



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**DOS SAMBAQUIS DO SUL DO BRASIL À DIÁSPORA  
AFRICANA: ESTUDOS DE GEOQUÍMICA ISOTÓPICA DE  
SÉRIES ESQUELÉTICAS HUMANAS ESCAVADAS DE SÍTIOS  
ARQUEOLÓGICOS BRASILEIROS.**

**Tese de Doutorado  
N° 115**

**MURILO QUINTANS RIBEIRO BASTOS  
ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO VENTURA SANTOS**

Brasília, Março de 2014



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**DOS SAMBAQUIS DO SUL DO BRASIL À DIÁSPORA  
AFRICANA: ESTUDOS DE GEOQUÍMICA ISOTÓPICA DE  
SÉRIES ESQUELÉTICAS HUMANAS ESCAVADAS DE SÍTIOS  
ARQUEOLÓGICOS BRASILEIROS.**

**Tese de Doutorado  
Nº 115**

Murilo Quintans Ribeiro Bastos

Tese de doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geologia (Área de Concentração Geoquímica), do Instituto de Geociências (IG) da Universidade de Brasília (UnB) para obtenção do Título de Doutor em Geologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Roberto Ventura Santos

**Banca examinadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lucieth Cruz Vieira (UnB)  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Gabriela Bielefeld Nardoto (UnB)  
Prof. Dr. Koji Kawashita (USP)  
Prof. Dr. Eduardo Góes Neves (USP)

Brasília, Março de 2014

## INDICE

Agradecimentos.....	VIII
Resumo.....	1
Abstract.....	2
Introdução.....	3
Objetivos.....	7
<b>Parte I - Fundamentação teórica.....</b>	<b>8</b>
1.1 Ossos e dentes.....	8
1.2 Análises isotópicas e bioarqueologia.....	11
1.2.1 Isótopos.....	11
1.2.2 Carbono.....	13
1.2.3 Nitrogênio.....	16
1.2.4 Estrôncio.....	20
1.2.5 Oxigênio.....	24
<b>Parte II - Sambaquis e primeiros grupos ceramistas do litoral sul do Brasil.....</b>	<b>28</b>
2.1 Sambaquis.....	28
2.2 Ocupações litorâneas posteriores.....	31
2.3 Artigo I - Pescadores da Praia da Tapera: Evidências isotópicas de uma população ceramista da Costa Sul do Brasil.....	33
2.3.1 Resumo.....	34
2.3.2 Introdução.....	34
2.3.3 Sítio Praia da Tapera.....	35
2.3.4 Aplicação de isótopos em estudos arqueológicos.....	38
2.3.4.1 Isótopos estáveis de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ).....	38
2.3.4.2 Isótopos de estrôncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ).....	39
2.3.5 Materiais e métodos.....	40
2.3.6 Resultados.....	42
2.3.7 Discussão.....	50
2.4 Resultados isotópicos do Sambaqui do Forte Marechal Luz.....	55
2.4.1 Descrição da área de estudo.....	56
2.4.2 Materiais e métodos.....	60
2.4.3 Resultados e discussão.....	62
2.4.4 Sobre os indivíduos "não locais" das análises de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ .....	69
<b>Parte III - Tráfico transatlântico de africanos escravizados no Brasil.....</b>	<b>73</b>
3.1 Contextualização.....	73
3.2 Artigo II - Da África ao Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro: Um estudo sobre as origens de escravos a partir da análise de isótopos de estrôncio no esmalte dentário.....	80
3.2.1 Resumo.....	81
3.2.2 Introdução.....	81
3.2.3 Cemitério dos Pretos Novos.....	83
3.2.4 Isótopos de estrôncio e origem geográfica.....	87
3.2.5 Materiais e métodos.....	88
3.2.6 Resultados.....	90
3.2.7 Discussão.....	93

3.3 Artigo III - Origens e dieta de africanos escravizados no Brasil: Um estudo multi-isotópico de remanescentes esqueléticos humanos recuperados do Cemitério dos Pretos Novos no Rio de Janeiro e Cemitério da Catedral da Sé em Salvador.....	98
3.3.1 Resumo.....	99
3.3.2 Introdução.....	98
3.3.3 Isótopos estáveis de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ).....	100
3.3.4 Isótopos de estrôncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ).....	102
3.3.5 Áreas de estudo.....	103
3.3.5.1 Cemitério dos Pretos Novos.....	103
3.3.5.2 Cemitério da Catedral da Sé de Salvador.....	105
3.3.6 Material e métodos.....	107
3.3.7 Resultados.....	109
3.3.8 Discussão.....	115
3.3.9 Conclusões.....	123
<b>Parte IV - Outras observações dos estudos isotópicos e conclusões.....</b>	<b>124</b>
4.1 Comparando valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos quatro sítios.....	124
4.2 Isótopos de estrôncio do Tapera e Forte Marechal Luz.....	126
4.3 Análises de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ usando LA-MC-ICP-MS em esmalte dentário.....	127
4.4 Isótopos de oxigênio.....	131
4.5 Isótopos de carbono e nitrogênio.....	136
4.6 Evidências de práticas de higiene oral em indivíduos do Cemitério dos Pretos novos (Artigo publicado Cook et al. 2012).....	139
Conclusões.....	142
Referências.....	145

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b> Ilustração de anatomia dentária.....	10
<b>Figura 1.2.:</b> Decaimento radioativo do $^{238}\text{U}$ até o $^{206}\text{Pb}$ (Allègre 2008).....	12
<b>Figura 1.3:</b> Frequências de plantas C3 e C4 x $\delta^{13}\text{C}$ (Hoefs 2009).....	14
<b>Figura 1.4:</b> Composição de $\delta^{13}\text{C}$ do colágeno de ossos humanos do Vale de Illinois, Estados Unidos. O aumento no $\delta^{13}\text{C}$ de -22‰ para -10‰ em 1000 DC marca a chegada da agricultura do milho na região (Van der Merwe e Vogel 1977).....	15
<b>Figura 1.5:</b> Valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de plantas e animais (colágeno) em ambientes terrestres e marinhos (Price e Burton 2011) .....	18
<b>Figura 1.6:</b> Variação do $\delta^{18}\text{O}$ utilizando o padrão SMOW nos principais reservatórios de oxigênio (Allègre 2008).....	25
<b>Figura 1.7:</b> Principais passos de fracionamento do $\delta^{18}\text{O}$ da água no ambiente em SMOW (Fonte: IAEA/WMO 2001).....	26
<b>Figura 2.1:</b> A: Sambaqui no litoral norte de Santa Catarina (Fonte: Lima 1999-2000); B: Sambaqui de Cabeçuda - SC (Fonte: Fundo Castro Faria, Arquivo de História da Ciência, Museu de Astronomia/ MCT); C: Sambaqui Laguna - SC (Fonte: Herança expressão visual dos brasileiros antes da influência do europeu, Empresas Dow); D: Escavação do Sambaqui do Forte Marechal Luz (Fonte: Alan Bryan).....	29
<b>Figura 2.2:</b> Mapa geológico de parte do litoral e interior de Santa Catarina, com a ilha de Santa Catarina em detalhe. O sítio Praia da Tapera está identificado com um círculo preto.....	36
<b>Figura 2.3:</b> Distribuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ da apatita do esmalte dentário dos indivíduos do Tapera (losango) e das amostras de fauna do sítio (círculo).....	45
<b>Figura 2.4:</b> Comparação entre os valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do esmalte dentário das mulheres e homens do sítio Praia da Tapera.....	46
<b>Figura 2.5:</b> Histograma de frequência de valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do esmalte dentário das mulheres e homens do sítio Praia da Tapera.....	46
<b>Figura 2.6:</b> Distribuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do colágeno da dentina dos indivíduos sepultados no Tapera (círculo). Também são apresentados os limites de valores obtidos de indivíduos do interior estudados por DeMasi (2001, 2009), amostras de fauna marinha e terrestre arqueológica e atual da ilha de Santa Catarina (dados de Tapera e DeMasi 2001), e plantas C3 e C4 (milho) (Tykot <i>et al.</i> 2009).....	47
<b>Figura 2.7:</b> Distribuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ do colágeno da dentina e da apatita do esmalte dos indivíduos do sexo feminino (losango) e masculino (círculo) sepultados no Tapera.....	49
<b>Figura 2.8:</b> Distribuição dos valores de $\delta^{15}\text{N}$ do colágeno da dentina e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do esmalte dos indivíduos do sexo feminino (losango) e masculino (círculo).....	50

<b>Figura 2.9:</b> Localização do sítio Forte Marechal Luz (fonte <a href="http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html">http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html</a> ).....	56
<b>Figura 2.10:</b> Mapa geológico da Ilha de São Francisco do Sul, com localização do sítio Forte Marechal Luz (Possamai <i>et al.</i> 2010).....	58
<b>Figura 2.11:</b> Ilustração do perfil (níveis de ocupação) do sambaqui do Forte Marechal Luz (Bryan 1993).....	60
<b>Figura 2.12:</b> Distribuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do colágeno da dentina dos indivíduos sepultados no Forte Marechal Luz (círculo – níveis arqueológicos sem presença de cerâmica; quadrado – níveis arqueológicos com presença de cerâmica). Também são apresentados os limites de valores obtidos do Tapera, sítios litorâneos e do interior estudados por DeMasi (2001, 2009), amostras de fauna marinha (peixes teleósteos e cetáceos), fauna terrestre arqueológica e atual da ilha de Santa Catarina (dados de Tapera e DeMasi 2001), e plantas C3 e C4 (milho) (Tykot <i>et al.</i> 2009).....	64
<b>Figura 2.13:</b> Distribuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do colágeno da dentina (círculo preto) e costela (círculo branco).....	66
<b>Figura 2.14:</b> $\delta^{13}\text{C}$ da apatita do esmalte dos indivíduos sepultados em camadas sem cerâmica e com cerâmica do sítio Forte Marechal Luz, com valores em linhas sublinhadas de $\delta^{13}\text{C}$ dos roedores com dieta não proteica 100% C4, 100% C3 e 50% C3 e 50% C4. Jim <i>et al.</i> (2004).....	67
<b>Figura 2.15:</b> Valores de $\delta^{13}\text{C}$ do colágeno da dentina e da apatita do esmalte dos indivíduos sepultados nas camadas sem cerâmica (círculo) e com cerâmica (quadrado) do sítio Forte Marechal Luz. Os valores obtidos nos indivíduos sepultados no Praia da Tapera encontram-se dentro do retângulo.....	69
<b>Figura 2.16:</b> Resultados de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do colágeno da dentina dos indivíduos analisados do Forte Marechal Luz identificados como possíveis locais (círculo preto) e não locais (círculo branco) pelas análises de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Bastos <i>et al.</i> 2011), com análises de indivíduos do interior de Santa Catarina (triângulo) (DeMasi 2001).....	69
<b>Figura 2.17:</b> Distribuição de valores de indivíduos identificados pelas análises isotópicas de estrôncio como locais (círculo preto) e não locais (círculo branco). A: $\delta^{13}\text{C}$ da apatita do esmalte x $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ apatita do esmalte; B: $\delta^{13}\text{C}$ do colágeno da dentina x $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ; C: $\delta^{15}\text{N}$ do colágeno da dentina x $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ; D: $\delta^{18}\text{O}$ da apatita do esmalte x $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ .....	71
<b>Figura 3.1:</b> Comércio atlântico entre os séculos XVIII e XIX com as áreas fonte de escravos durante todo o período do tráfico. (1) África Ocidental; (2) África Central Atlântica; (3) África Oriental. Mapa modificado de Hopkins (1973).....	74
<b>Figura 3.2:</b> Localização da Costa da Mina na África.....	76
<b>Figura 3.3:</b> Número de desembarques de escravos (em milhares) no Rio de Janeiro, Salvador e soma dos dois entre os períodos de 1678 e 1830 (Florentino 2004).....	77
<b>Figura 3.4:</b> Mapa do local de salvamento dos remanescentes esqueléticos do Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro (Fonte: Google Maps. 2011 – Google – Dados Cartográficos).....	84

<b>Figura 3.5:</b> Fragmentos de mandíbula e maxila do indivíduo (B1) M7+8 com marcas de modificação intencional nos dentes incisivos centrais superiores, Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro.....	86
<b>Figura 3.6:</b> Histograma de frequências da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do esmalte dentário dos indivíduos, classificados segundo os poços de sondagem onde foram encontrados (B1, B3, B4), Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro.....	92
<b>Figura 3.7:</b> Comparação da razão isotópica de estrôncio de esmalte dentário de indivíduos identificados como possíveis africanos no New York Burial Ground, Estados Unidos (Goodman et al., 2004); no sítio Colonial Campeche, no México (Price et al., 2006); e na Newton Plantation, em Barbados (Schroeder et al., 2009), com os resultados obtidos para o Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro.....	94
<b>Figura 3.8:</b> Mapa com localização das cidades de Salvador e Rio de Janeiro. Fotos (A): arcadas dentárias com modificações intencionais de indivíduos recuperados do cemitério da Catedral da Sé (Liryo <i>et al.</i> 2011). Foto (B): Mandíbula e maxila de indivíduo recuperado do Cemitério dos Pretos Novos.....	104
<b>Figura 3.9:</b> Histograma do $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ das amostras de esmalte dentário dos indivíduos sepultados nos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé.....	112
<b>Figura 3.10:</b> Valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ da apatita do esmalte dentário dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos (triângulo) e Catedral da Sé (Círculo).....	113
<b>Figura 3.11:</b> Valores de $\delta^{13}\text{C}$ do colágeno da dentina e da apatita do esmalte dentário dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos (triângulo) e Catedral da Sé (Círculo).....	114
<b>Figura 3.12:</b> Valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do colágeno da dentina dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos (triângulo) e Catedral da Sé (Círculo).....	115
<b>Figura 3.13:</b> Mapa adaptado da geologia simplificada da África (Schlüter 2006), com principais rotas de escravos durante os séculos XVIII e XIX segundo J.E. Inikori (Ogot 2010).....	119
<b>Figura 3.14:</b> Comparação da razão isotópica de estrôncio de esmalte dentário de indivíduos identificados como possíveis africanos no New York Burial Ground, Estados Unidos (Goodman et al., 2004); no sítio Colonial Campeche, no México (Price et al., 2006); Newton Plantation, em Barbados (Schroeder et al., 2009) e; na ilha de St. Maarten (Schroeder et al. 2012), com os resultados obtidos para o Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro e Cemitério da Catedral da Sé, em Salvador.....	121
<b>Figura 4.1:</b> Comparação entre os valores obtidos de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do esmalte dentário dos indivíduos dos quatro sítios estudados.....	125
<b>Figura 4.2:</b> Razão de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos indivíduos sepultados nos sítios Forte Marechal Luz e Taperá. Valor do $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ da água do mar em linha tracejada.....	126
<b>Figura 4.3:</b> Mount à esquerda com fragmentos de esmalte dentário dos indivíduos T12, T39 e T41 do Sítio Taperá. À direita imagens geradas em MEV (modo biológico) dos fragmentos de esmalte evidenciados com círculo preto.....	129

<b>Figura 4.4:</b> Valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ pelo método de solução e ablação a laser dos indivíduos T12, T39 e T41.....	131
<b>Figura 4.5:</b> Valores de $\delta^{18}\text{O}$ do esmalte dentário dos indivíduos sepultados nos quatro sítios estudados.....	133
<b>Figura 4.6:</b> Valores de $\delta^{18}\text{O}$ e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos quatro sítio estudados. Círculo preto: indivíduos do Cemitério dos Pretos Novos. Círculo branco: indivíduos da Catedral da Sé e Salvador. Losango vermelho: indivíduos do Forte Marechal Luz. Triângulo verde: indivíduos do Tapera.....	134
<b>Figura 4.7:</b> Box-plot dos valores de $\delta^{18}\text{O}$ dos indivíduos sepultados em um cemitério no Campeche, México (Price et al. 2012).....	135
<b>Figura 4.8:</b> Comparação entre os valores obtidos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do colágeno da dentina dos indivíduos dos quatro sítios estudados. Círculo preto: indivíduos do Cemitério dos Pretos Novos. Círculo branco: indivíduos da Catedral da Sé e Salvador. Losango vermelho: indivíduos do Forte Marechal Luz. Triângulo verde: indivíduos do Tapera.....	137
<b>Figura 4.9:</b> Comparação entre os valores obtidos de $\delta^{13}\text{C}$ do colágeno da dentina com os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da apatita do esmalte dos indivíduos dos quatro sítios estudados, com as linhas de regressão propostas por Kellner e Schoeninger (2007). Círculo preto: indivíduos do Cemitério dos Pretos Novos. Círculo branco: indivíduos da Catedral da Sé e Salvador. Losango vermelho: indivíduos do Forte Marechal Luz. Triângulo verde: indivíduos do Tapera.....	138
<b>Figura 4.10:</b> Imagens fotográficas (à esquerda) e microscopia eletrônica de varredura (à direita) de três dentes de indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos (Cook et al. 2012).....	140



## INDICE DE TABELAS:

<b>Tabela 1.1:</b> Lista de minerais que compõem a fração inorgânica dos dentes (Hillson 1996).....	9
<b>Tabela 1.2:</b> Período de formação dos dentes (Scheid 2007).....	11
<b>Tabela 2.1:</b> Valores isotópicos dos indivíduos analisados do sítio Praia da Tapera.....	43
<b>Tabela 2.2:</b> Valores isotópicos da fauna do sítio Praia da Tapera.....	44
<b>Tabela 2.3:</b> Municípios com sítios pertencentes à tradição ceramista Itararé e Sambaquis em Cananéia, áreas que apresentam baixas razões de isótopos de estrôncio.....	55
<b>Tabela 2.4:</b> Indivíduos analisados do sítio Forte Marechal Luz. (Legenda: Indet - indeterminado; M - molar; I - incisivo; I - inferior; S - superior; D - direita; E - esquerda.....	61
<b>Tabela 2.5:</b> Valores isotópicos dos indivíduos analisados do sítio Forte Marechal Luz, com resultados de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de Bastos <i>et al.</i> (2011).....	63
<b>Tabela 3.1:</b> Identificação dos indivíduos, dos dentes analisados e respectivas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro.....	91
<b>Tabela 3.2:</b> Valores isotópicos das amostras dos Cemitérios dos Pretos Novos e Se.....	110
<b>Tabela 4.1:</b> Valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos fragmentos de esmalte dentário dos indivíduos T12, T39 e T41 com ablação a laser e solução em um MC-ICP-MS.....	129
<b>Tabela 4.2:</b> Valores de $\delta^{18}\text{O}$ da apatita do esmalte dos indivíduos analisados dos quatro sítios.....	132
<b>Tabela 4.3:</b> Indivíduos com alto ou médio nível de polimento dental.....	141

## **Agradecimentos**

Esta pesquisa não teria sido realizada sem o apoio de muitos:

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Roberto Ventura Santos, por aceitar me orientar em um tema de tese tão peculiar dentro da geoquímica.

Da mesma forma, gostaria de agradecer a todos os professores, colegas e funcionários do instituto de geociências. Com estes aprendi um pouco sobre o universo geológico dentro e fora do meio acadêmico. Aprendi inclusive que geologia também é muito discutida em mesas de bar.

Queria agradecer especialmente aos colegas do laboratório de Geocronologia que me ajudaram durante a preparação e análise das amostras. À Bárbara, Érico, Lígia, Jeane e Kamila pela ajuda na preparação e leitura de amostras de estrôncio. Ao Luis e Eduardo pelo auxílio na leitura das amostras de carbono e oxigênio. À Karin e Ana Catarina por toda ajuda na parte geológica. Aos professores do Instituto de Geociências Elton Dantas, Edi Guimarães, Lucieth Vieira, Koji Kawashita, Natália Hauser, Máximo Matteini, Márcio Pimentel, Bernhard Buhn, Reinhardt Fuck, Frank Poitrasson, Ricardo Pinto e Farid Chemale pelas aulas, apoio e dicas.

Aos demais companheiros de vida acadêmica e não acadêmica que conheci em Brasília Lindaray, Rogério, Marina, Mauro, Caroline, Mari, Alisson, Giana, Daniel, Gustavo, Aureliano, Marcelo, Raphael, Raquel, Carlos, Beatriz, Raul, Shirley, Juliane, Kátia, Jaqueline, e outros.

Ao meu tios Zé Luiz, Sandra e priminha Luiza por me receberem várias vezes na casa deles em Bsb.

Ao meu co-orientador durante o período de doutorado sanduíche, professor Robert Tykot, por me receber tão bem em seu laboratório, e por tudo que me ensinou sobre arqueometria e paleodieta.

À professora Nancy White por me inspirar a ser um melhor cientista na área de arqueologia.

Aos colegas que conheci na Universidade do Sul da Flórida que fizeram minha estada em Tampa ter sido muito boa: Eric(s), Trevor, Chris, Paige, Erin, Patrick, Christine, Hasan, Maura, Liotta, Josh e Kara.

À professora Claudia Carvalho que me iniciou na área de bioarqueologia, e que vem acompanhando o meu trabalho de perto desde então.

À professora Sheila Mendonça de Souza por toda a ajuda na seleção e preparação de material, além das conversas sobre os resultados.

Ao professor Ricardo Ventura Santos por ter coordenado o projeto dos Pretos Novos, e me guiado durante todo o processo do doutorado.

À professora Della Cook por tudo que me ensinou sobre bioarqueologia, principalmente na parte de antropologia dental, além de toda a ajuda na seleção do material que foi analisado.

Aos professores Adilson Salles e Andersen Liryo pela ajuda em anatomia. Aos colegas do Museu Nacional: Silvia, Angélica, Victor(es), Verlan, Valéria, Alessandra, Luísa, Vivian e Vanessa, Sandra, Diogo, e outros.

A professora Andrea Lessa por ter articulado o acesso à coleção do Sítio Praia da Tapera com o Museu do Homem do Sambaqui de Florianópolis.

À diretora do Instituto de Pesquisa e Memória Pretos Novos, Ana Maria De La Merced.

Ao Dr. Ondemar Dias e Jandira do Instituto de Arqueologia Brasileira pelo acesso à Coleção do Cemitério dos Pretos Novos.

Ao professor Carlos Etchevarne da Universidade Federal da Bahia pelo acesso à coleção do Cemitério da Catedral da Sé.

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo financiamento do projeto de análises de estrôncio dos Pretos Novos.

À Capes pela bolsa de doutorado e doutorado sanduíche.

À minha família: Pai, mãe, irmã, tia Cris por todo apoio durante o doutorado.

À Geiza por me aguentar por todo o processo do doutorado, principalmente enquanto morei em Brasília e nos EUA.

## Resumo

Nesta pesquisa, foram realizadas análises isotópicas de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ), nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ), oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ ) e estrôncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) de esmalte dentário e dentina de remanescentes esqueléticos humanos escavados de quatro sítios arqueológicos brasileiros, com intuito de estudar a dieta e origem geográfica dos indivíduos sepultados nestes sítios. Dentre os sítios, dois estão associados a grupos pescadores-coletores pré-históricos do litoral de Santa Catarina (Sítio Forte Marechal Luz e Sítio Praia da Tapera), os quais vem se discutido a presença ou não de habitantes provenientes da região do Planalto Catarinense dentre os indivíduos ali sepultados. Os demais sítios, Cemitério dos Pretos Novos no Rio de Janeiro e Cemitério da Catedral da Sé de Salvador, estão associados ao tráfico Transatlântico de africanos escravizados para o Brasil. As evidências bioarqueológicas e históricas sugerem que os indivíduos selecionados de ambos os sítios teriam nascido na África.

Os resultados isotópicos sugerem que nenhum indivíduo analisado dos sítios Praia da Tapera e Forte Marechal Luz seria proveniente do Planalto e, provavelmente, teriam habitado o litoral. A dieta destes indivíduos teria uma forte influência marinha, principalmente de peixes, sendo que alguns indivíduos analisados do Praia da Tapera teriam uma dieta rica em animais de alto nível trófico, como tubarões e mamíferos marinhos.

Apesar de não ter sido capaz de apontar especificamente os locais de origem no continente africano, os resultados isotópicos indicaram uma grande diversidade de origens geográficas para os indivíduos sepultados nos cemitérios Pretos Novos e Catedral da Sé, sendo maior dentre os indivíduos dos Pretos Novos. Com relação à dieta, os resultados apontaram que a maior parte dos indivíduos analisados de ambos os cemitérios teria uma alimentação baseada em vegetais. As análises isotópicas foram também capazes de distinguir os indivíduos que estariam consumindo principalmente recursos, como inhames e mandioca daqueles que teriam uma dieta mais voltada para plantas, como sorgo, milhetos e milho.

**Palavras-Chave:** Isótopos, bioarqueologia, pescadores-coletores, escravidão, paleodieta.

## **Abstract**

The present dissertation aims to study past diets and geographic origins of human skeletal remains excavated from four Brazilian archaeological sites using carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ), nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ), oxygen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) and strontium ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) isotopic analyses of dental enamel and dentin. Two sites are associated to fishers-gatherers prehistoric groups that inhabited the coast of Santa Catarina State, Southern Brazil (Sítio Forte Marechal Luz and Sítio Praia da Tapera). Archaeological evidences points the possibility that some non-local individuals from Serra Geral Plateau were buried in these coastal sites. The other two sites (Cemitério dos Pretos Novos in Rio de Janeiro city and Cemitério da Catedral da Sé in Salvador) are associated to the transatlantic slave trade to Brazil, and the archaeological and historical records suggested that the selected individuals are African-born.

The isotopic results suggest that all individuals analyzed from both pre-historic sites in southern Brazil were born in the coastal region. All individuals were consuming a high amount of seafood especially fish. Some individuals from Praia da Tapera showed isotopic results compatible with a significant consumption of high trophic level food, and were probably eating sharks and sea mammals.

The analysis could not point specifically the origin in Africa, but the results suggests that the individuals from Cemitério dos Pretos Novos and Catedral da Sé came from different regions in Africa, being more diverse among the individuals buried in Pretos Novos. Most individuals from both cemeteries had a plant-based diet, the isotopic analysis could also distinguish the individuals that had a diet based on manioc and yams from those whose diet relied on plants like sorghum, maize and millet.

## Introdução

Estudos isotópicos tornaram-se peça fundamental em uma enorme gama de áreas da ciência, como hidrologia, cosmoquímica, paleoclimatologia, geocronologia, geologia econômica, oceanografia, microbiologia, agronomia e ecologia (Criss 1999, Allègre 2008). Na bioarqueologia, as primeiras análises isotópicas foram as datações radiocarbônicas de ossos, isso por volta da metade do século XX (Taylor 1992).

No começo da década de 1980, isótopos de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) passaram a ser usados em estudos de dieta e economia de populações humanas pretéritas. Tais estudos foram fundamentais, por exemplo, para o entendimento da transição da caça e coleta para a agricultura (introdução do cultivo do milho) em civilizações pré-colombianas da América Central e do Norte (Ambrose 1993). Desde então, a arqueometria vem discutindo padrões alimentares de populações nas mais diversas regiões do mundo. Nos últimos anos, estes isótopos forneceram informações preciosas sobre parâmetros da alimentação de povos pré-históricos das Ilhas Canárias (Arnay-de-la-Rosa *et al.* 2010), de populações medievais dinamarquesas (Yoder 2010), de sítios concheiros de populações de caçadores-coletores da Coréia do Sul (Choy e Richards 2010), de povos da Era do Bronze da Rússia (Katzenberg *et al.* 2009), de grupos em transição para Era do Bronze na península de Oman (Gregoricka 2013), entre outros.

A partir da década de 1990, análises de isótopos de estrôncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) de remanescentes esqueléticos tornaram-se importantes ferramentas na identificação de padrões de mobilidade residencial em populações do passado. Variações isotópicas de estrôncio estão relacionadas a processos/parâmetros geológicos, variando de acordo com a natureza e idade da rocha. O estrôncio, ao ser ingerido e fixado em ossos e dentes, a partir da alimentação e consumo de água, mantém a assinatura isotópica dos locais de origem destes recursos, refletindo, assim, o local de origem de indivíduos/grupos humanos pretéritos. Pesquisas de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  foram feitas em diversos sítios arqueológicos ao redor do mundo, como em antigas comunidades Maia (Hodell *et al.* 2004, Wright *et al.* 2010), na Europa Central (Grupe *et al.* 1997), em comunidades do sudoeste Norte Americano (Ezzo *et al.* 1997), no vale do Nilo (Buzon *et al.* 2006), no arquipélago de Bismarck (Shaw *et al.* 2010) e até em cemitério de escravos africanos na América (Goodman *et al.* 2004, Price *et al.* 2006, Schroeder *et al.* 2009). Mais recentemente, alguns estudos passam a incluir análises de isótopos de oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ )

como complemento aos isótopos de estrôncio na identificação da origem geográfica (Daux *et al.* 2008, Price *et al.* 2010, Price *et al.* 2012).

Apesar da grande quantidade de estudos isotópicos aplicados à bioarqueologia mundo a fora, pouco foi feito com material arqueológico de sítios brasileiros. Utilizando isótopos de carbono e nitrogênio, De Mais (2001, 2010), Plens (2007) e Eggers *et al.* (2011) fizeram alguns trabalhos de paleodieta e mobilidade com populações construtoras de sambaquis litorâneos e fluviais dos estados de Santa Catarina e São Paulo. Com isótopos de estrôncio, Bastos *et al.* (2011) trouxeram informações sobre mobilidade humana de uma população construtora de sambaqui do litoral de Santa Catarina. Calippo (2010) fez algumas análises de humanos e fauna de sambaquis do litoral de São Paulo.

Os sítios arqueológicos brasileiros guardam uma riquíssima história do nosso passado ainda pouco conhecida. Por conta dos recentes investimentos em pesquisa no país, métodos baseados em análises isotópicas, os quais utilizam espectrômetros de massa TIMS, MC-ICP-MS e IRMS tornaram-se mais acessíveis e, desta forma, devem ser usados para ampliar o conhecimento que se tem sobre populações que viveram em períodos pré-históricos e históricos do Brasil.

Neste trabalho são apresentadas análises isotópicas de carbono, nitrogênio, oxigênio e de estrôncio de indivíduos sepultados em quatro sítios arqueológicos brasileiros. Dentre os sítios analisados, o Sambaqui do Forte Marechal Luz e o sítio Praia da Tapera estão localizados no litoral do estado de Santa Catarina, sendo ambos associados a grupos pescadores-caçadores-coletores pré-históricos. Por longa data, é discutida a relevância de peixes, moluscos, fauna terrestre e vegetais na dieta destes habitantes do litoral (Prous 1991, Figuti 1993, Lima 1999-2000, Scheel-Ybert *et al.* 2003, Wesolowski 2007). Além disso, análises prévias de isótopos de estrôncio no Sambaqui do Forte Marechal Luz indicam a presença de indivíduos não locais, ou seja, indivíduos que não teriam nascido na região do sítio (Bastos *et al.* 2011). A presença de cerâmica em Forte Marechal Luz teria sido atribuída a grupos oriundos da região do Planalto da Serra Geral, levantando a hipótese de que estes indivíduos não locais sepultados teriam vindo desta região. No sítio Praia da Tapera, também é encontrado o componente ceramista associado a estes grupos interioranos (Silva *et al.* 1990). Nestes dois sítios são discutidas, a partir das análises isotópicas de esmalte dentário, dentina e costela, questões sobre a origem geográfica dos indivíduos, além de trazer informações sobre suas principais fontes de alimento.

Os outros dois sítios estudados estão localizados nas cidades do Rio de Janeiro e Salvador, e são relacionados com o tráfico transatlântico de Africanos durante os séculos XVIII e XIX. Do cemitério dos Pretos Novos, utilizado para sepultar exclusivamente escravos recém-chegados da África que morreram antes de serem vendidos no mercado local, são analisados indivíduos retirados durante uma obra em uma residência na região portuária da cidade do Rio de Janeiro. Do sítio Catedral da Sé de Salvador, são analisados indivíduos sepultados no adro da igreja que apresentam modificações dentárias intencionais características de grupos africanos. As evidências bioarqueológicas e históricas sugerem que os indivíduos selecionados em ambos os sítios seriam originados na África e, com isso, pretende-se, nesse estudo, a partir de análises isotópicas de esmalte dentário e dentina, trazer informações sobre a origem geográfica e os hábitos alimentares desses indivíduos enquanto habitavam o continente africano.

Na primeira parte da tese, é feita uma síntese sobre os princípios geoquímicos dos isótopos de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ), nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ), estrôncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) e oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ ), assim como sua aplicação em remanescentes esqueléticos humanos para discutir questões relacionadas à dieta e origem geográfica. Na segunda parte da tese, é feita uma breve introdução sobre Sambaquis e ocupações litorâneas posteriores, seguida dos resultados do sítio Praia da Tapera no artigo em preparação “Pescadores da Praia da Tapera: Evidências isotópicas de uma população ceramista da Costa Sul do Brasil” e dos resultados obtidos no Sambaqui do Forte Marechal Luz.

Na terceira parte, é feita uma introdução sobre o tráfico de escravos para o Brasil, seguida da apresentação do artigo publicado na Revista de Arqueologia da Sociedade Brasileira de Arqueologia “Da África ao Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro: Um estudo sobre as origens de escravos a partir da análise de isótopos de estrôncio no esmalte dentário”, e do artigo em preparação “Origens e dieta de africanos escravizados no Brasil: Um estudo multi-isotópico de remanescentes esqueléticos humanos recuperados do Cemitério dos Pretos Novos no Rio de Janeiro e Cemitério da Catedral da Sé em Salvador”. O primeiro artigo discute resultados de isótopos de estrôncio dos indivíduos do Cemitério dos Pretos Novos; o segundo artigo apresenta dados isotópicos dos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé.

Na última parte da tese, são feitas comparações entre os resultados obtidos nos quatro sítios de modo a ilustrar as diferenças no padrão de origem geográfica e dieta em momentos distintos da história, além de demonstrar o potencial das análises isotópicas



para estas finalidades. Nesta parte, também é apresentada uma discussão sobre procedimentos analíticos de material arqueológico que foram realizados durante o desenvolvimento da pesquisa.

## Objetivos

### Essa pesquisa tem como objetivo geral:

Estudar questões sobre a origem geográfica e a dieta de indivíduos sepultados nos sítios litorâneos pré-históricos Praia da Tapera e Sambaqui do Forte Marechal Luz. Além destes, estudar as mesmas questões relativas aos africanos escravizados que foram sepultados nos Cemitérios dos Pretos Novos e na Catedral da Sé de Salvador, a partir de análises de isótopos de carbono, nitrogênio, oxigênio e estrôncio em remanescentes esqueléticos humanos.

### Os objetivos específicos são:

1. Determinar o  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno extraído da dentina e costelas, o  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  e o  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dentário de indivíduos dos sítios Forte Marechal Luz, Praia da Tapera, Cemitério dos Pretos Novos e da Se de Salvador.
2. Determinar o  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno extraído da dentina, o  $\delta^{13}\text{C}$  e a razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte da fauna arqueológica escavada do sítio Praia da Tapera.
3. Identificar padrões alimentares a partir do  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  (colágeno) e  $\delta^{13}\text{C}$  (esmalte) dos indivíduos dos sítios Praia da Tapera e Forte Marechal Luz com auxílio dos resultados isotópicos da fauna local (arqueológica e atual).
4. Identificar possíveis indivíduos não locais a partir do material escavado do sítio Praia da Tapera e reavaliar a interpretação prévia dos resultados de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  no sítio Forte Marechal Luz a partir dos dados obtidos no presente estudo.
5. Analisar a diversidade de origem geográfica e dieta dos indivíduos sepultados nos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé de Salvador, comparando os resultados dos dois sítios.
6. Identificar, se possível, os locais de origens geográficas dos indivíduos analisados dos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé.
7. Comparar os resultados obtidos nos indivíduos pré-históricos do litoral de Santa Catarina com os dos africanos escravizados sepultados no Rio e Salvador, com intuito de avaliar a sensibilidade e o potencial de análises isotópicas em identificar padrões alimentares e origens geográficas de momentos distintos da história do Brasil.

## **Parte I - Fundamentação teórica**

Ao realizar estudos isotópicos com populações humanas e fauna atuais, basta que seja analisada uma pequena quantidade de amostra de tecidos como unha, cabelo, pele, ou até mesmo fluidos corporais. Diferente deste caso, quando o objeto de estudo são populações arqueológicas, geralmente o material disponível são ossos e dentes, visto que estes são os remanescentes que sobrevivem à ação do tempo. Os próximos parágrafos apresentam uma breve introdução das principais características de ossos e dentes que são relevantes para realização de estudos isotópicos em remanescentes esqueléticos humanos.

### **1.1 Ossos e dentes**

Ossos são materiais compostos formados por uma parte orgânica e outra inorgânica. Proporcionalmente, um osso seco é 70% mineral e 30% orgânico. A maior parte da fração orgânica do osso é composta por colágeno, uma proteína que forma fibras longas, que apresenta três cadeias  $\alpha$ , cada uma com mais de 1000 aminoácidos ligados uns aos outros, que por sua vez são formados por carbono, hidrogênio, nitrogênio e enxofre (Mays 1998).

Os pequenos cristais que compõem a porção mineral se encontram inseridos entre as fibras colágenas, e são formados principalmente por hidroxiapatita, um tipo de fosfato de cálcio cuja composição se aproxima da fórmula química  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (Hillson 1996, Mays 1998). Cerca de 2% a 5% do peso da hidroxiapatita é composta por carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), o qual substitui o fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) no cristal, como um defeito na apatita (Lee-Thorp e Van Der Merwe 1991, Ambrose 1993).

Ossos desempenham um importante papel na manutenção homeostática dos minerais do organismo a partir da incorporação e liberação de íons para o nosso corpo. Nos ossos encontra-se o reservatório de aproximadamente 99% de todo cálcio do organismo humano, 90% do fósforo e 60% de todo magnésio (Sandford 1993).

Os ossos são formados por um tecido biológico chamado mesênquima. Este tecido pode sofrer ossificação diretamente, ou pode ser substituído por uma cartilagem que é posteriormente ossificada. A maior parte dos ossos do esqueleto humano se desenvolve diretamente e, apenas alguns ossos, incluindo a clavícula e a maior parte dos ossos do crânio, são formados a partir da ossificação da cartilagem. Existem dois tipos distintos de tecidos ósseos: o osso cortical e o trabecular. O osso cortical é a parte densa que forma a camada externa ao redor dos ossos longos, chatos e irregulares. Já o osso

trabecular, este se encontra na parte mais interna e é menos denso, sendo inclusive mais poroso que o tecido cortical. Usualmente ossos passam uma ideia errada de que são objetos sólidos e inanimados. No entanto, ao observar um osso vivo, este é bastante dinâmico, assim como outros tecidos do corpo. O osso vivo apresenta em sua volta nervos e vasos sanguíneos, sendo continuamente formado e reabsorvido (Mays 1998).

Da mesma forma que ossos, dentes apresentam uma fração inorgânica formada principalmente por hidroxiapatita (tabela 1.1 apresenta a composição mineral dos dentes), e uma fração orgânica composta principalmente por colágeno. Cada dente consiste de uma coroa, que se projeta acima da gengiva, e de uma ou mais raízes, as quais ocupam os alvéolos dos maxilares superiores e inferiores (Hillson 1996).

Tabela 1.1: Lista de minerais que compõem a fração inorgânica dos dentes (Hillson 1996).

