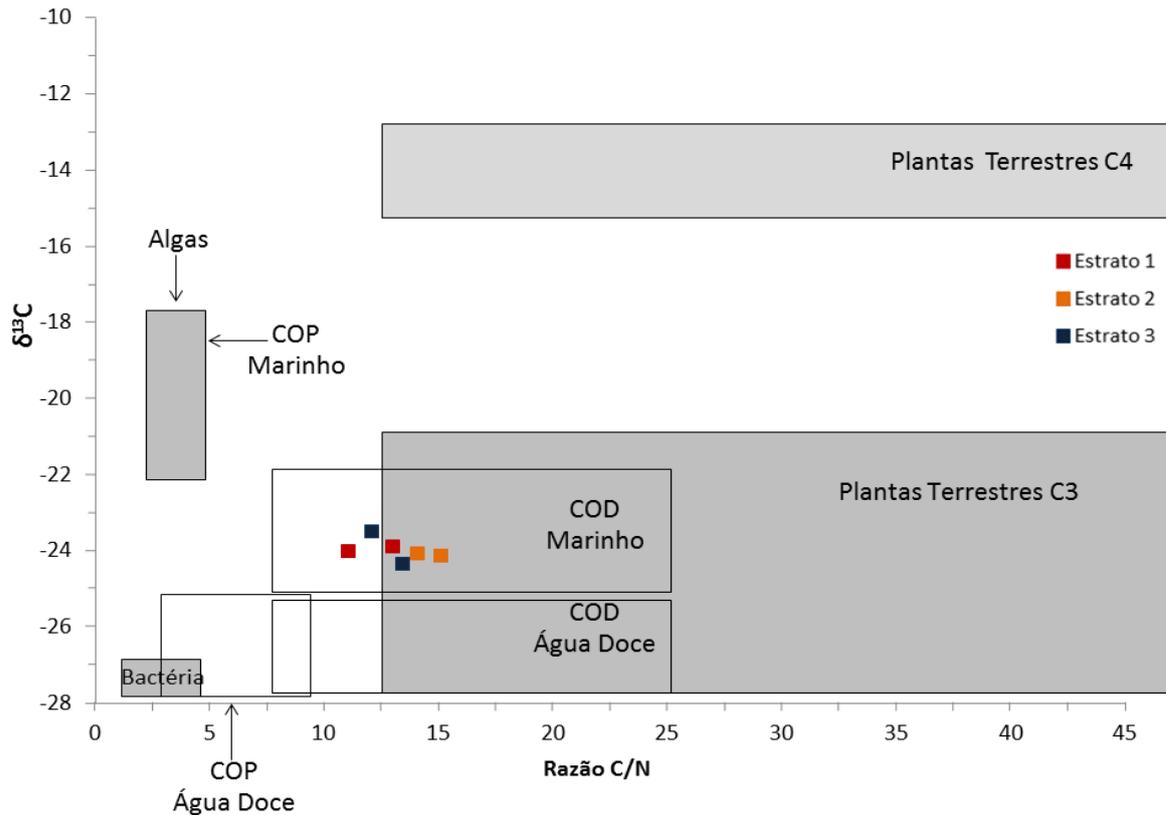


Figura 9: Discriminação do ambiente do sambaqui do Moa com base no diagrama $\delta^{13}\text{C}$ e razão C/N: Carbono Orgânico Dissolvido: COD; Carbono Orgânico Particulado: COP. Modificado de Bordovskiy (1965).

5.1.3. Idade por Radiocarbono

Os dados de radiocarbono para os sedimentos do sambaqui do Moa confirmam apenas parcialmente a sucessão estratigráfica estabelecida no campo. O estrato 3 apresenta idade de 3360 ± 30 anos A.P., o estrato 2 2610 ± 30 anos A.P. e o 1 2900 ± 30 anos A.P. As idades diferentes ressaltam momentos ocupacionais distintos. Observa-se, também, uma inversão de idades entre os estratos 1 e 2 (Tabela 3). Esta inversão pode ter sido ocasionada por fatores como:

- Processos erosivos, ocorrentes na área de Saquarema, descritos por Francisco (1999);
- Interferência humana, no caso dos próprios grupos sambaquieiros que habitaram a localidade, pois de acordo com Silveira (2001) o sambaqui do Moa foi usado para mais 30 enterramentos, que provavelmente perturbou sensivelmente a área;
- Processos naturais de oscilação lateral do vale dos rios, modificando a sucessão geológica lateralmente, verificadas por Ramos (2009), incluindo fechamento da laguna, com avanço e recuo do mar durante os diferentes momentos de ocupação do sambaqui (Francisco, 1999).

Tabela 3: Idades de radiocarbono para os três estratos de ocupação do sambaqui do Moa (Beta Analytic).

Amostras	Idade radiocarbono medida	*Datações calibradas 1σ Cal BP	*Datações calibradas 2σ Cal BP
Estrato 1	2900 \pm 30 BP	3080 – 2970	3080 - 2950
Estrato 2	2610 \pm 30 BP	2760 – 2740	2770 - 2730
Estrato 3	3360 \pm 30 BP	3680 – 3360	3690 - 3560

*Calibrados por Beta Analytic Radiocarbon Laboratory.

A determinação das idades por radiocarbono realizadas pelo Laboratório de Radiocarbono da Universidade Federal Fluminense (LACUFF), também confirma, de forma parcial, a sucessão estratigráfica estabelecida para o sambaqui do Moa. O estrato 3 possui 2391 A.P., o estrato 2 2.742 A.P. e o estrato 1 tem como idade 1.217 A.P.. Nota-se, também, uma inversão nas idades dos momentos de ocupação, sendo provavelmente ocasionada pelos mesmos fatores já discutidos. A diferença está entre os estratos em que tal inversão ocorre: Nos resultados do LACUFF a inversão incide entre os estratos 2 e 3 (Tabela 4) diferente dos resultados do Laboratório Beta Analytic, na qual ocorre entre os estratos 1 e 2. A discrepância de resultados possui duas possíveis hipóteses:

- A própria estratigrafia do sítio, na qual indica o estrato 2 como pontual, sendo perturbado, e contaminado facilmente pelos outros momentos de ocupação com o passar do tempo por processos naturais como oscilações marinhas/fluviais e/ou erosões.
- O estrato 2 é reconhecido como momento de intensa exploração do sambaqui do Moa (Silveira, 2001), logo a exploração por grupos sambaquieiros causou a contaminação deste momento de ocupação.

Tabela 4: Idades de radiocarbono para os diferentes momentos de ocupação do sambaqui do Moa (LACUFF).

Amostras	Idade radiocarbono medida	*Datações calibradas 1σ Cal BP	*Datações calibradas 2σ Cal BP
Estrato 1	1.217	1174 – 992	1180 - 977
Estrato 2	2.742	2843 – 2761	2855 - 2754
Estrato 3 (topo)	2.391	2422 – 2332	2465 - 2319
Estrato 3 (base)	4369	4959 – 4845	4970 - 4839

*Calibrados por Laboratório de Radiocarbono da Universidade Federal Fluminense (LACUFF).

5.2. OS ICTIÓLITOS

5.2.1. Identificação Taxonômica

Os ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa correspondem a caninos, incisivos e molares (Figura 10).

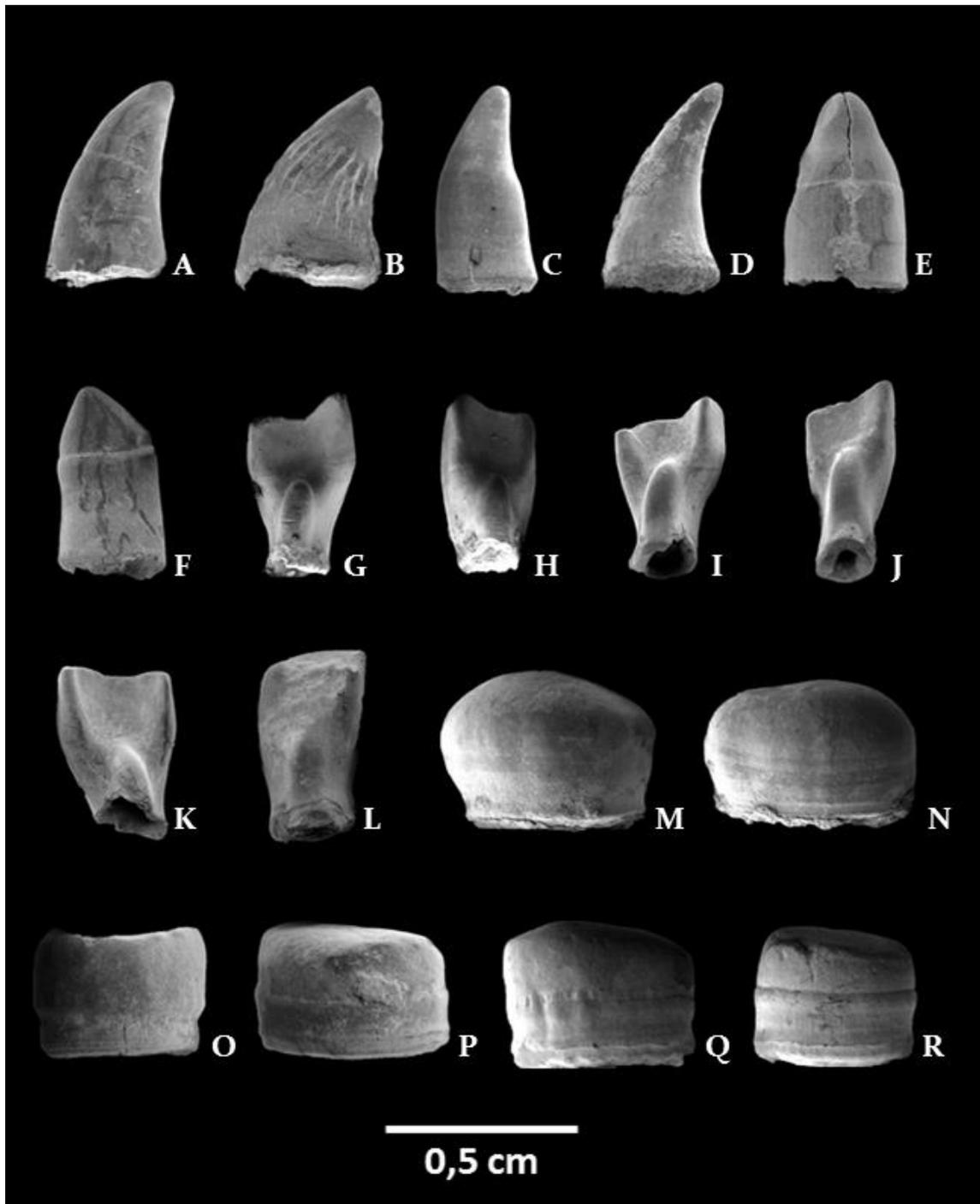


Figura 10: Ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa e suas morfologias: (A-F) caninos, (G-L) incisivos e (M-R) molares.

As análises taxonômicas dos microdentes permitiram alcançar a classificação até o nível de família, pois não há como chegar a um nível mais específico utilizando apenas microdentes para isto. Os espécimes estudados pertencem a:

Classe: Actinopterygii

Subclasse: Neopterygii

SubDivisão: Euteleostei

Ordem: Perciformes

Família: Labriidae

A família Labridae é composta por 82 gêneros, os indivíduos desta família habitam apenas ambiente marinho. Os dentes utilizados para a identificação da família foram os molariformes (Johns *et al.*, 2005) (Figura 11).



Figura 11: Dente molariforme do sítio Moa pertencente à família Labridae.

Família: Serranidae

A família Serranidae conta com 75 gêneros, que habitam os ambientes marinhos (predominantes), estuarinos e dulcícolas (pontuais). Os dentes encontrados no sambaqui do Moa são caniniforme, unicuspidados, onde a cora é mais delgada em relação à base e apresenta uma leve curvatura (Figura 12).

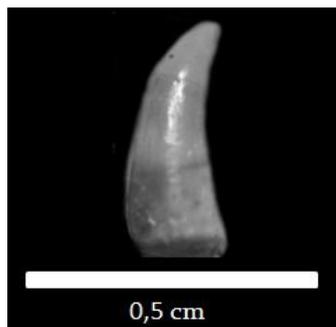


Figura 12: Dente caniniforme do sítio Moa pertencente à família Serranidae.

Ordem: Characiformes

Família: Characidae

Os peixes da família Characidae ocorrem em ambientes de água doce. Só no Brasil já foram reconhecidas mais de 300 espécies. Os dentes da família Characidae, são incisiformes, unicuspidados, onde a cora é maior em relação à base e apresentando um achatamento lábio-lingual (Figura 13) segundo Johns *et al.* (2005).

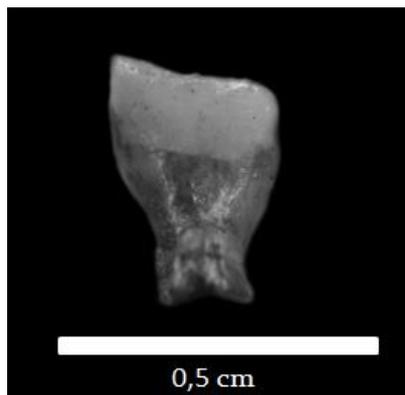


Figura 13: Dente incisiforme do sítio Moa pertencente à família Characidae.

Família: Erythrinidae

As espécies desta família habitam a América do Sul em ambientes de água doce exclusivamente. Os dentes desta família são, geralmente, caniniformes, unicuspidados, onde a cora é mais delgada em relação à base, apresentando uma leve curvatura e achatamento lábio-lingual (Johns *et al.*, 2005) (Figura 14).



Figura 14: Dente caniniforme do sítio Moa pertencente à família Erythrinidae.

Ordem: Siluriformes

Família: Ariidae

Os indivíduos desta Família ocupam regiões litorâneas de águas salgadas, salobras e doces. Os dentes caniniformes, unicuspidados, com coroa mais delgada em relação e com uma leve curvatura (Figura 15).



Figura 15: Dente caniniforme do sítio Moa pertencente à família Ariidae.

Por meio da identificação das possíveis famílias de peixes que compuseram o ambiente do sambaqui do Moa realizadas neste trabalho, em conjunto com as identificações feitas por Machado (2010) e confirmadas no presente estudo, no caso as famílias, Cichlidae, Gobiidae e Sparidae, foi possível deduzir que os peixes utilizados pela população do sítio Moa em sua dieta provinham tanto de ambiente marinho como fluvial com pequena contribuição estuarina (Figura 16).

Isto corrobora as propostas de Kneip (1994), Francisco (1999) e Silveira (2001), os quais afirmam que o homem sambaqueiro do sambaqui do Moa não fazia uso da pesca e coleta apenas em uma única localidade como a laguna ou o mar, mas sim, do ambiente em sua totalidade, aproveitando todos os recursos disponíveis da área.

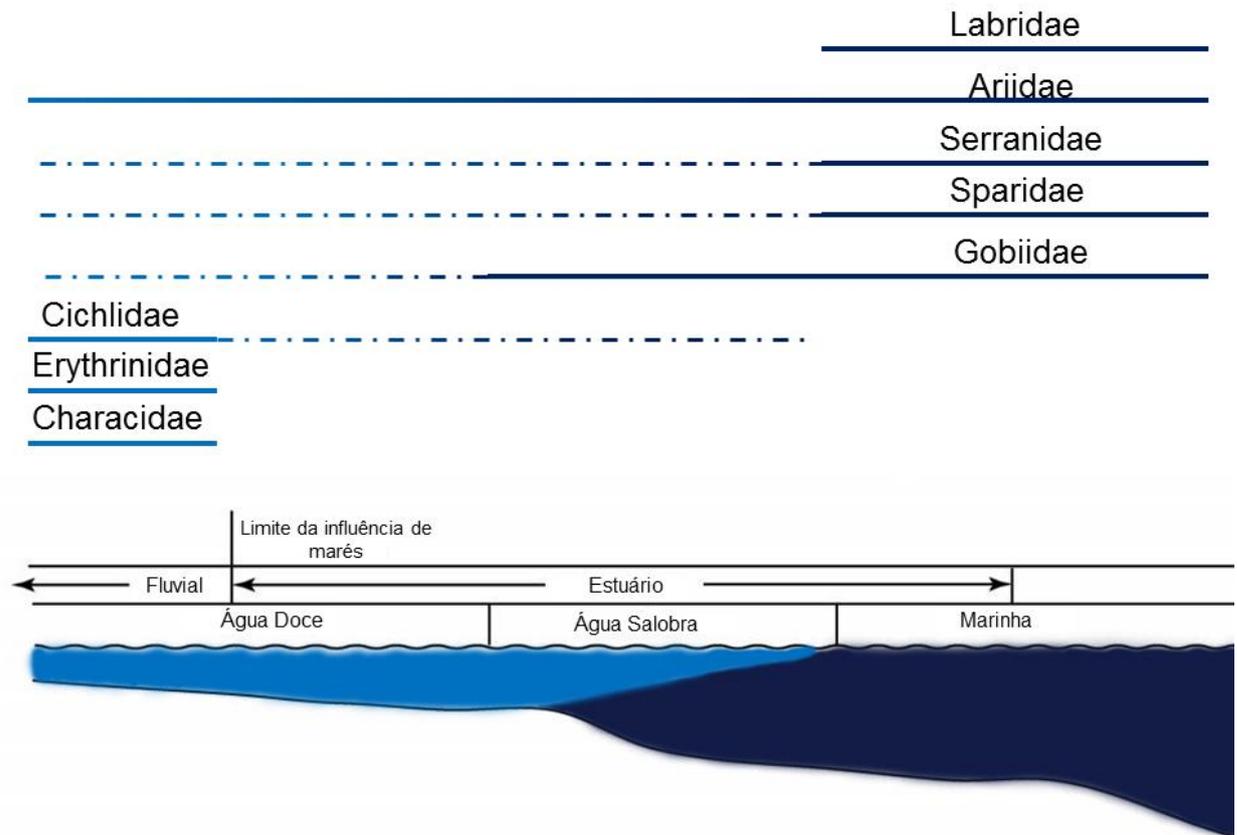


Figura 16: Relação das famílias de peixes identificadas a partir dos ictiólitos e ambiente aquático da área no entorno do sambaqui do Moa.