## Apatitas

### **Hidroxiapatita** - $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

#### **Substituições dos íons nos cristais de hidroxiapatita e locais vazios**

Sítios $\text{Ca}^{2+}$ :	$\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ra}^{2+}$ $\text{Na}^+$ , água, vacância (menos comum) $\text{K}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ (incomum)
Sítios $\text{PO}_4^{3-}$	$\text{ASO}_4^{3-}$ $\text{HPO}_4^{3-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{HCO}_3^-$ (menos comum)
Sítios OH:	$\text{Cl}^-$ , $\text{F}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{O}^{2-}$ água, vacância (menos comum)

### **Fluorapatita** – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$

### **Fluorhidroxiapatita** – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH},\text{F})_2$

### **Carbonato-contendo apatita** – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3$

Em caso de envenenamento por Pb, Ra, Sr ou  $\text{ASO}_4$ , íons são primeiramente depositados na fase mineral dos ossos, sendo depois liberados lentamente no organismo.

#### **Íons ligados pela superfície**

$\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , citrato, água

Dentes são compostos por três tecidos duros: o esmalte, dentina e o cimento. Além desses há também um tecido mole denominado polpa dental, único tecido do dente em

que se encontram terminações nervosas e vasos sanguíneos (figura 1.1). O esmalte dentário não é considerado um tecido vivo, é formado quase na totalidade por material inorgânico (98%), não apresentando estrutura celular. Diferente deste, a dentina apresenta células e é formada em 25% por colágeno. O cemento, por sua vez, possui uma estrutura similar a dos ossos, sendo também considerado como um tecido vivo (Mays 1998).

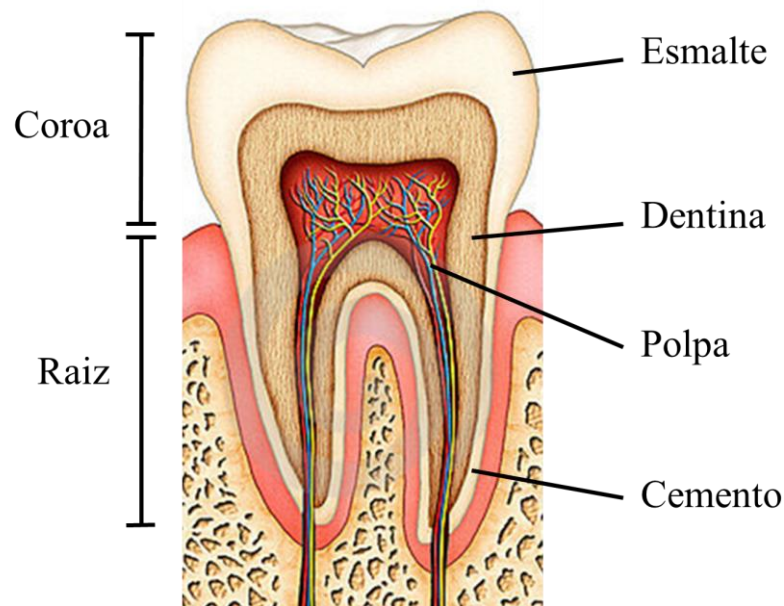


Figura 1.1: Ilustração de anatomia dentária

A formação dos tecidos duros dos dentes se inicia em torno da 20<sup>a</sup> semana de vida do embrião, sendo a dentina a primeira a se formar. Células chamadas odontoblastos secretam uma matriz orgânica, a qual é posteriormente mineralizada para formar a dentina. Este tecido, assim como os demais duros do dente, é formado a partir da sobreposição de camadas microscópicas. A formação do esmalte (amelogênese) é distinta da dentina, e consiste em três fases: a formação da matriz orgânica, a mineralização dessa matriz, e a fase de maturação, em que o esmalte perde praticamente todos os seus componentes orgânicos. A formação do esmalte se inicia no topo da coroa, crescendo progressivamente no sentido contrário à face oclusal (Mays, 1998).

Diferente dos ossos, os dentes não sofrem remodelação após a sua formação. Por conta disso, enquanto os elementos químicos presentes nos ossos são geralmente aqueles ingeridos durante os últimos anos de vida do indivíduo, os elementos presentes nos dentes são aqueles assimilados durante a sua formação, ou seja, a partir da vigésima semana de gestação para dentes decíduos (de leite), até mais de 20 anos de idade para os

terceiros molares permanentes (Hillson 1996, Mays 1998). A tabela 1.2 lista a idade em que se inicia a formação de cada dente decíduo e permanente, e o período que a coroa e a raiz são completamente formadas.

Tabela 1.2: Período de formação dos dentes (Scheid 2007)

	<b>Dente</b>	<b>Início da coroa</b>	<b>Coroa completa</b>	<b>Raiz completa</b>	
<b>Decíduos</b>	Maxilar superior				
	Incisivo C.	4 mês no útero	4 mês	1,5 ano	
	Incisivo L.	4,5 mês no útero	5 mês	2 ano	
	Canino	5 mês no útero	9 mês	3,25 ano	
	1° Molar	5 mês no útero	6 mês	2,5 ano	
	2° Molar	6 mês no útero	11 mês	3 ano	
	Maxilar inferior				
	Incisivo C.	4,5 mês no útero	3,5 mês	1,5 ano	
	Incisivo L.	4,5 mês no útero	4 mês	1,5 ano	
	Canino	5 mês no útero	9 mês	3 ano	
	1° Molar	5 mês no útero	4,4 mês	2,25 ano	
	2° Molar	6 mês no útero	10 mês	3 ano	
	<b>Permanentes</b>	Maxilar superior			
		Incisivo C.	3-4 mês	4-5 ano	10 ano
Incisivo L.		10-12 mês	4-5 ano	11 ano	
Canino		4-5 mês	6-7 ano	13-15 ano	
1° Premolar		1,5-1,75 ano	5-6 ano	12-13 ano	
2° Premolar		2-2,25 ano	6-7 ano	12-14 ano	
1° Molar		Nascimento	2,5-3 ano	9-10 ano	
2° Molar		2,5-3 ano	7-8 ano	14-16	
3° Molar		7-9 ano	12-16 ano	18-25 ano	
Maxilar inferior					
Incisivo C.		3-4 mês	4-5 ano	9 ano	
Incisivo L.		3-4 mês	4-5 ano	10 ano	
Canino		4-5 mês	6-7 ano	12-14 ano	
1° Premolar		1,75-2 ano	5-6 ano	12-13 ano	
2° Premolar		2,25-2,5 ano	6-7 ano	13-14 ano	
1° Molar		Nascimento	2,5-3 ano	9-10 ano	
2° Molar		2,5-3 ano	7-8 ano	14-15 ano	
3° Molar		8-10 ano	12-16 ano	18-25 ano	

## 1.2 Análises isotópicas e bioarqueologia

### 1.2.1 Isótopos

Isótopos são átomos cujo núcleo contém o mesmo número de prótons, mas um número diferente de nêutrons. O termo isótopos tem origem do grego e significa

“estarem em um mesmo lugar”, pois estes ocupam a mesma posição na tabela periódica. De todos os elementos contidos na tabela periódica, apenas 21 não apresentam isótopos. Todos os demais elementos são formados de dois ou mais isótopos. A abundância relativa dos diferentes isótopos de um mesmo elemento pode variar substancialmente, no entanto, elementos leves geralmente possuem um isótopo predominante (Hoefs 2009).

Dentre os isótopos, 264 são classificados como estáveis, visto que não é possível observar qualquer decaimento nestes. Com relação aos radioativos, estes já passam de 1200 (Dickin 2005, Hoefs 2009). Isótopos radiogênicos são fruto de um decaimento radioativo, processo em que um nuclídeo se transforma espontaneamente em outro, podendo este ser caracterizado pela emissão de partículas  $\alpha$ ,  $\beta$  e/ou  $\gamma$  (Faure 1986, Allègre 2008). Com o decaimento de um nuclídeo radioativo ao longo do tempo, nuclídeos radiogênicos são formados, alterando as abundâncias dos elementos envolvidos no processo (ex:  $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$  e  $^{87}\text{Rb}$ - $^{87}\text{Sr}$ ). Este processo pode ocorrer em uma ou em várias etapas, como é o caso do decaimento do  $^{238}\text{U}$  para o  $^{206}\text{Pb}$  (Allègre 2008). A figura 1.2 abaixo ilustra as várias etapas do decaimento do  $^{238}\text{U}$  até o  $^{206}\text{Pb}$ , o qual possui meia vida de 4.470Ma.

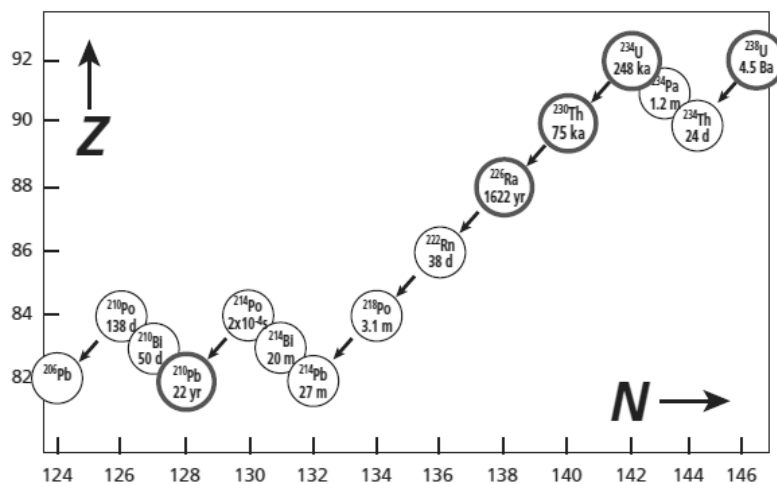


Figura 1.2.: Decaimento radioativo do  $^{238}\text{U}$  até o  $^{206}\text{Pb}$  (Allègre 2008).

Diferente dos isótopos radiogênicos, os isótopos estáveis não alteram suas abundâncias a partir do decaimento radioativo. Por conta disso, toda e qualquer variação na razão isotópica dos elementos estáveis ocorre a partir de processos conhecidos como fracionamento isotópico. Estes processos podem ser geralmente caracterizados como

efeitos cinéticos e efeitos de equilíbrio. Estes efeitos ocorrerem em todos os elementos químicos, entretanto, são mais visíveis em isótopos de menor massa atômica (Criss 1999, Allègre 2008).

### 1.2.2 Carbono

O Carbono ocorre em uma ampla variedade de compostos na Terra, desde compostos orgânicos da biosfera, até inorgânicos como o dióxido de carbono e carbonatos. O elemento carbono possui dois nuclídeos estáveis  $^{12}\text{C}$  e  $^{13}\text{C}$  com abundâncias em média de 98.93% e 1.07% respectivamente (Rosman e Taylor 1998). Assim como outros isótopos, o carbono é medido utilizando  $\delta$  em ‰ como  $\delta^{13}\text{C}$  a partir da equação abaixo, sendo o padrão usado o carbonato PDB, referente a um belemnite do Cretáceo, encontrado na região de Pee Dee na Carolina do Sul, EUA.

$$\delta^{13}\text{C} = \frac{{}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}_{\text{sample}} - {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}_{\text{standard}}}{{}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}_{\text{standard}}} \times 1,000$$

Os dois principais reservatórios de carbono terrestre são a matéria orgânica e os carbonatos sedimentares, os quais apresentam características isotópicas distintas por conta de diferentes processos de fracionamento. Os principais fatores responsáveis pela variação (fracionamento) dos isótopos estáveis de carbono são:

1. Troca isotópica por reação de equilíbrio. Esta ocorre dentro do sistema inorgânico de carbono ( $\text{CO}_2$  atmosférico – bicarbonato dissolvido – carbonato sólido), na qual se observa um enriquecimento do  $^{13}\text{C}$  nos carbonatos. O fracionamento isotópico neste caso está associado a cada uma das etapas de reação do sistema inorgânico de carbono, em que as diferenças do  $^{13}\text{C}$  entre os íons e moléculas (ex  $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3$ ) depende somente da temperatura (Hoefs 2009).

2. Efeitos cinéticos isotópicos durante a fotossíntese. Estes efeitos concentram o isótopo mais leve  $^{12}\text{C}$  nos compostos orgânicos sintetizados, consequentemente reduzindo o valor do  $\delta^{13}\text{C}$ . Neste processo os principais passos da discriminação isotópica durante a fixação do carbono orgânico são: (1) a difusão e absorção intracelular do  $\text{CO}_2$  e, (2) a síntese biológica dos componentes celulares (Hoefs 2009).

O fracionamento gerado pelo processo fotossintético não ocorre da mesma forma em todos os organismos vegetais (Ambrose 1993). Plantas adaptadas a diferentes ambientes possuem sistemas de fixação de dióxido de carbono distintos. Plantas conhecidas como C3 (ex: soja, arroz, feijão, e todas as árvores que tiveram a



fotossíntese estudada até o momento) fixam o CO<sub>2</sub> atmosférico diretamente do ar para as células do mesófilo, o qual é convertido pela enzima RUBISCO (ribulose bifostato carboxilase/oxigenase) em uma molécula de seis carbonos, que é posteriormente dividida em duas moléculas de PGA (fosfoglicerato), cada uma com três átomos de carbono (Lehninger 2006). Tal processo de fixação de dióxido de carbono gera um grande fracionamento do  $\delta^{13}\text{C}$ , com valores entre -34‰ a -23‰, com média de -26‰, sendo importante ressaltar que o  $\delta^{13}\text{C}$  do CO<sub>2</sub> atmosférico é de -7,7‰ (Smith e Epstein 1971, Merwe e Medina 1989). Diferente dessas, as plantas C<sub>4</sub> são geralmente gramíneas e originadas dos trópicos, como o milho, milheto, cana de açúcar e sorgo (Bender 1968, Smith e Epstein 1971). Estas plantas desenvolveram mecanismos para defesa contra o calor, na qual evitam grandes perdas de água com a fotorespiração. Nesse caso, o processo de assimilação do CO<sub>2</sub> até o RUBISCO é precedido por várias etapas em que o dióxido de carbono é captado por células específicas dessas plantas por uma enzima conhecida como PEP (fosfo-enol-piruvato-carboxilase), formando então um composto de quatro carbonos. Diferente do processo de assimilação das plantas C<sub>3</sub>, as C<sub>4</sub> são menos empobrecidas no isótopo <sup>13</sup>C que as plantas C<sub>3</sub>, apresentando valores que vão de -17‰ a -9‰, com média de -13‰ (Bender 1968, Smith e Epstein 1971). A figura 1.3 abaixo ilustra a variação do  $\delta^{13}\text{C}$  de plantas C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>.

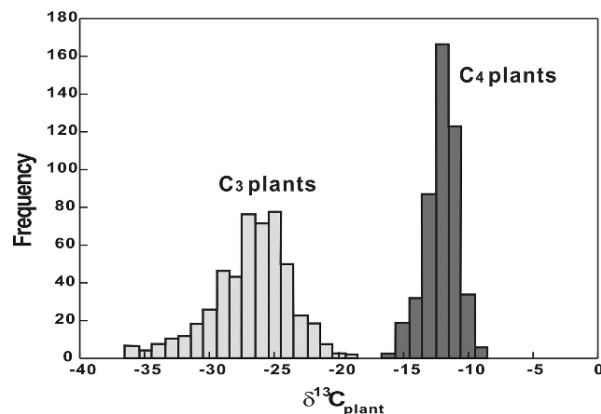


Figura 1.3: Frequências de plantas C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> x  $\delta^{13}\text{C}$  (Hoefs 2009).

A dicotomia entre plantas C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> foi bastante utilizada na identificação de mudanças alimentares de populações humanas pré-históricas (Buikstra *et al.* 1988, Ezzo 1992). O exemplo da figura 1.4 abaixo é do estudo clássico da expansão da agricultura do milho (*Zea mays*) da América Central para a América do Norte no período Pré-

Colombiano. Nesse estudo Van der Merwe e Vogel (1978) demonstraram a chegada do milho no Vale de Illinois por volta de 1000 DC.

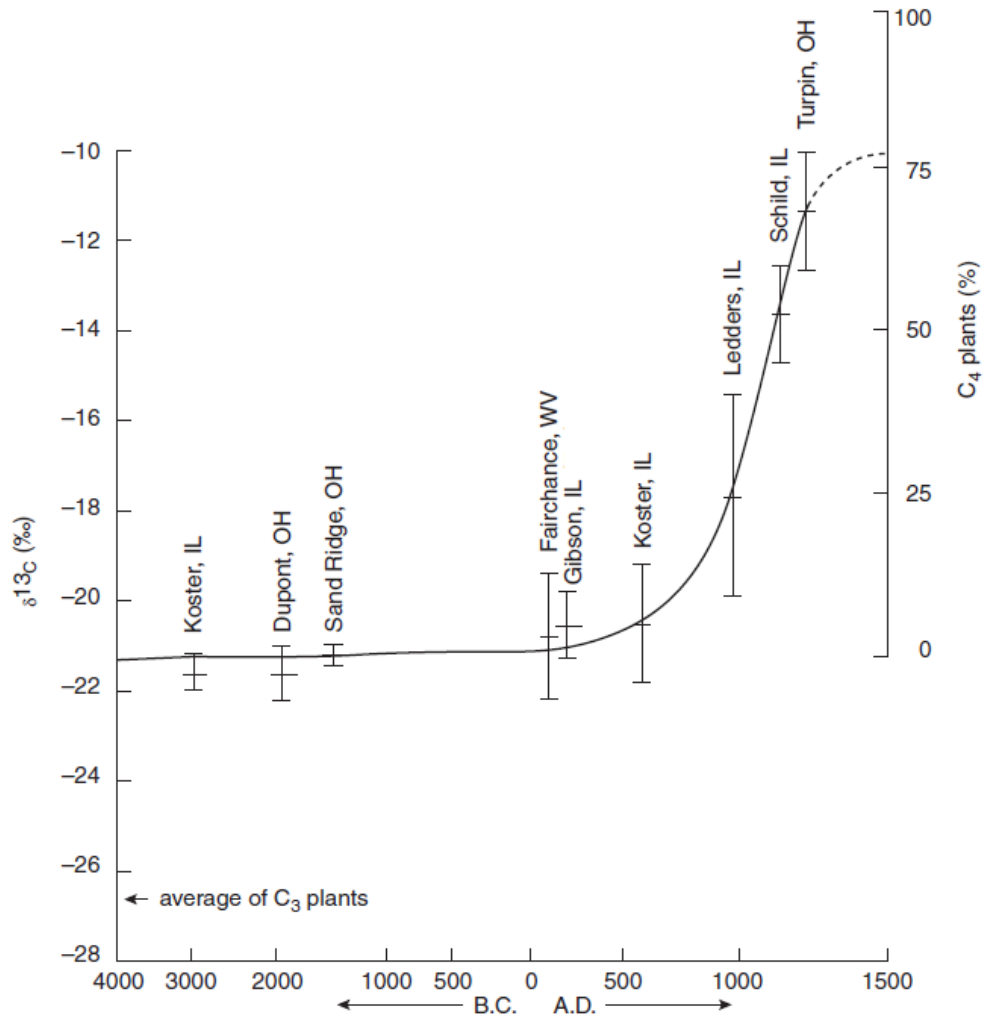


Figura 1.4: Composição de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno de ossos humanos do Vale de Illinois, Estados Unidos. O aumento no  $\delta^{13}\text{C}$  de  $-22\text{‰}$  para  $-10\text{‰}$  em 1000 DC marca a chegada da agricultura do milho na região (Van der Merwe e Vogel 1978).

O  $\delta^{13}\text{C}$  das plantas não é só influenciado pelo seu caminho fotossintético. Fatores como disponibilidade de água no ambiente, intensidade de luz, temperatura, pressão parcial do  $\text{CO}_2$ , e disponibilidade de nutrientes também geram pequenas variações nos isótopos estáveis de carbono. Plantas sujeitas a estresse apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  superiores a plantas sem estresse hídrico. Em áreas de baixa intensidade de luz, a eficiência da fotossíntese é reduzida, resultado em um  $\delta^{13}\text{C}$  mais negativo do que plantas em ambientes bem iluminados (Tieszen 1991, Francey *et al.* 1985, Ambrose 1993).

Além de plantas C3 e C4, existem plantas como cactos, agaves e bromélias, que possuem um outro caminho fotossintético conhecido como CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*). Estas plantas são adaptadas ao ambiente seco e assimilam o dióxido de carbono durante a noite, com a finalidade de reduzir a perda de água durante o dia. Essas plantas apresentam um  $\delta^{13}\text{C}$  entre os valores das plantas C3 e C4 (Katzenberg 1992).

Organismos fotossintéticos marinhos apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  menos negativos que os de plantas terrestres C3, e podem sobrepor os obtidos em plantas C4. Isso ocorre porque o carbono disponível para fotossíntese nos ambientes marinhos deriva do carbonato dissolvido na água, o qual possui  $\delta^{13}\text{C} = 0\text{‰}$ , valor superior ao encontrado no  $\text{CO}_2$  atmosférico, que é de  $-7\text{‰}$  (Smith e Epstein 1971, Ambrose 1993).

Pesquisas arqueológicas com populações litorâneas exploram essa diferença no  $\delta^{13}\text{C}$  de plantas C3 terrestres e alimentos de origem marinha, com intuito de identificar se a população estudada teria preferência alimentar por recursos marinhos ou terrestres. É importante ressaltar que as análises de isótopos de carbono não são capazes de diferenciar dietas baseadas em recursos marinhos e plantas C4, por conta da sobreposição que ocorre entre os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  dessas duas fontes alimentares (Katzenberg 1992).

### 1.2.3 Nitrogênio

Cerca de 99% do nitrogênio terrestre conhecido encontra-se na superfície tanto na forma de  $\text{N}_2$  atmosférico, como dissolvido nos oceanos. Apenas uma pequena porção de nitrogênio faz ligação com outros elementos, como o carbono, oxigênio e hidrogênio (Hoefs 2009). Análises isotópicas de nitrogênio são realizadas com os isótopos  $^{14}\text{N}$  e  $^{15}\text{N}$ , os quais apresentam abundância em média de 99,63% e 0,37%, respectivamente (Rosman e Taylor 1998). A equação do  $\delta^{15}\text{N}$  está representada abaixo, sendo o  $\text{N}_2$  do ar atmosférico o padrão utilizado. O  $\delta^{15}\text{N}$  varia de  $-50\text{‰}$  a  $50\text{‰}$  em materiais/sistemas naturais terrestres, sendo que a maior parte dos valores obtidos fica entre  $-10\text{‰}$  e  $20\text{‰}$ .

$$\delta^{15}\text{N} = \frac{{}^{15}\text{N} / {}^{14}\text{N}_{\text{sample}} - {}^{15}\text{N} / {}^{14}\text{N}_{\text{standard}}}{{}^{15}\text{N} / {}^{14}\text{N}_{\text{standard}}} \times 1,000$$

O fracionamento do nitrogênio ocorre basicamente a partir de processos cinéticos, embora alguns estudos indiquem haver também algum fracionamento por reações de equilíbrio em componentes inorgânicos comuns de nitrogênio (Letolle 1980).

Isótopos de nitrogênio têm sido usados em diversas áreas da ciência. A partir do  $\delta^{15}\text{N}$  é possível, por exemplo, registrar mudanças na dinâmica de nutrientes nos oceanos, elucidar questões sobre teia trófica em diversos ecossistemas, sinalizar a origem do nitrogênio em corpos d'água (fertilizantes, rejeitos de animais e esgoto), e determinar a fonte e destino do nitrogênio marinho e terrestre no ambiente. Os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  medidos na coluna de água dos oceanos e nos sedimentos dependem de diversas reações no ciclo biológico, as quais geram fracionamento isotópico (Hoefs 2009).

Experimentos de laboratório feitos com animais criados em cativeiro sugerem que isótopos de nitrogênio são úteis na determinação de nível trófico de alimentos consumidos. O  $\delta^{15}\text{N}$  aumenta de 3-4‰ ao passar de plantas para herbívoros, de herbívoros para carnívoros primários, e assim por diante, tanto em ambientes terrestres como em marinhos (Deniro e Epstein 1981, Schoeninger 1985). Por conta disso, levando em conta que o nitrogênio ingerido é de origem proteica em nossos organismos, uma dieta baseada em carne apresentaria um  $\delta^{15}\text{N}$  superior a uma dieta baseada em vegetais como fonte de proteínas. Por apresentar uma maior quantidade de níveis tróficos do que em ambientes terrestres, alimentos de origem marinha, como peixes, geralmente possuem valores de  $\delta^{15}\text{N}$  mais positivos do que animais de origem terrestre e, desta forma, análises de isótopos de nitrogênio podem ser usadas para diferenciar dietas terrestres de dietas marinhas (Ambrose 1993).

É importante mencionar que a contribuição de proteínas vegetais para a formação dos tecidos animais é pequena se comparada com a contribuição da proteína de origem animal, e, dessa forma, ao analisarmos o  $\delta^{15}\text{N}$  de organismos onívoros, como por exemplo humanos, estaremos visualizando em sua maior parte o nitrogênio que foi ingerido de origem animal pelo indivíduo, em detrimento da porção vegetal de sua dieta (Milton e Dintzis 1981). A figura 1.5 ilustra valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e do  $\delta^{15}\text{N}$  de teias alimentares terrestres e marinhas, onde é possível observar que os valores são mais positivos em ambientes marinhos.

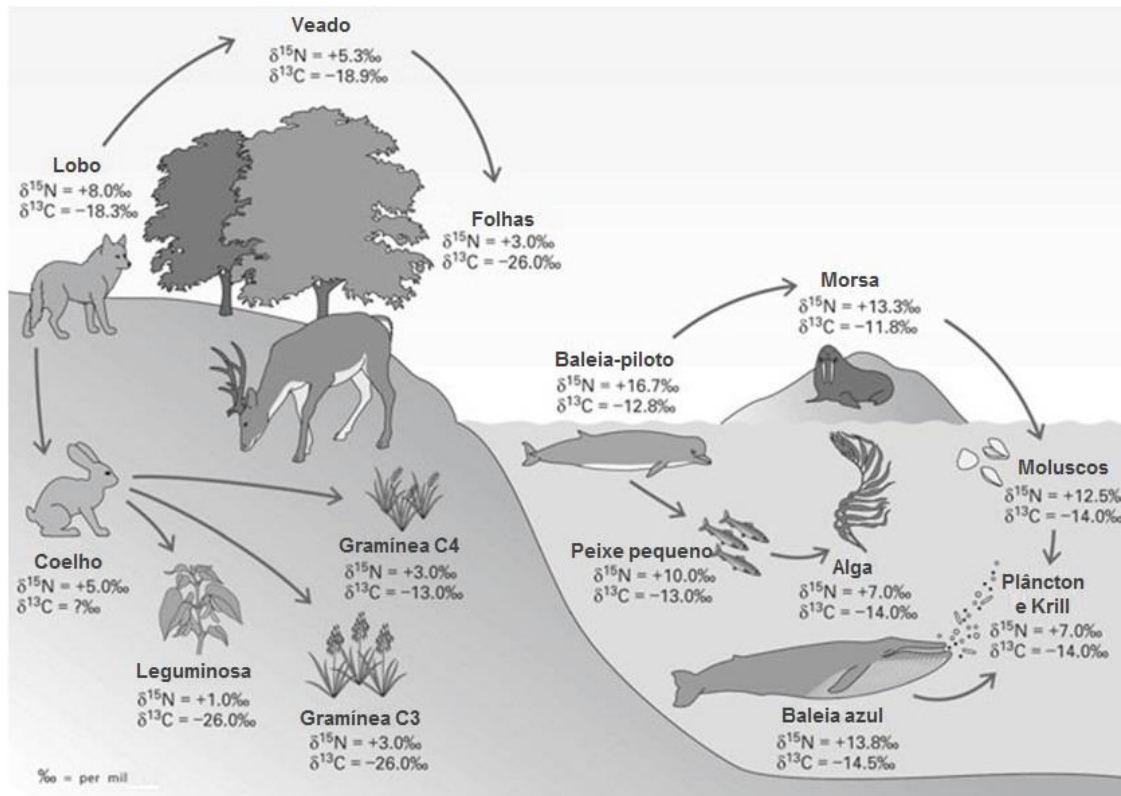


Figura 1.5: Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  de plantas e animais (colágeno) em ambientes terrestres e marinhos (Price e Burton 2011)

Análises de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio de remanescentes esqueléticos humanos possibilitam a identificação de padrões alimentares identificando se um dado indivíduo estaria consumindo mais recursos C3, C4 ou marinhos, assim como a identificação de uma dieta mais voltada para plantas, animais terrestres ou marinhos (Ambrose 1993). Tais análises podem ser feitas tanto da fração orgânica como da inorgânica de ossos e dentes, sendo que cada fração vai fornecer informações distintas, como será visto a seguir.

A partir da fração inorgânica de ossos e dentes é possível fazer análises de  $\delta^{13}\text{C}$  do carbonato presente nos cristais de apatita. O  $\delta^{13}\text{C}$  do carbonato da apatita deriva do bicarbonato dissolvido no sangue, o qual corresponde a todas as fontes carbono ingeridos na dieta do indivíduo (carboidratos, proteína e lipídeos) (Ambrose 1997, Yoder 2010). Enquanto o  $\delta^{13}\text{C}$  de ossos reflete os últimos anos da dieta do indivíduo, isso por conta da remodelação presente nos ossos, o  $\delta^{13}\text{C}$  presente nos dentes está relacionado aos alimentos ingeridos durante o seu período de formação, que inclui toda a infância até a adolescência.

O carbono sofre fracionamento ao ser fixado nos ossos e dentes, sendo que este fracionamento varia entre herbívoros, carnívoros e onívoros. Enquanto o carbonato da apatita dos herbívoros exibe um enriquecimento em média de + 14‰ no  $\delta^{13}\text{C}$ , quando comparado com o das plantas consumidas, carnívoros e onívoros apresentam um enriquecimento de +9‰ relativo às suas dietas (Lee-Thorp *et al.* 1989, Cerling e Harris 1999).

Herbívoros que se alimentam exclusivamente de recursos C4 possuem o  $\delta^{13}\text{C}$  da fração carbonática da apatita entre -4‰ e +4‰, enquanto herbívoros que se alimentam somente de plantas C3 apresentam valores entre -15‰ a -10‰. Para herbívoros grandes, um  $\delta^{13}\text{C}$  de -8‰ já pode ser explicado por uma dieta baseada em plantas C3 (Cerling *et al.* 1997, Cerling e Harris 1999). Carnívoros que se alimentam de herbívoros consumidores de recursos C4 ou recursos marinhos possuem o  $\delta^{13}\text{C}$  mais positivo que -6‰. Já em regiões de recursos C3 este valor em carnívoros costuma ser mais negativo que -16‰. (Cerling *et al.* 1997, MacFadden *et al.* 1999).

Um problema em potencial na investigação de dietas do passado usando carbonato é que a parte mineral dos ossos é vulnerável a mudanças pós-deposicionais na sua composição química. Alguns fatores que contribuem para a propensão de alterações diagenéticas na parte mineral dos ossos são: (1) Ossos são muito porosos, o que facilita penetração pós-deposicional da água do solo. (2) A alta proporção de matéria orgânica nos ossos e dentina possibilita que esses tecidos sejam atacados por microrganismos do solo (White e Folkens 1999). Mesmo com estes possíveis problemas, ao menos uma parte do material diagenético, incluindo carbonatos contaminantes, pode ser retirada de ossos e dentes a partir de uma limpeza com ácidos fracos (Wright e Schwarcz 1998). Esse procedimento se tornou rotina em análises isotópicas de carbonatos de material esquelético.

Apesar de diversos estudos indicarem uma alta ocorrência de diagênese em tecidos ósseos e dentina, observa-se que este tipo de contaminação ocorre pouco no esmalte dentário. O esmalte contém pouca matéria orgânica e, ao contrário dos ossos, é compacto, apresentando poucas falhas em sua estrutura, o que reduz a sua superfície de contato com o ambiente externo (Hillson 1996, Sharp *et al.* 2000).

Os  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  das proteínas colágenas de ossos e dentina nos fornecem informações a respeito da dieta proteica do indivíduo, diferente do  $\delta^{13}\text{C}$  da fração carbonática da apatita. Assim como a apatita, o colágeno em ossos apresenta remodelação ao longo da vida, com a diferença de que apresenta uma das mais lentas

taxas de remodelação dentre os tecidos animais, podendo ser completamente alterado no período de 10 a 30 anos (Tieszen *et al.* 1983). Diferente do colágeno dos ossos, o colágeno presente na dentina não é alterado após a sua formação, havendo apenas uma deposição pouco expressiva de dentina secundária ao longo da vida do indivíduo. Com isso, a análise da dentina nos fornece o  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  da infância (período de formação da dentina), enquanto o colágeno do osso nos fornece dados de uma alimentação em períodos posteriores, mais próximos dos últimos anos de vida do indivíduo (Richards *et al.* 2002).

O carbono presente no colágeno não sofre o mesmo fracionamento que o carbonato da apatita. Em uma dieta baseada somente em plantas C3 ou somente de plantas C4, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno do espécime analisado será em média 5‰ mais positivo que o do alimento consumido. No entanto, torna-se difícil determinar a exata proporção de cada grupo de plantas consumida quando a dieta envolve uma mistura de recursos C3 e C4, visto que o metabolismo de proteínas envolve a incorporação seletiva de aminoácidos e, conseqüentemente, de carbono (Tykot *et al.* 2009).

O colágeno de ossos e dentes pode se preservar por milhares de anos após o enterro, e é extremamente resistente a alterações diagenéticas, tendendo a manter as mesmas razões isotópicas de carbono e nitrogênio do indivíduo em vida (Ambrose 1993). Mesmo assim, é importante ter alguns cuidados na escolha e preparação de amostras, de modo a garantir que os resultados obtidos representem de fato o colágeno presente no osso do indivíduo. Geralmente é possível avaliar o grau de preservação do colágeno a partir da razão do carbono/nitrogênio (C/N), que deve variar entre 2,9 e 3,6. Qualquer valor acima ou abaixo desse significa que o colágeno da amostra não está em boas condições para análises (Tuross 2002).

#### 1.2.4 Estrôncio

O estrôncio (Sr) é um elemento químico de massa atômica de 87,6. Pertence a família dos metais alcalinos terrosos (grupo 2A), e encontra-se no estado sólido em temperatura ambiente. Este elemento possui raio iônico de 1.13Å, um pouco maior do que o raio iônico do cálcio (Ca) 0.99Å, e por conta disso, o Sr pode substituí-lo de forma restrita em diversos minerais, como no carbonato de cálcio e apatita (Faure 1986).

Existem quatro isótopos naturais de estrôncio:  $^{84}\text{Sr}$  (0.56%),  $^{86}\text{Sr}$  (9.87%),  $^{87}\text{Sr}$  (7.04%) e  $^{88}\text{Sr}$  (82.53%) (Faure e Powell 1972). Diferente dos demais isótopos, o  $^{87}\text{Sr}$

origina-se a partir do decaimento radioativo do rubídio ( $^{87}\text{Rb}$ ). Este decaimento do  $^{87}\text{Rb}$  ao  $^{87}\text{Sr}$  tem meia vida de aproximadamente 4.881.010 Ma (Faure 1986).

Em função do decaimento do  $^{87}\text{Rb}$ , a abundância isotópica do  $^{87}\text{Sr}$  nas rochas e solos delas derivados é variável e dependente de fatores tais como idade da rocha e concentração de Rb. Por exemplo, dentre as formações geológicas com mesmo teor de Rb, as mais antigas têm mais tempo para produção de  $^{87}\text{Sr}$  a partir do decaimento radioativo de  $^{87}\text{Rb}$ , gerando assim materiais com razões isotópicas  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  mais elevadas se comparadas às formações mais jovens (Faure 1986).

A concentração média de rubídio e estrôncio em diferentes tipos de rochas ígneas e sedimentares pode variar bastante. Em uma rocha ígnea ou sedimentar a concentração de rubídio varia em geral de menos de 1ppm (rochas carbonáticas) até mais de 170 ppm (rochas graníticas com pouco cálcio). A concentração de estrôncio em uma rocha pode variar desde algumas poucas partes por milhão, pode apresentar valores intermediários como em rochas basálticas com 465 ppm, e chegar até 2000 ppm em carbonatos (Faure 1986).

As razões de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  podem variar entre 0,705 a 0,850 em granitos e 0,702 a 0,707 em basaltos. Formações geológicas que são antigas (>100 ma) e que têm altas concentrações de Rb, terão razões de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  altas. Em contrapartida, formações geológicas recentes (< 1-10 ma), com baixas concentrações de Rb, como as formações vulcânicas do final do Cenozoico, geralmente têm razões de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  menores que 0,706 (Faure 1986, Allègre 2008).

No ciclo intempérico a razão isotópica de Sr não se altera significativamente, ou seja, não é possível observar fracionamento isotópico (Faure 1986, Sillen e Kavanagh 1982). Os organismos vegetais ao retirarem os nutrientes do solo e da água absorvem o estrôncio neles contido (Hurst e Davis 1981). Os animais ao consumirem essas plantas absorvem o mesmo estrôncio e, apesar da concentração de estrôncio variar nos tecidos animais e vegetais por diversos fatores (Burton *et al.* 1990, Burton e Wright 1995), o fracionamento gerado entre os isótopos  $^{87}\text{Sr}$  e  $^{86}\text{Sr}$  ao longo dos processos biológicos é insignificante, isso por conta da pequena diferença entre suas massas relativas, e a grande massa atômica desses isótopos (Faure 1986, Blum *et al.* 1997).

O estrôncio contido nos tecidos ósseos é amplamente estudado pela arqueometria, apesar de pouco se conhecer sobre a sua função no organismo (Tafari 2005). A média de ingestão diária de estrôncio é de 0.8 - 5mg, mas a concentração desse elemento em tecidos ósseos e dentes varia de acordo com fatores relacionados ao estresse fisiológico



(Blakely 1989). Em função de suas características químicas, o estrôncio se comporta no organismo de modo similar ao cálcio, inclusive substituindo este último na formação dos cristais de hidroxiapatita  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  da matriz mineral dos tecidos calcificados como ossos e dentes (Nelson *et al.* 1986, Faure 1986). Por conta dessa similaridade, o estrôncio ingerido é fixado, ali permanecendo até a renovação do mesmo, como no caso da remodelação óssea (Ericson 1985). Esse estrôncio ingerido e assimilado pelo tecido é chamado de estrôncio biogênico.

Ao analisar a assinatura isotópica do estrôncio da porção inorgânica do osso humano, obtém-se a informação do elemento ingerido e assimilado no máximo nos últimos sete a dez anos, pois este é o período de remodelação completa de um osso (Mays 1998). Como já foi dito anteriormente, o esmalte dentário não sofre remodelação ao longo da vida. Com isso, ao analisarmos a razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  nos cristais de hidroxiapatita do esmalte dentário obteremos estrôncio do início da gestação até a adolescência do indivíduo, dependendo do dente estudado (Ericson 1985, Knudson *et al.* 2004).

Ao se aplicar este raciocínio em indivíduos achados em um sítio arqueológico, quando a assinatura isotópica de estrôncio no esmalte dentário é igual à da região na qual se localiza o sítio, podemos sugerir que estes indivíduos são locais. Por outro lado, aqueles que apresentam assinatura isotópica do esmalte dentário diferente, muito possivelmente teriam habitado outro local durante a infância, ou seja, são indivíduos não locais. Dessa forma, os estudos com isótopos de estrôncio possibilitam reconstruir padrões de mobilidade humana no passado (Price *et al.* 2002, Schweissing e Grupe 2003).