5.2.2. Características Mineralógicas e Químicas

Os microdentes são constituídos de fluorapatita e calcita; Em alguns exemplares foi identificado quartzo, refletindo certamente resíduos dos sedimentos envolventes (Figura 17 a 19). A fluorapatita é o constituinte original dos dentes (Mavropoulos, 1999), portanto não houve qualquer transformação mineralógica maior nesses materiais, durante a sua incorporação nos estratos.

A presença de calcita pode da mesma forma que quartzo, representar resíduos minúsculos de conchas ou então ligeira mineralização dos microdentes. Não se observou diferenças mineralógicas entre os microdentes dos três estratos ou ainda entre morfotipos dentários (caninos, incisivos e molares) (Figuras 17 a 19).

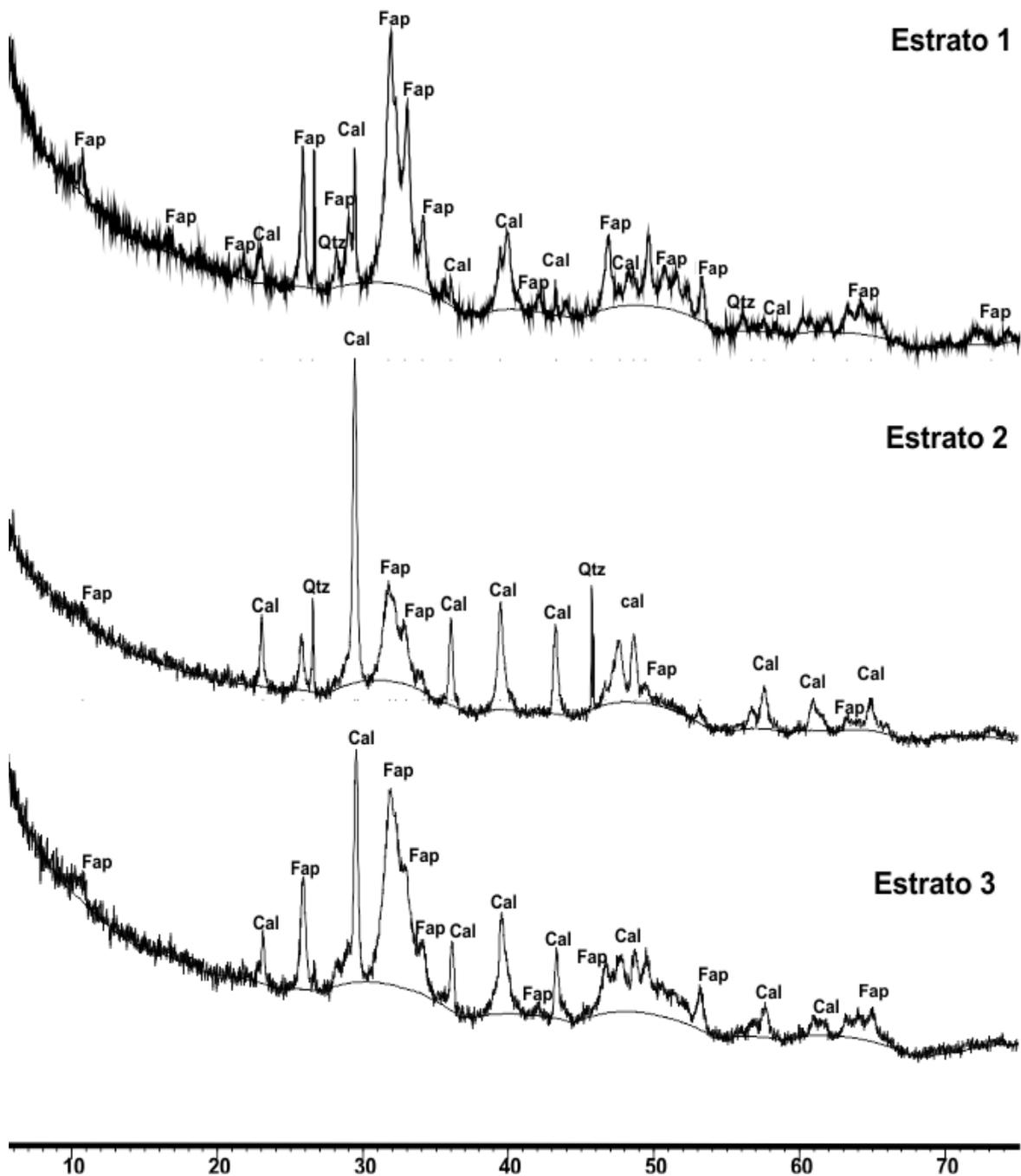


Figura 17: Minerais identificados por DRX nas amostras de dentes caniniformes do sambaqui do Moa por sucessão ocupacional: quartzo: Qtz; calcita: Cal; fluorapatita: Fap.