Não havendo fracionamento, poderíamos imaginar que o estrôncio de uma formação geológica homogênea forneceria a assinatura isotópica única de estrôncio para todos os organismos de uma região. Nesse caso hipotético seria necessário apenas uma única amostra de solo para obtenção da assinatura isotópica de tudo que habitasse sobre aquela formação geológica. Diferente disso sabe-se na prática que as razões isotópicas obtidas diretamente do solo ou rocha de qualquer formação não representam a mesma razão de Sr dos organismos residentes nela (Price *et al.* 2002).

Segundo Price *et al.* (2002), existe uma distinção entre o estrôncio geológico e o estrôncio encontrado nas fontes biológicas, na biosfera. Experimentos de laboratório indicaram que o sistema de incorporação de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do solo por plantas não é linear, visto que a razão isotópica encontrada nos organismos é composta por uma mistura do

estrôncio de origem atmosférica, aquática e terrestre (Faure 1986, Miller *et al.* 1993). Além disso, em uma mesma formação geológica ocorrem heterogeneidades litológicas, o que implica também em uma heterogeneidade na razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ .

Price *et al.* (2002), ao discutirem esse tema, concluíram que não existe a possibilidade de se obter apenas uma única razão de estrôncio para uma área, mas sim uma faixa de razão isotópica de estrôncio obtida a partir da análise de diversas rochas, água de corpos e cursos d'água, plantas e animais que compõe o ambiente em questão.

Um caminho para obtenção da faixa de assinatura local seria analisar o estrôncio assimilado nos ossos e dentes dos animais que habitaram a região estudada (fonte biológica de assinatura de estrôncio) (Price *et al.* 2002, Bentley *et al.* 2004). É importante que seja feita uma seleção desses animais, de preferência analisar herbívoros que possuam área de circulação pequena, visto que estes obtêm seus recursos em um raio menor, o que poderia o representar a razão isotópica média encontrada no local estudado (Bentley *et al.* 2004, Wright 2005).

Herbívoros modernos, principalmente aqueles que habitam áreas antropizadas, não costumam ser úteis nesta identificação, pois há a possibilidade desses animais estarem consumindo estrôncio de origem antropogênica, ou seja, fontes não geológicas de estrôncio como, por exemplo, os fertilizantes usados na agricultura. Considerando todas as questões, a melhor forma de caracterizar a assinatura isotópica local em um sítio arqueológico seria analisando os dentes dos animais que viveram no local no momento da ocupação estudada, ou seja, dentes da fauna arqueológica associada ao sítio (Price *et al.* 2002, Bentley *et al.* 2004).

Além da determinação da fonte biológica de assinatura isotópica, mapas geológicos da região podem auxiliar na determinação da razão de estrôncio local. Estes mapas contribuem também para a identificação das outras possíveis regiões em que indivíduos não locais habitaram seus primeiros anos de vida, ajudando a formular hipótese de origem para o material estudado (Price *et al.* 2002, Bastos *et al.* 2011).

No caso de regiões litorâneas, as rochas sedimentares marinhas geralmente apresentam razões isotópicas de estrôncio similares à razão da água do mar (Wright 2004). Assim como a água do mar, a água da chuva evaporada do mar também possui razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  marinha e, em regiões costeiras, a assinatura isotópica da água da chuva é bastante similar à marinha. Esta razão isotópica se modifica ao longo do continente, pois a água da chuva passa a incorporar progressivamente aerossóis de poeira terrestre continental (Capo *et al.* 1998, Faure 1986).

Um último ponto importante para a análise de isótopos de estrôncio seria a contaminação *post-mortem* dos ossos e dentes. Da mesma forma que ocorre com o carbono, o estrôncio presente no solo e água adere à fração inorgânica dos ossos enterrados, sobrepondo ou substituindo o estrôncio adquirido *in vivo* (biogênico). Diversos estudos com estrôncio indicam uma alta ocorrência de diagênese em tecidos ósseos. Foi observado, no entanto, que este tipo de contaminação ocorre em menor escala no esmalte dentário, por este ser menos poroso e apresentar cristais de apatita mais bem formados e maiores que nos ossos (Price *et al.* 2002, Hillson 1996, Sharp *et al.* 2000). Apesar de alguns autores sugerirem que haja contaminação de esmalte (Grupe *et al.* 1999), não houve nenhuma confirmação analítica de tal ocorrência (Montgomery *et al.* 1999). Visando eliminar os efeitos da contaminação diagenética superficial, muitos estudos têm utilizado técnicas de limpeza mecânica e química das amostras antes das análises (Price *et al.* 2002, Knudson *et al.* 2004, Bentley *et al.* 2004).

Mais recentemente estudos de mobilidade humana de grupos pretéritos que usam isótopos de estrôncio passaram a incluir também análises de isótopos de oxigênio. Como será visto a seguir, o  $\delta^{18}\text{O}$  é alterado por processos distintos do estrôncio, estando esse relacionado à fonte de água ingerida pelo indivíduo.

### 1.2.5 Oxigênio

O oxigênio é o elemento químico mais abundante na Terra, não somente nos oceanos, mas também no silicato terrestre (Allègre 2008, Hoefs 2009). O oxigênio possui três isótopos estáveis:  $^{16}\text{O}$  (99,75%),  $^{17}\text{O}$  (0,038%) e o  $^{18}\text{O}$  (0,205%) (Rosman e Taylor 1998).

As análises de oxigênio são feitas com os isótopos  $^{18}\text{O}$  e  $^{16}\text{O}$ , e apresentadas por meio do parâmetro  $\delta^{18}\text{O}$ . Os padrões mais utilizados são o SMOW (*Standard Mean Ocean Water*) e o PDB. Para o SMOW a variação total do  $\delta^{18}\text{O}$  encontrada na natureza é de -50‰ até 50‰. Medidas sistemáticas do  $\delta^{18}\text{O}$  de vários compostos naturais (minerais, rochas, vapor de água, etc) revelam que suas composições isotópicas apresentam características específicas que dependem da natureza química e origem geoquímica dos compostos, e não de suas idades geológicas e temperatura de formação (Allègre 2008).

Enquanto a água do mar apresenta o  $\delta^{18}\text{O}$  igual a zero (SMOW), rochas metamórficas, ígneas e calcários apresentam em geral um  $\delta^{18}\text{O}$  positivo. Por outro lado, águas continentais, de origem pluvial, apresentam valores negativos que vão desde -

10‰ até -50‰. Esses valores negativos do  $\delta^{18}\text{O}$  obtidos para a água doce (pluvial) deve-se a processos de evaporação e condensação (Allègre 2008). A figura 1.6 abaixo ilustra a variação dos isótopos de oxigênio em seus principais reservatórios.

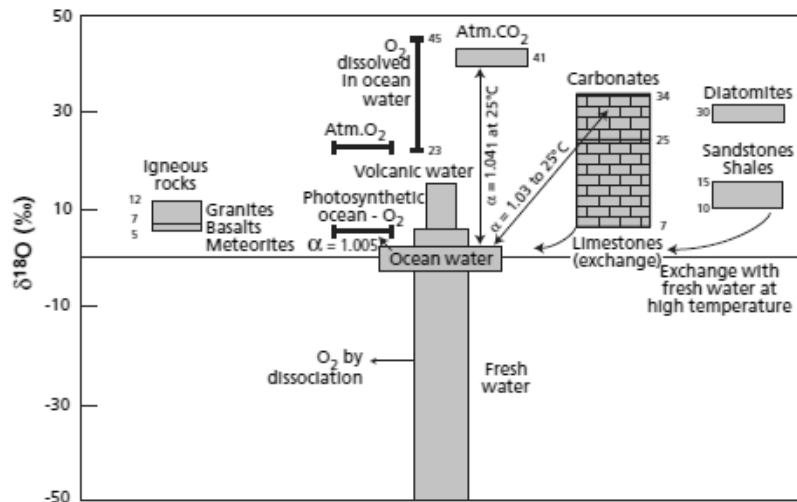


Figura 1.6: Variação do  $\delta^{18}\text{O}$  utilizando o padrão SMOW nos principais reservatórios de oxigênio (Allègre 2008).

Na hidrosfera o fracionamento do  $\delta^{18}\text{O}$  ocorre a partir da evaporação das águas e a subsequente condensação durante o transporte atmosférico na forma de vapor (Daux *et al.* 2005). O fracionamento ocorre progressivamente, e depende de fatores físicos e meteorológicos. As massas de ar com água evaporada dos oceanos vão perdendo água na forma de chuva ao se deslocarem das latitudes tropicais para as polares (efeito latitudinal), ao se deslocarem do mar para o continente adentro (efeito continental) e quando passam de baixas para altas altitudes (efeito de altitude) (Aggarwal *et al.* 2005). Em cada uma dessas condições ocorre discriminação do isótopo mais pesado, reduzindo o  $\delta^{18}\text{O}$  sucessivamente até a última chuva, a qual possui o menor valor de  $\delta^{18}\text{O}$ . Dessa forma, podemos concluir que regiões distintas (latitude, altitude e continentalidade) apresentam águas com diferentes valores médios de  $\delta^{18}\text{O}$  (Dansgaard 1964).

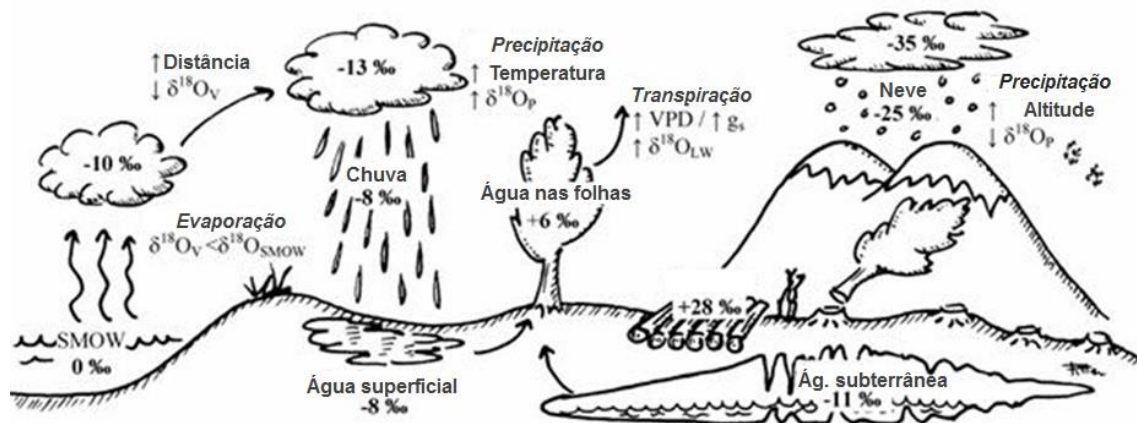


Figura 1.7: Principais passos de fracionamento do  $\delta^{18}\text{O}$  da água no ambiente em SMOW (Fonte: IAEA/WMO 2001).

O  $\delta^{18}\text{O}$  obtido em tecidos de mamíferos como músculo, ossos e dentes reflete a origem da água ingerida na forma líquida e da água proveniente da alimentação. A contribuição de água (ingerida diretamente ou a partir dos alimentos) para a composição dos tecidos, no entanto, varia de uma espécie para outra. De modo geral, animais pequenos com um baixo volume de água no organismo têm uma maior contribuição da água proveniente de alimentos que animais grandes que apresentam alto volume de água no organismo. Com isso, o  $\delta^{18}\text{O}$  presente nos tecidos de animais grandes é mais influenciado pela água consumida diretamente do que da água ingerida a partir de alimentos. Humanos são considerados de médio porte, apresentando um volume de água no corpo moderado. Por serem onívoros, humanos ingerem menos água de alimento que herbívoros (plantas possuem muita água) e, com isso, o  $\delta^{18}\text{O}$  ingerido por humanos é fortemente influenciado pela composição da água líquida consumida (Luz *et al.* 1984, Luz e Kolodny 1989, Schwarcz *et al.* 1991).

Na fração mineral dos ossos e dentes, o oxigênio está presente tanto no carbonato como no fosfato, sendo que ambos minerais refletem basicamente os valores da água líquida ingerida por humanos (Luz *et al.* 1984). O fosfato presente na apatita é menos vulnerável à contaminação diagenética que o carbonato (White e Folkens 1999), o que não impossibilita o uso do carbonato para análises. De todo modo, as técnicas de limpeza e avaliação de contaminação podem viabilizar o uso do carbonato da apatita, tanto para análises de oxigênio como de carbono.

Por conta do seu grande potencial como marcador geográfico, os isótopos de oxigênio são usados junto com isótopos de estrôncio em estudos de migração humana.

Como já foi apresentado, ossos sofrem mais contaminação diagenética que o esmalte dentário (Hillson 1996), assim como o  $\delta^{18}\text{O}$  do carbonato e/ou fosfato do esmalte dentário reflete a água ingerida pelo indivíduo durante a infância (Schroeder *et al.* 2009). É importante ressaltar que, diferente do estrôncio, isótopos de oxigênio sofrem fracionamento ao serem assimilados pelo organismo (Evans *et al.* 2006, Schroeder *et al.* 2009). Por conta desse fracionamento, estes isótopos são também usados em alguns estudos específicos, como determinar a idade de desmame de indivíduos (White e Folkens 1999).

Ao estudar isótopos de oxigênio em humanos é importante ter em mente que existem outras variáveis que geram fracionamento, que vão além daquelas provocadas pelo ambiente. Diferentes tipos de alimentação (preferência por alimentação carnívora ou herbívora), hábito de cozinhar alimentos e hábito de ferver a água são algumas das variáveis que devem ser consideradas ao analisar o  $\delta^{18}\text{O}$  de populações pretéritas (Daux *et al.* 2008).

## Parte II - Sambaquis e primeiros grupos ceramistas do litoral sul do Brasil

### 2.1 Sambaquis

Os sambaquis são os sítios arqueológicos litorâneos mais numerosos e os mais bem conhecidos pelos arqueólogos brasileiros. As datações desses sítios vão de 8000 anos atrás (Calippo 2004) até o primeiro milênio da era cristã (Lima 1999-2000), embora a maioria esteja entre 5000 e 3000 AP (Prous 1991). Distribuídos por ampla região geográfica, e guardando evidências sugestivas de contatos culturais com outros grupos inclusive do interior, estes sítios guardam algumas das mais claras questões de mobilidade discutidas em arqueologia brasileira.

Sambaqui é uma palavra de etimologia Tupi, formada por *tamba*, que significa conchas e *ki* amontoado (Gaspar, 2000). Trata-se, portanto, de depósitos culturais de tamanho e estratigrafia variável, feitos principalmente a partir do acúmulo de conchas de moluscos, areia ou terra, em tempos pré-coloniais. Nessas construções, são encontrados vestígios de culturas pescadoras e coletoras como utensílios, armas, adornos, restos alimentares, cinzas, carvões de antigas fogueiras, além de sepultamentos humanos e vestígios de antigas cabanas (Lima 1999-2000, Gaspar *et al.* 2008). De acordo com Gaspar (2000), estes sítios seriam mais que simples locais de acúmulo de restos faunísticos; eles seriam locais para rituais funerários e de moradia.

São considerados sambaquis os sítios arqueológicos que apresentam depósitos nos quais as carapaças de moluscos são abundantes na superfície e em profundidade, podendo formar, em alguns casos, a quase totalidade da massa sedimentar (Prous 1991). Estes sítios são caracterizados basicamente por serem elevações de forma arredondada com algumas dezenas de metros de diâmetro e altura quase sempre superior a dois metros. Não são raros os sítios com mais de 10 metros de altura, atingindo, em algumas regiões do Sul do Brasil mais de 30 metros de altura (Gaspar 2000, Prous 1991).

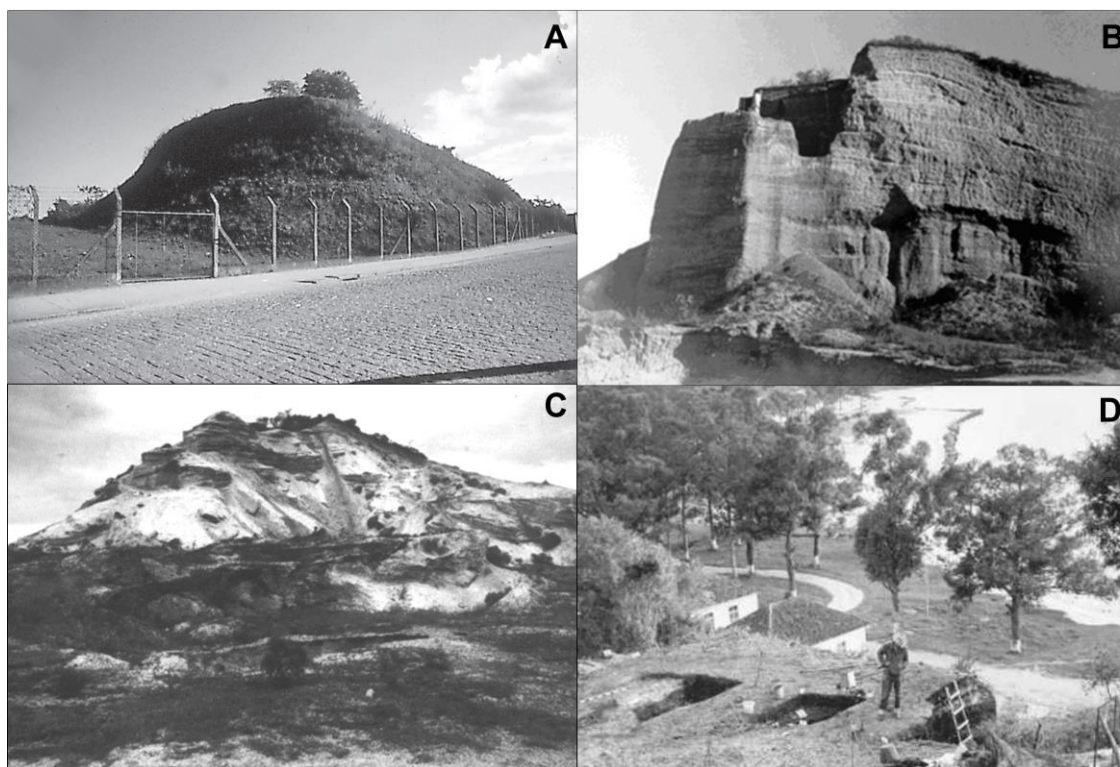


Figura 2.1: A: Sambaqui no litoral norte de Santa Catarina (Fonte: Lima 1999-2000); B: Sambaqui de Cabeçuda - SC (Fonte: Fundo Castro Faria, Arquivo de História da Ciência, Museu de Astronomia/ MCT); C: Sambaqui Laguna - SC (Fonte: Herança expressão visual dos brasileiros antes da influência do europeu, Empresas Dow); D: Escavação do Sambaqui do Forte Marechal Luz (Fonte: Alan Bryan).

Os sambaquis estão localizados principalmente no litoral sul e sudeste, desde o Rio Grande do Sul até o Espírito Santo, mas têm sido descritos em outras áreas como a Baía de todos os Santos, litoral de Pernambuco, Piauí e Pará, sendo que estes últimos possuem uma constituição arqueológica distinta do conjunto do Sul-Sudeste do Brasil (Lima 1999-2000). Como os sambaquieiros não contavam com sofisticados meios de armazenamento de alimentos ou de circulação de mercadoria, estas populações humanas garantiam o abastecimento do grupo estabelecendo seus assentamentos em locais estratégicos, onde pudessem obter alimentos todos os dias e durante o ano inteiro (Gaspar 2000).

Os locais prediletos de implantação dos sítios são áreas de interseção ambiental, situadas próximo de enseadas, canais, rios, lagunas, manguezais e florestas (Gaspar 2000). Esses são ambientes de maior produtividade biótica, zonas de transição entre *habitats* marinhos e de água doce, e entre diferentes faces da Mata Atlântica e dos



ambientes costeiros, com características de ecótonos. Essa peculiaridade confere aos sambaquieiros uma alta densidade e diversidade de formas de vida (Gaspar 1991, Lima 1999-2000).

Os construtores de sambaquis eram pescadores-caçadores-coletores, ou seja, até onde sabemos, não tinham desenvolvido a agricultura como modo de obtenção de alimento, embora descobertas de Scheel-Ybert (2001) e de Wesolowski *et al.* (2010) mostrem o uso sistemático de alguns vegetais, inclusive inhames (*Dioscorea sp.*) para a alimentação, o que poderiam indicar algum manejo de plantas.

De acordo com Lee e DeVore (1968), os grupos caçadores-coletores seriam altamente móveis, com baixa densidade populacional, além de não terem territorialidade. Seriam grupos com pouca capacidade de armazenar alimento e dependeriam exclusivamente da disponibilidade sazonal de recursos naturais. Diferente desse modelo proposto, as populações caçadoras-coletoras de áreas costeiras apresentariam características distintas, como alta densidade populacional e padrão de assentamento permanente. Tais características estariam associadas à disponibilidade contínua e abundante de alimento (Yesner 1980).

O caso dos sambaquieiros estaria mais próximo a este último modelo de caçadores-coletores. Gaspar (2000) comenta que os locais de moradia dos construtores de sambaqui possibilitaram o estabelecimento de uma população sedentária. Já foi demonstrado que parte significativa da dieta dos sambaquieiros apoiava-se na pesca (Figuti 1993, DeMasi 2001, Gaspar 2000) e, embora pertença ao senso comum a ideia de que o inverno seria uma estação de baixa produção pesqueira em algumas regiões litorâneas do país, a produção de peixes é razoável.

Wesolowski *et al.* (2010) demonstraram que a coleta de alimentos em áreas mais distantes dos sítios litorâneos não pode ser excluída da estratégia de subsistência de algumas populações sambaquieiras, pois foi encontrado amido de pinhão (*Araucaria angustifolia*), um típico alimento do planalto sul brasileiro entre os micro resíduos de alimentos em cálculos dentários de indivíduos sepultados nos sambaquis Forte Marechal Luz, Enseada 1 e Itaocara, localizados no litoral norte de Santa Catarina.

Existem hipóteses que esses assentamentos litorâneos eram ocupados em determinadas épocas do ano, supostamente alternativos a acampamentos no interior (Beck 1974). No entanto, evidências disponíveis no momento sugerem que a Serra do Mar atuou como uma barreira de difícil transposição em virtude do seu relevo escarpado e recoberto pela Mata Atlântica, limitando o acesso dessas populações pré-históricas ao

planalto (Lima 1999-2000). Apesar dessas barreiras naturais, há trechos específicos com topografia mais suave que certamente facilitaram a transposição litoral-interior em movimentos migratórios que parecem ter seguido algumas vias fluviais como o Vale do Ribeira em São Paulo, Vale do Itajaí em Santa Catarina, e o vale do Jacuí, no Rio Grande do Sul (Ribeiro 1977). As evidências apontam que essas migrações ocorreram no sentido litoral-interior. Diversos sambaquis fluviais são encontrados ao longo de cursos de rios desses vales, onde foram recuperados restos de animais marinhos e vestígios culturais tipicamente litorâneos (Plens 2007); Ou seja, essas ocupações parecem corresponder mais a grupos bem estabelecidos em ambientes costeiros se interiorizando do que populações do interior explorando os recursos fluviais, em direção ao mar (Lima 1999-2000).

## **2.2 Ocupações litorâneas posteriores**

Há cerca de 2000 anos começaram a surgir no litoral do Brasil vários sítios de pescadores-caçadores-coletores com menor destaque na paisagem (Prous 1991, 2006). São sítios rasos, com sedimento mais arenoso, sem o característico acúmulo de conchas, com acúmulo mais evidente de ossos de peixe e que, em muitos casos, parecem constituir as camadas ocupacionais mais recentes em sambaquis típicos. Frequentemente estes sítios são identificados na literatura como pertencentes a grupos diferentes daqueles que construíram os sambaquis (Rohr 1971, Prous 1991, 2006). Em muitos casos a área de ocorrência desses sítios se sobrepõe à dos sambaquis e as evidências arqueológicas apontam para grupos igualmente bem adaptados à vida em ambiente litorâneo, ocorrendo, inclusive, pouca diferença na cultura material entre estes novos ocupantes e os tradicionais construtores de sambaquis.

No litoral de Santa Catarina foram localizados sítios com características de sambaquis havendo sobreposição de ocupações litorâneas. A estratigrafia destes sítios revela que as ocupações litorâneas posteriores apresentam fragmentos de cerâmica, algo que não foi encontrado nas ocupações anteriores a estes sítios. A presença de cerâmica nestes sítios levou alguns pesquisadores a propor que estas populações praticavam horticultura (em oposição aos sambaquieiros típicos), assim como tinham origem no interior do sul do Brasil. Com isso, a chegada desses povos coincidiria com a expansão dos ceramistas pelo litoral brasileiro (Beck 1972, 1974, Chymz 1976, Schmitz 1988). Diversas pesquisas foram feitas na tentativa de buscar provas desta hipótese, entretanto, tanto os estudos de prevalência de cárie (Neves e Wesolowski 2002) como estudos de

micro resíduos de dieta (Wesolowski *et al.* 2010) não confirmaram a existência de uma alimentação mais rica em carboidratos por parte desses novos ocupantes ceramistas do litoral.

A cerâmica encontrada nos sítios litorâneos do centro e norte de Santa Catarina é identificada como pertencente à tradição Itararé e teria surgido na região por volta de 1200 AP (Prous 1991). De acordo com Noelli (1999-2000), esta tradição ceramista estaria vinculada aos grupos agricultores Kaingang e Xokleng, sendo estes pertencentes à matriz cultural Macro-Jê, falantes de línguas distintas da família Jê, e originários do Centro-Oeste do Brasil (Maybury-Lewis 1979). A presença de tradições ceramistas de grupos que habitavam o planalto levanta, assim, a hipótese de um contato entre populações do interior com as populações sem cerâmica do litoral (Silva *et al.* 1990, Prous 1991).

A ocupação do litoral caracterizada pela cerâmica associada a grupos Jê durou até em torno de 800 AP, quando povos Tupi-Guaranis, cuja subsistência baseava-se na agricultura, chegaram nesta região (Prous 1991, Schmitz 1984).

### **2.3 Artigo I - Pescadores da Praia da Tapera: Evidências isotópicas de uma população ceramista da Costa Sul do Brasil.**

Murilo Q. R. Bastos<sup>1</sup>, Andrea Lessa<sup>3</sup>, Ricardo V. Santos<sup>2,3</sup>, Sheila M. F. Mendonça de Souza<sup>2</sup>, Claudia Rodrigues-Carvalho<sup>3</sup>, Robert H. Tykot<sup>4</sup>, Roberto V. Santos<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília, DF.

<sup>2</sup>Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rua Leopoldo Bulhões 1480, 21041-210, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup>Setor de Antropologia Biológica, Departamento de Antropologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista s/n, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>4</sup>Department of Anthropology, University of South Florida, SOC107, 4202 East Fowler Ave, Tampa, Florida, USA.

<sup>5</sup>Departamento de Geoquímica e Recursos Minerais, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília, DF.

### 2.3.1 Resumo

O presente estudo teve como objetivo caracterizar, a partir de análises isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de esmalte dentário e dentina, os hábitos alimentares e origem geográfica de 42 indivíduos associados a grupos ceramistas Itararé, sepultados no sítio litorâneo Praia da Tapera, localizado na Ilha de Santa Catarina, região Sul do Brasil. A cerâmica encontrada neste sítio estaria associada a grupos que habitavam a região do Planalto da Serra Geral, e a presença deste componente cerâmico neste e outros sítios litorâneos da região levanta questões sobre a origem e modo de vida destes habitantes da costa Brasileira durante o período Pré-Colombiano.

Os resultados isotópicos indicam que nenhum indivíduo teria vindo da região do Planalto da Serra Geral, mas sim da região costeira, incluindo o próprio local do sítio. A maior variação nos valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  encontrados nas mulheres pode estar sinalizando um padrão patrilocal de residência pós-conjugal para este grupo. Os resultados isotópicos também sugerem que pesca seria a principal fonte alimentar, sendo que alguns indivíduos apresentam valores de  $\delta^{15}\text{N}$  compatíveis com grande consumo de animais de alto nível trófico, como tubarões. Apesar de animais terrestres não serem uma parcela importante da dieta proteica, a presença de porcos do mato com valores de estrôncio incompatíveis com a geologia da ilha sugere que estes animais eram caçados no continente, e, provavelmente, teriam alguma importância para este grupo.

### 2.3.2 Introdução

O aparecimento de cerâmica, por volta de 1200 anos AP, no litoral do estado de Santa Catarina, no Sul do Brasil, é um tema que vem sendo amplamente discutido na arqueologia Brasileira (Beck 1972, Chmyz 1976, Neves 1988, Prous 1991, Bryan 1993, Okumura 2007, Wesolowski 2007, Hubbe *et al.* 2009, Bastos *et al.* 2011). A ocupação do litoral de Santa Catarina teria ocorrido por volta de 6000 anos A.P. e seus primeiros habitantes seriam grupos de pescadores-caçadores-coletores, que construíam montes de conchas (Shell middens), conhecidos no Brasil como sambaquis. Além dos sambaquis, que chegavam a ter até 30 metros de altura e algumas centenas de metros de comprimento, também são encontrados acampamentos conchíferos rasos associados a este momento (Prous 1991, De Blasis *et al.* 1998). O período por volta de 1200 A.P. é marcado pelo fim da construção dos sambaquis e aparecimento de sítios rasos com poucas conchas, assim como o aparecimento de cerâmica associada a grupos ceramistas

da região do Planalto da Serra Geral de Santa Catarina, o qual dista em torno de 100 km do litoral.

A presença desta cerâmica, associada a grupos interioranos, levanta diversas questões relacionadas à forma como ocorreu o contato entre os povos do planalto e do litoral, tais como se a cerâmica teria relação com a presença de imigrantes do interior para o litoral, e se este contato trouxe mudanças no modo de vida e hábitos alimentares dos grupos costeiros. De toda forma, evidências arqueológicas sugerem que os ceramistas do litoral estariam bem adaptados à vida em ambiente costeiro, ocorrendo, inclusive, pouca diferença na cultura material entre estes e os grupos construtores de sambaquis (Prous 1991, Lima 1999-2000).

No presente estudo, pretende-se analisar a origem geográfica e hábitos alimentares de indivíduos sepultados no sítio Praia da Tapera, um sítio ceramista localizado no litoral de Santa Catarina, a partir de análises isotópicas de carbono, nitrogênio e estrôncio. Por décadas, as análises isotópicas vêm servindo à arqueologia como importantes ferramentas para identificação de mobilidade residencial e reconstrução de hábitos alimentares em diversos grupos pretéritos, de modo que, enquanto isótopos de carbono e nitrogênio podem identificar indivíduos que consomem diferentes tipos de plantas, além de distinguir uma dieta mais voltada para vegetais, animais terrestres ou animais marinhos, isótopos de estrôncio são bastante eficientes em identificar indivíduos imigrantes em populações arqueológicas (Ambrose 1993, Price *et al.* 2002, Bentley 2006).

### **2.3.3 Sítio Praia da Tapera**

O sítio Praia da Tapera está localizado na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, distando 20 km do centro da cidade de Florianópolis, região Sul do Brasil. Suas coordenadas são 27°35'37''S 48°30'03''O. O sítio encontra-se em terreno praticamente plano, próximo ao mar e a um pequeno riacho. Além do oceano, há no entorno um grande manguezal de 4 km de extensão, assim como uma ampla região de baixios. Também próximo ao sítio está presente a Mata Atlântica, em terrenos mais elevados (Rohr 1966, Silva *et al.* 1990).

A ilha de Santa Catarina apresenta um interior montanhoso, chegando até 600 metros de altura. Geologicamente a ilha é formada por um embasamento cristalino e por depósitos quaternários de planície costeira, sendo o embasamento constituído principalmente por rochas graníticas, riolíticas e intrusões de diabásio formadas no

Neoproterozoico. Dentre os ambientes deposicionais na ilha, se destacam os depósitos de encostas, depósitos marinhos do tipo praiial, lagunar e transicional lagunar do Pleistoceno, além dos depósitos do tipo eólico, paludial e de manguezal do Holoceno (Caruso Jr. e Awdziej 1993). A região do Planalto de Santa Catarina é composta por basaltos formados no Mesozoico, e está separada do litoral pelas cadeias de montanhas da Serra Geral e Serra do Mar, as quais chegam a ter 1.800 m de altura (Perrota *et al.* 2004). O mapa geológico (figura 2.2) apresenta a localização do sítio na Ilha de Santa Catarina.

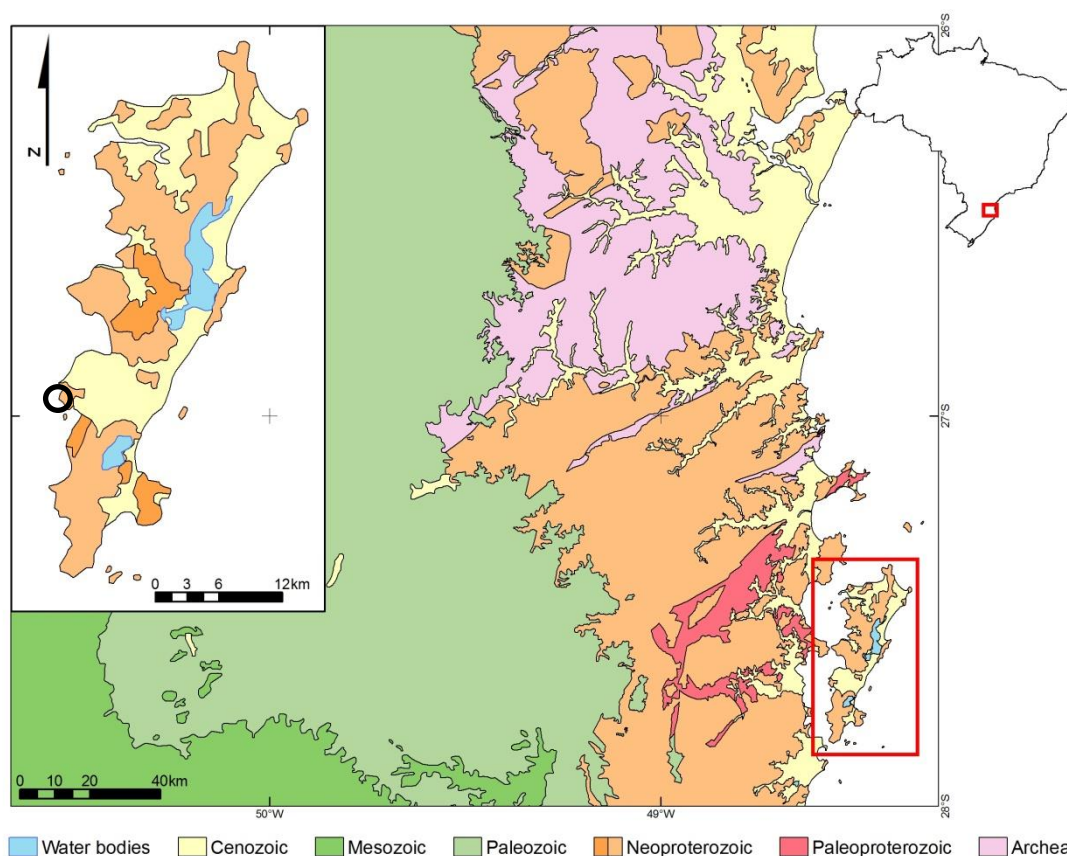


Figura 2.2: Mapa geológico de parte do litoral e interior de Santa Catarina, com a ilha de Santa Catarina em detalhe. O sítio Praia da Tapera está identificado com um círculo preto.

O sítio Praia da Tapera foi escavado entre os anos de 1962 e 1966, totalizando uma área de 2000 m<sup>2</sup> (Rohr 1966). No sítio foram encontradas conchas esparsas, carvão, inúmeros artefatos líticos, uma variada indústria óssea, restos de alimento, sepultamentos, e dezenas de milhares de fragmentos de cerâmica. Nas áreas com conchas foram identificadas três camadas estratigráficas. O estrato inferior media entre 10 a 100 cm e tinha muita areia, conchas trituradas, ossos trabalhados, alguns poucos

fragmentos de cerâmica, poucos líticos e diversas marcas de estaca. A camada intermediária apresentava uma matriz escura com muitas conchas de ostras e gastrópodes terrestres misturado a ossos. Nesta camada foram identificados em torno de 4500 fragmentos de cerâmica da tradição Itararé. O estrato superior tinha espessura variando de 5 a 25 cm, continha poucos artefatos e predominava fragmentos de cerâmica (mais de 19.000 fragmentos) associado a outra cultura ceramista, a Tupiguarani (Silva *et al.* 1990).

A partir da leitura dos documentos obtidos nas escavações, Silva *et al.* (1990) consideram que existiram no total três momentos de ocupação no sítio Praia da Tapera. Duas estariam associadas à tradição ceramista Itararé, que apresentam duas datações por radiocarbono (1140 ±180 A.P. e 1030 ±180 A.P.). A terceira seria uma ocupação Tupiguarani datada em 550 ±70 A.P por radiocarbono. As duas ocupações Itararé foram assim divididas por conta do padrão de assentamento e sepultamento dos mortos. No caso da primeira ocupação, esta não durara mais que 100 anos, teria sido formada por um grupo pequeno, sendo seus mortos sepultados dentro da moradia. Já a segunda ocupação seria composta por um grupo maior, teria durado mais tempo no local, e os mortos não eram sepultados nos espaços internos de suas casas, mas sim em espaços delimitados próximos às moradias, como cemitérios domiciliares. A ocupação Tupiguarani teria ocorrido muito tempo depois da saída das populações Itararé, e aparentemente se concentrou a uma distância um pouco maior da praia, na periferia do que seria a aldeia das ocupações anteriores.

Os 172 sepultamentos humanos estavam concentrados em uma área de 608 m<sup>2</sup>, sendo que todos estariam associados às ocupações Itararé. A deposição dos corpos foi realizada em covas rasas, a maioria com profundidade menor que 60 cm (Rohr 1966, Silva *et al.* 1990). A estimativa de idade revelou que 74 indivíduos possuíam menos de 16 anos de idade, 79 seriam adultos e 19 seriam maduros (Neves 1984).

Todo o instrumental lítico, ósseo e cerâmico, assim como os restos alimentares encontrados no sítio apontam para uma atividade pescadora-caçadora-coletora para a ocupação Itararé. A caça terrestre e marinha estava bem representada no sítio. Além de diversas espécies de peixes, condrictes e moluscos, foram identificadas ossadas de mamíferos terrestres e aquáticos, como a anta, baleia, jaguatirica, bugio, capivara, gato do mato, onça, paca, leão marinho, lobo marinho e porco do mato (Silva *et al.* 1990).



## 2.3.4 Aplicação de isótopos em estudos arqueológicos

### 2.3.4.1 Isótopos estáveis de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ )

A reconstrução da dieta a partir de isótopos, parte do princípio de que a composição isotópica de carbono e nitrogênio no corpo está diretamente relacionada ao de seu alimento (Ambrose 1993). A partir das análises de isótopos estáveis de carbono, é possível distinguir plantas que apresentam o caminho fotossintético C3 (ex: trigo, arroz, mandioca e inhames), de plantas com caminho fotossintético C4 (ex.: milho, milheto e sorgo). Enquanto as plantas C3 apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  bem negativos, entre -34‰ a -23‰, os valores de plantas C4 ficam entre -17‰ a -9‰. Estes diferentes valores de  $\delta^{13}\text{C}$  encontrados nas plantas são passados a seus consumidores e, ao analisar os isótopos de carbono destes consumidores, é possível determinar se estes se alimentavam de plantas C3, C4, ou até mesmo uma mistura de ambas (Smith e Epstein 1971, Schoeninger e DeNiro 1984, Ambrose 1993).

Análises de  $\delta^{13}\text{C}$  também podem diferenciar dietas terrestres de dietas marinhas. Esta distinção é possível por conta da diferença de 7‰ entre o  $\delta^{13}\text{C}$  encontrado no  $\text{CO}_2$  atmosférico e no bicarbonato presente na água do mar, que são as fontes de carbono para a fotossíntese em ambientes terrestres e ambientes marinhos, respectivamente (Smith e Epstein 1971). Por consequência, a biota marinha apresenta valores de  $\delta^{13}\text{C}$  menos negativos do que as plantas C3. Análises de  $\delta^{13}\text{C}$  não são capazes, no entanto, de distinguir uma dieta marinha de uma dieta terrestre baseada em plantas C4, visto que há uma sobreposição nos valores isotópicos de carbono dessas duas fontes de alimento (Schoeninger e DeNiro 1984, Schwarcz 1991).

Isótopos de nitrogênio podem ser usados para avaliar o nível trófico da alimentação de um determinado indivíduo, de modo que torna possível distinguir uma dieta mais voltada para vegetais ou animais. O nitrogênio presente no ar atmosférico apresenta um  $\delta^{15}\text{N}$  igual a 0‰, e este sofre enriquecimento de 3‰ a 4‰ a cada nível da teia trófica (Schoeninger *et al.* 1983). Dessa forma, herbívoros apresentam um  $\delta^{15}\text{N}$  um pouco maior que o da planta ingerida, e carnívoros um  $\delta^{15}\text{N}$  maior ainda. Em ambientes marinhos, o  $\delta^{15}\text{N}$  chega a valores bem mais elevados que aqueles encontrados pela biota terrestre, isso ocorre porque em ambientes marinhos há um maior número de níveis tróficos, além de existir uma diferença em torno de 4‰ entre o  $\delta^{15}\text{N}$  de plantas terrestres e marinhas (Ambrose 1993, Yoder 2010).

Ao analisar isótopos estáveis em remanescentes esqueléticos é possível obter informações sobre a dieta tanto da fração inorgânica como da fração orgânica de ossos e

dentes. Da porção inorgânica é possível fazer análises de  $\delta^{13}\text{C}$  a partir da pequena porção de carbonato presente na apatita. O carbono encontrado na apatita representa uma média de todas as fontes de carbono ingeridas na dieta do indivíduo (carboidratos, proteínas e lipídeos). Da fração orgânica de ossos e dentes, composta em sua maior parte por proteína colágena, é possível analisar apenas o  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  corresponde à dieta proteica do indivíduo (Ambrose e Norr 1993, Ambrose 1993).

Análises isotópicas de ossos fornecem informações alimentares referentes aos últimos anos da dieta do indivíduo, isso porque ossos sofrem remodelação ao longo da vida. Diferente dos ossos, dentes não sofrem remodelação, mantendo os valores isotópicos dos alimentos consumidos durante o seu período de formação, que ocorre da gestação do indivíduo até o início da vida adulta, variando de acordo com o dente analisado (Ambrose 1993, Hillson 1996). É importante mencionar que, ao ser incorporado nos ossos e dentes, o  $\delta^{13}\text{C}$  sofre uma alteração no seu valor, de modo que na apatita fica entre 9‰ e 14‰ mais positivo que o carbono consumido na dieta, enquanto o carbono do colágeno cerca de 5‰ mais positivo (Lee-Thorp *et al.* 1989, Cerling e Harris 1999).

#### **2.3.4.2 Isótopos de estrôncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )**

A determinação da origem geográfica de remanescentes humanos a partir de isótopos de estrôncio baseia-se na razão entre os isótopos  $^{87}\text{Sr}$  e  $^{86}\text{Sr}$  deste elemento, o qual varia de acordo com o tipo e idade das rochas presentes nas superfícies de uma dada região. Enquanto o  $^{87}\text{Sr}$  é formado a partir do decaimento radioativo do isótopo  $^{87}\text{Rb}$ , o  $^{86}\text{Sr}$  não sofre alteração ao longo do tempo. Dessa forma, rochas antigas e ricas em Rb, que tiveram, portanto, mais tempo para o decaimento radioativo do  $^{87}\text{Rb}$ , possuem altas razões  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ . Enquanto isso, rochas formadas em períodos mais recentes possuem menos tempo para o  $^{87}\text{Rb}$  sofrer decaimento, e conseqüentemente apresentam baixas razões  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (Faure, 1986).

Isótopos de estrôncio não alteram a razão durante o processo de formação de solos (Sillen e Kavanagh 1982), ou quando são introduzidos na cadeia alimentar. Desta forma, a composição isotópica de estrôncio observada em vegetais e animais resulta das diferentes fontes desse elemento incorporadas a partir da água, solo (através da dieta) e atmosfera (Miller *et al.* 1993, Faure 1986, Bentley 2006).

O estrôncio tende a substituir o cálcio em processos biológico, como nos cristais de hidroxiapatita dos ossos e dentes (Faure, 1986). Como já foi dito anteriormente, dentes

não sofrem remodelação ao longo da vida e, por conta disso, o estrôncio presente no esmalte dentário de um indivíduo é aquele que foi fixado pela ingestão de alimentos e água durante o período de formação do dente (Ericson 1985). Com isso, análises de estrôncio em dentes podem identificar indivíduos que tenham habitado durante a infância regiões com razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  diferente da região em que foram sepultados (Schweissing e Grupe 2003, Price *et al.* 2002). Geralmente análises de estrôncio são realizadas em esmalte dentário, visto que esta porção do dente é mais resistente a contaminações pós-deposicionais que dentina e ossos (Hillson 1996, Montgomery *et al.* 1999).

### 2.3.5 Materiais e métodos

Nesse estudo foram analisados 42 indivíduos adultos escavados durante a década de 1960 no sítio Praia da Tapera. As ossadas se encontram no Museu do Homem do Sambaqui na cidade de Florianópolis, estado de Santa Catarina. O sexo dos indivíduos foi previamente estimado a partir do protocolo de Ubelaker (1999) para marcadores cranianos. Para as análises isotópicas foi selecionado um pré-molar de cada indivíduo, ou seja, um dente permanente cujo esmalte dentário é formado a partir dos dois anos até por volta de sete anos, e a raiz formada entre os 5 a 14 anos de vida do indivíduo (Hillson 1996, Scheid 2007). Por se tratar de uma análise destrutiva, foi evitada a inclusão de dentes que apresentavam patologias, cálculos, desgastes dentários ou outras características que podem ser importantes para futuros estudos bioarqueológicos desta série esquelética.

Além dos pré-molares de humanos, foram feitas análises de fauna associada ao sítio Tapera. Foram analisados dentes de um gato do mato (*Leopardus tigrinus*), uma jaguatirica (*Leopardus pardalis*), uma paca (*Cuniculus paca*), uma cutia (*Dasyprocta aguti*), uma capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e fragmento de mandíbula e dentes de três porcos do mato (*Tayassu tajacu*). Uma concha de berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*) também foi analisada.

Todos os remanescentes humanos e faunísticos selecionados neste estudo passaram por uma sequência de limpeza mecânica e química com intuito de retirar contaminantes pós-deposicionais que poderiam provocar alguma alteração significativa nos valores isotópicos (Wright e Schwarcz 1998). Inicialmente a superfície dos dentes foi escovada e raspada com escova de dentes e bisturi para retirada de contaminantes superficiais. Em seguida ficaram em um ultrassom por 20 minutos em água Nanopure.

As análises de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de apatita foram realizadas no esmalte dentário, porção mineral dos dentes mais resistente à contaminações diagenéticas (Hillson 1996, Sharp *et al.* 2000). De cada dente retirou-se em torno de 15 mg de esmalte dentário de uma ou mais faces (vestibular, lingual, interdental) usando uma broca diamantada. O pó gerado foi imerso em ácido acético 0.5M por uma hora para remoção de possíveis carbonatos contaminantes, sendo em seguida enxaguados com água Nanopure.

Para análises de isótopos de estrôncio, 10 mg de cada amostra de esmalte dentário foi digerida em ácido nítrico concentrado (14N). A separação cromatográfica foi feita com resina SR-B50-A da Eichrom em ácido nítrico 2.9N. A determinação do  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  foi realizada em um MC-ICP-MS Neptune da Thermo Scientific no laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. A acurácia e reprodutibilidade do protocolo analítico foram verificadas por meio de solução padrão de 100 ppm de Sr do material de referência NIST SRM 987.

As análises de  $\delta^{13}\text{C}$  foram realizadas em um Kiel IV Carbonate acoplado a um espectrômetro de massa MAT 253 da Thermo Scientific, no laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. Para esta análise, 1mg de cada amostra foi colocada no auto-sampler do Kiel IV Carbonate, o qual goteja ácido fosfórico concentrado para liberação de  $\text{CO}_2$ . Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  são apresentados em PDB, tendo-se utilizado padrões NBS18, NBS19 para verificação da acurácia e reprodutibilidade das determinações.

Para as análises de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno, foram cortados entre 200 a 300 mg de raiz de cada dente, e fragmento de mandíbula no caso dos porcos do mato. As amostras foram imersas em NaOH 0.1M por 24 horas para neutralização de ácidos húmicos, após enxágue foram imersas em HCl 0.25 M por 72 horas para desmineralização. Após mais uma etapa de NaOH 0.1 M por 24 horas, foi realizada a separação dos resíduos de lipídeos em uma solução de clorofórmio, metanol e água na proporção de 2:1:0.8. Os pseudomorfos de colágeno foram então enxaguados, e em seguida secos durante a noite em estufa a 60°C. Foram pesadas duas alíquotas de 1mg de cada amostra em cadinhos de estanho para leitura em um espectrômetro de massas MAT Delta Plus da Thermo Finnigan conectado a um CHN analyzer na University of South Florida. As porcentagens de carbono, nitrogênio, e razão C:N de cada amostra foram obtidas para verificar o grau de preservação do colágeno da dentina (Tuross 2002). Os  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  foram calibrados a partir dos padrões NIST 8573 e NIST 85745 e gerados em PDB e Ar atmosférico.

Como parâmetro interpretativo para análises dos indivíduos do Tapera utilizou-se também os dados de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  de fauna atual e fauna arqueológica da região da ilha de Santa Catarina analisados por DeMasi (2001).

### **2.3.6 Resultados**

Os valores do  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte dentário, e  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina dos indivíduos no Tapera encontram-se na tabela 2.1. Os valores isotópicos da fauna do sítio estão na tabela 2.2.

O colágeno da dentina de todos os indivíduos analisados apresentou um bom nível de preservação. A razão C/N variou entre 3.1 e 3.4, encontrando-se dentro da faixa esperada, que seria de 2.9 a 3.6 (DeNiro 1985, Tuross 2002). A porcentagem de colágeno extraído da dentina variou entre 7.45% e 14.98%, com média de 11.21%. O desvio padrão das amostras de colágeno ficou em  $\pm 0.2$ .

Tabela 2.1: Valores isotópicos dos indivíduos analisados do sítio Praia da Tapera

Lab ID	Sex	Tooth	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\delta^{13}\text{C}$ apatite	$\delta^{13}\text{C}$ collagen	$\delta^{15}\text{N}$ collagen	C:N	% of Collagen
T2	F	Pm1	$0.71035 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-5.56 \pm 0.03$	-11.2	18.5	3.2	12.31
T4	F	Pm2	$0.70980 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-7.38 \pm 0.04$	-11.9	20.1	3.2	9.51
T11	M	Pm2	$0.71113 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-7.32 \pm 0.01$	-11.6	17.5	3.3	11.57
T12	M	Pm2	$0.71111 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.69 \pm 0.02$	-10.8	16.7	3.4	7.51
T14	F	Pm1	$0.71074 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.49 \pm 0.01$	-11.5	18	3.3	9.78
T16	F	Pm1	$0.71054 \pm 8 \times 10^{-6}$	$-6.86 \pm 0.01$	-10.7	16.9	3.2	12.38
T18	F	Pm1	$0.70994 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-7.22 \pm 0.01$	-10.9	19.1	3.2	7.45
T19	M	Pm2	$0.71084 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-6.29 \pm 0.01$	-10.9	17.3	3.2	10.89
T20	F	Pm2	$0.71125 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-8.36 \pm 0.01$	-12.3	17.4	3.2	10.89
T23	F	Pm1	$0.71090 \pm 8 \times 10^{-6}$	$-6.48 \pm 0.02$	-11.2	16.3	3.2	9.37
T28	M	Pm2	$0.71139 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.83 \pm 0.02$	-11.1	16.9	3.2	9.37
T31	F	Pm1	$0.71068 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-5.38 \pm 0.02$	-10.4	17	3.2	14.94
T32	F	Pm1	$0.71016 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-8.43 \pm 0.01$	-12.4	19.2	3.2	7.92
T34	M	Pm1	$0.71062 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-5.36 \pm 0.02$	-9.9	16.6	3.2	12.2
T35	M	Pm1	$0.71139 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.26 \pm 0.03$	-10.5	16.4	3.3	8.43
T39	F	Pm1	$0.71198 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-7.78 \pm 0.02$	-12.3	16.6	3.3	12.7
T41	F	Pm2	$0.70992 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-8.40 \pm 0.01$	-12.4	19	3.3	8.56
T42	M	Pm1	$0.71147 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-5.61 \pm 0.01$	-10.7	17	3.3	13.96
T56A	M	Pm2	$0.71119 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.01 \pm 0.02$	-11	17.5	3.1	14.25
T63	M	Pm1	$0.71150 \pm 3 \times 10^{-5}$	$-7.46 \pm 0.02$	-11.5	17.1	3.2	12.72
T66	F	Pm1	$0.71061 \pm 6 \times 10^{-6}$	$-5.94 \pm 0.01$	-9.6	16.8	3.1	12.36
T72	F	Pm1	$0.71101 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.70 \pm 0.01$	-10.7	16.7	3.2	13.71
T73	F	Pm2	$0.71074 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-5.65 \pm 0.01$	-11	17.8	3.1	14.3
T97	M	Pm1	$0.71084 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-5.42 \pm 0.01$	-11.2	16.9	3.2	13.38
T98	F	Pm1	$0.71052 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.83 \pm 0.02$	-10.5	16.7	3.1	14.3
T100	F	Pm2	$0.71189 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.65 \pm 0.01$	-10.8	16.4	3.1	10.75
T107	F	Pm1	$0.71031 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.57 \pm 0.03$	-11.1	17	3.1	13.48
T115	F	Pm2	$0.71033 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-7.42 \pm 0.01$	-11.9	19.8	3.1	8.83
T117	F	Pm1	$0.71143 \pm 8 \times 10^{-6}$	$-6.71 \pm 0.02$	-11.3	17.3	3.1	10.97
T119	M	Pm1	$0.71103 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.12 \pm 0.01$	-10.8	17	3.2	7.91
T122	F	Pm2	$0.71149 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-7.09 \pm 0.02$	-11.5	16.4	3.1	11.8
T125	M	Pm1	$0.71060 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-6.63 \pm 0.01$	-11.1	17.7	3.2	13.19
T131	F	Pm2	$0.71113 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-7.30 \pm 0.01$	-11	17.5	3.2	10.52
T146	F	Pm2	$0.71099 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.43 \pm 0.05$	-10.7	18.2	3.2	12.43
T150	F	Pm1	$0.71221 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-7.77 \pm 0.02$	-11.1	17.2	3.1	12.86
T152	F	Pm2	$0.71060 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-8.26 \pm 0.02$	-12.2	18.5	3.2	10.67
T156	M	Pm1	$0.71150 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-7.70 \pm 0.01$	-12.1	17	3.4	5.63
T158	M	Pm1	$0.71098 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.39 \pm 0.01$	-10.2	17.9	3.3	10.36
T159	M	Pm1	$0.71054 \pm 8 \times 10^{-6}$		-10.3	18.8	3.3	11.83
T166	M	Pm2	$0.71087 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.95 \pm 0.02$	-10.8	20.7	3.3	10.19
T167	M	Pm1	$0.71024 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.91 \pm 0.02$	-10.3	20.8	3.4	12.88
T169	F	Pm2	$0.71026 \pm 8 \times 10^{-6}$	$-7.35 \pm 0.01$	-10.8	20.8	3.3	11.67

Tabela 2.2: Valores isotópicos da fauna do sítio Praia da Tapera

<b>Id</b>	<b>Species</b>	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\delta^{13}\text{C}$ apatite	$\delta^{13}\text{C}$ collagen	$\delta^{15}\text{N}$ collagen	<b>C: N</b>	<b>% of Collagen</b>
Capybara	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	$0.71319 \pm 6 \times 10^{-6}$	$-7.46 \pm 0.01$				
Oncilla	<i>Leopardus tigrinus</i>	$0.70988 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.31 \pm 0.02$	-9.4	15.5	3.4	12.53
Ocelot	<i>Leopardus pardalis</i>	$0.71182 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.61 \pm 0.02$				
Boar 1	<i>Tayassutajacu</i>	$0.71786 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-13.31 \pm 0.02$				
Boar 2	<i>Tayassutajacu</i>	$0.72173 \pm 8 \times 10^{-6}$	$-12.77 \pm 0.02$	-22.4	6.6	3.3	6.84
Boar 3	<i>Tayassutajacu</i>	$0.72490 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-12.06 \pm 0.02$	-21.9	6.2	3.4	5.59
Paca	<i>Cuniculus paca</i>	$0.71234 \pm 7 \times 10^{-6}$	$-12.94 \pm 0.02$	-21.8	5.4	3.3	6.51
Agouti	<i>Dasyprocta aguti</i>	$0.71271 \pm 5 \times 10^{-6}$	$-10.61 \pm 0.02$				
Anomalocardia	<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	$0.70921 \pm 4 \times 10^{-6}$					

Os valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dentário dos indivíduos variaram entre 0.70980 e 0.71221, com média de 0.71088. As amostras de fauna terrestre apresentaram valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  entre 0.70988 e 0.72490. Os resultados de estrôncio da capivara, jaguatirica, gato do mato, paca e cutia ficaram entre 0.70988 a 0.71319, são valores próximos aos obtidos nos indivíduos do Tapera, e provavelmente representam a variação biológica local de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ . As principais fontes de estrôncio para a biota da ilha de Santa Catarina seriam os granitos formados no período Neoproterozóico (ver mapa 2.2), depósitos marinhos recentes e o estrôncio marinho, o qual apresenta valor de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  igual a 0.70918 (Faure 1986, Wright 2005). Este mesmo valor foi encontrado na concha do bivalve analisado do sítio.

Os três porcos analisados apresentaram valores entre 0.71786 a 0.72490, muito acima dos indivíduos do Tapera e dos outros resultados de fauna terrestre. Provavelmente estes espécimes não seriam locais e teriam sido caçados em terrenos geologicamente mais antigos que os encontrados na ilha. A figura 2.3 ilustra os valores obtidos de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  dos indivíduos e fauna analisados do Tapera.

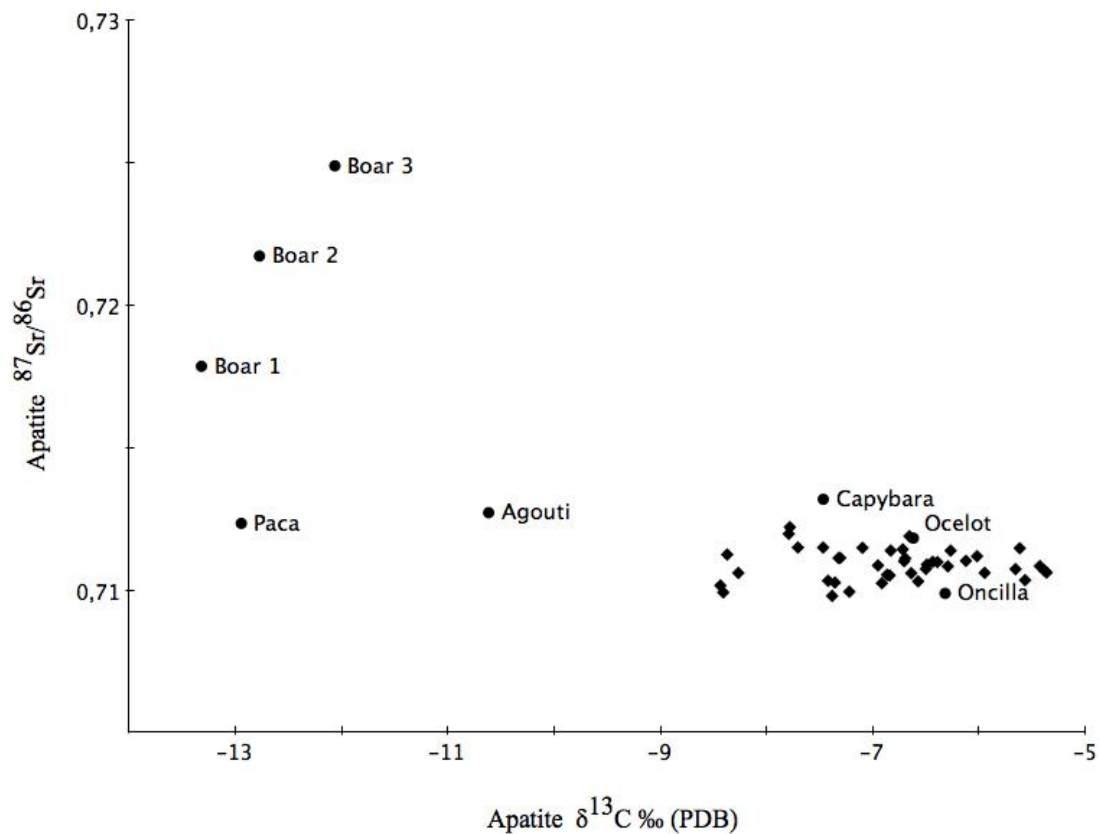


Figura 2.3: Distribuição dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  da apatita do esmalte dentário dos indivíduos do Tapera (losango) e das amostras de fauna do sitio (círculo).

Ao comparar os valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  entre os sexos dos indivíduos do Tapera (figuras 2.4 e 2.5), observa-se que a variação nos homens (0.71024 a 0.71150) é bem menor do que nas mulheres (0.70980 a 0.71221), correspondendo a 52% da variação encontrada no sexo feminino. Enquanto as mulheres T4, T18, T32 e T41 apresentam valores de estrôncio abaixo dos valores encontrados nos homens, as mulheres T39, T100 e T150 possuem valores mais altos.



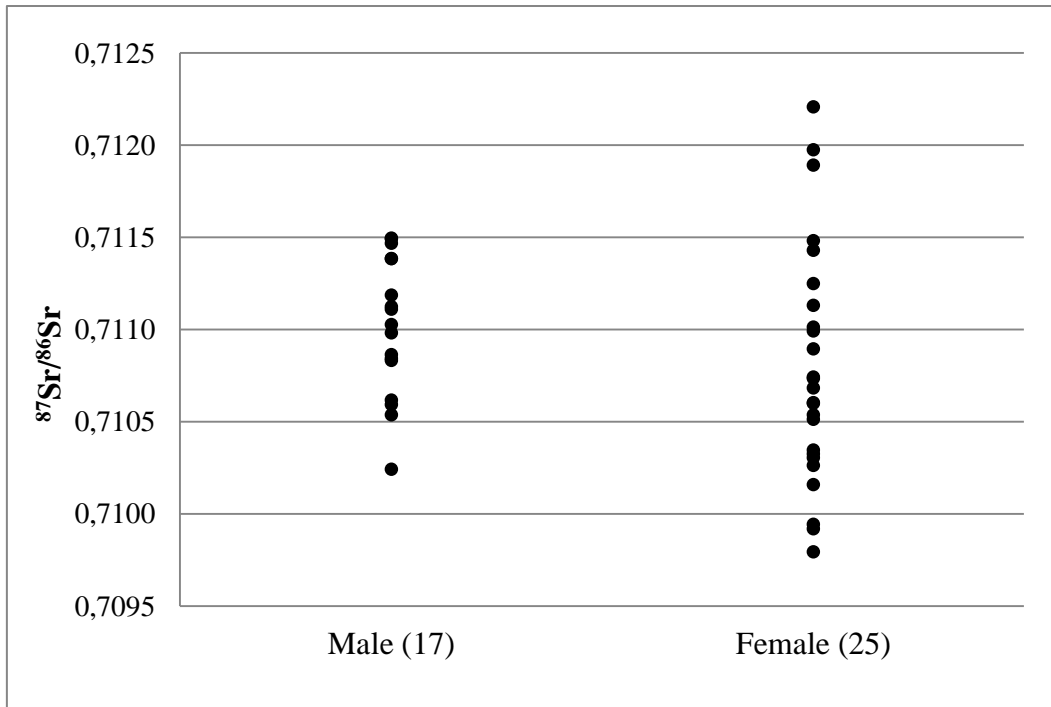


Figura 2.4: Comparação entre os valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dentário das mulheres e homens do sítio Praia da Tapera.

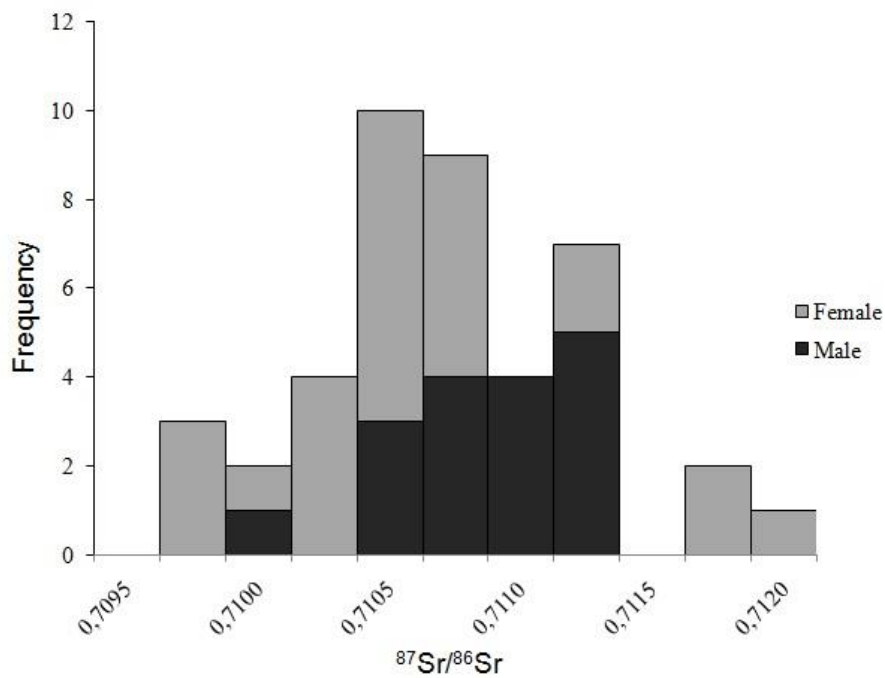


Figura 2.5: Histograma de frequência de valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dentário das mulheres e homens do sítio Praia da Tapera.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno dos indivíduos variaram entre -12.4‰ e -9.6‰, com média de -11.1‰. O valor do  $\delta^{15}\text{N}$  ficou entre 16.3‰ a 20.8‰, com média 17.7‰.

Os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte ficaram entre  $-8.43\text{‰}$  e  $-5.36\text{‰}$ , com média de  $-6.80\text{‰}$ .

Os valores pouco negativos do  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno e altos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  sugerem que a dieta proteica dos indivíduos analisados do Tapera seria rica em animais de alto nível trófico, como peixes e mamíferos marinhos. Alguns indivíduos (T4, T18, T32, T115, T166, T167 e T169) chegam a ter um  $\delta^{15}\text{N}$  superior a  $19\text{‰}$ . Com isso, plantas C3, C4 e animais terrestres como o porco do mato, teriam uma participação secundária na dieta proteica dos indivíduos analisados. A figura 2.6 ilustra a distribuição de isótopos de carbono e nitrogênio do colágeno dos indivíduos do Tapera, com os valores isotópicos da fauna local analisada.

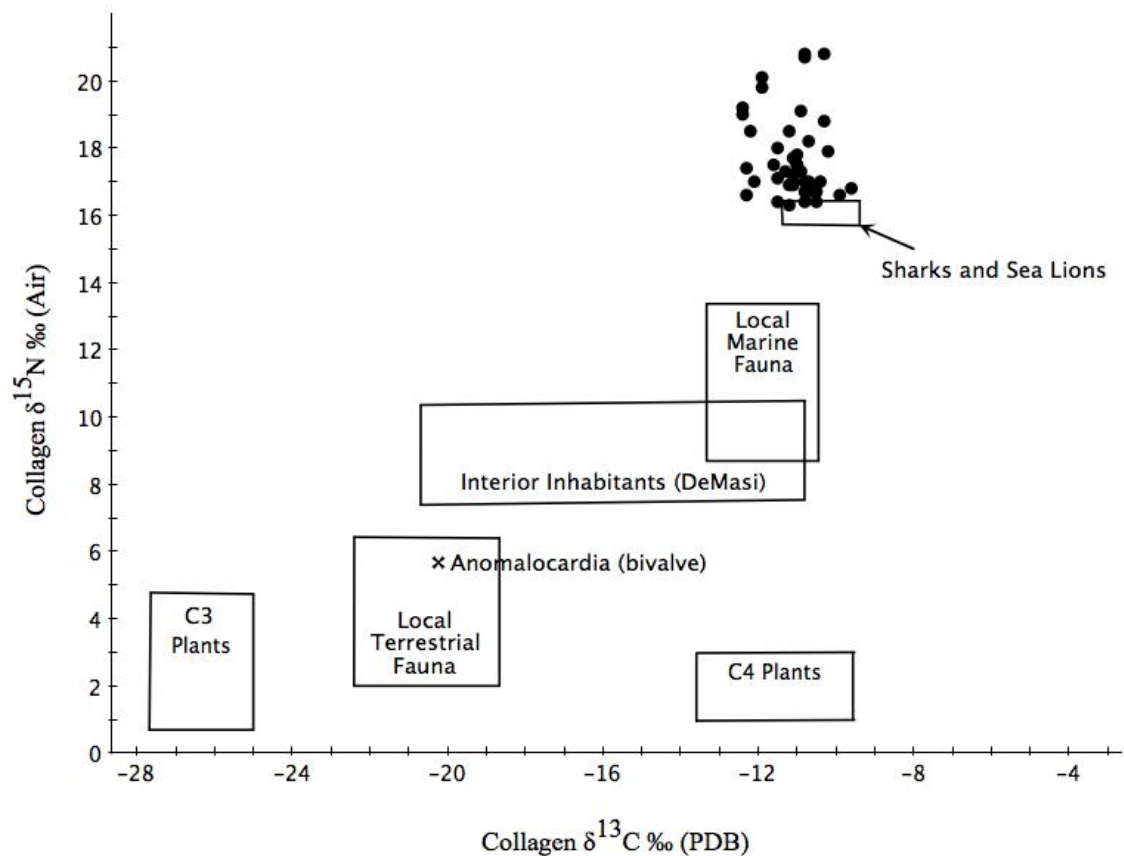


Figura 2.6: Distribuição dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina dos indivíduos sepultados no Tapera (círculo). Também são apresentados os limites de valores obtidos de indivíduos do interior estudados por DeMasi (2001, 2009), amostras de fauna marinha e terrestre arqueológica e atual da ilha de Santa Catarina (dados de Tapera e DeMasi 2001), e plantas C3 e C4 (milho) (Tykot *et al.* 2009).

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte, relacionados à dieta total do indivíduo (carboidratos, proteínas e lipídeos), também sugerem uma dieta mais voltada para recursos marinhos, sem descartar, no entanto, a possibilidade de algum consumo de plantas C4. A partir da figura 2.3 é possível observar que os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita dos indivíduos ficam afastados de animais, como os porcos, paca e cutia, ou seja, animais que estariam ingerindo principalmente recursos C3. Os resultados dos humanos estão próximos dos valores obtidos para o gato do mato, jaguatirica e capivara. Possivelmente, o gato do mato e jaguatirica estariam consumindo peixes em grande quantidade, o que talvez incluísse restos de peixes descartados pelos próprios humanos. Já a capivara estaria consumindo principalmente gramíneas C4.

Observa-se haver uma relação positiva entre os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte com o  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno da dentina dos indivíduos (figura 2.7). Esta relação pode estar indicando que as principais fontes de energia seriam as mesmas fontes de proteína para, ao menos, uma grande parte dos indivíduos analisados do Tapera. Os isótopos de carbono, tanto da apatita como do colágeno, também sugerem que alguns indivíduos como os T20, T32, T41 e T152, todos estimados para o sexo feminino, estariam consumindo recursos com  $\delta^{13}\text{C}$  mais negativo em quantidade um pouco maior que os demais indivíduos.

A diversidade encontrada nos isótopos de estrôncio não apresenta relação com os dados de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte e do colágeno da dentina. Com relação aos isótopos de nitrogênio, houve uma correlação negativa entre os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  e de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (figura 2.8), de modo que, quanto mais alto o nível trófico da dieta proteica do indivíduo, menor é o valor de estrôncio. Esta relação entre isótopos de nitrogênio e estrôncio sugere que, quanto maior o consumo de proteína de alto nível trófico, mais a razão do  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  se aproxima dos resultados obtidos para a água do mar, que é de 0,7092. Esta relação entre isótopos de estrôncio e nitrogênio não explica, no entanto, a maior diversidade de estrôncio encontrada nas mulheres, visto que não há diferença na amplitude de valores de  $\delta^{15}\text{N}$  entre indivíduos do sexo masculino e feminino.

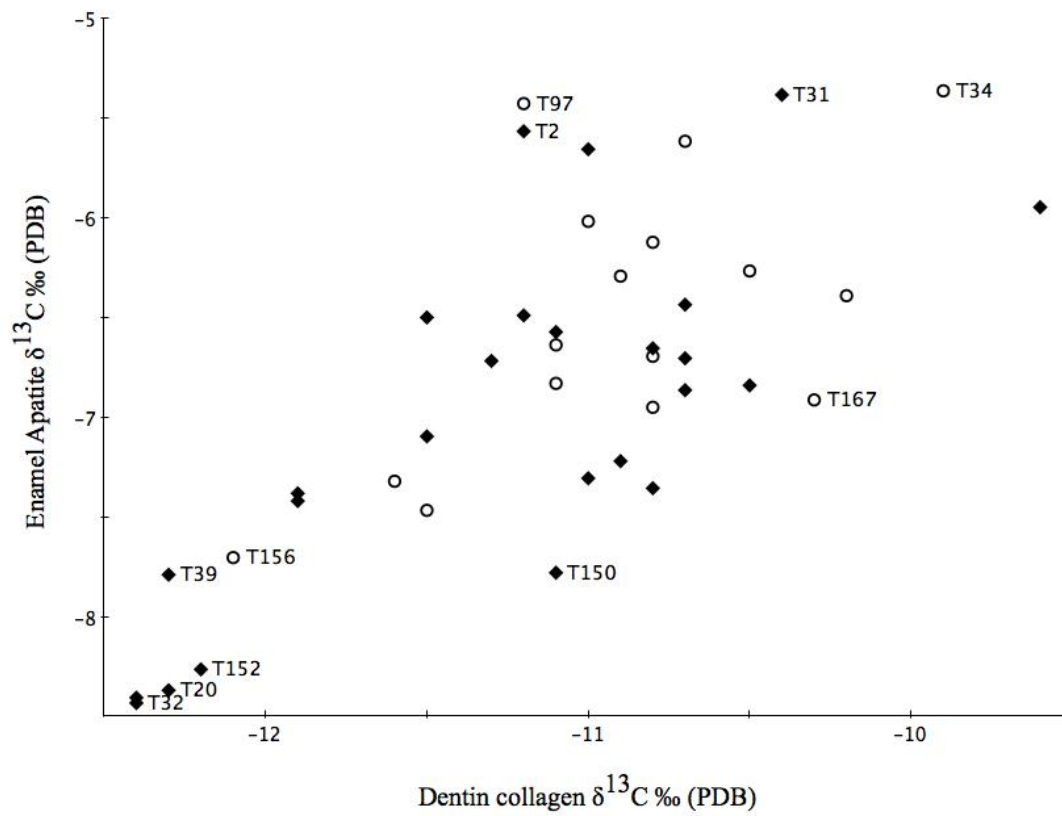


Figura 2.7: Distribuição dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno da dentina e da apatita do esmalte dos indivíduos do sexo feminino (losango) e masculino (círculo) sepultados no Tapera.

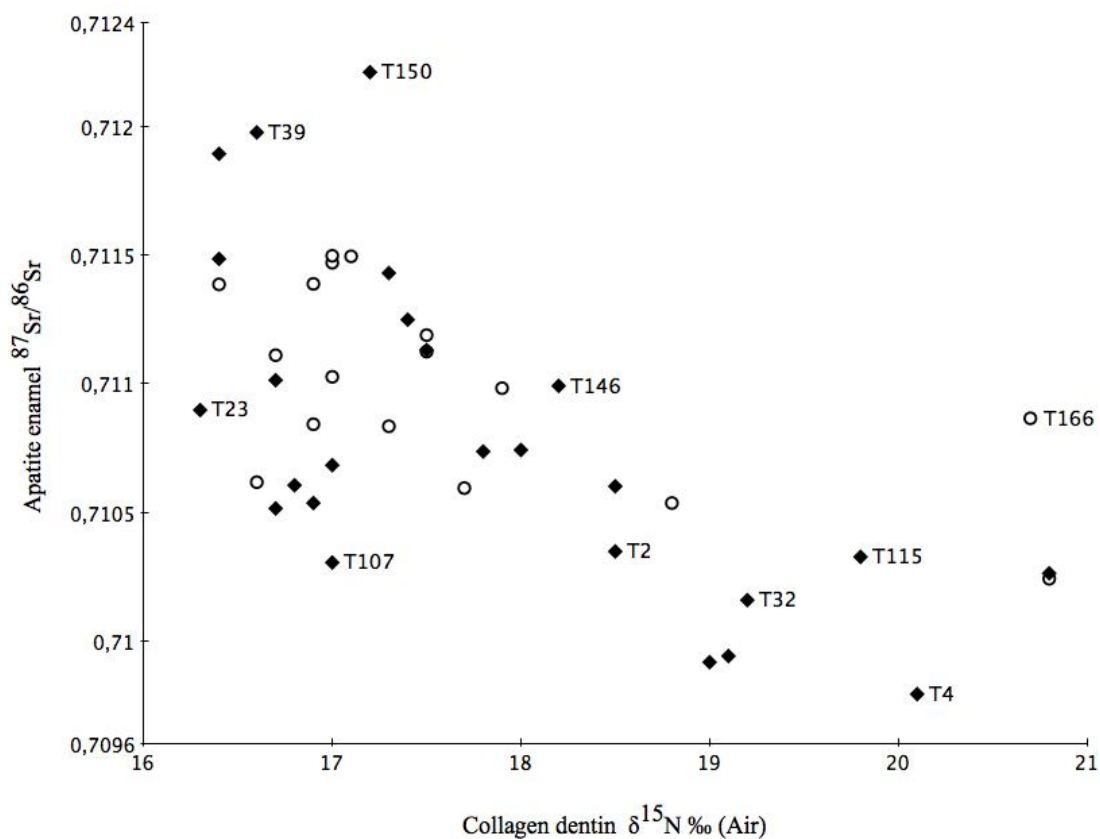


Figura 2.8: Distribuição dos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dos indivíduos do sexo feminino (losango) e masculino (círculo).