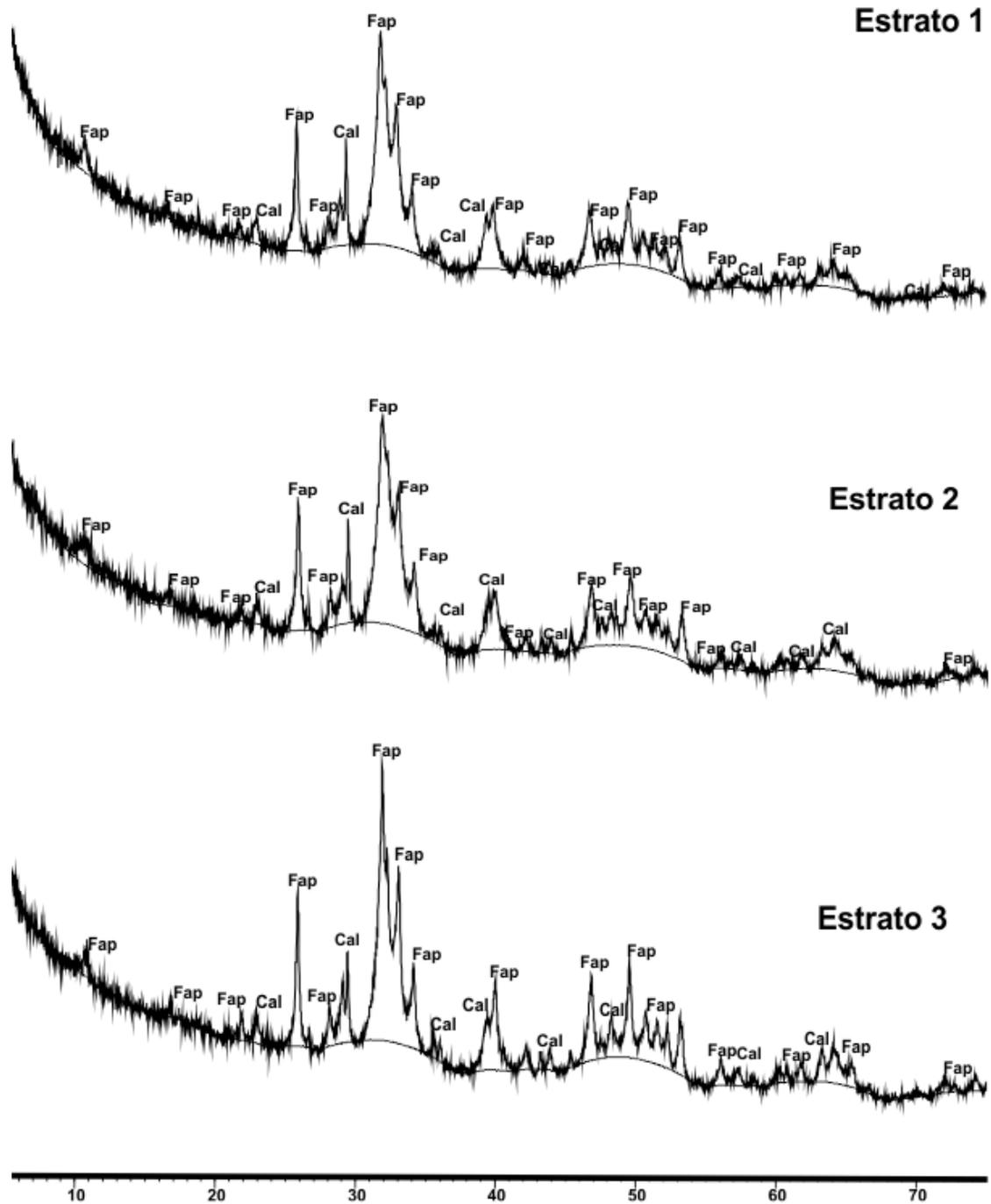


Figura 18: Minerais identificados por DRX nas amostras de dentes incisiformes do sambaqui do Moa por sucessão ocupacional: quartzo: Qtz; calcita: Cal; fluorapatita: Fap.

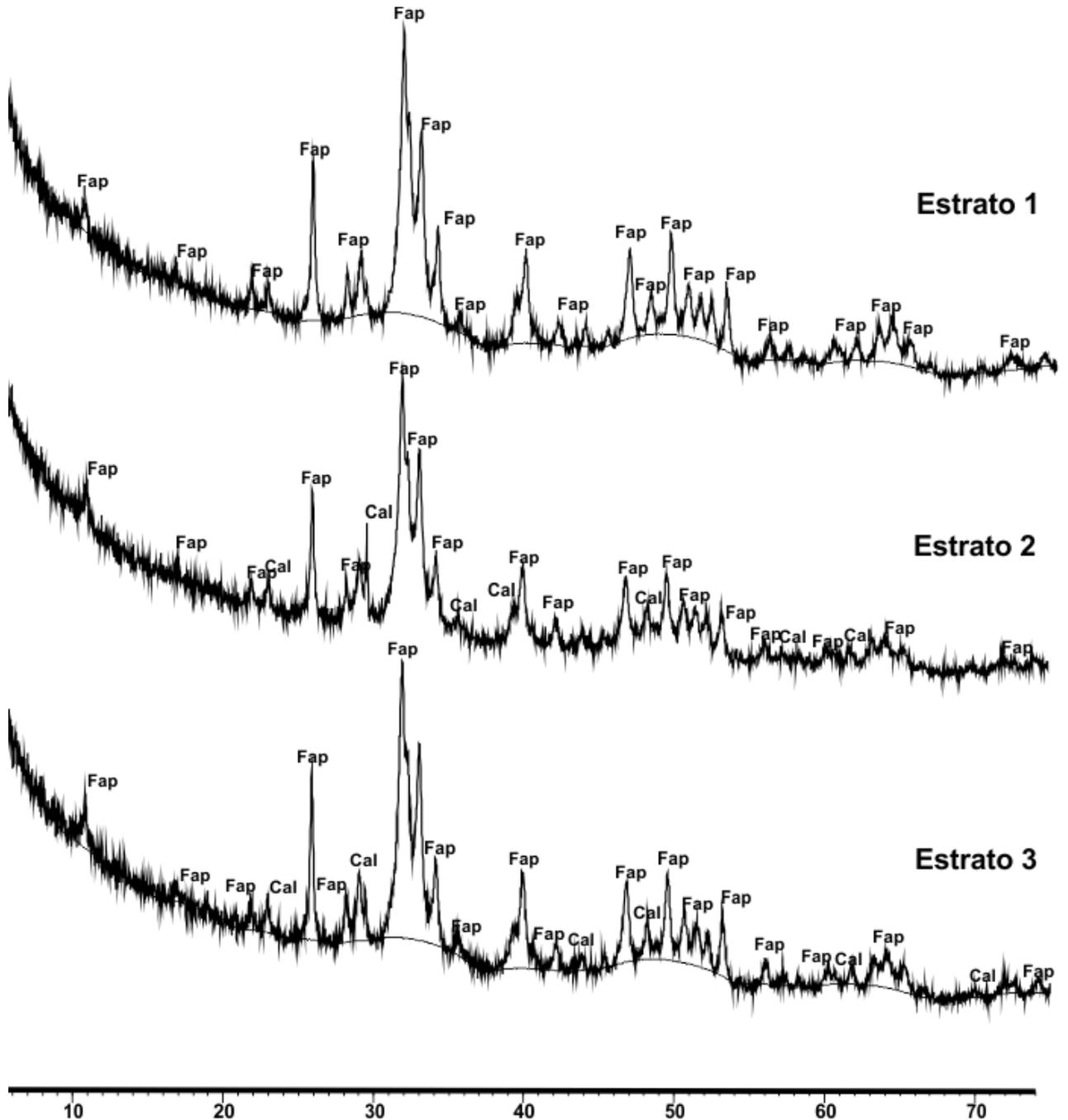


Figura 19: Minerais identificados por DRX nas amostras de dentes molariformes do sambaqui do Moa por sucessão ocupacional: quartzo: Qtz; calcita: Cal; fluorapatita: Fap.

A composição química obtida por FRX mostra que os microdentes são constituídos basicamente de P_2O_5 e CaO , o que seria de esperar, já que sua composição é basicamente de fosfatos de cálcio, apatita. Os teores de P_2O_5 ultrapassam a composição da apatita (Tabelas 5), isto se deve pelo fato de não ter sido determinada a perda ao fogo do material para a correção dos dados de MEV/EED, devido ao tamanho dos microdentes, pois era necessária uma grande quantidade deste para procedimento, a qual não estava disponível. Os teores de SiO_2 ,

Al₂O₃ e P₂O₅ especialmente de Al₂O₃, superiores aos dos sedimentos, sugerem que os microdentes permitiram a aderência de argila (caulinita) e de grãos de quartzo e oxihidróxidos de Fe, como se fossem incrustações. Os teores de MgO e Na₂O são elevados se comparados com os sedimentos e provavelmente fazem parte da composição da apatita, pois suas concentrações nos sedimentos envolventes estão em concentrações muito baixas (Tabela 5). Os teores de CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO e Na₂O são bastante semelhantes quando comparados a amostras de microdentes de peixes encontrados nos depósitos de Akashat (Davidson *et al.*, 2005).

Não foi possível identificar de forma clara contrastes químicos entre caninos, incisivos e molares, ou então variação microdente e estrato (Figuras 20 a 23). Apenas os teores de Al₂O₃, de P₂O₅ e mesmo SiO₂ no estrato 2 são homogêneos nos três tipos de microdentes. Excetuando numa amostra de microdente (18%), os teores de SiO₂ também não variam muito e são relativamente elevados (7 a 12%) para esse tipo de material. Provavelmente parte esteja como quartzo e caulinita, podendo uma parcela fazer parte da estrutura da apatita (Dutra; Formoso, 1995).

Tabela 5: Composição química dos ictiólitos por morfotipo dentário obtida por FRX.

Estratos	SiO₂ (%)	Al₂O₃ (%)	Fe₂O₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na₂O (%)	P₂O₅ (%)	Outros	Σ Total (%)
Caninos									
Estrato 1	9,64	5,98	0,8	44,66	0,76	1,21	36,8	0,15	100
Estrato 2	8,36	2,08	2,26	43,54	2,84	0,88	39,9	0,15	100,01
Estrato 3	9,26	4,32	0,99	42,26	0,99	1,06	40,98	0,13	99,99
Média	9,08	4,12	1,35	43,48	1,53	1,05	39,22	0,14	
Incisivos									
Estrato 1	12,22	6,19	1,24	42,7	1,67	0,98	34,83	0,16	99,99
Estrato 2	7,57	2,12	1,96	45,16	2,3	1,23	39,52	0,15	100,01
Estrato 3	18,03	3,94	2,68	32,85	3,98	1,24	37,11	0,17	100
Média	12,6	4,08	1,96	40,23	2,65	1,15	37,15	0,16	
Molares									
Estrato 1	11,23	5,5	1,45	41,72	1,38	1,02	37,54	0,15	99,99
Estrato 2	7,21	1,96	2,23	38,61	3,27	1,67	44,9	0,15	100
Estrato 3	7,18	2,84	0,67	41,73	0,56	1,5	45,31	0,22	100,01
Média	8,54	4,43	1,45	40,68	1,73	1,39	42,58	0,17	
*ADA	13,45	2,28	1,00	33,22	1,20	1,38	7,85		

*ADA (Amostra do Deposito de Akashat) (Davidson *et al.*, 2005).

OBS.: Perda ao Fogo não determinada por não ter quantidade suficiente de amostra.

CaO: 55,07; P₂O₅: 41,82 para Ca₅(PO₄)₃(OH)0.33F0.33Cl0.33 (webmineral).

CaO: 57,83; P₂O₅: 36,60 % para carbonato-apatita Ca₅(PO₄)_{2.5}(CO₃)_{0.5}(OH) (webmineral).

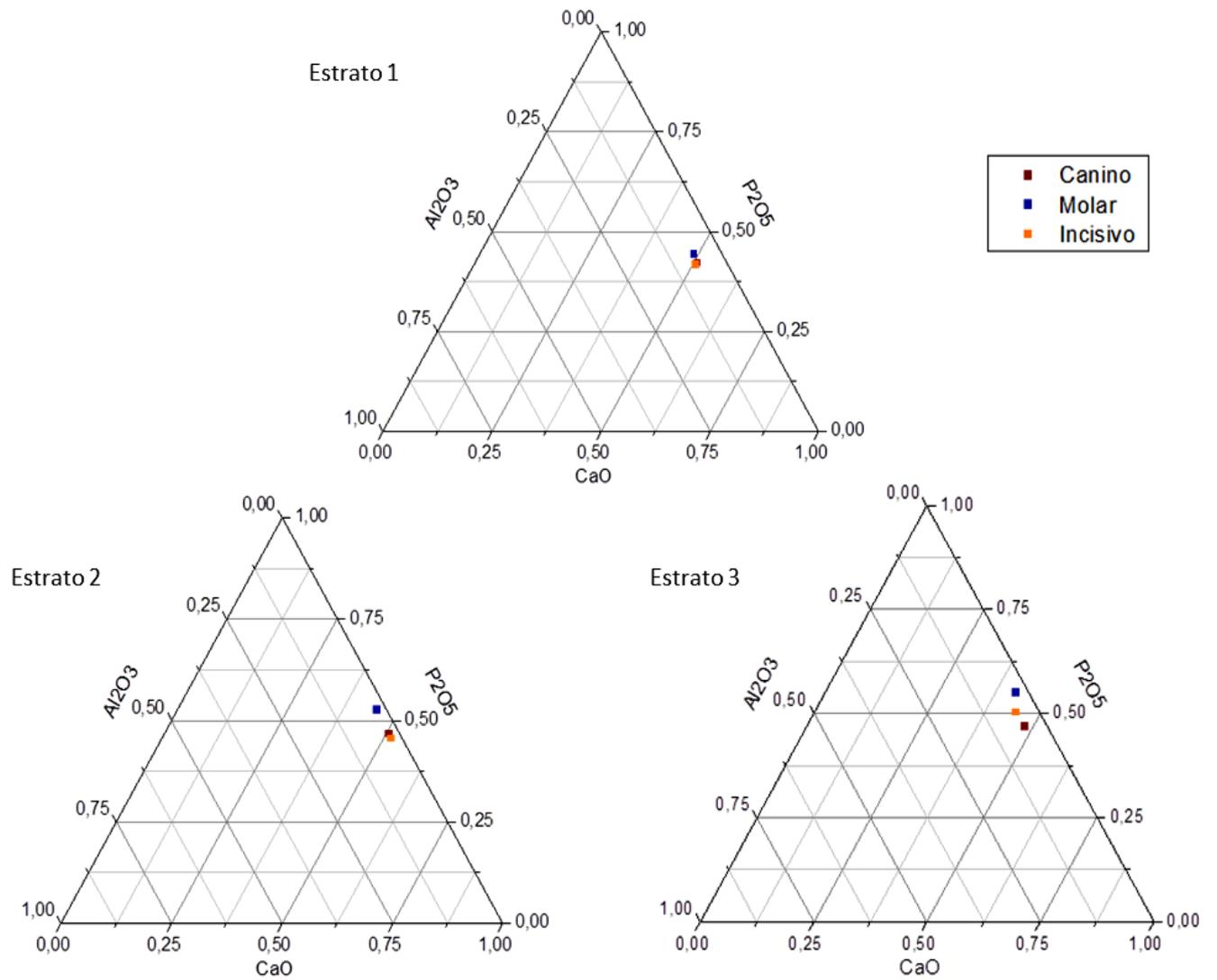


Figura 20: Diagramas de dispersão química ($CaO-P_2O_5-Al_2O_3$) dos ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa por momento de ocupação.

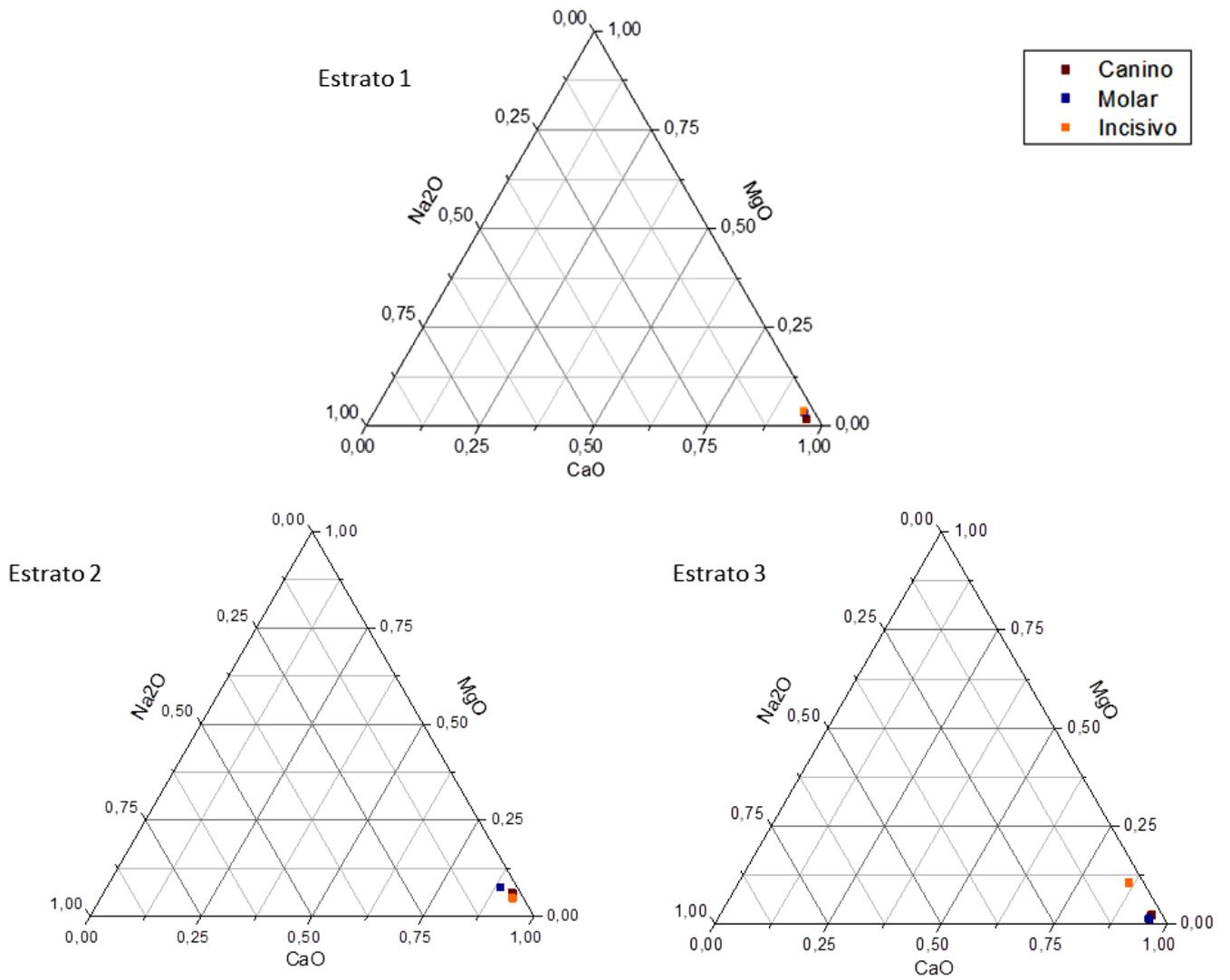


Figura 21: Diagramas dispersão química (CaO-Na₂O-MgO) dos ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa: por momento de ocupação.