### 2.3.7 Discussão

Os resultados desse estudo indicam que nenhum dos 42 indivíduos analisados do sítio Praia da Tapera teria vindo da região do planalto da Serra Geral. Os valores dos  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina sugerem fortemente que os indivíduos teriam acesso a alimentos marinhos em grande quantidade, ao menos durante o período de formação dos dentes pré-molares analisados (entre 5 e 14 anos) (Scheid 2007). Baseado nos dados de fauna arqueológica e geologia local, os resultados de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dentário dos indivíduos seriam compatíveis com as fontes de estrôncio disponíveis na região da ilha (Basei 1985), assim como de outras regiões costeiras do sul do Brasil que apresentam a mesma geologia da ilha (figura 2.2). As evidências isotópicas apontam que todos os indivíduos do Tapera habitariam regiões litorâneas desde a infância, o que inclui o próprio entorno do sítio.

Caso algum dos indivíduos analisados do Tapera fosse originado do planalto, seria esperado que este apresentasse valor de isótopos de estrôncio inferior aos encontrados no entorno do sítio e da região costeira do estado de Santa Catarina. O planalto da Serra

Geral, assim como alguns complexos alcalinos que ocorrem no Sul do Brasil, são terrenos formados por rochas juvenis (Cretáceo), e apresentam os menores valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  da região, chegando a 0.705 (Mantovani et al 1985, Morbidelli *et al.* 1995). Com relação à dieta, espera-se que indivíduos do Planalto não apresentem uma alimentação baseada em recursos marinhos, mas sim uma dieta mais voltada para plantas C3, C4, e/ou algum consumo de carne e peixe de água doce, ou seja, alimentos que apresentam valores de  $\delta^{15}\text{N}$  baixos, quando comparados com alimentos de proveniência marinha.

DeMasi (2001) realizou análises isotópicas de colágeno de ossos de oito indivíduos de quatro sítios no interior do estado de Santa Catarina, incluindo da região do planalto da Serra Geral, datados entre 1735 AP e 1182 AP. Os resultados variaram de -20.63‰ a -10.76‰ para o  $\delta^{13}\text{C}$ , e 7.63‰ a 10.37‰ para o  $\delta^{15}\text{N}$ . O carbono indicou uma dieta bem variada por parte desses indivíduos, já os isótopos de nitrogênio apresentaram valores baixos, compatíveis com uma dieta proteica rica em plantas e, talvez, algum animal terrestre.

O presente resultado não descarta a possibilidade de que nativos do planalto possam ter migrado para o Tapera e introduzido técnicas de produção de cerâmica na região. Entretanto, as evidências isotópicas indicam que o acampamento da Praia da Tapera não teria sido formado por imigrantes vindos do planalto ou de outra região do interior e, caso algum indivíduo do interior tenha sido incorporado ao grupo, este não foi sepultado junto com os demais habitantes do local. Os dados isotópicos corroboram resultados paleogenéticos feitos a partir de análises crâniométricas, os quais apontam que a população do Tapera seria geneticamente similar aos grupos pré-ceramistas, que ocuparam o litoral de Santa Catarina (Neves 1988, Okumura 2007).

Dentre os cenários possíveis para explicar o aparecimento da cerâmica Itararé no sítio, deve-se considerar a hipótese de que a técnica de produção de cerâmica já teria sido incorporada por povos litorâneos em um período anterior à ocupação do Tapera. Existe também a possibilidade de que, ao longo da ocupação do sítio, alguns indivíduos de outros acampamentos litorâneos, os quais tiveram contato direto com povos do planalto, trouxeram as técnicas de produção de cerâmica para o Tapera. A incorporação de membros de outros acampamentos no Tapera pode ter acontecido a partir de trocas matrimoniais, ou até mesmo roubo de mulheres.

A maior diversidade encontrada nos valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  das mulheres do sítio, quando comparados com os homens, pode estar relacionada com a vinda de mulheres de

outras áreas do litoral para o Tapera. Pequenas diferenças na geologia do litoral podem gerar valores de isótopos de estrôncio um pouco superiores ou inferiores aos encontrados no Tapera. Desse modo, é possível que as mulheres T4, T18, T32 e T41, que apresentam valores de estrôncio abaixo dos encontrados para os homens e as mulheres T39, T100 e T150, com valores mais altos, tenham vindo de outras regiões do litoral. Tais resultados vão ao encontro dos estudos crâniométricos feitos em diversas séries esqueléticas de grupos ceramistas do litoral sul do Brasil, na qual foi identificada uma maior heterogeneidade biológica entre mulheres, quando comparado com os homens (Neves 1988). Esta maior heterogeneidade encontrada nas mulheres poderia estar relacionada com um sistema patrilocal de residência pós-conjugal nesses sítios (após o casamento, o casal reside com ou próximo à família do homem), em que haveria uma ampla rede de migração de mulheres entre os grupos costeiros (Hubbe *et al.* 2009).

Os valores pouco negativos de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno e da apatita, somados aos altos valores de  $\delta^{15}\text{N}$ , não deixam dúvidas que os indivíduos do Tapera estariam consumindo peixes marinhos em grande quantidade. Mesmo o indivíduo que possui o menor valor de  $\delta^{15}\text{N}$  (16.3‰) já apresentaria uma dieta rica em alimentos de proveniência marinha (Ambrose 1993). No caso dos indivíduos que apresentaram os mais altos valores de nitrogênio da série (T4, T18, T32, T115, T166, T167 e T169), valores superiores a 19‰, estes estariam consumindo uma quantidade significativa de proteína de animais marinhos de topo de cadeia alimentar, o que inclui espécies identificadas nos restos faunísticos escavados do Tapera como: tubarão mangona, tubarão branco, tubarão azul, tubarão tigre, lobo marinho e leão marinho (Silva *et al.* 1990). A figura 2.6 apresenta valores de isótopos de carbono e nitrogênio de tubarões e leão marinho, obtidos por DeMasi (2001).

Valores altos de  $\delta^{15}\text{N}$ , similares aos obtidos nesse estudo, são geralmente encontrados em grupos de pescadores e caçadores de mamíferos marinhos como os Esquimós da América do Norte (Schoeninger *et al.* 1983), e grupos da cultura Thule da Groenlândia (Nelson *et al.* 2012). Alguns indivíduos sepultados no Jabuticabeira II, um sítio litorâneo localizado a 100 km do sítio Tapera, também apresentam altos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  (Klokler 2008), sugerindo que o consumo em grande quantidade de animais marinhos de topo de cadeia alimentar seria uma prática difundida entre, ao menos, alguns grupos de pescadores do litoral sul do Brasil.

Apesar de terem sido encontrados remanescentes de porcos do mato em grande quantidade no sítio (Silva *et al.* 1990), os dados isotópicos desse estudo mostram que

estes animais não seriam uma importante fonte de proteína para os indivíduos analisados do Tapera. Animais herbívoros como o porco do mato, paca, veado e anta, todos encontrados na fauna associada ao sítio, apresentam baixos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  e, caso estes animais fizessem parte significativa da dieta proteica dos indivíduos, os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  dos humanos tenderiam a ser menores do que os encontrados.

Talvez esses animais fossem consumidos em ocasiões específicas, como eventos, ou até mesmo para quebrar a monotonia do regime centrado no mar. De todo modo, há evidências de que os porcos do mato possuíam alguma importância para os indivíduos do Tapera. Os dados de isótopos de estrôncio dos três espécimes analisados nesse estudo indicam que estes porcos não seriam nativos da ilha de Santa Catarina, mas sim de algum local geologicamente mais antigo, como a região de rochas Paleoproterozóicas, localizada no continente, próximo à ilha (figura 2.2). Estes animais podem ter sido caçados pelos habitantes do Tapera que teriam navegado da ilha até o continente, ou então, foram trocados com populações que estariam habitando aquela região. A evidência de porcos vindos do interior do continente também reforça questões como a mobilidade desses grupos pré-colombianos para caça e coleta de materiais.

Mesmo que as análises isotópicas desse estudo não indiquem que plantas seriam as principais fontes alimentares dos indivíduos do Tapera, a sobreposição entre os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de vegetais C4 e de recursos marinhos pode estar escondendo algum consumo de milho por esses habitantes do litoral. Análises de fitólitos e grãos de amido em cálculos dentários apontam que os grupos pescadores-coletores do litoral de Santa Catarina teriam acesso ao milho (*Zea mays*), uma planta C4, desde antes do aparecimento da cerâmica na região. Os dados também indicam acesso a plantas C3, como inhames (*Dioscorea sp.*), pinhão do Paraná (*Araucaria angustifolia*) e batata doce (*Ipomoea batatas*) (Scheel-Ybert *et al.* 2003, Wesolowski *et al.* 2010). Plantas como taioba (*Xanthosoma sp.*) e várias palmeiras (frutos, palmito e amido do tronco) também são documentadas na literatura etnográfica brasileira (Galvão 1979, Levi-Strauss 1987, Sauer 1987).

Apesar dos resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita descartarem que estes vegetais C3 listados fossem importantes fontes energéticas para indivíduos analisados do Tapera, os valores um pouco mais negativos encontrados em algumas mulheres do sítio podem estar relacionados com algum consumo desses alimentos, mesmo que em pequena quantidade.



Por se tratar de análises em dentes pré-molares, que são formados durante a infância e adolescência, não se pode descartar também que algumas dessas ligeiras diferenças isotópicas encontradas no presente estudo estejam relacionadas com rituais que envolveriam mudanças na dieta durante um período específico de vida do indivíduo, como rituais de reclusão relacionados à fase de puberdade, descritos em estudos etnográficos de diversos grupos nativos no Brasil (Van Gennep 1977).

De todo modo, os registros arqueológicos e bioarqueológicos de sítios litorâneos como o Tapera não sugerem que os habitantes estariam praticando a horticultura. O cultivo de plantas apareceu na região séculos depois, com a chegada de grupos Tupi-Guarani na região (Prous 1991).

## 2.4 Resultados isotópicos do Sambaqui do Forte Marechal Luz

A pesquisa isotópica de indivíduos sepultados no sítio Forte Marechal Luz foi iniciada no ano de 2007 durante o mestrado do autor, servindo de piloto para o trabalho realizado nesta tese. No trabalho anterior, foram feitas análises de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de esmalte dentário de 32 indivíduos sepultados em níveis arqueológicos sem evidência de cerâmica e com evidência de cerâmica deste sítio, localizado na ilha de São Francisco do Sul, no litoral norte do estado de Santa Catarina.

Os resultados de estrôncio ficaram entre 0.70761 e 0.71064, sendo que três indivíduos não apresentaram valores compatíveis com a região do sítio, e provavelmente teriam habitado alguma região com assinatura de estrôncio diferente da local durante a infância. Por apresentarem baixos valores de estrôncio, estes três indivíduos (dois sepultados em níveis com cerâmica e um em nível sem cerâmica) podem ter vindo da região do planalto da Serra Geral em Santa Catarina e Paraná, ou então de áreas com derrames alcalinos, presentes tanto em regiões no interior do Sul do Brasil, assim como em áreas litorâneas (Bastos 2009, Bastos *et al.* 2011). A tabela 2.3 abaixo lista alguns sítios arqueológicos em áreas que possivelmente apresentam baixas razões de estrôncio no interior e litoral do sul e sudeste do Brasil.

Tabela 2.3: Municípios com sítios pertencentes à tradição ceramista Itararé e Sambaquis em Cananéia, áreas que teriam baixas razões de isótopos de estrôncio.

Município	Estado	Datação (mais antiga - recente)	Distância do FML	Fonte
Urubici	SC	910 BP - 330 ±90 BP	230 km	Piazza 1966, Schmitz 1988
São Joaquim	SC	1920 ± 50 - 1117 ± 80 BP	270 km	Schmitz e Brochado 1972
Esmeralda	RS	650 ± 55 BP - 355 ± 50 BP	330 km	Ribeiro and Ribeiro 1985
Campo Largo	PR	848 ± 70 BP - 558 ± 50 BP	130 km	Chmyz 1995
Curitiba	PR	940 ± 70 BP - 660 ± 60 BP	120 km	Chmyz <i>et al.</i> 2003
Cananéia	SP	7870 ± 80 BP - 3170 ± 95 BP	140 km	Uchôa e Garcia 1983, Calippo 2004

O aparecimento da cerâmica típica de grupos do interior sul do Brasil em camadas arqueológicas mais recentes de sítios como o Sambaqui do Forte Marechal Luz sugerem possíveis mudanças no modo de vida e subsistência dos grupos costeiros que habitavam aquela região. No presente estudo são feitas análises de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte dentário e  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina e costela de indivíduos sepultados em

camadas anteriores e posteriores ao aparecimento da cerâmica do sítio Forte Marechal Luz, com intuito de entender e comparar questões relacionadas com a dieta desses habitantes do litoral em diferentes momentos de ocupação. Essa pesquisa também busca trazer mais informações sobre a origem e dieta dos indivíduos sepultados no sítio identificados como não locais pelas análises de isótopos de estrôncio.

#### 2.4.1 Descrição da área de estudo

O sambaqui do Forte Marechal Luz está localizado na Ilha de São Francisco do Sul, ao norte do estado Santa Catarina (coordenadas geográficas 26°9'56"S e 48°31'56"W). Foi escavado pelo arqueólogo Alan L. Bryan em 1960, sendo que uma grande parte do depósito já havia sido removida para o uso em pavimentação de estradas (Bryan 1997). Este sítio pré-histórico, que se encontra próximo à baía de Babitonga e a uma praia arenosa, forneceu uma série de ocupações não ceramistas e, em períodos mais recentes, ocupações ceramistas associadas a grupos interioranos. No total, as ocupações se estenderam por quase quatro milênios, sendo mais ou menos contínuas, apresentando somente alguns momentos de abandono (Bryan 1993).



Figura 2.9: Localização do sítio Forte Marechal Luz (fonte <http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html>)

O sítio Forte Marechal Luz é considerado privilegiado com relação à disponibilidade de recursos alimentícios. Este se localiza em um ecótono litorâneo com presença de diversas zonas ecológicas, dentre elas a floresta úmida que percorre o oceano ao leste, o mangue próximo às praias protegidas a oeste, a planície arenosa, que era coberta por várias plantas nativas como palmáceas, assim como a própria baía de Babitonga, que provavelmente forneceu diversos recursos pesqueiros aos antigos habitantes desse local. Fontes de diabásio localizadas próximas ao local do sítio possibilitaram a fabricação de vários instrumentos líticos (Bryan 1993).

A geologia da ilha em que se encontra o sítio apresenta-se pouco diversificada (figura 2.10), sendo caracterizada pela grande presença de depósitos marinhos e depósitos mistos, representados pelos sedimentos quaternários. Os depósitos marinhos são constituídos pelos sedimentos praias e cordões litorâneos, distribuídos ao longo de toda a planície costeira do estado de Santa Catarina. São formados por areia fina bem selecionada, localmente com concentrações de areias negras, constituídas por monazita, zircão, siltes e argilas. Os depósitos mistos da ilha caracterizam-se por ser uma das maiores expressões de ocorrência deste tipo de geologia no estado. É formado por material detrítico inconsolidado, de natureza mista, flúvio-marinho e lagunar, constituído por areias, siltes e argilas, que geram lamas e lodos com alta porcentagem de matéria orgânica em decomposição. Além dos sedimentos detríticos, ocorrem de forma pouco expressiva na região rochas graníticas e gnáissicas do Complexo Paranaguá, formadas no Proterozóico inferior (Higashi *et al.* 2001, Possamai *et al.* 2010).

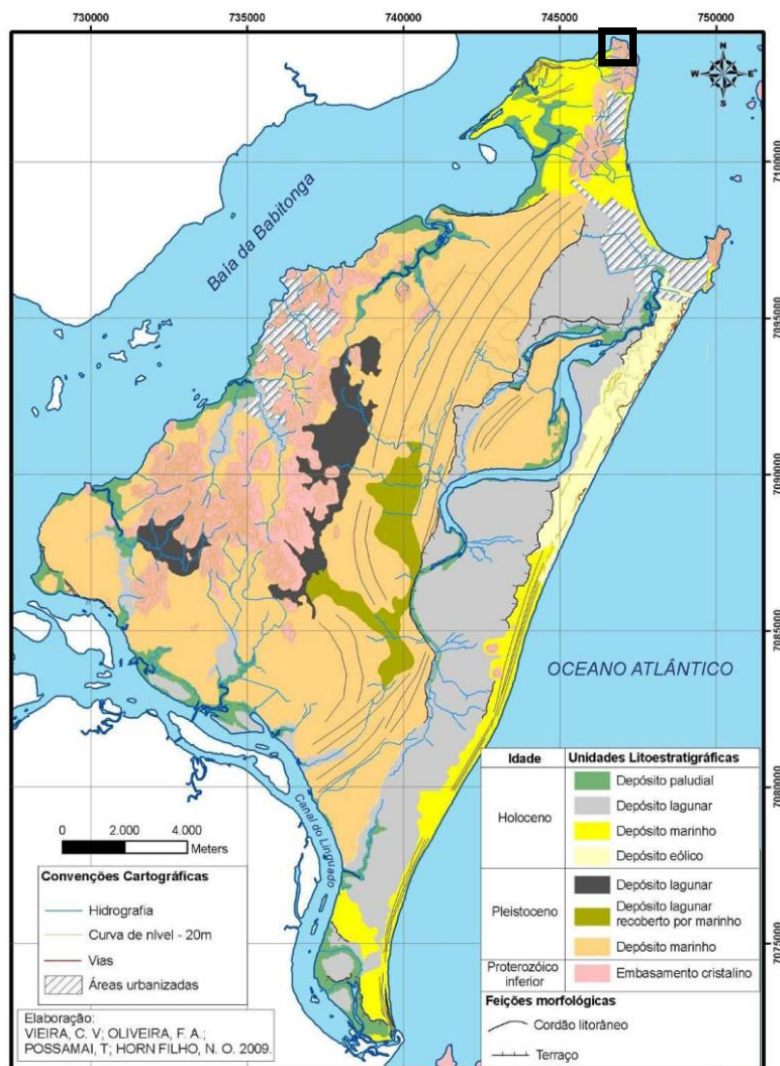


Figura 2.10: Mapa geológico da Ilha de São Francisco do Sul, com localização do sítio Forte Marechal Luz (Possamai *et al.* 2010).

A escavação do sambaqui, realizada em 1960 por Alan Bryan foi de 70m<sup>2</sup>, chegou a uma profundidade máxima de 6,5m (com média de 3 m). Foram revelados 23 estratos deposicionais maiores, separados por Bryan em sete zonas ocupacionais. Estas zonas ocupacionais representariam momentos de ocupação distintos no tempo, mantendo entre si semelhanças, mas também apresentando pequenas diferenças culturais, principalmente no repertório artefactual, nas técnicas de fabricação e no modo de sepultamento. Esta divisão por zonas ocupacionais não foi interpretada como um sinal de reocupação do sítio por grupos diferentes. A estratigrafia do sítio é muito complexa, com muitas camadas lenticulares finas dentro dos estratos mais espessos (Bryan 1993). Em geral, as valvas de berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*), e os ossos de peixe predominam na composição da matriz de todos os estratos. Aparecem, também,

espécimes como *Ostrea sp.*, *Mytilidae sp.* (mexilhões), além de lentes de espinhos de ouriço do mar. Os estratos mais recentes, referentes às zonas de ocupação V, VI e VII, possuem um sedimento orgânico escuro, o que seria um sinal de intensificação da ocupação (Bryan 1993).

Não foram encontrados sepultamentos nas três camadas de ocupação mais antigas do sítio (I, II e III). A datação mais antiga para o sítio por  $^{14}\text{C}$  foi de  $4290 \pm 130$ , sendo este o período considerado para o início da ocupação no Forte Marechal Luz. Os sepultamentos mais antigos do sítio aparecem na IV zona de ocupação, datados em  $1110 \pm 100$  anos AP. A maior parte da zona ocupacional IV foi perturbada por uma camada 6B, na qual foram encontrados diversos sepultamentos humanos (Bryan 1993).

Segundo Bryan (1993), os sepultamentos encontrados no estrato 6B são provenientes da V zona de ocupação, sendo esta uma ocupação sem evidências de cerâmica. A datação de  $^{14}\text{C}$ , feita a partir de carvão coletado de uma grande fogueira, ritual que cobria vários sepultamentos, foi de  $850 \pm 100$  AP. A zona de ocupação VI (estrato 4B) é, em sua maior parte, uma área de sepultamentos. Foi datada por  $^{14}\text{C}$  em  $620 \pm 10$  e  $640 \pm 100$  AP, na qual aparecem os primeiros fragmentos de cerâmica do sítio, identificados como pertencentes à Tradição ceramista Itararé. A VII e última zona de ocupação do sítio, datada por  $^{14}\text{C}$   $620 \pm 10$  e  $640 \pm 100$  AP, apresentou a maior quantidade de fragmentos de cerâmica, todos associados à mesma tradição que aqueles encontrados na zona ocupacional anterior. Junto à parte sul da área escavada, ocorreu uma concentração de sepultamentos que foi associada a esta mesma zona, no entanto, não seria completamente impossível que as sepulturas tenham sido feitas logo após o abandono do sítio (Bryan 1993). A figura 2.11 ilustra as zonas de ocupação do sítio.

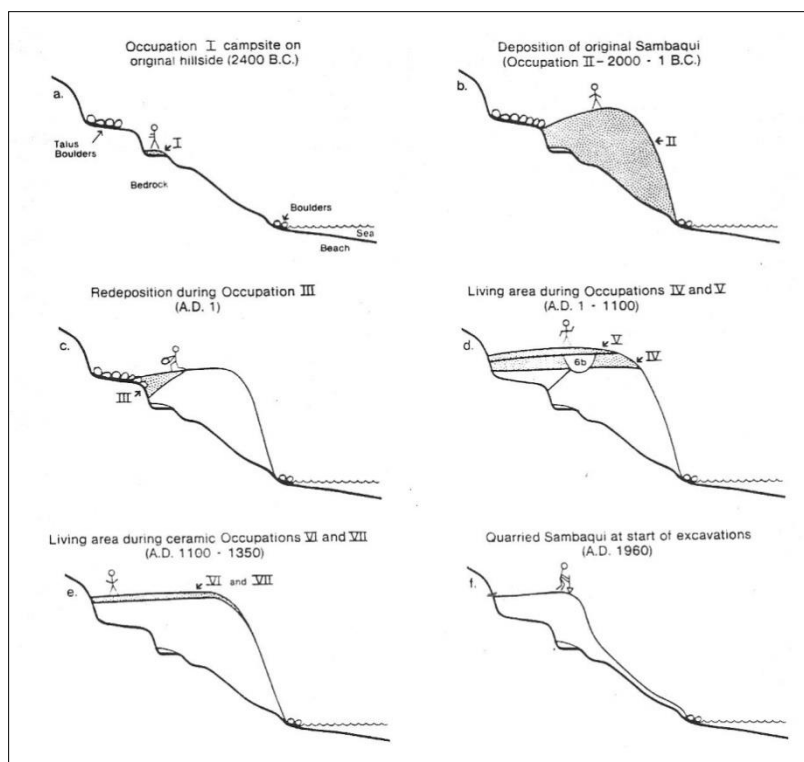


Figura 2.11: Ilustração do perfil (níveis de ocupação) do sambaqui do Forte Marechal Luz (Bryan 1993).

Dos 65 sepultamentos humanos registrados do sítio, 42 foram descobertos em estratos sem presença de cerâmica, nas zonas IV e V (estratos 6, 5 e 6B), e 23 em estratos com presença cerâmica (1- 4 e 4B), nas zonas VI e VII. Análises de fauna coletada na escavação do sítio indicam que ocorreram pequenas variações nos restos de fauna ao longo da ocupação, o que inclui a diminuição da quantidade de conchas e o aumento da quantidade de ossos de peixes e mamíferos nas ocupações mais recentes (zonas V, VI e VII). A variedade de espécies de peixes também aumentou nas zonas VI e VII, assim como a frequência de condrictes (tubarões e arraias) (Bryan 1993).

#### 2.4.2 Materiais e métodos

Os remanescentes esqueléticos do sítio Forte Marechal Luz encontram-se na reserva técnica do Laboratório de Antropologia Biológica do Museu Nacional da UFRJ, no Rio de Janeiro. A coleta dos dentes foi feita em 2007 para o trabalho desenvolvido durante o mestrado pelo próprio autor, no qual foram selecionados 32 indivíduos para análise de isótopos de estrôncio (Bastos *et al.* 2011). Dos dentes selecionados previamente 22 encontravam-se disponíveis para a atual pesquisa, os outros 10 tinham

sido levados para análises de DNA. Além dos dentes, foram coletados fragmentos de costela de cinco indivíduos. A tabela 2.4 abaixo apresenta informações referentes ao número do sepultamento, nível e pacote arqueológico dos indivíduos que foram escavados, assim como outras questões como idade (superior ou inferior a 12 anos), estimativa de sexo (masculino, feminino e indeterminado) e dente usado na análise.

Tabela 2.4: Indivíduos analisados do sítio Forte Marechal Luz. (Legenda: Indet - indeterminado; M - molar; I - incisivo; I - inferior; S - superior; D - direita; E - esquerda.

<b>Indivíduo</b>	<b>Nível / pacote arqueológico</b>	<b>&gt;12 anos</b>	<b>Sexo</b>	<b>Dente</b>	<b>Costela</b>
F2	VII / Cerâmico	Não	Indet	M1 S D	Não
F5	VI / Cerâmico	Sim	Masc	M3 S E	Sim
F6	? / Não-cerâmico	Sim	Fem	M2 I D	Não
F11	6B / Não-cerâmico	Sim	Masc	M1 I D	Não
F11B	6B / Não-cerâmico	Sim	Fem	M3 I E	Não
F18	VII / Cerâmico	Não	Indet	M1 I D	Não
F19	VII / Cerâmico	Sim	Indet	M2	Não
F20	? / Não-cerâmico	Não	Indet	M2 S E	Não
F23	6B / Não-cerâmico	Sim	Masc	M2 I D	Sim
F26	? / Cerâmico	Não	Indet	M2 S E	Sim
F27	VII / Cerâmico	Não	Indet	M2 I E	Não
F32	6B / Não-cerâmico	Sim	Fem	I1 S D	Sim
F35	? / Não-cerâmico	Não	Indet	M2 I D	Sim
F36	6B / Não-cerâmico	Sim	Masc	M3 I E	Não
F37	6B / Não-cerâmico	Não	Indet	M2 S D	Não
F38	6B / Não-cerâmico	Não	Indet	M2 S D	Não
F39	6B / Não-cerâmico	Não	Indet	M2 S E	Não
F43	6B / Não-cerâmico	Sim	Fem	M2 S D	Não
F48	? / Não-cerâmico	Não	Indet	M1 I D	Não
F50	? / Não-cerâmico	Não	Indet	M2 S E	Não
F55	VII / Cerâmico	Sim	Indet	M3 S E	Não
F56	VII / Cerâmico	Sim	Indet	M2 S D	Sim

A preparação das amostras iniciou-se com a limpeza das superfícies dos dentes e ossos com escova, sonda exploradora e/ou bisturi. Após esta etapa as amostras ficaram 20 minutos em ultrassom com água Nanopure. As coroas dos dentes foram submersas em ácido acético 0.5M por 1 hora para retirada de carbonatos diagenéticos que poderiam interferir nos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  biogênico.



As análises de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  foram realizadas em um Kiel IV Carbonate acoplado a um espectrômetro de massa MAT 253 da Thermo Scientific no laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. Para análise, 1 mg de cada amostra de esmalte dentário retirado de faces vestibular, lingual e/ou interdental foi colocada no auto-sampler do Kiel IV Carbonate. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  são apresentados em PDB, tendo-se utilizado padrões NBS18, NBS19 para verificação da acurácia e reprodutibilidade das determinações.

Para as análises de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno foram selecionados dentes permanentes e costelas. De cada dente cortou-se entre 0.2 a 0.3 g de raiz. Das costelas foram analisados fragmentos pesando entre 0.5 e 1.0 g. As amostras foram imersas em NaOH 0.1 M por 24 horas para neutralização de ácidos húmicos, após enxágue foram imersas em HCl 0.25 M por 72 horas para desmineralização. Após mais uma etapa de NaOH 0.1 M por 24 horas, foi realizado a separação dos resíduos de lipídeos em uma solução de clorofórmio, metanol e água na proporção de 2:1:0.8. Os pseudomorfos de colágeno foram então enxaguados e em seguida secos em estufa a 60°C. Foram pesadas duas alíquotas de 1mg de cada amostra em cadinhos de estanho para leitura em um espectrômetro de massas MAT Delta Plus da Thermo Finnigan conectado a um CHN analyzer na University of South Florida. As porcentagens de carbono, nitrogênio, e razão C:N de cada amostra foram obtidas para verificar o grau de preservação do colágeno da dentina. Os  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  foram calibrados a partir dos padrões NIST 8573 e NIST 85745 e gerados em PDB e Ar atmosférico.

#### **2.4.3 Resultados e discussão**

Os resultados encontram-se na tabela 2.5. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte ficaram entre -10.72‰ a -5.63‰, com média -8.39‰. O  $\delta^{18}\text{O}$  variou de -5.52‰ a -2.03‰, e a média ficou em -4.04‰. O colágeno das amostras de dentina e costela apresentou boa preservação, com razão carbono/nitrogênio entre 3.2 a 3.5. A porcentagem de colágeno das amostras de dentina ficou entre 5.7% a 10.4%, e 5.0% a 6.4% para os fragmentos de costela. Os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina foram de -15.5‰ a -11.0‰, e 14.7‰ a 16.9‰, respectivamente, com médias -12.6‰ e 15.6‰. Os valores do colágeno das costelas ficaram entre -14.2‰ e -12.2‰, com média -13.02‰ para o carbono, e entre 13.8‰ a 16.7‰, com média 14.7‰ para o nitrogênio. O desvio padrão das amostras de colágeno ficou em 0.2.

Tabela 2.5: Valores isotópicos dos indivíduos analisados do sítio Forte Marechal Luz, com resultados de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de Bastos *et al.* (2011).

Nr. Sep	Apatita do Esmalte			Colágeno da dentina				Colágeno da costela			
	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N	% Col	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N	% Col
<i>Pacote arqueológico com cerâmica</i>											
F2	0,70986 ±3	-10,13 ±1	-3,60 ±3								
F5	0,70968 ±3	-8,57 ±1	-4,06 ±1	-13,5	16,7	3,3	9,9	-12,6	16,7	3,2	6,6
F18	0,70956 ±6	-8,98 ±2	-4,20 ±1								
F19	0,70864 ±2	-10,63 ±1	-2,84 ±1	-15,5	14,7	3,5	9,9				
F26	0,71064 ±3	-8,05 ±3	-4,11 ±4	-12,5	14,9	3,2		-13,9	14,3	3,4	6,1
F27	0,70971 ±3	-10,72 ±3	-3,26 ±4								
F55	0,70761 ±2	-8,31 ±1	-4,61 ±1	-12,1	16,6	3,4	10,4				
F56	0,70985 ±7	-7,57 ±1	-4,20 ±1	-13,4	16,4	3,4	7,2	-13,1	14,6	3,4	6,4
<i>Pacote arqueológico sem cerâmica</i>											
F6	0,70947 ±3	-7,07 ±1	-5,06 ±8	-14,6	14,8	3,2	8,4				
F11	0,70835 ±3	-7,52 ±1	-3,74 ±7	-11,6	16,9	3,3	8				
F11B	0,70970 ±1	-6,90 ±2	-4,79 ±6	-12,2	15,0	3,5	8,6				
F20	0,70941 ±5	-8,80 ±1	-2,02 ±1								
F23	0,70961 ±3	-7,72 ±1	-4,99 ±1	-12,0	15,4	3,4	5,7	-13,1	14,6	3,3	5,7
F32	0,70932 ±3			-11,0	15,0	3,5	8	-14,2	13,8	3,4	5
F35	0,70936 ±2	-6,44 ±1	-5,52 ±1					-12,2	14,5	3,4	6,4
F36	0,70968 ±3	-5,63 ±1	-4,70 ±2	-11,4	15,4	3,4	5,9				
F37	0,70953 ±4	-9,65 ±1	-3,19 ±1								
F38	0,70914 ±4	-8,29 ±3	-4,43 ±2								
F39	0,71003 ±2	-9,36 ±2	-3,22 ±8								
F43	0,70953 ±3	-6,48 ±4	-4,03 ±5	-11,2	15,9	3,4	3,1				
F48	0,70905 ±1	-9,52 ±2	-3,69 ±4								
F50	0,70929 ±5	-9,91 ±3	-4,56 ±8								

As análises isotópicas do colágeno da dentina, principalmente os altos valores de  $\delta^{15}\text{N}$ , sugerem que recursos marinhos, como peixes, seriam a principal fonte proteica dos indivíduos sepultados no Forte Marechal Luz. A variação observada nos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  reforça que a dieta proteica seria baseada em recursos marinhos/C4. No entanto, alguns indivíduos, principalmente os F6 e F19, estariam consumindo proteína com  $\delta^{13}\text{C}$  mais negativo em quantidade significativa. Esses indivíduos provavelmente consumiram mais plantas C3, animais terrestres e/ou animais aquáticos de água doce que os demais analisados do sítio. A figura 2.12 apresenta os dados de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina dos indivíduos do Forte Marechal Luz com outros sítios de Santa Catarina, assim como dados de fauna atual e arqueológica da região.

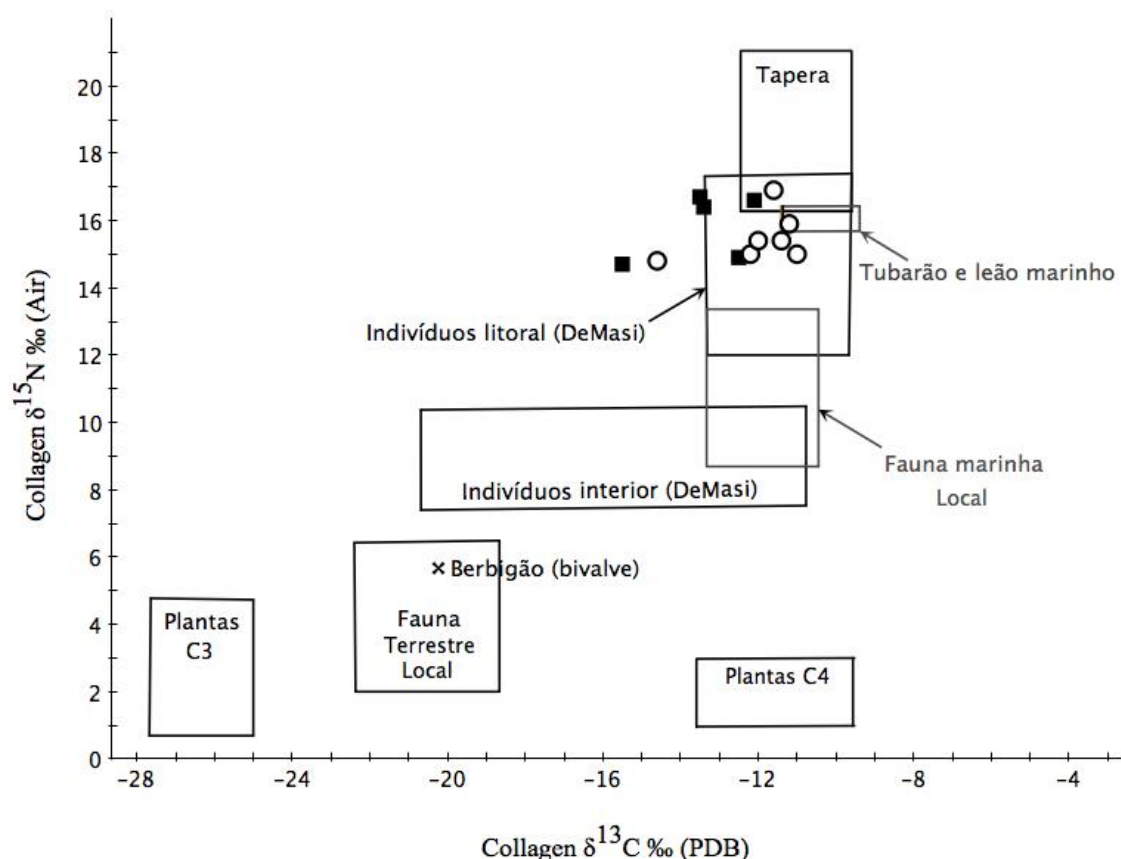


Figura 2.12: Distribuição dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina dos indivíduos sepultados no Forte Marechal Luz (círculo – níveis arqueológicos sem presença de cerâmica; quadrado – níveis arqueológicos com presença de cerâmica). Também são apresentados os limites de valores obtidos do Tapera, sítios litorâneos e do interior estudados por DeMasi (2001, 2009), amostras de fauna marinha (peixes teleósteos e cetáceos), fauna terrestre arqueológica e atual da ilha de Santa Catarina (dados de Tapera e DeMasi 2001), e plantas C3 e C4 (milho) (Tykot *et al.* 2009).

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  da dentina dos indivíduos do Forte Marechal Luz foram similares aos obtidos em outros sítios da ilha de Santa Catarina estudados por DeMasi (2001, 2009), principalmente os indivíduos sepultados nas camadas sem cerâmica do sítio. Nenhum dos valores de colágeno do Forte Marechal Luz foi compatível com os valores obtidos nos indivíduos sepultados em sítios do interior de Santa Catarina, também estudados por DeMasi (2001), os quais apresentam um  $\delta^{15}\text{N}$  em torno de 9‰ e teriam uma dieta proteica rica em plantas. Apesar de próximos, os resultados dos indivíduos do Forte Marechal Luz não são iguais aos encontrados no Tapera. Apenas

dois indivíduos do Forte Marechal Luz apresentam valores dentro da faixa observada para os indivíduos do Tapera.

Os dados isotópicos do colágeno do Forte Marechal Luz sustentam a hipótese já discutida por outros autores de que a pesca desempenhou um importante papel no sistema de subsistência dos povos construtores de sambaqui do litoral (Figuti 1993, Gaspar 2000, Lima 1999-2000, Scheel-Ybert, 2001, Klökler 2008). Segundo Lima (1999-2000), mesmo com a abundância de recursos marinhos, a fauna terrestre também seria consumida, porém em caráter complementar e secundário, visando quebrar a monotonia do regime alimentar centrado no mar.

Ao comparar valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno da dentina com os de costela (figura 2.13), observa-se que, com exceção do indivíduo F5, os valores das costelas são sempre menores que os da dentina. Estes resultados sugerem haver pequenas mudanças na dieta entre o período de formação da dentina (infância e adolescência), e períodos posteriores da vida do indivíduo, relacionados às costelas. As mudanças na alimentação observadas pelos isótopos podem indicar que, enquanto eram mais jovens, os indivíduos analisados do Forte Marechal Luz estariam consumindo uma quantidade um pouco maior de proteína de alimentos de alto nível trófico (principalmente peixes) do que em idades mais avançadas. Em contrapartida, nos últimos anos de vida, os indivíduos provavelmente estariam consumindo plantas e animais terrestres como porcos do mato (*Tayassu pecari*), pacas (*Cuniculus paca*), e antas (*Tapirus terrestris*) em quantidade um pouco maior do que antes.

É importante mencionar que não há evidências de fracionamento diferenciado nos  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  entre dentes e ossos (Ambrose 1993), assim como não foram selecionados dentes formados durante o período de amamentação, os quais podem apresentar valores de  $\delta^{15}\text{N}$  mais altos por conta do leite materno (Katzenberg *et al.* 1996).

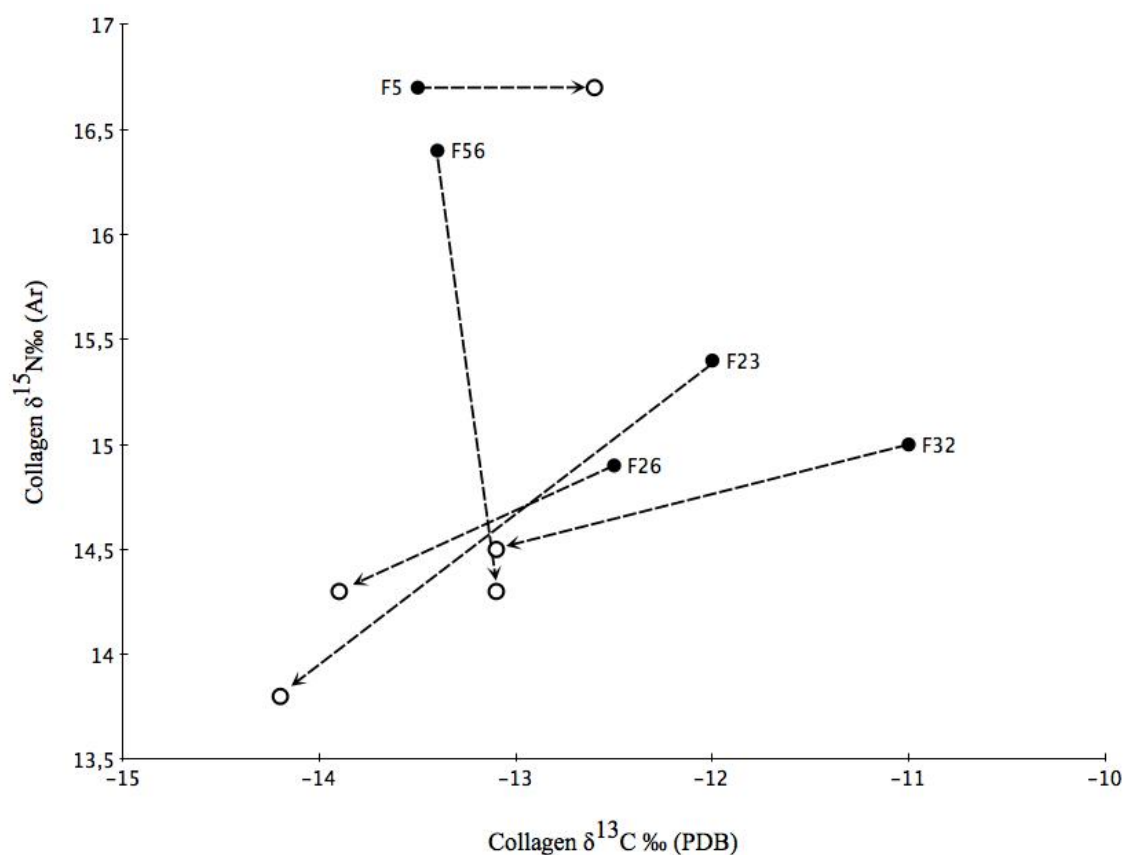


Figura 2.13: Distribuição dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina (círculo preto) e costela (círculo branco).

Ao realizar análises isotópicas do colágeno de ossos e dentes, os valores gerados estão relacionados somente com a proteína consumida durante a vida do indivíduo e, com isso, alimentos pobres em proteínas, como muitos vegetais, passam despercebidos nos resultados isotópicos. Diferente do colágeno, o carbono presente na apatita é formado por toda a dieta do indivíduo (carboidratos, proteínas e lipídeos) e pode ser considerado um bom indicador de dieta total (Krueger e Sullivan 1984, Ambrose 1993).

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do carbonato presente na apatita do esmalte dentário sugerem que, além de recursos marinhos, os indivíduos sepultados no Forte Marechal Luz teriam uma influência significativa de recursos C3 na dieta. Com isso, enquanto a principal fonte de proteína para a população seria peixes marinhos, uma parte da dieta total seria composta também por alimentos com  $\delta^{13}\text{C}$  mais negativos, possivelmente plantas C3.

A figura 2.14 apresenta a distribuição dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita dos indivíduos do Forte Marechal Luz com resultados da pesquisa de dieta controlada realizada por Jim *et al.* (2004). Nesta pesquisa, foram comparados valores de isótopos de carbono da apatita de três roedores que receberam 100% de dieta proteica de origem marinha,

entretanto, cada um recebeu uma dieta não proteica (carboidrato) distinta. Enquanto um roedor recebeu 100% de carboidrato de recursos C3, outro recebeu 100% de carboidrato C4, e um último recebeu 50% de carboidratos C3 e 50% de carboidratos C4. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita foram de -13,44‰, -3,54‰ e -8,64‰, respectivamente.

É importante mencionar que humanos e roedores apresentam algumas diferenças fisiológicas, e que estas diferenças podem gerar níveis de fracionamento isotópico distintos durante a incorporação do carbono na apatita (Krueger e Sullivan 1984, Jim *et al.* 2004). Com isso, a comparação entre os  $\delta^{13}\text{C}$  dos indivíduos sepultados no Forte Marechal Luz e do estudo de controle de dieta com roedores pode não ser acurada, e deve ser interpretada com cautela.

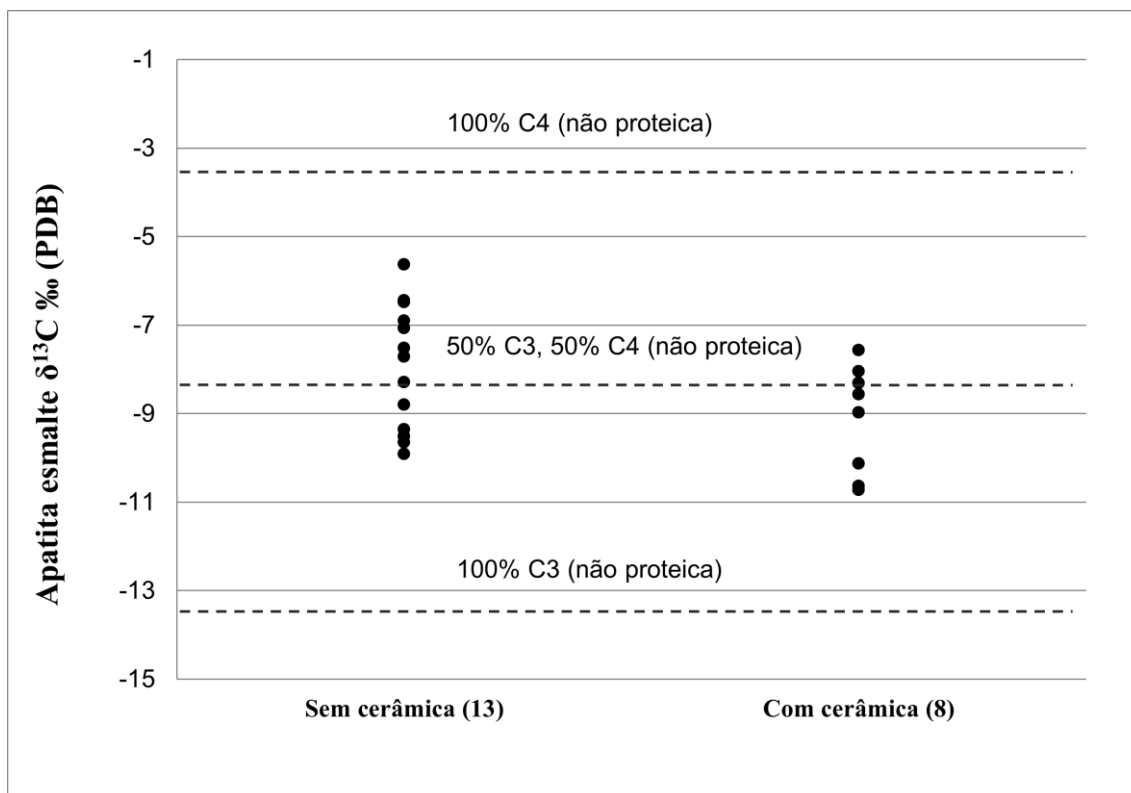


Figura 2.14:  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte dos indivíduos sepultados em camadas sem cerâmica e com cerâmica do sítio Forte Marechal Luz, com valores em linhas sublinhadas de  $\delta^{13}\text{C}$  dos roedores com dieta não proteica 100% C4, 100% C3 e 50% C3 e 50% C4. Jim *et al.* (2004)

Ao realizar análises de fitólitos e grãos de amido em cálculos dentários de indivíduos do Forte Marechal Luz e outros sambaquis do litoral norte de Santa Catarina, Wesolowski *et al.* (2010) identificou plantas C3 como o cará (*Dioscorea sp.*), pinhão do

Paraná (*Araucaria angustifolia*) e batata doce (*Ipomoea batatas*). Ao juntar esta informação com os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte dentário, pode-se sugerir que o consumo dessas plantas, assim como de outros gêneros vegetais, desempenhou um papel suplementar, ou até mesmo importante, na obtenção de energia (carboidratos) dos indivíduos sepultados no Forte Marechal Luz.

O milho (*Zea mays*), também encontrado nos cálculos dentários, é uma planta C4, e apresenta  $\delta^{13}\text{C}$  similar aos valores encontrados em recursos marinhos (van der Merwe 1989, Ambrose 1993, Tykot *et al.* 2009). Desse modo, análises isotópicas de carbono não têm como avaliar se o milho teria alguma relevância na dieta energética desses indivíduos que estariam ingerindo recursos marinhos em grande quantidade.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita sinalizam haver uma diferença visível, mas não significativa pelo teste-t ( $p=0,067$ ), entre os indivíduos sepultados nas camadas sem cerâmica, daqueles sepultados nas camadas com cerâmica do sítio. Esta diferença pode ser um indicativo de mudanças no padrão alimentar no Forte Marechal Luz após o aparecimento da cerâmica, de modo que os habitantes das ocupações mais tardias consumiriam mais recursos C3 do que os habitantes mais antigos.

Evidências arqueológicas de sítios costeiros pós-contato com grupos ceramistas do interior do sul do Brasil não sugerem que a introdução da cerâmica estaria acompanhada do surgimento da horticultura no litoral (Prous 1991, Bryan 1997, Lima 1999-2000, Neves e Wesolowski 2002). O aparecimento da cerâmica teria relação, no entanto, com algumas transformações nesses sítios, como um progressivo abandono da construção dos montes de concha e maior ocorrência de sítios rasos e planos. Essas mudanças observadas em sítios como o Forte Marechal Luz teriam possivelmente alguma relação com alterações de hábitos alimentares locais, que poderiam justificar as diferenças encontradas no  $\delta^{13}\text{C}$  do esmalte dentário dos indivíduos sepultados nas camadas sem e com cerâmica do sítio.

É importante observar que o aumento do consumo de recursos C3 após o aparecimento da cerâmica Itararé não teria ocorrido da mesma forma nos sítios do litoral de Santa Catarina. Diferente do que foi observado nas camadas ceramistas do Forte Marechal Luz, os indivíduos analisados no Praia da Tapera apresentaram valores de  $\delta^{13}\text{C}$  (apatita e colágeno) e  $\delta^{15}\text{N}$  incompatíveis com consumo significativo de recursos C3, e teriam uma dieta muito mais direcionada para alimentos marinhos. A figura 2.15 ilustra as diferenças entre os  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno da dentina e  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita

do esmalte dentário das ocupações sem e com cerâmica do Forte Marechal Luz, assim como dos resultados obtidos no sítio Tapera.

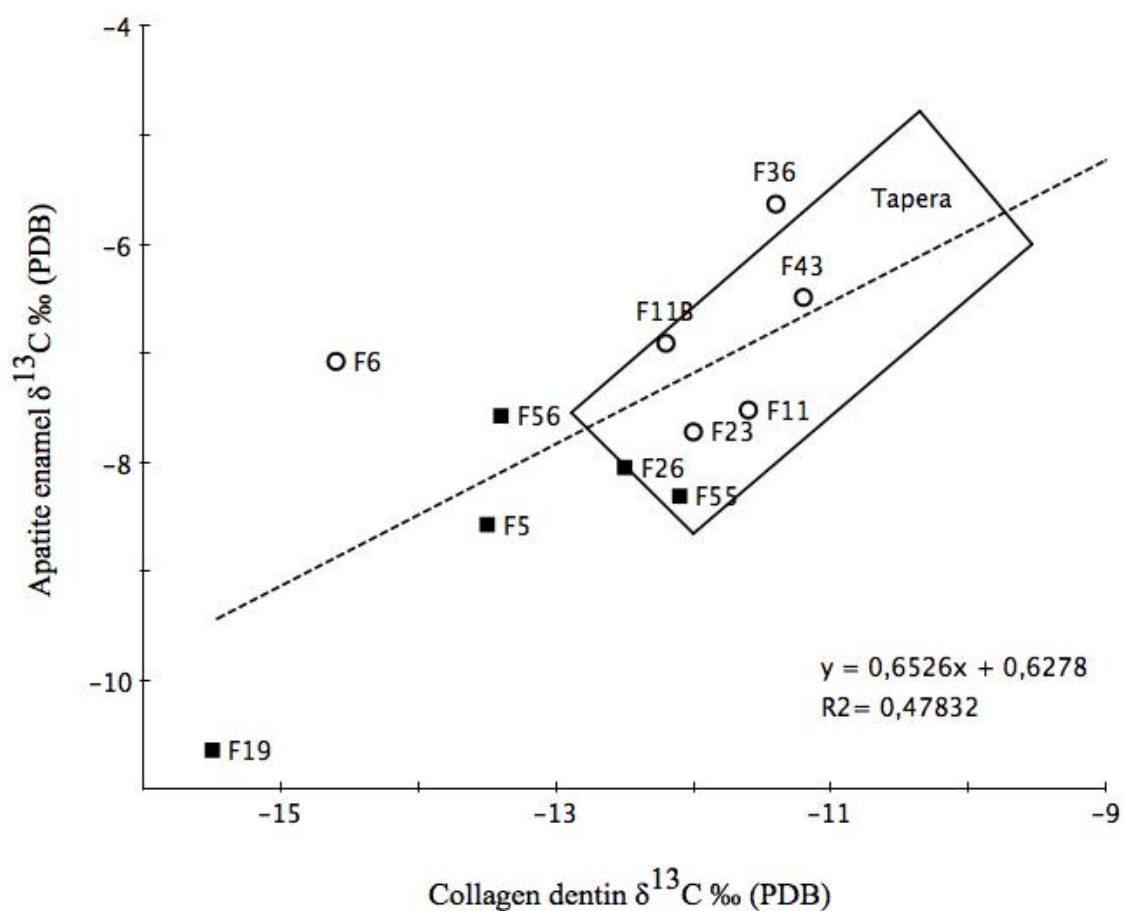


Figura 2.15: Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno da dentina e da apatita do esmalte dos indivíduos sepultados nas camadas sem cerâmica (círculo) e com cerâmica (quadrado) do sítio Forte Marechal Luz. Os valores obtidos nos indivíduos sepultados no Praia da Tapera encontram-se dentro do retângulo.

#### 2.4.4 Sobre os indivíduos "não locais" das análises de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

Análises prévias de isótopos de estrôncio identificaram três indivíduos com razões de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dentário incompatíveis com o esperado para a ilha de São Francisco do Sul e, com isso, teriam habitado outras regiões durante a infância (Bastos *et al.* 2011). Esses três indivíduos não locais, um sepultado em camada arqueológica sem evidência de cerâmica (F11) e dois em camada com evidência de cerâmica (F19 e F55), teriam vindo de regiões que apresentam rochas com baixos valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , o que, supostamente, incluiria o planalto da Serra Geral, onde a cerâmica Itararé encontrada no Forte Marechal Luz teria sua origem (Prous 1991, Noelli 1999-2000).



Como foi dito anteriormente, as análises isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  feitas no Forte Marechal Luz indicaram que todos os indivíduos analisados apresentam evidências de consumo de recursos marinhos significativo na dieta proteica, evidenciada principalmente pelos altos valores nos isótopos de nitrogênio. Caso os indivíduos não locais fossem originados do planalto ou outras regiões interioranas que possuem baixas razões de estrôncio, seriam esperados valores isotópicos de carbono e nitrogênio dos dentes compatíveis com uma dieta característica de habitantes do interior, ou, ao menos, que não indicassem grande consumo de alimentos de origem marinha.

DeMasi (2001) analisou oito indivíduos sepultados em sítios do interior de Santa Catarina, incluindo da região do planalto da Serra Geral. Os resultados de  $\delta^{15}\text{N}$  ficaram entre 7.66‰ e 10.37‰, e sugerem que estes indivíduos tiveram uma dieta rica em plantas e/ou herbívoros terrestres. Na figura 2.16, encontram-se os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  dos indivíduos locais e não locais do Forte Marechal Luz, identificados pelas análises isotópicas de estrôncio, assim como os resultados de habitantes da região do interior de Santa Catarina analisados por DeMasi (2001).

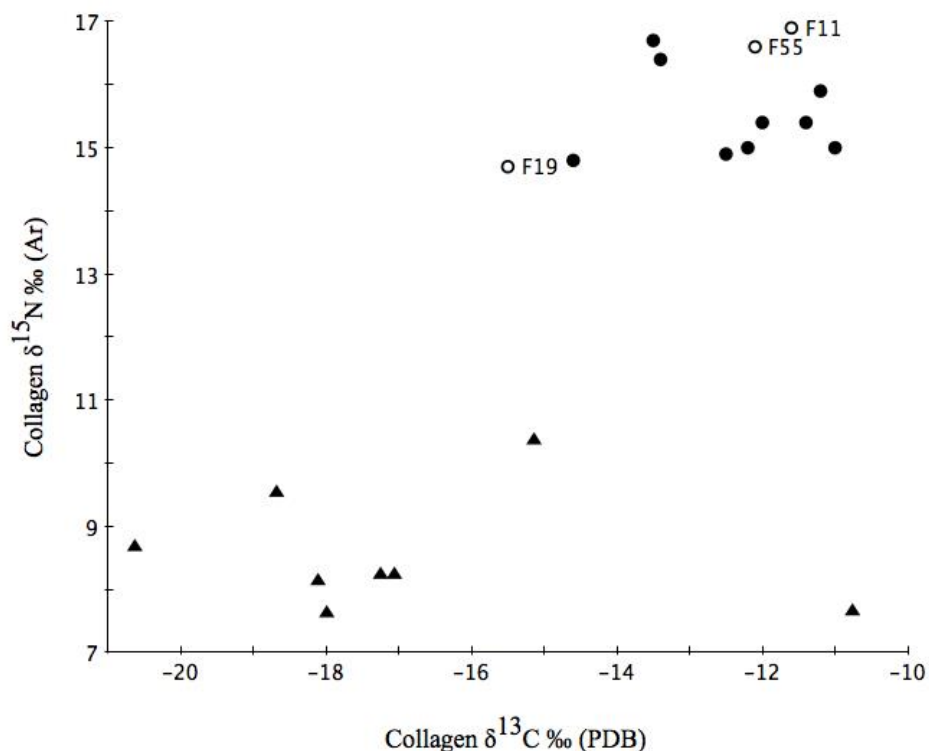


Figura 2.16: Resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina dos indivíduos analisados do Forte Marechal Luz identificados como possíveis locais (círculo preto) e não locais (círculo branco) pelas análises de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (Bastos *et al.* 2011), com análises de indivíduos do interior de Santa Catarina (triângulo) (DeMasi 2001).

As figuras 2.17 (A, B, C, D) comparam os valores de isótopos de estrôncio com as análises de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  do carbonato presente na apatita do esmalte e  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina. Observa-se que, de modo geral, os indivíduos identificados como não locais apresentam valores de carbono, nitrogênio e oxigênio dentro da mesma faixa de variação obtida para os indivíduos locais. Apenas o indivíduo F19 possui valor de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno um pouco fora dos resultados obtidos para os locais, o que poderia indicar algum consumo maior de recursos C3 que os demais (Figura 2.17 B).

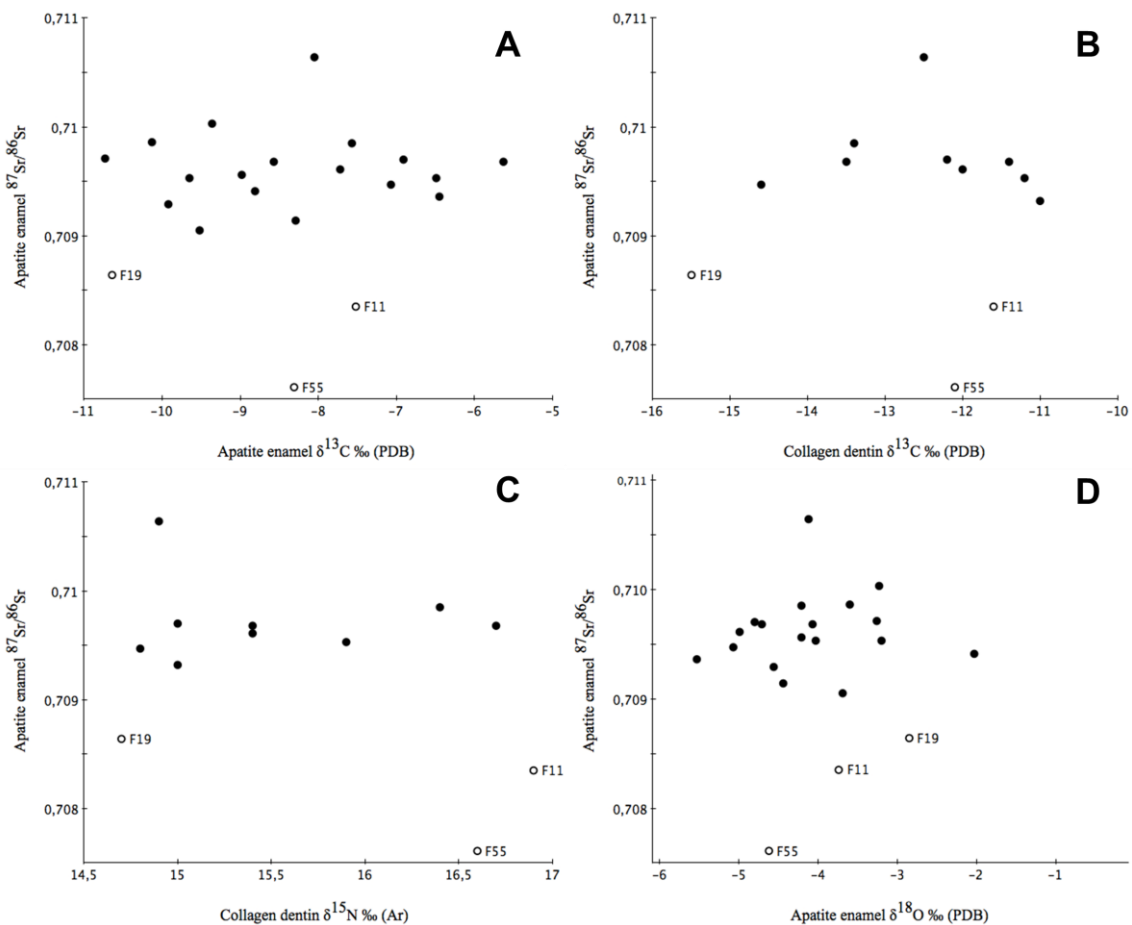


Figura 2.17: Distribuição de valores de indivíduos identificados pelas análises isotópicas de estrôncio como locais (circulo preto) e não locais (circulo branco). A:  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte x  $\delta^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  apatita do esmalte; B:  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno da dentina x  $\delta^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ; C:  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina x  $\delta^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ; D:  $\delta^{18}\text{O}$  da apatita do esmalte x  $\delta^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ .

Os resultados desse estudo redirecionam a interpretação sobre a origem geográfica dos indivíduos sepultados no Forte Marechal Luz. Se antes se pensava na hipótese de que os não locais analisados teriam vindo da região do Planalto, as evidências de dieta

pelos valores de isótopos de carbono e de nitrogênio do colágeno da dentina frustram tal hipótese.

Ao considerarmos que os não locais sepultados no Forte Marechal Luz teriam habitado regiões litorâneas, uma provável origem para estes indivíduos seria a região de Cananéia, localizada no litoral sul do estado de São Paulo. A 140 km do Forte Marechal Luz, Cananéia foi amplamente ocupada em períodos pré-colombianos por grupos construtores de Sambaquis e está localizada sobre um complexo alcalino, o qual apresenta baixas razões de isótopos de estrôncio (Calippo 2004).

Deve-se levar em conta que outras regiões no litoral ou próximas ao litoral, podem ter sido os locais de origem desses indivíduos com baixas razões de estrôncio, visto que não se conhece em detalhes a distribuição das assinaturas de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  disponíveis para a biosfera na região sul e sudeste do Brasil.

## Parte III - Tráfico transatlântico de africanos escravizados no Brasil

### 3.1 Contextualização

Em um período muito anterior às grandes navegações, a África Subsaariana já estava intimamente ligada à história da escravidão. Cerca de seis séculos antes da chegada dos portugueses na costa da África, o mundo Islâmico já usava a mão de obra escrava subsaariana nas sociedades ao norte do Saara e na costa do oceano Índico. Inicialmente os escravos eram prisioneiros capturados nas guerras santas Islâmicas, sendo estes principalmente usados para fins militares, administrativos e serviços domésticos (Lovejoy 2011). Neste período é estimado que 3,5 a 10 milhões de africanos subsaarianos escravizados tenham sido exportados para outras localidades (Klein e Luna 2010).

A exploração da mão de obra escrava não foi só utilizada para atender interesses externos, foi também usada por classes dominantes na região da Guiné, como por exemplo na exploração das minas no interior da Costa do Ouro, assim como pela nobreza do Reino do Congo, no distrito capital e região costeira, onde a cidade de Mpinda estava localizada (Lovejoy 2011).

As primeiras caravelas portuguesas desceram a costa Atlântica do continente Africano entre os anos de 1430 e 1440, chegando ao Rio Senegal em 1445. Neste período os portugueses estavam mais interessados em ouro do que em escravos, tendo também interesses em negociar mercadorias como pimenta e marfim (Lovejoy 2011). A chegada dos europeus na costa da África subsaariana transformou a história do tráfico de escravos em termos de intensidade, fontes de captação e uso dos cativos na América. Inicialmente, os escravos comprados pelos portugueses eram enviados à Europa para servirem como mão de obra doméstica (Klein e Luna 2010).

A introdução do plantio da cana de açúcar nas ilhas do Atlântico e a descoberta das Américas pelos conquistadores europeus no final do século XV promoveram um novo e importante uso para a mão de obra escrava. O que distinguiu a sociedade escrava nas Américas das demais anteriores foi a utilização desses escravos como trabalhadores rurais. Estes desempenharam um importante papel tanto na produção de bens para o mercado internacional, como dentro das sociedades locais (Klein e Luna 2010).

O comércio de escravos pós século XV teve como principal propósito a produção de *commodities* como o açúcar, tabaco, arroz, algodão, e extração de ouro e prata para atender, sobretudo, o mercado europeu (Lovejoy 2011). A comercialização de africanos

escravizados, no entanto, não se limitou aos portugueses. Praticamente quase todos os povos da Europa Ocidental, incluindo os holandeses, franceses, ingleses, alemães, suecos, dinamarqueses, italianos, e espanhóis participaram do comércio escravista para as Américas do Norte, Central e Sul, incluindo as ilhas caribenhas. Nos séculos que seguiram, comerciantes da própria América passaram também a praticar tal comércio (Verger 1987).

O comércio de cativos africanos se espalhou por todas as Américas. Contudo, em algumas regiões esta prática nunca se tornou a principal fonte de mão de obra. Em determinadas colônias espanholas provou-se ter sido mais rentável explorar os recursos produzidos por grandes impérios indígenas ali presentes, principalmente aqueles que possuíam um sistema hierárquico complexo em que uma nobreza governava uma massiva quantidade de camponeses, do que de fato escravizá-los, ou até mesmo buscar escravos do outro continente. Para essas colônias a mão de obra africana foi usada em menor quantidade e serviu basicamente para realizar serviços domésticos e urbanos, um padrão similar ao que prevaleceu na Europa (Klein e Luna 2010).

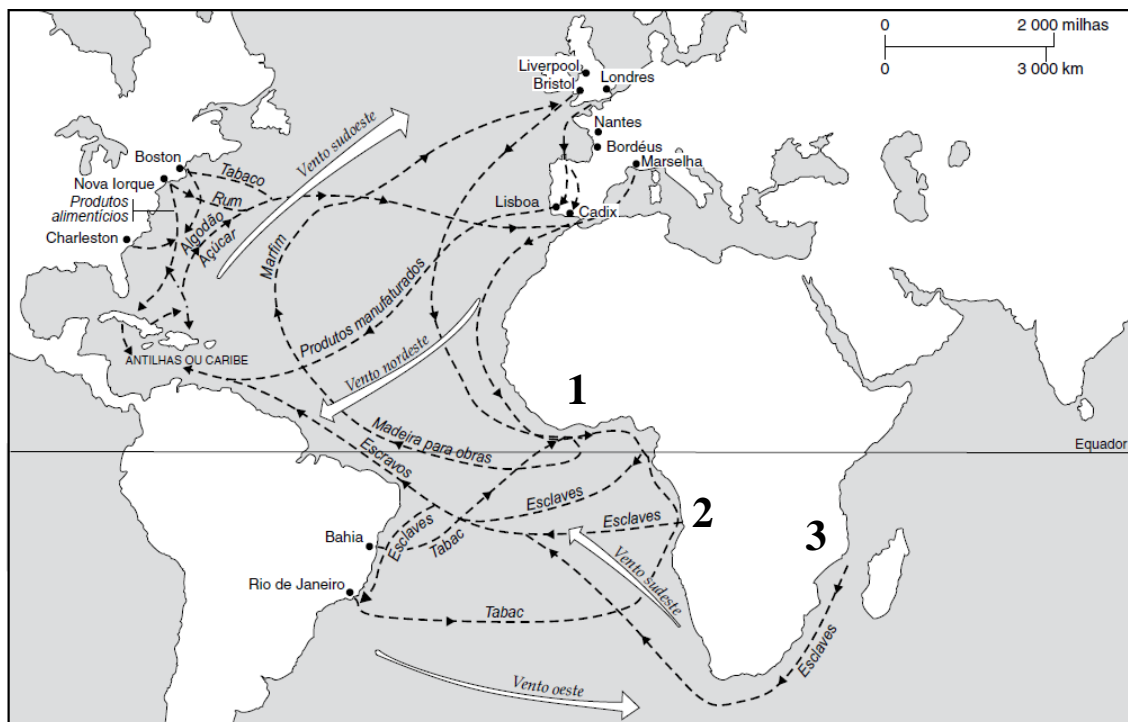


Figura 3.1: Comércio atlântico entre os séculos XVIII e XIX com as áreas fonte de escravos durante todo o período do tráfico. (1) África Ocidental; (2) África Central Atlântica; (3) África Oriental. Mapa modificado de Hopkins (1973).

Diferente do que ocorreu nessas colônias espanholas, os portugueses não encontraram grandes impérios ameríndios que possuíam ouro, prata e outros metais preciosos para serem explorados, assim como não encontrou nenhum recurso cuja extração pagasse os altos custos de uma completa colonização de suas terras na América. Para garantir o seu território, os portugueses, além de explorarem os recursos naturais da região, foram forçados a gerar produtos agrícolas em sua colônia para serem então vendidos no mercado Europeu. Inicialmente os portugueses tentaram escravizar os próprios índios. No entanto, por conta de doenças, constantes conflitos com grupos ainda não capturados, assim como a pressão exercida pelos missionários, os portugueses passaram a buscar a mão de obra necessária do outro lado do oceano Atlântico, no continente Africano (Klein e Luna 2010).

Em toda a América, o Brasil foi a colônia/país que manteve por mais tempo a escravidão, de 1550 a 1888, assim como foi o principal destino dos navios negreiros (Klein e Luna 2010). Estima-se que dos 10,5 milhões de escravos que vieram as Américas, 38% veio para o Brasil (Florentino 2002), sendo as cidades de Salvador e Rio de Janeiro os principais portos de desembarque desses cativos no país. Entre 1678 a 1830 estima-se que cerca de 790 mil africanos escravizados desembarcaram em Salvador. Para o Rio de Janeiro, durante os anos de 1700 a 1830 este número seria em torno de 1.262.000 pessoas. Nesse período, o porto do Rio de Janeiro foi responsável por metade das importações brasileiras e Salvador por quase 30% das mesmas. Os números desses portos sozinhos corresponderiam a quase um terço de todos os desembarques africanos ocorridos nas Américas ao longo do período mencionado (Florentino *et al.* 2004).

Da África foram trazidos para o Brasil negros de três grandes regiões: África Ocidental (abrangendo toda região da Costa da Mina); África Central Atlântica (principalmente a região do Congo e Angola); e África Oriental (região de Moçambique) (Tavares 1987, Verger 1987). Tanto o Rio de Janeiro como Salvador receberam escravos dessas três regiões da África. Contudo, vale ressaltar que no Rio de Janeiro os escravos da África Central Atlântica foram mais valorizados por conta dos vários anos de estabelecimento dos portugueses nessa região, o que facilitou as relações entre os traficantes que levavam os escravos para o Rio e os comerciantes de escravos na África (Florentino 2002).

Diferente do Rio de Janeiro, em Salvador havia uma preferência de escravos vindos da África Ocidental, isso por conta de uma autorização dos holandeses em favor à

capitania baiana para poder traficar na Costa da Mina (ver figura 3.2). Dentro desse acordo com holandeses, os baianos não podiam comercializar mercadorias europeias nos portos Africanos, havendo como exceção apenas o tabaco, produto abundante na Bahia (Reis 1991, Tavares 1987, Verger 1987).

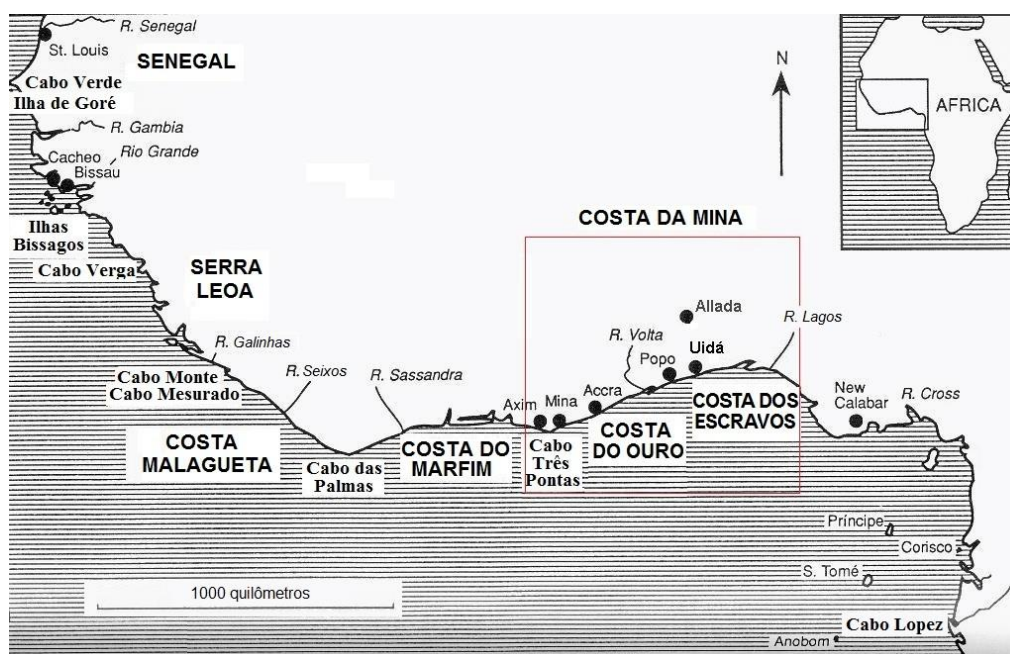


Figura 3.2: Localização da Costa da Mina na África (Fonte: [www.costadamina.ufba.br](http://www.costadamina.ufba.br))

A entrada de cativos vindos da África no Brasil não foi constante durante o período do tráfico. De modo geral houve um crescimento na demanda de mão de obra africana no país, principalmente por conta do aumento na produção e extração de recursos da colônia portuguesa na América (Florentino 2002, Klein e Luna 2010).

Durante as duas primeiras décadas do século XVII, houve um grande investimento na produção de açúcar na região nordeste do país, impulsionando a compra de escravos para esta região. A produção açucareira no nordeste entrou em declínio no início do século seguinte, quando outras colônias europeias na América tomaram a frente nesse setor, o que conseqüentemente reduziu a necessidade de escravos para esta região do Brasil (Klein e Luna 2010).

O final do século XVII (entre 1693 e 1695) foi marcado no Brasil pela descoberta por paulistas de depósitos de ouro em Minas Gerais. Esta descoberta desencadeou um aumento na demanda por escravos no Brasil, que inicialmente chegavam à colônia a partir do porto de Salvador (Florentino *et al.* 2004). Por conta da menor distância, e conseqüente menor tempo de viagem entre as minas e o litoral, o porto do Rio de

Janeiro substituiu Salvador como a principal região de entrada de africanos escravizados. O gráfico (figura 3.3) ilustra a quantidade de escravos que chegaram aos portos do Rio de Janeiro e Salvador ao longo do tempo. Observa-se que na década de 1720 o número de desembarques ocorridos no Rio já superava os de Salvador (Klein e Luna 2010, Florentino 2002).

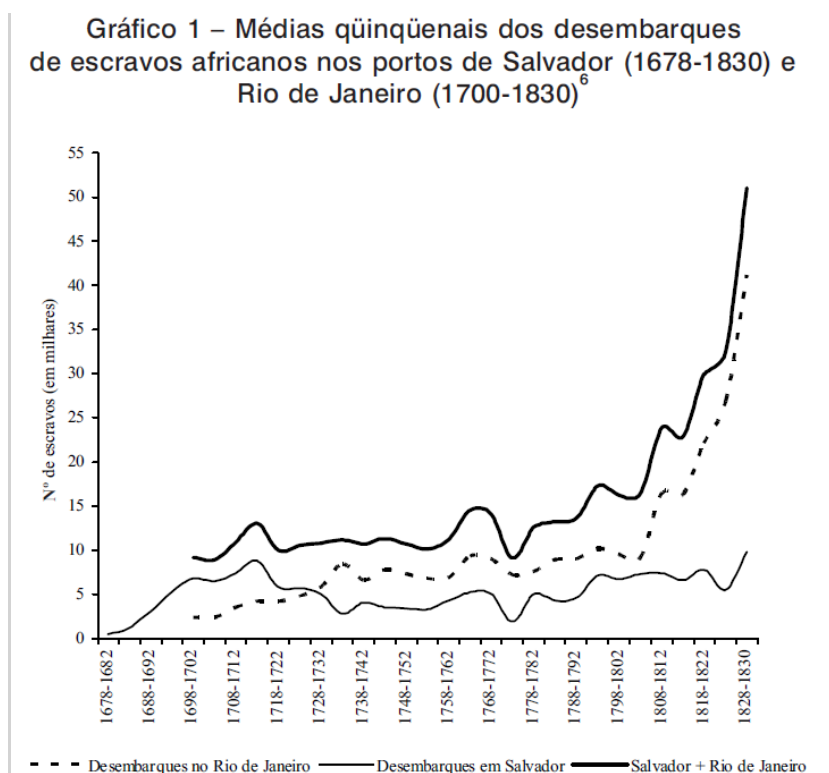


Figura 3.3: Número de desembarques de escravos (em milhares) no Rio de Janeiro, Salvador e soma dos dois entre os períodos de 1678 e 1830 (Florentino *et al.* 2004).