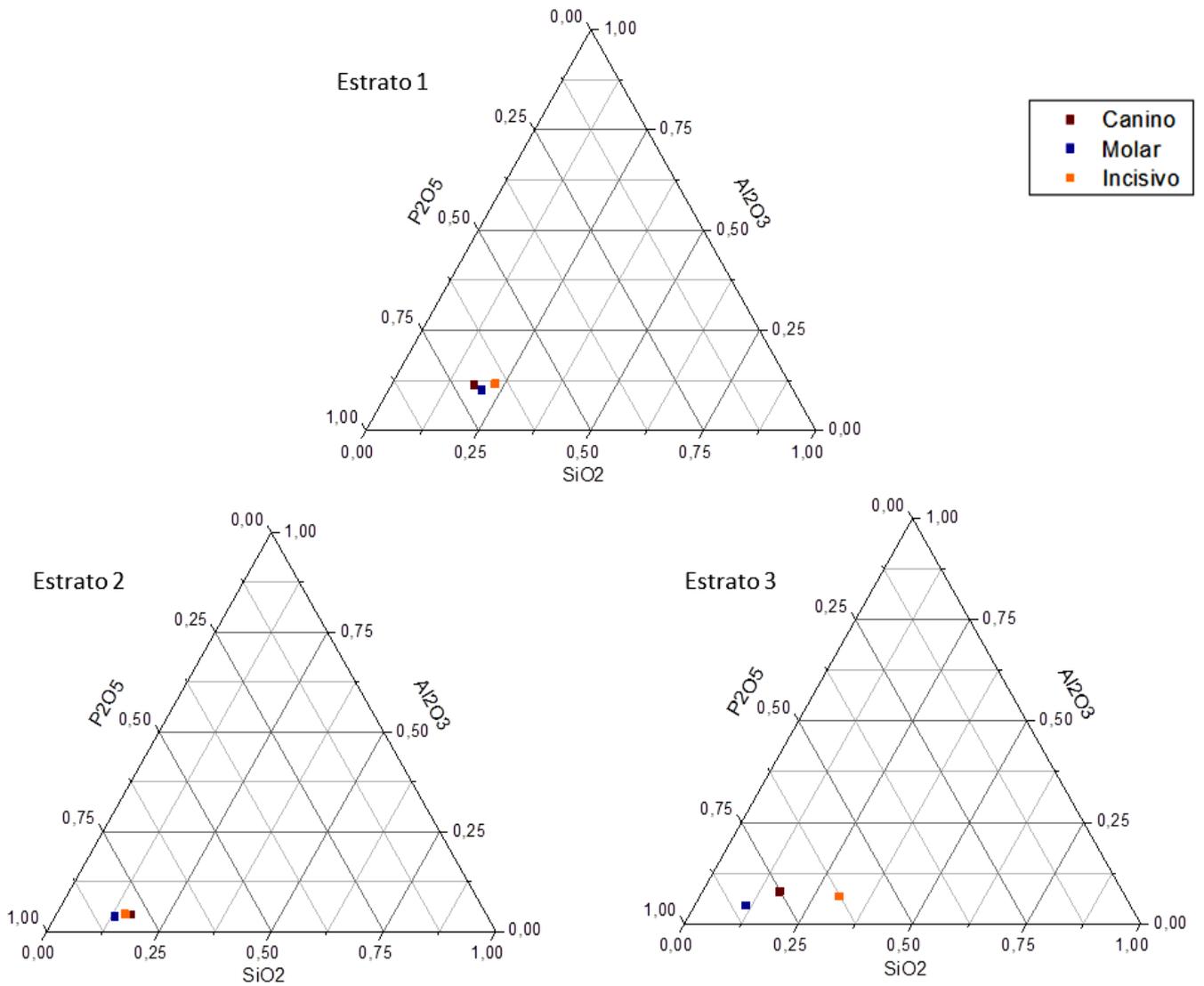


Figura 22: Diagramas de dispersão química ($\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$) dos ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa: por momento de ocupação.

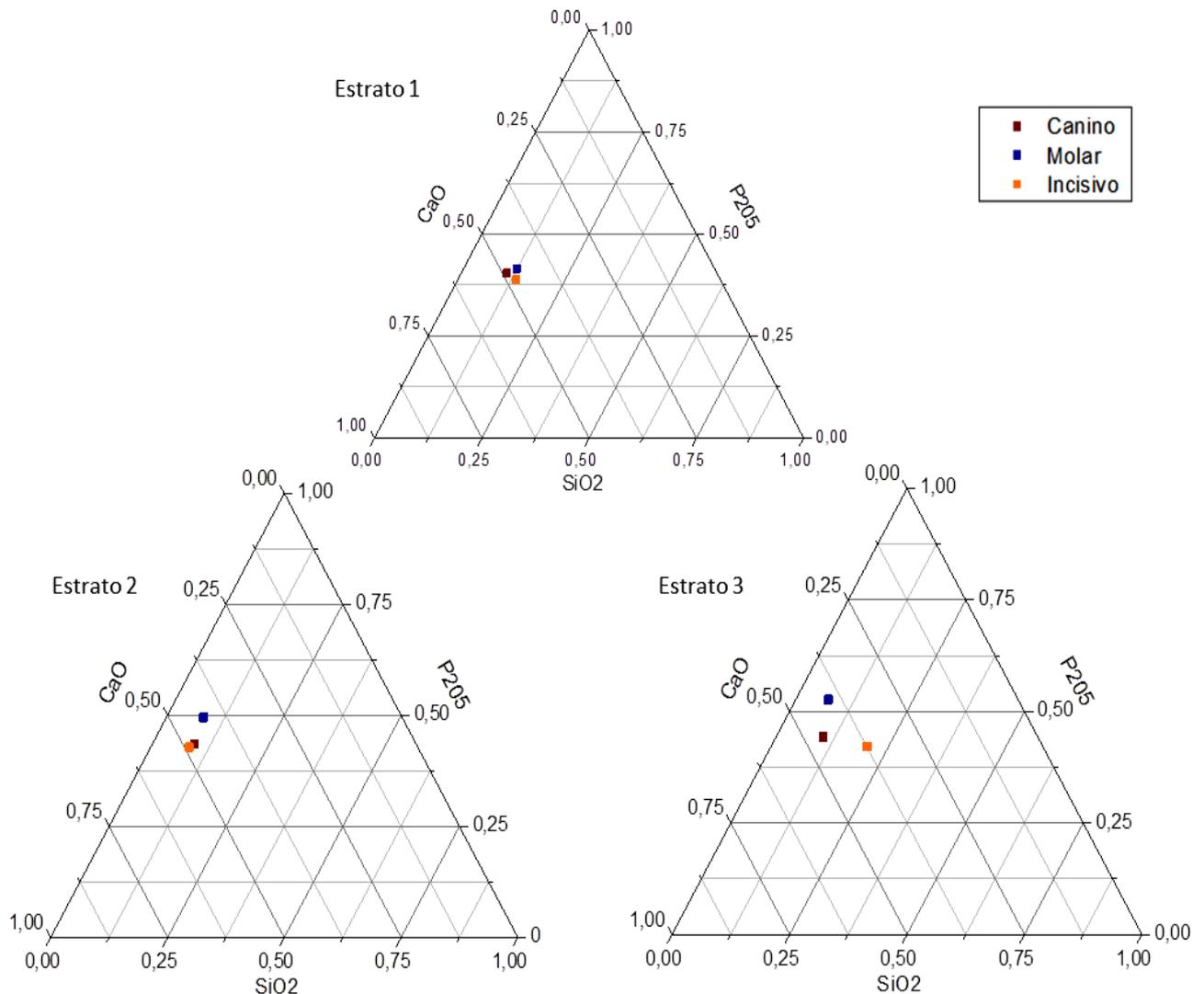


Figura 23: Diagramas de dispersão química (SiO₂-P₂O₅-CaO) dos ictiólitos recuperados no sambaqui do Moa: por momento de ocupação.

5.2.3. Micromorfologia e Química Pontual

Análises pontuais por MEV/EED sobre os microdentes confirmam a presença de Si, Al e Fe, refletindo em parte as incrustações dos sedimentos. Destacam-se ainda os valores relativamente elevados de C, que podem também ressaltar incrustações de micropartículas de conchas além de possível participação na estrutura dos fosfatos (Tabela 6).

Análises por microsonda eletrônica em amostras polidas seriam convenientes para poder avaliar o fracionamento mineral desses elementos, incluindo ainda Mg e Na. As análises de MEV/EED mostram variação apenas nos teores qualitativos de CaO, enquanto os de P₂O₅ e C são homogêneos.

Tabela 6: Teores de Ca, P e C nos ictiólitos por morfotipo dentário obtidos por MEV/EED.