A descoberta do ouro, assim como de outros recursos minerais, inicialmente em Minas Gerais, e depois em Goiás e Mato Grosso, promoveu um grande crescimento populacional e uma interiorização na colônia. Em decorrência disso, criou-se no Brasil um novo espaço para a exploração da mão de obra escrava, o da produção de alimento para suprir o mercado interno. Até o fim do século XVIII, o Brasil importou escravos basicamente para a exploração dos minérios, para a agricultura local e de exportação, dando ênfase ao ressurgimento da indústria da cana de açúcar no nordeste no final deste período (Florentino 2002, Klein e Luna 2010).

O início do século XIX foi marcado pelo fim da exploração do ouro no interior do país. A queda na demanda de mão de obra escrava para as minas, no entanto, não reduziu a entrada de africanos escravizados no Rio de Janeiro. Como mostra a figura



3.3, o número de cativos no porto do Rio de Janeiro cresceu exponencialmente após este período (Florentino 2002, Klein e Luna 2010).

O aumento da compra de escravos no Rio de Janeiro ocorreu em parte por conta da expansão da cultura cafeeira no Vale do Paraíba, cujas exportações passaram de 160 arrobas em 1792, para 318 mil em 1817, alcançando 3.237.190 em 1835. Além disso, o porto carioca passou a prover por via marítima boa parte dos africanos escravizados que tinham como destino final o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Espírito Santo. Outro importante motivo que esclarece a expansão do tráfico de cativos no século XIX foi a vinda da família Real Portuguesa para o Rio de Janeiro no ano de 1808, por conta das guerras napoleônicas. A força de trabalho escrava foi utilizada para construção de uma capital que fosse digna de sediar a Corte Portuguesa. Inúmeras obras e novos impostos foram criados, e, com isso, a demanda pelo braço escravo aumentou para números nunca antes visto (Florentino 2002, Klein e Luna 2010). Em 1821 a população escrava na cidade do Rio de Janeiro já era duas vezes maior quando comparado com 1808, a data de chegada da corte Portuguesa.

Alguns outros fatores influenciaram a quantidade e fonte de escravos africanos para o Brasil durante o século XIX. Em 1808 o Príncipe regente Dom João VI decretou a abertura dos portos das colônias Portuguesas às nações amigas. Este decreto marcou o fim do pacto colonial imposto por Portugal e facilitou a venda de produtos de outras nações, incluindo escravos, para o Brasil. Neste período a África Oriental, que até então era uma fonte secundária de cativos, tornou-se o grande núcleo abastecedor de escravos para o Brasil, sendo a abertura comercial brasileira a motivação determinante do crescimento das exportações da área do Oceano Índico. Outro fator importante que mudou a dinâmica do tráfico transatlântico brasileiro, principalmente para a região nordeste, foi o tratado que aboliu o comércio de escravos no norte do Equador, assinado por Portugal e Inglaterra no ano de 1815. Após este momento a participação da África Ocidental no comércio caiu significativamente. Se entre 1776 e 1810 a participação declarada da África Ocidental para Salvador era de 71%, entre 1811 e 1824 ela foi reduzida para aproximadamente 40% (Florentino *et al.* 2004).

Com a proclamação da independência do Brasil, em 1822, a Inglaterra declarou que só reconheceria tal fato com a abolição total e imediata do tráfico negreiro. Em 1826, um novo tratado foi firmado no Rio de Janeiro entre o imperador D. Pedro I e o Rei George VI, sendo ratificado por último em 13 de março de 1827 pela Inglaterra, no qual ficou estabelecido que o tráfico de escravos deveria ser extinto no prazo de três anos

após aquela data (Verger 1987). A partir de 13 de março de 1830, de acordo com o tratado de 1826, ficaria oficialmente proibido o tráfico negreiro. Esse período que antecipou o fim tráfico foi também o período em que mais chegaram escravos africanos nos portos brasileiros (Florentino 2002).

### **3.2 Artigo II - Da África ao Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro: Um estudo sobre as origens de escravos a partir da análise de isótopos de estrôncio no esmalte dentário.**

Publicado no periódico Revista de Arqueologia da Sociedade Brasileira de Arqueologia em 2011, Volume 24, 66-81.

Murilo Q.R. Bastos<sup>1</sup>, Sheila M.F. Mendonça de Souza<sup>2</sup>, Ricardo Ventura Santos<sup>2,3</sup>, Della Collins Cook<sup>4</sup>, Claudia Rodrigues-Carvalho<sup>3</sup>, Roberto Ventura Santos<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília, DF.

<sup>2</sup> Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rua Leopoldo Bulhões 1480, 21041-210, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Setor de Antropologia Biológica, Departamento de Antropologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista s/n, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>4</sup>Department of Anthropology, Indiana University, Student Building 130, 701 E. Kirkwood Avenue, 47405-7100, Bloomington, Indiana, USA.

<sup>5</sup> Departamento de Geoquímica e Recursos Minerais, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília, DF.

### 3.2.1 Resumo

Nesse estudo foram feitas análises de isótopos de estrôncio em amostras do esmalte dentário de 30 indivíduos enterrados no Cemitério dos Pretos Novos (1769 a 1830). Esse cemitério, localizado na zona portuária da cidade do Rio de Janeiro, foi utilizado para sepultar escravos recém-chegados da África. Os valores de razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  foram bastante heterogêneos, variando de 0,70589 até 0,74985, o que abrange praticamente toda a variação encontrada na natureza, sugerindo origens diversificadas para os indivíduos. Ainda que a falta de informações detalhadas sobre a geologia Africana dificulte a determinação exata das origens dos indivíduos, os resultados do presente estudo corroboram dados históricos com relação à alta diversidade na procedência dos africanos trazidos para o Rio de Janeiro.

**Palavras-chave:** Isótopos de estrôncio, escravidão, bioarqueologia histórica.

**Abstract:** This study reports strontium isotope ratios in the dental enamel of 30 individuals whose remains were recovered from Pretos Novos Cemetery, Rio de Janeiro. Located in the harbor region outside the city, this cemetery was in use from 1769 to 1830 for burial of recently arrived African slaves. The  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratio values are highly diverse, varying from 0.70589 to 0.74985. This range almost encompasses the total variation observed in nature. The lack of information about the geology of Africa makes it difficult to identify the precise geographical origins of the individuals. Nonetheless, the findings corroborate the high diversity of origins of African slaves brought to Rio de Janeiro that is described in historical sources.

**Keywords:** Strontium isotopes, slavery, historical bioarchaeology.

### 3.2.2 Introdução

Um dos aspectos mais marcantes do tráfico de escravos africanos para a cidade do Rio de Janeiro, principalmente no final do século XVIII e início do XIX, diz respeito à alta diversidade de procedências. Segundo Florentino (2002), no período de 1790 até 1830, 82% dos africanos que chegaram ao Rio de Janeiro vieram de portos da África Central Atlântica (principalmente da região correspondente aos atuais países Congo e Angola), enquanto 16% vieram da África Oriental (principalmente da região de Moçambique). As fontes históricas também se referem à presença, embora reduzida, de escravos vindos da África Ocidental (Costa da Mina), representando menos de 2% do total. Vale mencionar que, devido às características do comércio dos escravos, em geral

há registros escritos (ou seja, documentação primária) somente quanto aos portos de embarque, não se conhecendo as regiões específicas no interior do continente de onde vinham os indivíduos (Curtin, 1969; Verger, 1987; Florentino, 2002).

Apesar de haver registros históricos acerca de cemitérios usados para enterramento dos escravos no Rio de Janeiro, são ainda escassas pesquisas sistemáticas sobre os mesmos. Cemitérios como o da Igreja de Santa Rita, no centro do Rio de Janeiro, ou o da Santa Casa de Misericórdia, também na região central da cidade, foram locais de sepultamento de escravos nos tempos da Colônia e do Império. A descoberta, em 1996, de um sítio arqueológico correspondente ao cemitério do mercado de escravos do Rio de Janeiro, conhecido como Cemitério dos Pretos Novos (1769 -1830), trouxe importante oportunidade de abordar o tema dos africanos no Brasil a partir de uma perspectiva bioarqueológica. Este cemitério, cuja localização na zona portuária havia sido perdida pelo intenso crescimento urbano ao longo dos séculos XIX e XX, forneceu uma coleção única de remanescentes ósseos e dentários humanos. Era um local destinado primordialmente ao sepultamento de escravos africanos recém chegados no Brasil, e que morriam antes de serem vendidos (Machado, 2006; Pereira, 2007).

O presente estudo analisa a composição isotópica de estrôncio de esmalte dentário para avaliar a origem geográfica dos indivíduos recuperados a partir do Cemitério dos Pretos Novos. A análise de isótopos de estrôncio tem se mostrado uma ferramenta importante em investigações acerca de origem e mobilidade residencial de grupos pretéritos (Montgomery *et al.*, 2007, Price *et al.*, 2002, 2004). Requerendo apenas pequenas amostras de dentes ou ossos, esta técnica torna possível distinguir indivíduos que habitaram regiões geologicamente distintas. Nas últimas décadas, pesquisadores têm utilizado isótopos de estrôncio em pesquisas arqueológicas em diversas partes do mundo, incluindo comunidades Maia da região de Yucatan no México (Hodell *et al.*, 2004), Europa Central (Bentley *et al.*, 2003; Grupe *et al.*, 1997), sudoeste dos Estados Unidos (Ezzo *et al.*, 1997; Price *et al.*, 2000), Grã-Bretanha (Budd *et al.*, 2004; Evans *et al.*, 2006), Peru e Bolívia (Knudson *et al.*, 2004) e vale do Nilo (Buzon, 2006), entre outras. No Brasil, ainda são escassos os trabalhos com isótopos de estrôncio, podendo ser mencionados o estudo de Bastos *et al.* (2011), realizado com material recuperado no sambaqui do Forte Marechal Luz, localizado em Santa Catarina, e a pesquisa de Calippo (2010), que abordou material proveniente de sambaquis do litoral de São Paulo e do Vale do Ribeira.

Alguns cemitérios de escravos africanos na América Caribenha (Schroeder *et al.*, 2009) e América do Norte (Goodman *et al.*, 2004; Price *et al.*, 2006) já foram investigados utilizando isótopos de estrôncio. Os resultados dessas pesquisas, com a identificação de indivíduos não locais dentre os escravos sepultados nesses cemitérios, têm sugerido a presença de indivíduos nascidos na África.

No Brasil, pesquisas arqueológicas utilizando isótopos de estrôncio com vistas a elucidar questões ligadas à escravidão africana são ainda inexistentes. O país recebeu cerca de 40% dos quase 10 milhões de africanos trazidos para as Américas entre os séculos XVI e XIX (Klein, 2002; Florentino, 2002). O porto do Rio de Janeiro, pelo grande volume de desembarques efetuados até o século XIX, desempenhou um papel relevante nessa migração forçada. O comércio de escravos para o Rio de Janeiro, iniciado no século XVI, teve um aumento contínuo nos séculos seguintes, tornando-se uma das mais importantes atividades econômicas da Colônia e do Império (Florentino, 2002).

Neste trabalho são estudados 30 indivíduos recuperados durante o salvamento arqueológico realizado no Cemitério dos Pretos Novos. A partir da análise de isótopos de estrôncio em amostras do esmalte dentário, o estudo pretende contribuir para o conhecimento sobre as origens geográficas dos chamados “Pretos Novos”.

### **3.2.3 Cemitério dos Pretos Novos**

O Cemitério dos Pretos Novos foi criado pelo Marques de Lavradio para atender ao mercado de escravos do Valongo, que substituiu o mercado que funcionava junto ao cais da Praça XV, no centro da cidade do Rio de Janeiro. Este cemitério, que funcionou entre 1769 e 1830, correspondia a uma área de *50 braças em quadra*, indicada em mapas desde pelo menos 1817, estando descrito em muitos documentos da época. Segundo registros históricos, o cemitério podia ser avistado dos trapiches e armazéns do mercado (Pereira, 2007).



Figura 3.4: Mapa do local de salvamento dos remanescentes esqueléticos do Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro (Fonte: Google Maps. 2011 – Google – Dados Cartográficos).

Como observado em outros cemitérios cristãos da época, em particular em se tratando de escravos, pobres ou indigentes, os cadáveres podiam permanecer dias insepultos, sendo empilhados em valas comuns, e muitas vezes queimados antes de serem enterrados. Situando-se em área aberta e arenosa da praia da Gamboa, próximo ao Morro da Saúde, o Cemitério dos Pretos Novos substituiu o anterior, que existia no Largo de Santa Rita, continuando, no entanto, sob administração daquela paróquia. Estima-se que o cemitério recebeu mais de vinte mil corpos ao longo dos aproximadamente sessenta anos de funcionamento. Segundo os arquivos da Igreja de Santa Rita, somente nos últimos seis anos de uso, foram mais de mil enterros por ano (Pereira, 2007).

A suspensão oficial do uso do Cemitério dos Pretos Novos aconteceu em 1830, após um longo período de reclamações por parte dos moradores locais. O fechamento coincidiu também com a suspensão do tráfico de escravos, ratificado em 1827 e posto em vigor no Brasil três anos depois. Ainda que o tráfico de escravos africanos tenha continuado de forma ilegal ao longo dos anos 1830, o cemitério já não era mais utilizado oficialmente. Nas décadas seguintes, caiu no esquecimento, vindo a ser

coberto pela malha urbana que rapidamente se expandiu na região portuária a partir da segunda metade do século XIX (Pereira, 2007).

A redescoberta do Cemitério dos Pretos Novos aconteceu em 1996 durante uma reforma em uma residência na Rua Pedro Ernesto, na Gamboa. Operários da obra abriram quatro sondagens para alicerces (B1, B2, B3, B4), de diferentes dimensões e com profundidades variando de 0,50 m e 1,50 m, o que levou à exposição de milhares de dentes e fragmentos de ossos humanos. Os proprietários da residência comunicaram ao Departamento Geral de Patrimônio Cultural da Cidade do Rio de Janeiro a descoberta, sendo designado o Instituto de Arqueologia Brasileira (IAB) para conduzir o salvamento arqueológico (Machado, 2006). O levantamento da documentação histórica pertinente e a análise dos ossos e dentes confirmaram que a localização era consistente com a descrita para o Cemitério dos Pretos Novos do Valongo (Machado, 2006). Além disso, as características bioarqueológicas dos ossos e dentes encontrados se mostraram compatíveis com o esperado para escravos africanos, já que o perfil demográfico dos indivíduos recuperados, com predomínio de jovens do sexo masculino, é fortemente sugestivo que eram de fato “pretos novos”, ou seja, escravos recém-chegados da África. Posteriormente, Pereira (2007), a partir da análise de registros históricos recuperados na Paróquia de Santa Rita, confirmou, para os seis últimos anos do Cemitério dos Pretos Novos, a predominância de enterros masculinos e de jovens. Um detalhado estudo das condições de queima e cremação às quais haviam sido submetidos muitos dos remanescentes humanos recuperados gerou evidências compatíveis com as descrições de manejo dos corpos no cemitério (Machado, 2006). As análises também indicaram um padrão de sepultamento desordenado e de re-deposição de ossos, possivelmente devido ao uso intensivo do local. Machado (2006) observou também que alguns dentes apresentavam modificação intencional característica de grupos africanos, o que reforçou a interpretação sobre as origens africanas (Figura 3.5).





Figura 3.5: Fragmentos de mandíbula e maxila do indivíduo (B1) M7+8 com marcas de modificação intencional nos dentes incisivos centrais superiores, Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro.

Apesar de não ter sido feita uma escavação sistemática no Cemitério dos Pretos Novos, a revisão dos documentos originais arquivados no IAB mostrou que o trabalho de salvamento arqueológico documentou duas camadas estratigráficas. A camada superior do sítio corresponde a um aterro cuja espessura atinge entre 0,90 m e 1,00 m de profundidade. Além de remanescentes esqueléticos humanos, foram encontrados nessa camada artefatos como louça, ferro, restos de construção, além de ossos de animais domésticos, dentre outros materiais pertencentes ao século XIX. A camada inferior do sítio é formada por areia de praia, que constitui o substrato no qual foram feitos os primeiros enterros.

Um projeto iniciado em 2009 tem conduzido um reestudo, do ponto de vista bioarqueológico, do material recuperado no Cemitério dos Pretos Novos (ver Cook *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2011). Através das novas análises dos ossos e dentes, confirmou-se parte significativa dos resultados detalhados por Machado (2006). Com base nos 570 dentes examinados, incluindo 411 avulsos e 159 articulados em mandíbulas e maxilas, foi possível estimar um número mínimo de 30 indivíduos, com predomínio de jovens (18-25 anos) do sexo masculino. Em um achado inédito, Cook *et al.* (2012) identificaram um padrão de polimento das superfícies bucais e linguais dos dentes, o que foi interpretado como prática de higiene bucal comum na África. Tal prática envolveria a mastigação de gravetos de certas plantas, constituindo assim mais uma evidência da origem africana dos indivíduos sepultados no cemitério.

### 3.2.4 Isótopos de estrôncio e origem geográfica

A determinação da origem geográfica de remanescentes humanos a partir de isótopos de estrôncio baseia-se na razão isotópica desse elemento ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ), que varia de acordo com o tipo e idade das rochas presentes nas superfícies dos continentes. O elemento estrôncio possui 4 isótopos estáveis, ou seja, nuclídeos que possuem o mesmo número de prótons, mas diferentes números de nêutrons. Dentre esses isótopos, o  $^{86}\text{Sr}$  não é produzido por decaimento radioativo, enquanto que o  $^{87}\text{Sr}$  é produzido a partir do decaimento radioativo do  $^{87}\text{Rb}$ . Desta forma, rochas antigas e ricas em Rb, que tiveram, portanto, mais tempo para o decaimento radioativo do  $^{87}\text{Rb}$ , possuem altas razões  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (Faure, 1986). A razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  em rochas e solos varia de 0,703 a 0,750, podendo algumas vezes ser mais elevada. Os resultados obtidos a partir dessa razão de estrôncio dependem da natureza e idade das formações rochosas, podendo ser medidos com precisão até a quinta casa decimal (Price *et al.*, 2006).

Ao contrário dos isótopos de elementos leves, como hidrogênio, carbono e oxigênio, a razão dos isótopos de Sr não sofre alterações significativas durante o processo de formação de solos (Sillen e Kavanagh, 1982), ou tampouco quando esse elemento é introduzido na cadeia alimentar. Desta forma, a composição isotópica de Sr observada em vegetais e animais resulta das diferentes fontes desse elemento incorporadas a partir da água, solo e atmosfera (Miller *et al.*, 1993; Faure, 1986).

Devido à similaridade quanto ao raio iônico e valência química, o estrôncio tende a substituir o cálcio em processos biológico, como, por exemplo, nos cristais de hidroxiapatita dos ossos e dentes (Faure, 1986). Os ossos sofrem remodelação e incorporação de Sr ao longo da vida (Ericson, 1985), de modo que sua razão isotópica de Sr é influenciada pela alimentação recente do indivíduo. Por outro lado, o esmalte dentário é formado durante a infância, não sofrendo reconstituição ao longo da vida tal como é o caso dos ossos (Hillson, 1996). Assim, o estrôncio fixado no esmalte durante o período de formação dos dentes não é substituído, caracterizando uma “assinatura de origem” que remete à composição do elemento presente nos alimentos e na água do local onde o indivíduo passou seus primeiros anos de vida. A razão isotópica de estrôncio no esmalte dentário depende, portanto, da origem geográfica do indivíduo, possibilitando no contexto de um cemitério arqueológico distinguir aqueles que cresceram em diferentes regiões geográficas (Schweissing e Grupe, 2003; Price *et al.*, 2002).

O período de formação varia segundo o tipo de dente, além de apresentar variação entre os indivíduos. Segundo Moorrees *et al.* (1963), a formação da coroa dos caninos, primeiros pré-molares e segundos pré-molares mandibulares permanentes é iniciada em torno de 6 meses, 1,8 anos e 3,5 anos, respectivamente, estando concluída após 3,5 anos nos caninos e após 3,1-3,4 anos nos pré-molares. Considerando esses intervalos de crescimento, é recomendável, para efeitos de estudos seriais de isótopos de estrôncio, uma padronização quanto ao tipo de dente estudado e local de obtenção da amostra de esmalte na superfície do dente.

A contaminação pós-deposicional, também conhecida como diagênese, é uma das grandes dificuldades na aplicação dos estudos isotópicos em remanescentes antigos. A interação dos ossos e dentes com o solo e rochas do sítio arqueológico pode resultar em trocas químicas e alterações na sua composição isotópica original (Hoppe *et al.*, 2003; Buzon, 2006). Diversos estudos reportam uma alta ocorrência de contaminação em tecidos ósseos, que são estruturas extremamente porosas e que oferecem amplas superfícies de trocas com o meio (Grupe *et al.*, 1997; Bentley, 2006). Ressalta-se, no entanto, que esse tipo de contaminação ocorre em menor escala no esmalte dentário, já que é um material duro, impermeável e praticamente sem espaços internos. Nos dentes, a deposição de contaminantes ocorre principalmente na superfície. Por esta razão, as análises de isótopos de estrôncio em esmalte dentário demandam prévia limpeza mecânica e química da superfície do dente para remoção de eventuais contaminantes (Montgomery *et al.*, 1999; Price *et al.*, 2004; Hodell *et al.*, 2004; Buzon, 2006).

### **3.2.5 Materiais e métodos**

O material analisado foi proveniente dos poços de sondagem B1, B3 e B4 acima referidos, dado que o poço B2 não proporcionou dentes adequados para o presente estudo.

Os dentes foram agrupados em duas séries distintas: uma de dentes articulados (ou seja, nas mandíbulas e maxilas) e outra de dentes avulsos. Tendo em vista as questões metodológicas já expostas, foi feita uma seleção dos exemplares íntegros, evitando-se a inclusão de dentes com sinais visíveis de exposição ao fogo. Também foi evitado o uso de dentes que apresentassem variações anatômicas ou condições patológicas especiais, tendo em vista o interesse de preservação para outros estudos. Finalmente, independentemente da idade dos indivíduos estudados, foram utilizados apenas dentes permanentes. Para cada indivíduo foi analisado um único dente, sendo incluídos

indivíduos de ambos os sexos e de diferentes idades. Os dentes foram identificados quanto ao tipo e posição nas arcadas dentárias, sendo selecionado preferencialmente o primeiro pré-molar inferior esquerdo (Pm<sub>1</sub>E), somando 12 dentes articulados e 14 avulsos.

Seguindo-se os critérios para estimativa do Número Mínimo de Indivíduos – NMI (Ubelaker, 1999), foi feita a comparação entre as arcadas dento-alveolares e os dentes avulsos, o que permitiu a inclusão de mais indivíduos nas séries, representados por caninos e segundos pré-molares, sempre que a morfologia indicava que os mesmos não eram consistentes com os Pm<sub>1</sub> E selecionados anteriormente. Desse modo, as séries foram acrescidas de um canino inferior esquerdo (C<sub>1</sub> E), um canino inferior direito (C<sub>1</sub>D), um segundo pré-molar inferior esquerdo (Pm<sub>2</sub> E) e um segundo pré-molar inferior direito (Pm<sub>2</sub> D).

A partir dos critérios de seleção indicados acima, a série final de estudo totalizou 30 indivíduos.

Após documentação fotográfica e remoção dos cálculos dentários (Wesolowski, 2007), os dentes foram submetidos a processo de descontaminação. Inicialmente, a superfície da coroa foi limpa com uma escova de dente macia e raspada com bisturi #12.

Os dentes foram colocados em câmara de sonicação por 20 minutos com água nanopure, sendo em seguida imersos em solução de ácido acético 0,5M por uma hora. Depois de enxaguados com água deionizada por três vezes, foram deixados para secar em temperatura ambiente (Bastos *et al.*, 2011).

Dos dentes assim preparados, foram obtidos de 15 a 20 mg de esmalte com auxílio de uma broca diamantada com ponta esférica, modelo PM-7 KG Sorensen. A obtenção do material foi feita no terço inferior da coroa, que contém estrôncio assimilado no período mais tardio da formação do dente e, portanto, não inclui estrôncio ingerido no período de lactação, que estaria mais associado à ingesta materna. Com isso, visou-se padronizar, na medida do possível, o local de coleta das amostras, de modo que cada alíquota correspondesse a aproximadamente o mesmo período de formação do esmalte nos indivíduos estudados.

As amostras foram digeridas em 2,0 ml de ácido nítrico concentrado (14N) e centrifugadas por 10 minutos a 4.000 rpm. A seguir, uma alíquota de 1 ml do sobrenadante foi evaporada e recuperada em ácido nítrico 2,9N. Foi então procedida a separação cromatográfica de rubídio e estrôncio utilizando-se resina específica para estrôncio Eichrom SR-B50-A. Após coleta da fração correspondente ao estrôncio, as

soluções foram evaporadas e recuperadas em 3 ml de ácido nítrico 3% para determinação da razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  por meio de espectrômetro de massa multi-coletor com plasma acoplado (MC-ICP-MS), marca Neptune, Thermo Scientific. A acurácia e reprodutibilidade do protocolo analítico foram verificadas por meio de solução padrão de 100ppb de Sr do material de referência NIST SRM 987.

As preparações e procedimentos analíticos foram realizados no Laboratório de Geocronologia e Geoquímica Isotópica (Geochronos) do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília.

### **3.2.6 Resultados**

Os valores das razões  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  obtidos nas 30 amostras de esmalte dentário analisadas foram bastante heterogêneos, variando de 0,70589 a 0,74985 (Tabela 3.1). Tal amplitude abrange praticamente toda aquela observada na natureza, atualmente admitida entre 0,703 e 0,750. Esses resultados indicam que os indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos habitaram regiões geológicas muito distintas durante o período em que ocorreu a formação de seus esmaltes dentários.

Tabela 3.1: Identificação dos indivíduos, dos dentes analisados e respectivas razões  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro.

Obs. 1: Os códigos na coluna de dentes são os seguintes: C - canino; Pm - pré-molar; <sub>1</sub> e <sub>2</sub> - 1° e 2° pré-molar, respectivamente; E e D - lado esquerdo e direito, respectivamente; (\*) e (\*\*) - dente articulado e dente avulso, respectivamente.

Obs. 2: Alguns indivíduos não apresentam informações para sexo, idade e polimento dental pois não foi possível registrar essas variáveis com base no material esquelético e dentário disponível.

Identificação	Dente	Sexo	Idade	Polimento dental	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
(B1) M1	Pm <sub>1</sub> E*	F	Adulto Jovem	Sim	0,71606±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) M2	C <sub>1</sub> D*	M	Adolescente	Não	0,73504±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) M3	Pm <sub>1</sub> E*	M	Adulto	Sim	0,70856±2x10 <sup>-5</sup>
(B1) M5	Pm <sub>1</sub> E*	F	Adulto	Não	0,71985±2x10 <sup>-5</sup>
(B1) M7+8	Pm <sub>1</sub> E*	F	Adolescente	Sim	0,73017±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) M10	Pm <sub>2</sub> E*	M	Adulto	Sim	0,71014±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) M13	Pm <sub>1</sub> E*	F	Adulto	Sim	0,72436±2x10 <sup>-5</sup>
(B1) M14+25	C <sub>1</sub> E*	M	Adolescente ou adulto jovem	Não	0,71449±2x10 <sup>-5</sup>
(B1) M16+20+24	Pm <sub>2</sub> D*	Desc	Criança	Sim	0,71991±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) M19	Pm <sub>1</sub> E*	M	Adulto Jovem	Sim	0,70589±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) M21	Pm <sub>1</sub> E*	---	---	---	0,71036±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) M34	Pm <sub>1</sub> E*	M	Adolescente ou adulto jovem	Sim	0,71512±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) M55	Pm <sub>1</sub> E*	F	Adolescente	Sim	0,72093±2x10 <sup>-5</sup>
(B1) 54	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,71861±2x10 <sup>-5</sup>
(B1) 97	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,74782±2x10 <sup>-5</sup>
(B1) 97	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,71624±2x10 <sup>-5</sup>
(B1) 98	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,71037±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) 99a	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,73501±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) 99b	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,71620±1x10 <sup>-5</sup>
(B1) 101	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,71850±3x10 <sup>-5</sup>
(B3) 2	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,71208±2x10 <sup>-5</sup>
(B4) M6+8	Pm <sub>2</sub> E*	M	Adulto Jovem	Sim	0,71388±2x10 <sup>-5</sup>
(B4) M10	Pm <sub>1</sub> E*	F	Adolescente	Sim	0,72874±1x10 <sup>-5</sup>
(B4) M30	Pm <sub>1</sub> E*	---	---	---	0,73384±3x10 <sup>-5</sup>
(B4) 2	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,73628±1x10 <sup>-5</sup>
(B4) 1	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,74985±1x10 <sup>-5</sup>
(B4) SNa	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,71442±1x10 <sup>-5</sup>
(B4) SNb	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,73572±1x10 <sup>-5</sup>
(B4) SNc	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,72006±9x10 <sup>-6</sup>
(B4) SNd	Pm <sub>1</sub> E**	---	---	---	0,71962±1x10 <sup>-5</sup>

A Figura 3.6 ilustra a distribuição da razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  dos indivíduos encontrados em cada sondagem. Praticamente toda a ampla variação foi observada no material recuperado na sondagem B1, de onde provem a maior parte dos dentes analisados. No entanto, essa variabilidade está presente também no material proveniente da sondagem B4. Isto sugere não haver relação entre a variação dos valores isotópicos e o local de sepultamento.

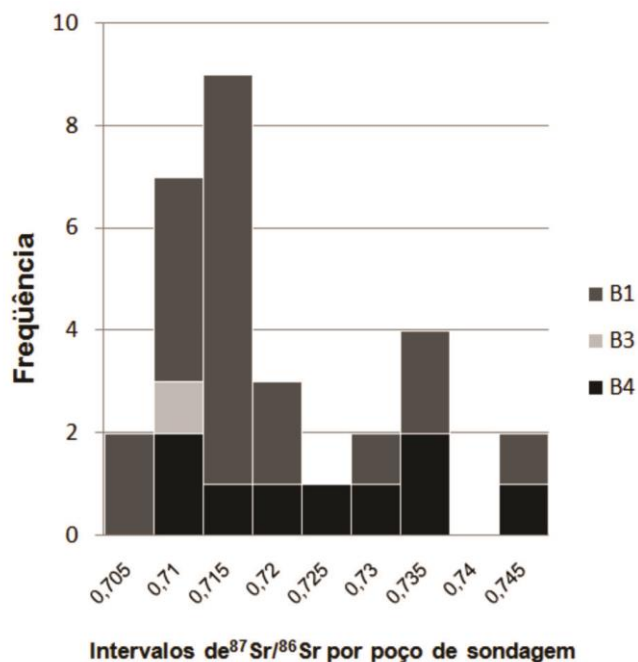


Figura 3.6: Histograma de frequências da razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dentário dos indivíduos, classificados segundo os poços de sondagem onde foram encontrados (B1, B3, B4), Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro.

Apesar da diversidade nos resultados, os valores obtidos em 16 das 30 amostras se concentram entre 0,71 e 0,72, o que sugere que pouco mais da metade dos indivíduos seria proveniente de terrenos geológicos com razões próximas. Alguns dentes apresentaram valores semelhantes, o que reforça a hipótese de que alguns indivíduos podem ter uma origem comum. No entanto, a ausência de estudos sistemáticos sobre a variação isotópica de estrôncio no continente africano impede que estes agrupamentos possam ser melhor interpretados. Três indivíduos, cujos dentes foram provenientes do poço de sondagem B1 (M10=0,71014, M21=0,71036 e 98=0,71037), apresentaram valores muito próximos daquele encontrado nos oceanos (0,7092) (Faure, 1986). Esses

indivíduos podem ser originários de regiões litorâneas da África, ou terem vivido nessas áreas durante a formação dos respectivos dentes.

O único indivíduo analisado com modificação intencional nos dentes (M7,8) apresentou razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de 0,730, não ocorrendo valor similar no conjunto analisado.

Onze indivíduos apresentam evidência de polimento dental (Cook *et al.*, 2012). Suas razões de estrôncio variaram de 0,7058 a 0,7301, o que corresponde a 55% da variação total observada.

### 3.2.7 Discussão

Ainda que seja uma técnica de crescente utilização em pesquisas arqueológicas em diversas partes do mundo, são praticamente inexistentes as investigações que utilizaram isótopos de estrôncio no Brasil. Este é possivelmente o primeiro estudo em remanescentes esqueléticos oriundos de um cemitério de escravos no Brasil que utiliza análises de isótopos de estrôncio.

A ampla variação das razões isotópicas observada relaciona-se à grande variedade de terrenos geológicos encontrados no continente africano e, por conseguinte, às diferentes origens dos indivíduos enterrados no Cemitério dos Pretos Novos. Tal padrão é condizente com a história do tráfico negreiro, uma vez que a literatura especializada (Verger, 1987; Florentino, 2002), incluindo os registros sobre enterros, confirmam que foram trazidos como escravos para o Rio de Janeiro indivíduos de diversas regiões da África.

É possível estimar indiretamente a diversidade dos indivíduos enterrados no cemitério a partir dos desembarques de escravos no porto do Rio de Janeiro. Com base em 3128 óbitos lavrados pela Freguesia de Santa Rita, Pereira (2007) identificou onze portos de origem dos escravos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos entre 1824 a 1830. Nesse período de seis anos, 914 indivíduos embarcaram no porto de Benguela, o que corresponde a 29% do total de sepultados. No porto de Angola embarcaram 891 dos sepultados, o que corresponde a 28% do total. Moçambique vem em seguida, com 354 sepultados ou 11% dos indivíduos sepultados. Outros portos a partir dos quais partiram escravos sepultados são Cabinda, Ambriz, Quiliname e Luanda, com 309, 229, 282 e 95, respectivamente. Por fim, há portos, como os do Rio Zaire, Inhambane, porto de Mina e porto de Guiné, que aparecem com menos frequência no livro de óbitos, com 38, 12, 3 e 1, respectivamente. Essa grande variedade de portos na África sinaliza para a diversidade de origens de africanos vendidos como escravos no Rio de Janeiro.



A variabilidade de razões de estrôncio observada nos Pretos Novos contrasta com o observado em outros cemitérios de escravos africanos encontrados nas Américas. A variação registrada neste estudo é maior que aquela observada em indivíduos supostamente de origem africana enterrados nos cemitérios New York Burial Ground, nos Estados Unidos (Goodman *et al.*, 2004); Colonial Campeche, no México (Price *et al.*, 2006); e Newton Plantation, em Barbados (Schroeder *et al.*, 2009) (Figura 3.7). Vale mencionar que documentos históricos sobre o tráfico de escravos africanos para o Caribe e América do Norte indicam um predomínio de indivíduos provenientes do Golfo da Guiné (Adamu, 1979). Por sua vez, como já indicado, a origem dos indivíduos trazidos para o Rio de Janeiro foi mais variada, abrangendo tanto a costa atlântica como a do Índico. Assim sendo, ao contrário da América do Norte, e também de outras regiões do Brasil, como Salvador, o Rio de Janeiro não apenas recebia uma quantidade muito mais expressiva de cativos, como também uma maior diversidade étnica e geográfica, o que é respaldado pelos resultados deste estudo.

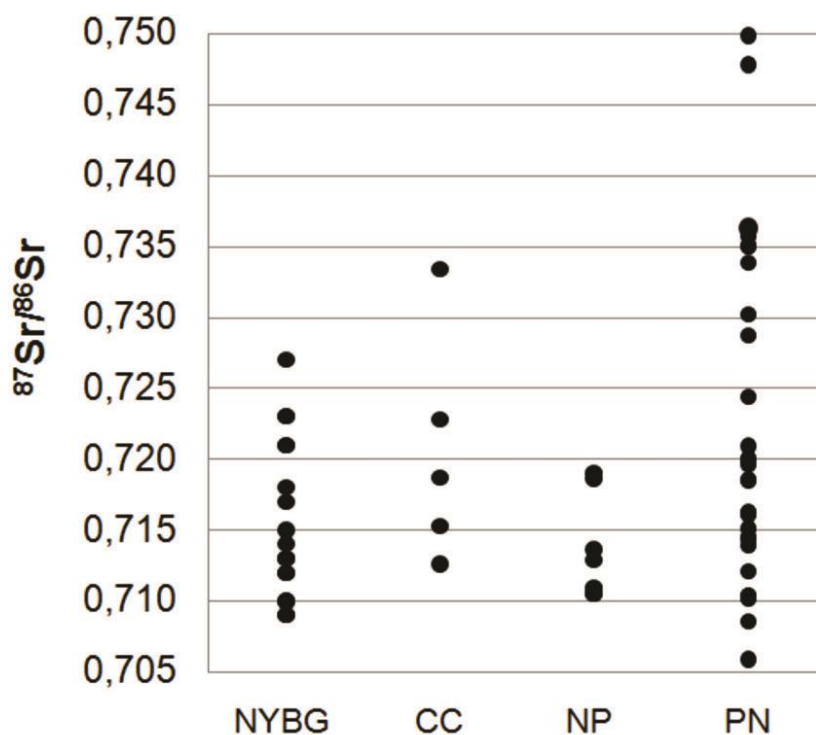


Figura 3.7: Comparação da razão isotópica de estrôncio de esmalte dentário de indivíduos identificados como possíveis africanos no New York Burial Ground, Estados Unidos (Goodman *et al.*, 2004); no sítio Colonial Campeche, no México (Price *et al.*, 2006); e na Newton Plantation, em Barbados (Schroeder *et al.*, 2009), com os resultados obtidos para o Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro.

Além da ampla variação das razões isotópicas, deve-se destacar a presença de indivíduos no Cemitério dos Pretos Novos com valores da razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  extremamente elevados. Esses dados contrastam, por exemplo, com aqueles observados no sítio sambaqui Forte Marechal Luz (Bastos *et al.*, 2011), cuja maior parte dos indivíduos apresenta razões isotópicas próximos ao valor marinho (0,7092). Por essa razão, pode-se argumentar que, durante a infância, quando ocorreu a formação do esmalte, a base alimentar da maior parte dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos era essencialmente de itens cuja procedência não era marinha. Tal constatação é compatível com as evidências históricas que apontam que muitos dos escravos trazidos para a América não vieram de regiões próximas aos portos, mas sim do interior do continente africano (Florentino, 2002; Handler, 2002).

Se as fontes históricas apontam variadas procedências para os escravos que vieram para o Rio de Janeiro, os dados geológicos também indicam que as regiões de origem desses escravos na África eram bastante diversificadas no que diz respeito às formações rochosas. Ao longo da porção ocidental do continente africano ocorrem rochas pré-cambrianas que, em geral, podem gerar altos valores de razões de estrôncio, em particular solos e sedimentos provenientes de áreas arqueanas (Goldstein e Jacobsen, 1988). Na porção ocidental do continente africano, como na região de Moçambique, também afloram rochas pré-cambrianas, embora a presença de intrusões alcalinas no centro norte do país produza solos com baixas razões  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (Schlüter, 2006). Pode-se afirmar que o refinamento quanto ao conhecimento da origem dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos com base em análises de isótopos de Sr requer um maior conhecimento da geologia do continente africano, o que não está disponível na literatura científica especializada.