Estratos	CaO	P₂O₅	CO₂
Caninos			
Estrato 1	37.7	31	30.5
Estrato 2	34.8	28.9	30.5
Estrato 3	32.5	30	30.9
Média	35	30	30.7
Incisivos			
Estrato 1	35.1	27.1	23.2
Estrato 2	32.7	29.2	26.7
Estrato 3	31.4	37.2	28.7
Média	33	31.2	26.2
Molares			
Estrato 1	43.4	31.6	24.9
Estrato 2	30.3	32.3	22.7
Estrato 3	36.3	37.5	27.6
Média	36.7	33.8	25

Ao comparar a média dos teores semiquantitativos de Ca, P e C por tipo de microdente e estrato (evento de ocupação), observa-se uma ligeira tendência ao decréscimo das concentrações de C e aumento de P (Tabela 6). O que sugere que os microdentes tenham sofrido mineralização em carbono e desmineralização em fósforo, num processo inicial de fossilização.

5.2.4. Isótopos Radiogênicos

As razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nos ictiólitos, com média de 0,710106 (Tabela 7) mostram que as mesmas são ligeiramente inferiores a média dos rios modernos (0,7113(4)) segundo os dados de Krabbenhöft *et al.* (2010), principalmente de rios como Jangtze, Reno, Saint Lawrence, Indu, Hudson, porém um pouco acima daqueles dos carbonatos marinhos modernos, 0,70926(2) e das águas dos oceanos atuais, de 0,70916 (Banner, 2004).

Essas razões sugerem que a maioria dos microdentes represente de fato uma transição, em que os rios aumentaram o fluxo de Sr para o oceano, aumentando a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, principalmente na zona de transição, representada pelo estuário. As razões medidas também são ligeiramente superiores aquelas obtidas em *Orbulina Universa* marinho, variando de 0,709048 a 0,709069, do Plioceno (McArthur *et al.* 2006), que corrigindo para o recente, se aproximaria dos valores dos microdentes. Calcários (plantas e animais) recentes da região do

Caribe apresentam razão isotópica média $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de $0,70913 \pm 0,00038$ (2σ), variando de 0,70872 a 0,71026. São valores muito próximos dos microdentes, em conformidade com os depósitos sedimentares da mesma região, com 0,70939, variando de 0,70832 a 0,71152 e dos carbonatos marinhos em torno de 0,70926(2) (Laffoon *et al.*, 2012). Esses dados estão em conformidade com aqueles extraídos dos sedimentos e da caracterização taxonômica dos microdentes, que claramente indicaram ambiente estuarino.

Tabela 7: Razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidas para os ictiólitos do Moa.

Amostras	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2σ
Estrato 1		
Canino	0,710268	0,000005
Incisivo	0,710039	0,000006
Molar	0,710184	0,000005
Estrato 2		
Canino	0,71007	0,000011
Incisivo	0,709902	0,000008
Molar	0,710027	0,00001
Estrato 3		
Canino	0,710235	0,000009
Incisivo	0,710094	0,000005
Molar	0,710131	0,000005
Média	0,710106	
* Água do mar atual	0,70916	
** Água dos rios atual	0,7113(4)	
*** Animais Marinhos	0,70926(2)	

*Banner (2004)

** Krabbenhöft *et al.* (2010)

*** Laffoon *et al.* (2012)

6. CONCLUSÃO

Os sedimentos do sítio Sambaqui do Moa são arenosos, formados de quartzo, calcita + aragonita representando os fragmentos de conchas e apatita os microdentes. Isótopos estáveis de carbono, $\delta^{13}\text{C}$, mostram domínio de plantas do tipo C3 para o sambaqui do Moa, que segundo $\delta^{15}\text{N}$ é de ambiente estuarino. A natureza da matéria orgânica não mudou durante os momentos de ocupação do sítio. O solo-sedimento é de floresta tropical.

As idades de radiocarbono do sambaqui corroboram a estratigrafia proposta, com três momentos distintos de ocupação, em que o estrato 2 foi provavelmente perturbado por enterramento e ainda por processos naturais, como erosão costeira e fluvial.

Cinco novas famílias de peixes de ambiente marinho, estuarino e fluvial foram identificadas, e certamente devem ter participado da dieta da população do Sítio Moa. A composição química dos microdentes mostra de fato o domínio de fluorapatita e ao mesmo tempo ligeiro processo inicial de fossilização indicada pela mineralização em carbono e desmineralização em fósforo. As razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nos ictiólitos corroboram o ambiente estuarino para fonte dos sedimentos.

Portanto a população humana pré-histórica que ocupou o sítio sambaqui do Moa fez uso não somente da laguna de Saquarema, mas também de todos os recursos disponíveis no ambiente do seu entorno.

REFERÊNCIAS

- Angulo R. J., Pessenda L. C. R., Souza M. C. O. 2002. Significado das Datações ao ^{14}C na Reconstrução de Paleoníveis Marinhos e na Evolução das Barreiras Quaternárias do Litoral Paranaense. *Revista Brasileira de Geociências*, **32** (1): 95-106.
- Banner J. L. 2004. Radiogenic isotopes: systematics and applications to earth surface processes and chemical stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, **65**:141-194.
- Barbosa-Guimarães M. 2003. Do lixo ao luxo: as premissas teórico-metodológicas e a noção de sambaqui. *Bol. Museu Nacional, n.s., Antrop.*, **63**:1-23.
- Bastos M.Q.R. 2009. *Mobilidade Humana no Litoral Brasileiro: análise de isótopos de estrôncio no sambaqui do Forte Marechal Luz*. M S Dissertation, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 89 p.
- Bentley R.A., Price D.T., Stephan E. 2004. Determining the “local” $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ range for archaeological skeletons: a case study from Neolithic Europe. *Journal of Archaeological Science*, **31**: 365-375.
- Bocherens H., Fizet M., Mariotti A. 1994. Diet, physiology and ecology of fossil mammals as inferred from stable carbon and nitrogen isotope biogeochemistry: implications for Pleistocene bears. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **107**: 213-225.
- Bordovskiy O.K. 1965. Accumulation and transformation of organic substances in marine sediment. *Marine Geology*, **3**: 3-114.
- Butler V. L., Chatters J. C. 1994. The Role of Bone Density in Structuring Prehistoric Salmon Bone Assemblages. *Journal of Archaeological Science*, **21**:413-424.
- Castilho P. V., Simões-Lopes P. C. 2001. Zooarqueologia dos mamíferos aquáticos e semi-aquáticos da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*, **18**(3):719-727.
- Castro D. F., Rossetti D.F., Pessenda L.C.R. 2010. Facies, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and C/N analyses in a late Quaternary compound estuarine fill, northern Brazil and relation to sea level. *Marine Geology*, **274**:135-150.
- Cháix L., Méniel P. 1997. *Éléments D'Archéozoologie*. Paris, Errance, 112 p.
- Collet G., Prous A. 1977. Primeiro informe sobre os sambaquis fluviais da região de Itaoca (SP). *Arquivos do Museu de História Natural*, **2**:31-35.
- Davidson D. F., Notholt A. J. G., Sheldon R. P. 2005. *Phosphate Deposits of The World, Vol.2: Phosphate Rock Resources*. Cambridge Earth Science Series, Cambridge University Press. 600 p.
- Deblasis P., Kneip A., Scheel-Ybert R., Giannini P. C., Gaspar M. D. 2007. Sambaquis e Paisagem, Dinâmica natural e arqueologia regional no litoral sul do Brasil. *Arqueologia Sul-americana*, **3** (1): 29-61.

- Dutra C.V., Formoso M.L.L. 1995. Considerações Sobre Elementos Terras Raras em Apatitas. *Geochimica Brasiliensis*, **9** (2):185-199.
- Ferreira A. M. M., Oliveira M. V. O., Ferreira J. A. N., Kneip L. M. 1992. Formações superficiais, quaternárias e a atuação de grupos pré-históricos em Saquarema, RJ: uma síntese interpretativa. In: 37º Congresso Brasileiro de Geologia. São Paulo. *Boletim de Resumos Expandidos*, p. 97-98.
- Francisco B.H. R. 1999. *O Homem e a Geo-História da Região de Saquarema*. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 331 p.
- Freitas H.A., Pessenda L.C.R., Aravena R, Gouveia S.E.M., Ribeiro A.S., Boulet R. 2001. Late Quaternary vegetation dynamics in the Southern Amazon Basin inferred from carbon isotopes in soil organic matter. *Quaternary Research*, **55**:39-46.
- Gaspar M.D. 1995. Datações, Construção de Sambaqui e Identidade Social dos Pescadores, Coletores e Caçadores. In: VIII Reunião Científica da Sociedade de Arqueologia Brasileira. Porto Alegre. *Anais*. Coleção Arqueologia, v.1(1), p. 377-398.
- Gaspar M.D. 2000. *Sambaqui: Arqueologia do litoral brasileiro*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora. 92 p.
- Gottfried M.D., Doyle P.S., Riedel W.R. 1984. Advances in Ichthyolith Stratigraphy of the Pacific Neogene and Oligocene. *Micropaleontology*. **30** (1): 71-85.
- Johns M.J., Barnes C.R., Narayan Y.R. 2005. Cenozoic and cretaceous ichthyoliths from The Tofino Basin and Western Vancouver Island, British Columbia, Canada. *Palaeontologia Electronica*, **8** (2):1-202.
- Kerbaui G.B. 2004. *Fisiologia Vegetal*. Guanabara-Koogan. 452 p.
- Kloker D.M. 2010. Comida para o corpo e alma: Ritual funerário em sambaquis. *Revista de Arqueologia*, **23** (1):112-115.
- Kneip L.M. 1994. Cultura material e subsistência das populações pré-históricas de Saquarema, RJ. *Doc. Trab.* **1**:1-76.
- Kneip L.M., Crancio F., Santos C.M.C., Magalhães R.M.M., Mello E.M.B. 1997. O sambaqui do Saco e de Madressilva - Saquarema, RJ. *Doc Trab.* **4**:1-67.
- Krabbenhöft A., Eisenhauer A., Böhm F., Vollstaedt H., Fietzke J., Liebetrau V., Augustin N., Peucker-Ehrenbrink B., Müller M.N., Horn C., Hansen B.T., Nolte N., Wallmann K. 2010. Constraining the marine strontium budget with natural strontium isotope fractionations ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}^*$, $\delta^{88/86}\text{Sr}$) of carbonates, hydrothermal solutions and river waters. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **74**:4097-4109.
- Laffoon J.E., Davies G.R., Hoogland M.L.P., Hofman C.L. 2012. Spatial variation of biologically available strontium isotopes ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) in an archipelagic setting: a case study from the Caribbean. *Journal of Archaeological Science*, **39**:2371-2384.
- Leonardos O. H. 1938. *Concheiros naturais e sambaquis*. Publicações do Serviço de Fomento da Produção Mineral, Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, Encadernadora S.A., 37, 109 p.

- Lima R.J.C., Saraiva A.A.F., Lanfredi S., Nobre M.A.L., Freire P.T.C., Sasaki J.M. 2007. Caracterização Espectroscópica de Peixe do Período Cretáceo (Bacia do Araripe). *Química Nova*, **30** (1):22-24.
- Lima, E.A.M. 2008. *Avaliação da qualidade dos sedimentos e prognóstico geoquímico ambiental da zona estuarina do rio botafogo, Pernambuco*. PhD Thesis, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 187 p.
- Llorca J.G., Cahiza P.A. 2007. Aprovechamiento de Recursos Faunísticos en Las Lagunas de Guanacache (Mendoza, Argentina). Análisis Zooarqueológico de La Empozada y Altos de Melián II. *Revista de Antropología Chilena*, **39** (1):117-133.
- Lorenzi H. 2002. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol. 1*. Instituto Plantarum. 368 p.
- Machado S.M. 2010. Análise De Microvertebrados Provenientes do Sambaqui do Moa/RJ. In: XVIII Seminário de Iniciação Científica. Belém, *Livro de Resumos*, p.183-184.
- Machado S.M., Luz Z.A.S., Berredo J.F., Silveira M.I., Costa S.A.R. 2011. Contributions to Moa's Shellmounds/RJ Zooarchaeology: Fish Microfossils Analysis. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium*, **2**:56-68.
- Martinelli L.A., Ometto J.P.H.B., Ferraz E.S., Victoria R.L., Camargo P.B., Moreira M.Z. 2009. *Desvendando Questões Ambientais com Isótopos Estáveis*. Oficina de Textos. 141 p.
- Mavropoulos E. 1999. *A hidroxiapatita como absorvedor de metais*. M S Dissertation. Escola Nacional de Saúde Pública - Fundação Oswaldo Cruz. 105 p.
- McArthur J.M., Rio D., Massari F., Castradori D., Bailey T.R., Thirlwall M., Houghton S. 2006. A revised Pliocene record for marine-⁸⁷Sr/⁸⁶Sr used to date an interglacial event recorded in the Cockburn Island Formation, Antarctic Peninsula. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **242**:126–136.
- Medeiros R.S. P., Aguilera O.S., Nogueira A.C.R., Bandeira B., Cunha L.N. 2013. Paleoambiente e Restos da Ictiofauna da Formação Pedra de Fogo, Permiano da Borda Oeste da Bacia do Parnaíba, Brasil. In: 13º Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém. *Anais*, p. 1-4.
- Meyers, P.A. 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry*. **27** (5/6):213-250.
- Miranda M.C.C., Rossetti D.F., Pessenda L.C.R. 2009. Quaternary paleoenvironments and relative sea-level changes in Marajó Island (Northern Brazil): Facies, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and C/N. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **282**:19-31.
- Nelson B.K., Schoeninger M.J., DePaolo D.J., Hare P.E. 1986. Effects of diagenesis on strontium, carbon, nitrogen, and oxygen concentration and isotopic concentration of bone. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **50**:1941-1949.
- Nelson J. S. 1994. *Fishes of the World*. New York, John Wiley & Sons Inc, 600 p.
- Neves W.A., Okumura M.M.M. 2005. Afinidades biológicas de grupos pré-históricos do vale do rio Ribeira de Iguape (SP): uma análise preliminar. *Rev. Antropol*, **48** (2):525-558.

- Oliveira M. 2007. Desenvolvimento e caracterização De fosfato de cálcio fluoretado para Aplicação em Esmalte Dentário. PhD Thesis, Escola de Engenharia, Universidade de Minas Gerais. Belo Horizonte, 204 p.
- Parenti L. R., Thomas K. R. 1998. Pharyngeal Jaw Morphology and Homology in Sicydiine Gobies (Teleostei: Gobiidae) and Allies. *Journal of Morphology*, **237**:257-274.
- Passey B.H., Cerling T.E. 2006. In situ stable isotope analysis ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) of very small teeth using laser ablation GC/IRMS. *Chemical Geology*, **235**:238-249.
- Price T.D, Burton J.H, Bentley R.A. 2002. The characterization of biologically available strontium isotope ratios for the study of prehistoric migration. *Archaeometry*, **44**:117-136.
- Prous A. 1992. *Arqueologia Brasileira*. UNB, 613 p.
- Ramos C.L.A.C. 2009. *Arqueologia Funerária no Sambaqui do Moa*. M S Dissertation, Universidade Federal do Estado do Rio Janeiro, Rio de Janeiro. 166 p.
- Raven P.H. 2007. *Biologia Vegetal*. Ed. Guanabara Koogan. 856 p.
- Scheel-Ybert R. 1999. Considerações sobre o método de datação pelo carbono-14 e alguns comentários sobre a datação de sambaquis. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, **9**:297-301.
- Scheel-Ybert R., Afonso M. C., Barbosa-Guimarães M., Gaspar M. D., Ybert, J-P. 2006. Considerações sobre o papel dos sambaquis como indicadores do nível do mar. *Quaternary and Environmental Geosciences*, **1** (1):3-9.
- Schlesinger W.H. 2005. *Biogeochemistry*. Elsevier, 720 p.
- Silveira, M. I. 2001. *Você é o que você come Aspectos da subsistência no Sambaqui do Moa Saquarema/RJ*. PhD Thesis, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 165 p.
- Silveira M.I., Schaan D.P. 2005. Onde a Amazônia encontra o mar: estudando os sambaquis do Pará. *Revista de Arqueologia*, **18**:67-79.
- Tafuri, M.A. 2005. *Tracing Mobility and Identity: Bioarchaeology and bone chemistry of the Bronze Age Sant'Abbondio cemetery*. BAR International Series, 1359 p.
- Taiz L., Zeiger E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. Artmed, 719 p.
- Terreros J. Y. S. D. L. 2001. La subsistencia en el Pleistoceno Superior en la Península Ibérica: problemas tafonómicos y zooarqueológicos. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I. Prehistoria y Arqueología*, **14**:47-78.
- Wedepohl K.H. 1995. The composition of the continental crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **59** (1):217-239.
- Zohar I., Dayan T., Galili E., Spanier E. 2001. Fish Processing During the Early Holocene: A Taphonomic Case Study from Coastal Israel. *Journal of Archaeological Science*, **28**:1041-1053.
- Zohar I., Belmaker, M. 2005. Size does matter: methodological comments on sieve size and species richness in fishbone assemblages. *Journal of Archaeological Science*, **32**:635-641.