Os resultados das análises de estrôncio dos Pretos Novos indicam que não há um padrão que diferencie os indivíduos recuperados a partir principalmente dos poços de sondagem B1 e B4. Na interpretação desses resultados é fundamental levar em consideração que os indivíduos analisados não foram recuperados em uma investigação arqueológica sistemática. Ainda assim, o fato de que o material estava em redistribuição e misturado, ou seja, que ossos e dentes de diferentes indivíduos tenham sido retirados de ambas as sondagens, sugere que em B1 e B4 pudesse haver uma representação aleatória dos sepultamentos. Coerentemente, em ambos os casos, a distribuição dos valores de

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  reproduziu a ampla variabilidade existente para a amostra investigada como um todo.

Com relação aos indivíduos com evidência de polimento dental no Cemitério dos Pretos Novos, observou-se uma ampla variação nos valores da razão de estrôncio. Trata-se de um resultado consistente com as observações de Cook *et al.* (2012), que sugerem que esta prática não estaria restrita a uma área específica da África, mas difundida no continente (Kennelly *et al.*, 1993; Olabanji *et al.*, 2007).

No caso das modificações intencionais nos dentes da série dos Pretos Novos, Liryo *et al.* (2011) sugerem que o padrão observado é semelhante àquele descrito por Santos (1962) para grupos Macuas de Moçambique. Dessa forma, a razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de 0,7301 obtida para o indivíduo M7+8 pode indicar uma origem que se vincula ao território do que é o atual Moçambique. Esta região da costa do Índico responde por quase 30% dos embarcados para o Rio de Janeiro (Florentino, 2002) e por pelo menos 11% dos registrados no livro de enterros dos últimos seis anos do cemitério.

Conforme já mencionado, há para o Cemitério dos Pretos Novos estudos históricos (Pereira, 2007) e bioarqueológicos (Machado, 2006; Cook *et al.*, 2012) que fortemente indicam que foi um local de sepultamento para escravos recém-chegados ao Brasil. Contudo, vale ressaltar que, ao longo da história de uso do cemitério, foram lá também sepultados indivíduos que não eram Pretos Novos. Pereira (2007) estimou que foram enterrados no Cemitério dos Pretos Novos um número da ordem de 20.000 indivíduos entre 1769 e 1830. Para o período de 1824 a 1830, para o qual os registros de enterro ainda se encontram legíveis no registro paroquial, Pereira (2007) estimou que 4% dos indivíduos sepultados eram “ladinos”, ou seja, nascido na África, mas não recém-chegados ao Brasil. O fato é que, se escravos recém-chegados ou não, a maior parte dos enterros era de africanos.

Em termos de desdobramentos futuros, há possibilidades analíticas que podem ser úteis para uma interpretação mais detalhada acerca das origens geográficas dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos. Estão em andamento por nosso grupo de pesquisa estudos sobre os Pretos Novos utilizando outros isótopos, como oxigênio, carbono e nitrogênio, os quais variam suas razões a partir de processos diferentes daqueles que alteram a razão do estrôncio (Ambrose, 1993; Allègre, 2008; Schroeder *et al.*, 2009). O cruzamento desses conjuntos de análises poderá proporcionar informações mais detalhadas no sentido de precisar as origens dos Pretos Novos.

Em conclusão, a diversidade das razões de estrôncio encontradas no material recuperado no Cemitério dos Pretos Novos é consistente com os dados históricos que apontam para origens diversificadas dos escravos que foram trazidos para o Rio de Janeiro. A ausência de informações detalhadas sobre a distribuição da razão de estrôncio no território africano impossibilita, no entanto, definir com mais precisão a origem dos indivíduos analisados.

### **3.3 Artigo III - Origens e dieta de africanos escravizados no Brasil: Um estudo multi-isotópico de remanescentes esqueléticos humanos recuperados do Cemitério dos Pretos Novos no Rio de Janeiro e Cemitério da Catedral da Sé em Salvador.**

#### **Autores:**

Murilo Q. R. Bastos<sup>1</sup>, Ricardo V. Santos<sup>2,3</sup>, Sheila M. F. Mendonça de Souza<sup>2</sup>, Claudia Rodrigues-Carvalho<sup>3</sup>, Della C. Cook<sup>4</sup>, Robert H. Tykot<sup>5</sup>, Roberto V. Santos<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília, DF.

<sup>2</sup>Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rua Leopoldo Bulhões 1480, 21041-210, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup>Setor de Antropologia Biológica, Departamento de Antropologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista s/n, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>4</sup>Department of Anthropology, Indiana University, Student Building 130, 701 E. Kirkwood Avenue, 47405-7100, Bloomington, Indiana, USA.

<sup>5</sup>Department of Anthropology, University of South Florida, SOC107, 4202 East Fowler Ave, Tampa, Florida, USA.

<sup>6</sup>Departamento de Geoquímica e Recursos Minerais, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília, DF.

### 3.3.1 Resumo

O Brasil desempenhou um importante papel no tráfico de escravos africanos durante o período compreendido entre os séculos XVI a XIX, recebendo quase 40% do total de escravos que atravessaram o Atlântico para as Américas. Os principais portos de entrada destes cativos no Brasil foram as cidades do Rio de Janeiro e Salvador. No presente estudo, são apresentados resultados de análises isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dentário e  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina de indivíduos supostamente originados no continente Africano, sepultados no Cemitério da Catedral da Sé da cidade de Salvador e Cemitério dos Pretos Novos no Rio de Janeiro, com objetivo de identificar questões relacionadas às suas dietas e origens geográficas na África.

Apesar de não ter sido capaz de apontar especificamente os locais de origem no continente africano, os resultados de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  indicaram uma grande diversidade de origens geográficas para os indivíduos de ambos os cemitérios, sendo maior no Cemitério dos Pretos Novos, maior, inclusive, do que os resultados obtidos em outros estudos isotópicos de africanos escravizados nas Américas. Os resultados de isótopos de nitrogênio apontam que a maior parte dos indivíduos analisados teria uma alimentação baseada em vegetais; apenas 30% apresentam indícios de consumo significativo de carne ou peixe. A partir dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , foi possível distinguir os indivíduos que estariam consumindo principalmente recursos C3, como inhames e mandioca, daqueles que teriam uma dieta mais voltada para recursos C4, como sorgo, milheto e milho, ou então recursos marinhos.

### 3.3.2 Introdução

A história do tráfico transatlântico de escravos africanos está intimamente ligada à história da formação do Brasil. Em toda a América, o Brasil foi a colônia/país que manteve por mais tempo a escravidão, de 1550 a 1888, assim como foi o principal destino dos navios negreiros (Klein e Luna 2010). Estima-se que, dos 10,5 milhões de escravos que vieram às Américas, quase 40% veio para o Brasil (Florentino 2002), sendo as cidades de Salvador e Rio de Janeiro os principais portos de desembarque no país. Entre 1678 a 1830, estima-se que cerca de 790 mil africanos escravizados desembarcaram em Salvador. Para o Rio de Janeiro, durante os anos de 1700 a 1830, este número seria em torno de 1.262.000 pessoas. Nesse período, o porto do Rio de Janeiro foi responsável por metade das importações brasileiras e o porto de Salvador, por quase 30% das mesmas. Os números desses portos sozinhos corresponderiam a

quase um terço de todos os desembarques africanos ocorridos nas Américas ao longo do período mencionado (Florentino *et al.* 2004).

A redescoberta do Cemitério dos Pretos Novos no Rio de Janeiro e a escavação da Antiga Catedral da Sé em Salvador, ambos no final do século XX, revelaram dezenas de ossadas humanas relacionadas ao tráfico transatlântico de escravos. O Cemitério dos Pretos Novos funcionou entre os anos de 1769 a 1830, e foi usado, exclusivamente, para enterrar escravos recém chegados da África, ou seja, aqueles que vinham a morrer antes de serem vendidos no mercado (Pereira 2007, Machado 2006). Já a Antiga Catedral da Sé funcionou como um cemitério para as diversas camadas sociais da cidade de Salvador durante meados do século XVI até o século XIX, inclusive sendo usada para sepultar africanos escravizados e libertos em seu adro (Etchevarne *et al.* 1999).

Ao longo de décadas, as ciências arqueológicas vêm incorporando técnicas das mais diversas áreas do conhecimento para responder questões relacionadas ao modo de vida de povos antigos. Dentre as técnicas utilizadas, análises isotópicas têm se mostrado bastante promissoras, trazendo informações como migração e dieta de diversas populações humanas pretéritas ao redor do mundo, sendo, inclusive, utilizadas para elucidar aspectos sobre a origem e modo de vida de africanos escravizados sepultados em cemitérios em Campeche no México (Price *et al.* 2006, Price *et al.* 2012), nas ilhas de Barbados e St. Maarten no Caribe (Schroeder *et al.* 2009, Schroeder *et al.* 2012) e na cidade de Nova Iorque, nos Estados Unidos (Goodman *et al.* 2004).

No presente estudo, são apresentadas análises isotópicas de carbono, nitrogênio e estrôncio do esmalte dentário e dentina de quarenta e dois supostos africanos escravizados dos Cemitérios dos Pretos Novos, Rio de Janeiro e Catedral da Sé de Salvador. A partir dessas análises, pretende-se recuperar as informações sobre a diversidade de origens geográficas e dieta, além de estabelecer semelhanças e diferenças no tráfico de africanos para as cidades do Rio de Janeiro e Salvador.

### **3.3.3 Isótopos de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ )**

A reconstrução da dieta a partir de isótopos parte do princípio de que a composição isotópica de carbono e nitrogênio no corpo de animais está diretamente relacionada ao de sua dieta (Ambrose 1993). A partir das análises de isótopos de carbono é possível distinguir plantas que apresentam o caminho fotossintético C3 (e.g. trigo, arroz, cevada, assim como todos os tubérculos conhecidos) de plantas com caminho fotossintético C4 (ex.: milho, milho, sorgo). Enquanto as plantas C3 apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre -

34‰ a -23‰, os valores de plantas C4 ficam entre -17‰ a -9‰. Estes diferentes valores de  $\delta^{13}\text{C}$  encontrados nas plantas são passados a seus consumidores e, ao analisar os isótopos de carbono destes consumidores, é possível determinar se estes se alimentavam de plantas C3, C4, ou até mesmo uma mistura de ambas (Smith e Epstein 1971, Schoeninger e DeNiro 1984, Ambrose 1993, Katzenberg 2008).

Em casos específicos, análises de  $\delta^{13}\text{C}$  também podem diferenciar dietas terrestres de dietas marinhas. Esta distinção é possível por conta da diferença de 7‰ entre o  $\delta^{13}\text{C}$  encontrado no  $\text{CO}_2$  atmosférico e no bicarbonato da água do mar, fonte de carbono para a fotossíntese em ambientes terrestres e marinhos respectivamente. Por consequência, a biota marinha apresenta valores de  $\delta^{13}\text{C}$  menos negativo do que as plantas C3 e animais que se alimentam destas em ambientes terrestres. Os valores encontrados em organismos marinhos, no entanto, sobrepõem os valores de plantas C4 e animais que se alimentam desses vegetais, o que impossibilita a utilização dos isótopos de carbono para se diferenciar entre uma dieta marinha e terrestre em ambientes onde plantas C4 ocorrem e são fontes de alimento para a população estudada (Schoeninger e DeNiro 1984).

Isótopos de nitrogênio podem ser usados para se avaliar o nível trófico da alimentação de um determinado indivíduo, de modo que torna possível distinguir uma dieta mais rica em plantas, animais terrestres ou animais aquáticos. O nitrogênio presente no ar atmosférico apresenta um  $\delta^{15}\text{N}$  igual a 0‰, e este sofre um enriquecimento de 3‰ a 4‰ a cada nível da cadeia trófica (DeNiro e Epstein, 1981, Schoeninger *et al.*, 1983). Dessa forma, herbívoros apresentam um  $\delta^{15}\text{N}$  um pouco maior que o da planta ingerida e carnívoros um  $\delta^{15}\text{N}$  maior ainda. Em ambientes marinhos o  $\delta^{15}\text{N}$  geralmente chega a valores bem mais elevados que aqueles encontrados pela biota terrestre, isso ocorre porque em ambientes marinhos há um maior número de níveis tróficos (Ambrose 1993, Yoder 2010).

Ao analisar isótopos em remanescentes esqueléticos é possível obter informações sobre a dieta tanto da fração inorgânica de ossos e dentes como da fração orgânica. Da porção inorgânica é possível fazer análises de  $\delta^{13}\text{C}$  a partir da pequena proporção de carbonato presente na apatita, mineral que constitui ossos e dentes. O carbono desse carbonato representa uma média de todas as fontes de carbono ingeridas na dieta do indivíduo (carboidratos, proteínas e lipídeos) (Krueger e Sullivan 1984, Ambrose e Norr 1993, Ambrose 1993). Enquanto o  $\delta^{13}\text{C}$  de ossos reflete os últimos anos da dieta do indivíduo, isso por conta da remodelação presente nos ossos, o dente tende a preservar o



$\delta^{13}\text{C}$  do período em que foi formado, que varia desde a gestação do indivíduo, no caso dos dentes decíduos, até a formação do terceiro molar já na adolescência (Ambrose 1993, Hillson 1996).

Da fração orgânica de ossos e dentes, composta em sua maior parte por proteína colágena, é possível analisar o  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  corresponde a dieta proteica do indivíduo analisado (Ambrose 1993). Assim como a apatita, o colágeno em ossos são remodelados ao longo da vida, com a diferença de que apresentam uma das mais lentas taxas de remodelação dentre os tecidos animais, podendo ser completamente alterado no período de 10 a 30 anos (Tieszen *et al.* 1983). Diferente do colágeno dos ossos, o colágeno presente na dentina não é alterado após a sua formação, havendo apenas uma deposição pouco expressiva de dentina secundária ao longo do tempo. Com isso, a análise da dentina nos fornece o  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  da infância (período de formação da dentina), enquanto o colágeno do osso nos fornece dados de uma alimentação em períodos posteriores, mais próximos dos últimos anos de vida do indivíduo (Richards *et al.* 2002). É importante mencionar que o carbono ingerido na dieta sofre fracionamento isotópico ao ser assimilado nos ossos e dentes, de modo que os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita tornam-se entre 9‰ e 14‰ mais positivos e o do colágeno mais 5‰ que o  $\delta^{13}\text{C}$  da dieta (Lee-Thorp *et al.* 1989, Cerling e Harris 1999, Tykot *et al.* 2009).

### 3.3.4 Isótopos de estrôncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )

A determinação da origem geográfica de remanescentes humanos a partir de isótopos de estrôncio baseia-se na razão isotópica desse elemento ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ), que varia de acordo com o tipo e idade das rochas presentes nas superfícies dos continentes. O elemento estrôncio possui quatro isótopos estáveis. Dentre estes isótopos, o  $^{86}\text{Sr}$  não é produzido por decaimento radioativo, enquanto que o  $^{87}\text{Sr}$  é produzido a partir do decaimento radioativo do  $^{87}\text{Rb}$  (Faure 1986).

Desta forma, rochas antigas e ricas em Rb, que tiveram, portanto, mais tempo para o decaimento radioativo do  $^{87}\text{Rb}$ , possuem altas razões  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (Faure, 1986). A razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  em rochas e solos varia geralmente entre 0,703 a 0,750, podendo ser mais elevada. Os resultados obtidos a partir dessa razão de estrôncio dependem da natureza e idade das formações rochosas, podendo ser medidos com precisão em espectrômetros de massa até a quinta casa decimal (Price *et al.* 2006).

Ao contrário dos isótopos de elementos leves, como carbono e nitrogênio, a razão dos isótopos de estrôncio não sofre fracionamento isotópico durante o processo de

formação de solos (Sillen e Kavanagh, 1982), ou tampouco quando esse elemento é introduzido na cadeia alimentar. Desta forma, a composição isotópica de estrôncio observada em vegetais e animais resulta das diferentes fontes desse elemento incorporadas a partir da água, solo e atmosfera (Miller *et al.* 1993, Faure 1986, Bentley 2006).

Devido à similaridade quanto ao raio iônico e valência química, o estrôncio tende a substituir o cálcio em processos biológico, como, por exemplo, nos cristais de hidroxiapatita dos ossos e dentes (Faure, 1986). Assim como no caso do carbono encontrado na apatita, o estrôncio nos dentes é incorporado durante a infância, não sofrendo remodelação ao longo da vida, tal como é o caso dos ossos (Hillson, 1996). Desse modo, o estrôncio fixado no esmalte dentário e dentina durante o período de formação dos dentes não é substituído, caracterizando uma “assinatura de origem” que remete à composição do elemento presente nos alimentos e na água do local onde o indivíduo passou seus primeiros anos de vida. A razão isotópica de estrôncio no esmalte dentário depende, portanto, da natureza geológica do local de origem do indivíduo, possibilitando no contexto de um cemitério arqueológico distinguir aqueles que cresceram em diferentes regiões geográficas (Schweissing e Grupe 2003, Price *et al.* 2002).

### **3.3.5 Áreas de estudo**

#### **3.3.5.1 Cemitério dos Pretos Novos**

O Cemitério dos Pretos Novos (1769 – 1830) está localizado na zona portuária da cidade do Rio de Janeiro no atual bairro da Gamboa, a menos de 500 metros da Baía de Guanabara. Este cemitério foi criado para sepultar os escravos recém chegados da África, ou seja, aqueles que vieram a falecer antes de serem vendidos no mercado de escravos do Valongo. A necessidade de se criar um cemitério exclusivo para escravos recém chegados se deu principalmente por conta do crescente número de cativos que o porto da cidade Rio de Janeiro passou a receber após a descoberta de ouro no interior da região sudeste do Brasil, no final do século XVII (Machado 2006, Pereira 2007).

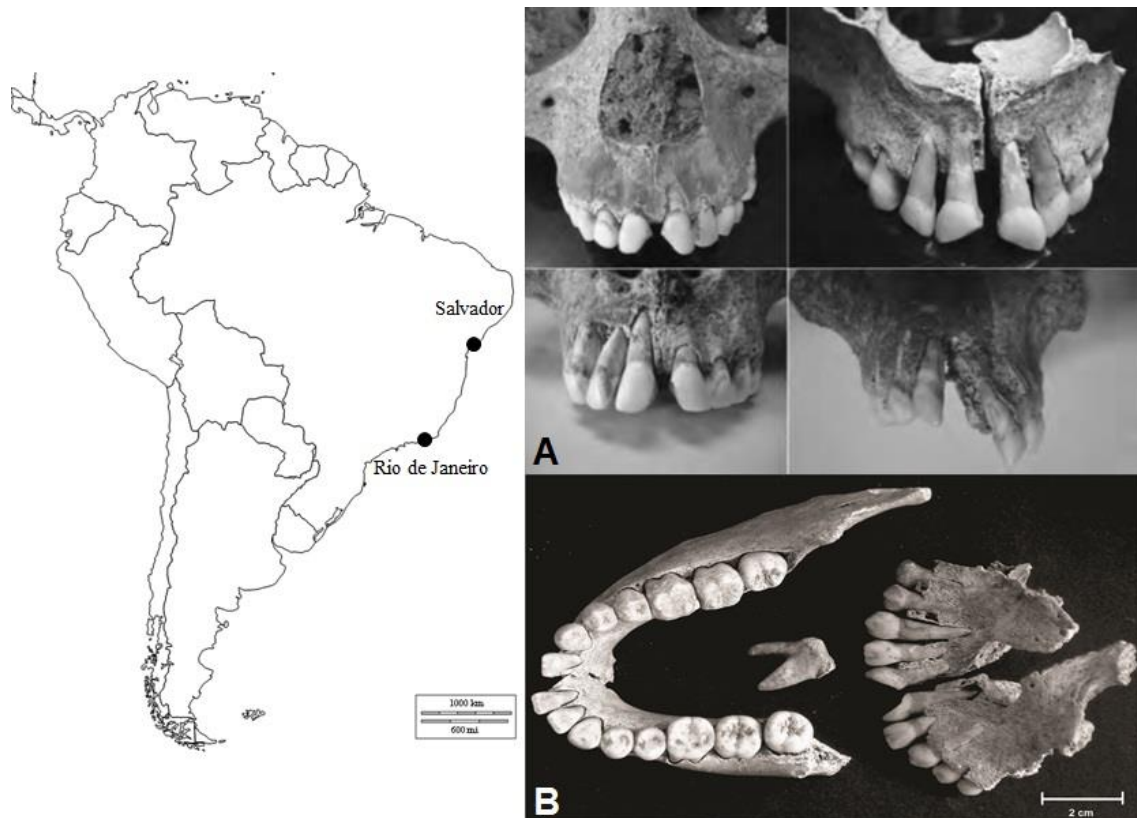


Figura 3.8: Mapa com localização das cidades de Salvador e Rio de Janeiro. Fotos (A): arcadas dentárias com modificações intencionais de indivíduos recuperados do cemitério da Catedral da Sé (Liryo *et al.* 2011). Foto (B): Mandíbula e maxila de indivíduo recuperado do Cemitério dos Pretos Novos.

Assim como em outros cemitérios históricos cristãos de pobres e indigentes da época, os cadáveres sepultados no Cemitério dos Pretos Novos eram empilhados em valas comuns, muitas vezes permanecendo dias insepultos, sendo frequentemente queimados. Apesar de não se ter um número exato de indivíduos que foram sepultados neste cemitério, estima-se que, ao longo dos aproximadamente 60 anos de funcionamento, mais de vinte mil corpos foram enterrados neste local. Segundo os arquivos da Igreja de Santa Rita, somente nos últimos seis anos de uso, mais de mil enterros aconteceram por ano (Pereira 2007).

A suspensão oficial do uso do Cemitério dos Pretos Novos aconteceu em 1830, após um longo período de reclamações por parte dos moradores locais. O fechamento coincidiu também com a suspensão do tráfico de escravos no Brasil. Ainda que o tráfico de escravos africanos tenha continuado de forma ilegal ao longo dos anos, o cemitério já não era mais utilizado oficialmente (Pereira 2007). Nas décadas seguintes a região do

cemitério foi invadida por residências que, com o tempo, levaram ao seu total esquecimento (Tavares 2012).

A redescoberta do Cemitério dos Pretos Novos aconteceu em 1996 durante uma reforma em uma residência. Operários da obra abriram quatro sondagens para alicerces de diferentes dimensões e com profundidades variando de 0,50 m e 1,50 m, o que levou à exposição de milhares de fragmentos de ossos humanos. Os proprietários da residência comunicaram ao Departamento Geral de Patrimônio Cultural da Cidade do Rio de Janeiro a descoberta, sendo designado o Instituto de Arqueologia Brasileira (IAB) para conduzir o salvamento arqueológico. O levantamento da documentação histórica pertinente e a análise dos ossos e dentes confirmaram que a localização era consistente com a descrita para o Cemitério dos Pretos Novos do Valongo (Machado 2006).

Apesar do caráter emergencial da retirada das ossadas e da ausência de uma escavação sistemática, foi possível verificar, a partir da revisão dos documentos originais arquivados pelo Instituto de Arqueologia Brasileira, a presença de duas camadas estratigráficas no sítio. A camada superior seria correspondente a um aterro, cuja espessura atinge entre 0,90 m e 1,00 m de profundidade. Além de remanescentes esqueléticos humanos, foram encontrados nessa camada artefatos como contas de vidro, louça, ferro, restos de construção, além de ossos de animais domésticos, dentre outros materiais pertencentes ao século XIX. A camada inferior do sítio é formada por areia de praia, que constitui o substrato no qual foram feitos os primeiros enterros (Machado 2006, Bastos *et al.* 2011b).

Os remanescentes esqueléticos coletados do entulho das obras, todos sem referência espacial e estratigráfica, estavam bastante fragmentados, sendo que muitos apresentavam sinais claros de queima. Machado (2006) realizou um estudo dos 5.563 fragmentos ósseos e dentes retirados do cemitério e observou um predomínio de adultos jovens do sexo masculino. A mesma autora também observou que alguns dentes apresentavam diferentes padrões de modificação intencional, uma característica de grupos africanos.

### **3.3.5.2 Cemitério da Catedral da Sé de Salvador**

A antiga Igreja da Sé de Salvador, primeira catedral do Brasil, foi construída por volta de 1550 na parte alta do centro da cidade, e serviu como espaço para o sepultamento de seus fiéis desde a sua criação até o ano de 1856. Assim como outros

templos, os enterramentos na Sé tendiam a obedecer a certa hierarquia, uma vez que pelo poder aquisitivo era possível garantir uma cova mais próxima ou mais distante do altar principal do templo (Etchevarne *et al.* 1999, Tavares 2006).

Em 1993 a igreja foi demolida pela necessidade de expansão das linhas de bonde da cidade, sendo realizada então a exumação de parte das sepulturas existentes na porção interna (na nave da igreja). Após dezesseis anos, iniciou-se um projeto de revitalização do local da Igreja, no qual foi construído um monumento (Cruz Caída) simbolizando a demolição da igreja, sendo mais uma vez realizada a exumação dos corpos que ali ainda se encontravam (Carneiro 1980, Etchevarne *et al.* 1999).

As escavações da igreja ocorreram durante os anos de 1998 e 2001 pela equipe do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade Federal da Bahia, e evidenciaram estruturas arquitetônicas, diversos remanescentes esqueléticos humanos, assim como materiais bélicos, alimentos, objetos de uso doméstico e de uso pessoal, como medalhas de santos, crucifixos e contas de colares, sendo estes últimos encontrados inclusive em conexão aos ossos, principalmente próximos ao pescoço, distribuídos enfileirados como em um colar (Etchevarne *et al.* 1999, 2001).

Os sepultamentos desta escavação foram encontrados apenas na parte da frente da igreja, alguns na nave, que incluiu restos de antigos sepultamentos do século XVI localizados sob alicerces feitos durante a ampliação da Sé. A maior quantidade de remanescentes humanos foi escavada no adro, local onde foram sepultados muitos negros, escravizados ou libertos, segundo informações obtidas através dos livros de registro de óbitos dos séculos XVIII e XIX da Igreja da Sé. De acordo com pesquisas documentais feitas por Tavares (2006), num universo de 421 transcrições registradas nesses livros que continham dados sobre traços étnicos dos indivíduos sepultados, 65% seriam negros distribuídos entre diferentes etnias, 19% seriam pardos, entre escravizados ou libertos e apenas 16% seriam brancos.

A escavação do adro revelou camadas arqueológicas correspondentes a sucessivos aterros datados dos séculos XVII, XVIII e XIX. Sobre o solo original, a uma profundidade que varia entre 0,70 m e 2,00 m, foram encontrados dezenas de sepultamentos primários associados ao século XVIII. Junto a alguns destes foram achadas contas típicas da região do Níger, o que reforça a presença africana no cemitério (Etchevarne *et al.* 1999, Etchevarne *et al.* 2001, Liryo *et al.* 2011).

Segundo Liryo *et al.* (2011), dos 55 sepultamentos primários do século XVIII mais detalhadamente estudados, 18 indivíduos (32,7%) apresentavam modificações

intencionais nos dentes incisivos relacionadas à grupos africanos. Além destes, 40 incisivos avulsos provenientes do aterro do adro da Sé apresentaram algum tipo de modificação intencional.

### 3.3.6 Material e métodos

Para esse estudo foram selecionados dentes dos indivíduos recuperados dos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé de Salvador, visando obter informações isotópicas do período em que os indivíduos muito provavelmente habitavam o continente Africano.

Os remanescentes esqueléticos retirados do Cemitério dos Pretos Novos encontram-se no instituto de Arqueologia Brasileira do estado do Rio de Janeiro. Os 30 dentes analisados neste estudo são provenientes de três poços de sondagem de onde foram retiradas as ossadas. Como o material ósseo não foi escavado, mas sim retirado como parte do entulho dos poços de sondagem, foi necessário realizar uma contagem mínima de indivíduos por dentes, para garantir que seriam analisados indivíduos diferentes. Inicialmente os dentes foram agrupados em duas séries distintas: uma de dentes articulados (ou seja, nas mandíbulas e maxilas) e outra de dentes avulsos. Foi feita uma seleção dos exemplares íntegros, evitando-se a inclusão de dentes com sinais visíveis de exposição ao fogo. Para esse estudo foram utilizados apenas dentes permanentes, visando evitar efeitos relacionados ao leite materno, que altera valores de  $\delta^{15}\text{N}$ .

Os dentes foram identificados quanto ao tipo e posição nas arcadas dentárias, sendo selecionado preferencialmente o primeiro pré-molar inferior esquerdo. Também seguindo os critérios para estimativa do Número Mínimo de Indivíduos (Ubelaker, 1999), foi feita a comparação entre as arcadas dento-alveolares e os dentes avulsos, o que permitiu a inclusão de mais indivíduos, representados por caninos e segundos pré-molares, sempre que a morfologia indicava que os mesmos não eram consistentes com aqueles selecionados anteriormente.

As ossadas escavadas do Cemitério da Sé de Salvador encontram-se no acervo da Universidade Federal da Bahia, em Salvador. Para esse estudo foram selecionados apenas indivíduos com modificação intencional dental, visto que esta característica seria identificadora de indivíduos nascidos no continente africano (Liryo *et al.* 2011). Segundo Handler (1994), a descontinuidade nas Américas desta prática comum em diversos povos do continente africano teria sido provocada principalmente pela perda de vínculos e contextos culturais originais necessários para a sua manutenção.

As análises isotópicas foram feitas em um dente molar ou pré-molar permanente de 12 indivíduos referentes à sepultamentos primários do adro da igreja. Os indivíduos selecionados estão associados ao contexto do século XVIII do cemitério. Em ambas as séries foram evitados dentes que possuíam variações anatômicas, modificações intencionais, ou condições patológicas especiais, tendo em vista o interesse de preservação para outros estudos.

Os dentes passaram por uma limpeza da superfície com escova de dente e bisturi, depois ficaram em um ultrassom por 20 minutos. As análises de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  da fração inorgânica dos dentes foram realizadas somente no esmalte dentário, visto que os cristais de apatita do esmalte são mais resistentes à contaminação pós-deposicional que os da dentina e de ossos (Montgomery *et al.*, 1999; Price *et al.*, 2004; Hodell *et al.*, 2004). De cada dente retirou-se em torno de 15 mg de esmalte dentário de uma ou mais faces (vestibular, lingual, interdental), usando uma broca diamantada. O pó de gerado foi imerso em ácido acético 0.5M por uma hora para remoção de possíveis carbonatos contaminantes, sendo em seguida enxaguados com água Nanopure.

As análises de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte foram realizadas em um Kiel IV Carbonate acoplado a um espectrômetro de massa MAT 253 da Thermo Scientific, no laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. Para análise, 1mg de cada amostra foi colocada no auto-sampler do Kiel IV Carbonate, o qual goteja ácido fosfórico concentrado para liberação de  $\text{CO}_2$ . Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  são apresentados em PDB, tendo-se utilizado padrões NBS18, NBS19 para verificação da acurácia e reprodutibilidade das determinações.

Para análises de isótopos de estrôncio, 8 a 10 mg de cada amostra de esmalte dentário foi digerida em ácido nítrico concentrado (14N). A separação cromatográfica foi feita com resina SR-B50-A da Eichrom em ácido nítrico 2.9N. A determinação do  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  foi realizada em um MC-ICP-MS Neptune da Thermo Scientific no laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. A acurácia e reprodutibilidade do protocolo analítico foram verificadas por meio de solução padrão de 100 ppm de Sr do material de referência NIST SRM 987.

As análises do  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina foram feitas em oito indivíduos do Cemitério dos Pretos Novos e em todos os 12 do Cemitério da Catedral da Sé. De cada dente foram cortados entre 200 a 300 mg de raiz. As amostras foram imersas em NaOH 0.1M por 24 horas para neutralização de ácidos húmicos, após enxágue foram imersas em HCL 0.25 M por 72 horas para desmineralização. Após mais uma etapa de

NaOH 0.1 M por 24 horas, foi realizado a separação dos resíduos de lipídeos em uma solução de clorofórmio, metanol e água na proporção de 2:1:0.8. Os pseudomorfos de colágeno foram enxaguados e, em seguida, secos durante a noite em estufa a 60°C. Foram pesadas duas alíquotas de 1mg de cada amostra em cadinhos de estanho para leitura em um espectrômetro de massas MAT Delta Plus da Thermo Finnigan conectado a um CHN analyzer na University of South Florida. A preservação do colágeno foi monitorada a partir da razão carbono/nitrogênio (C:N) e pela porcentagem de colágeno presente na dentina. Os  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  foram calibrados a partir dos padrões NIST 8573 e NIST 85745 e gerados em PDB e Ar atmosférico.

### **3.3.7 Resultados**

Os resultados isotópicos encontram-se na tabela 3.2



Tabela 3.2: Valores isotópicos das amostras dos Cemitérios dos Pretos Novos e Se

Lab ID	Cemetery	Sex	Age Id	Tooth	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\delta^{13}\text{C}$ apatite	$\delta^{13}\text{C}$ collagen	$\delta^{15}\text{N}$ collagen	C:N	% Col
P1	PN			Pm1	$0.71208 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-1.72 \pm 0.01$				
P2	PN			Pm1	$0.73628 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-2.71 \pm 0.01$	-8.8	8.1	3.4	10.6
P3	PN			Pm1	$0.74985 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-1.24 \pm 0.01$	-9.2	6.9	3.4	12.4
P4	PN			Pm1	$0.71442 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-13.99 \pm 0.01$				
P5	PN			Pm1	$0.73572 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-8.39 \pm 0.02$				
P6	PN			Pm1	$0.72006 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-2.32 \pm 0.03$				
P7	PN			Pm1	$0.71862 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-12.13 \pm 0.01$				
P8	PN			Pm1	$0.71963 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-11.57 \pm 0.02$	-18.7	8.1	3.5	13.1
P9	PN			Pm1	$0.71851 \pm 3 \times 10^{-5}$	$-10.83 \pm 0.01$				
P10	PN			Pm1	$0.71038 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-4.08 \pm 0.02$				
P11	PN			Pm1	$0.74782 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-4.28 \pm 0.01$				
P12	PN			Pm1	$0.71625 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-12.33 \pm 0.02$	-19.9	14	3.5	18.9
P13	PN			Pm1	$0.73501 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-10.60 \pm 0.01$	-17.6	7.9	3.4	13.9
P14	PN			Pm1	$0.71621 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-0.64 \pm 0.01$	-8.1	10	3.3	19.5
P15	PN	F	Adolescent	Pm1	$0.72094 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-4.98 \pm 0.01$				
P16	PN	F	Adolescent	Pm1	$0.73017 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-11.44 \pm 0.02$				
P17	PN			Pm1	$0.71037 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-3.70 \pm 0.01$				
P18	PN		Child	Pm2	$0.71992 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-10.62 \pm 0.01$	-17.5	8.1	3.2	16.6
P19	PN	M	Adult (> 20)	Pm1	$0.70857 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-1.39 \pm 0.03$				
P20	PN	F	Adult (> 20)	Pm1	$0.71985 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-11.40 \pm 0.03$				
P21	PN	F	Young adult	Pm1	$0.71607 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-11.31 \pm 0.02$				
P22	PN	M	Young adult?	Pm1	$0.70589 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-11.10 \pm 0.01$				
P23	PN	M	Young adult?	Pm1	$0.71513 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-11.89 \pm 0.01$	-18.0	7.5	3.2	12.8
P24	PN	F	Adult (> 20)	Pm1	$0.72437 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-9.22 \pm 0.01$				
P25	PN			Pm1	$0.73384 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-12.03 \pm 0.02$				
P27	PN	F	Adolescent	Pm1	$0.72874 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-12.10 \pm 0.03$				
P28	PN	M	Adult (> 20)	Pm1	$0.71014 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-4.27 \pm 0.03$				
P29	PN	M	Adolescent	C	$0.73505 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-1.42 \pm 0.02$				
P30	PN	M	Young adult?	C	$0.71449 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-0.27 \pm 0.02$				
P31	PN	M	Adulto Jovem	Pm2	$0.71389 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-2.20 \pm 0.02$				
S26	Se			M3	$0.72400 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-5.97 \pm 0.01$	-12.3	8.5	3.3	10.0
S31	Se	M	Adult (> 20)	Pm1	$0.71004 \pm 8 \times 10^{-6}$	$-5.12 \pm 0.01$	-11.9	6.3	3.3	14.1
S93	Se		Young adult?	M3	$0.71274 \pm 6 \times 10^{-6}$	$-6.15 \pm 0.02$	-12.3	7.2	3.3	4.6
S102	Se	F	Adult (> 20)	Pm2	$0.71192 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-4.90 \pm 0.03$	-10.6	8.1	3.3	14.4
S122	Se			Pm2	$0.71797 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-5.94 \pm 0.03$	-13.5	7.4	3.3	13.3
S136	Se		Young adult?	Pm1	$0.71214 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-1.13 \pm 0.02$	-9.5	10.6	3.2	10.3
S163	Se	F	Adult (> 20)	Pm2	$0.71269 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-6.28 \pm 0.01$	-11.8	9.4	3.2	10.8
S220	Se			Pm2	$0.71181 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-7.26 \pm 0.02$	-11.2	7.5	3.2	7.8
S230	Se			M1	$0.73262 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-10.37 \pm 0.03$	-17.9	15.2	3.3	9.2
S251	Se			M3	$0.71739 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-5.42 \pm 0.01$	-10.0	11	3.2	10.0
S261	Se	M	Adult (> 20)	M3	$0.70784 \pm 4 \times 10^{-6}$	$-4.76 \pm 0.01$	-9.7	11.5	3.3	9.1
S280	Se	M	Adult (> 20)	Pm1	$0.71655 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-4.47 \pm 0.01$	-8.8	13	3.3	15.0

As razões de estrôncio dos indivíduos sepultados no Pretos Novos variaram entre 0.70589 até 0.74985, enquanto os valores da Catedral da Sé ficaram entre 0.70784 e

0.73262. Apesar da variação da razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  da Catedral da Sé representar 56% da encontrada nos Pretos Novos, pode-se dizer que existe uma grande diversidade de origens para os indivíduos sepultados em ambos os cemitérios. Nesse estudo, foi possível identificar indivíduos que habitaram regiões geológicas bem distintas. Temos, como exemplo, os indivíduos P22 (0.70589) e S261 (0.70784), que apresentam razões de estrôncio características de formações rochosas vulcânicas recentes ou carbonáticas. No outro extremo, temos os indivíduos P3 (0.74985) e P11 (0.74782), os quais passaram os primeiros anos de vida em regiões geologicamente muito antigas (ou com rochas muito radiogênicas).

Mesmo com uma origem bastante diversificada, foram observados agrupamentos de valores de estrôncio, o que sugere a possibilidade de que alguns indivíduos teriam habitado uma mesma região no continente africano. A partir do histograma de frequência (figura 3.9), observam-se uma maior concentração de indivíduos entre os valores de estrôncio de 0.710 e 0.720, representando 55% do total de indivíduos analisados de ambos os cemitérios. Essa concentração de valores, no entanto, não necessariamente indica uma origem em comum para esses indivíduos, visto que rochas de diferentes locais podem apresentar razões isotópicas similares (Faure 1986, Price *et al.* 2012). De todo modo, o intervalo de valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  entre 0.710 e 0.720 pode ser considerado muito amplo para determinar uma única procedência em estudos de origem geográfica.

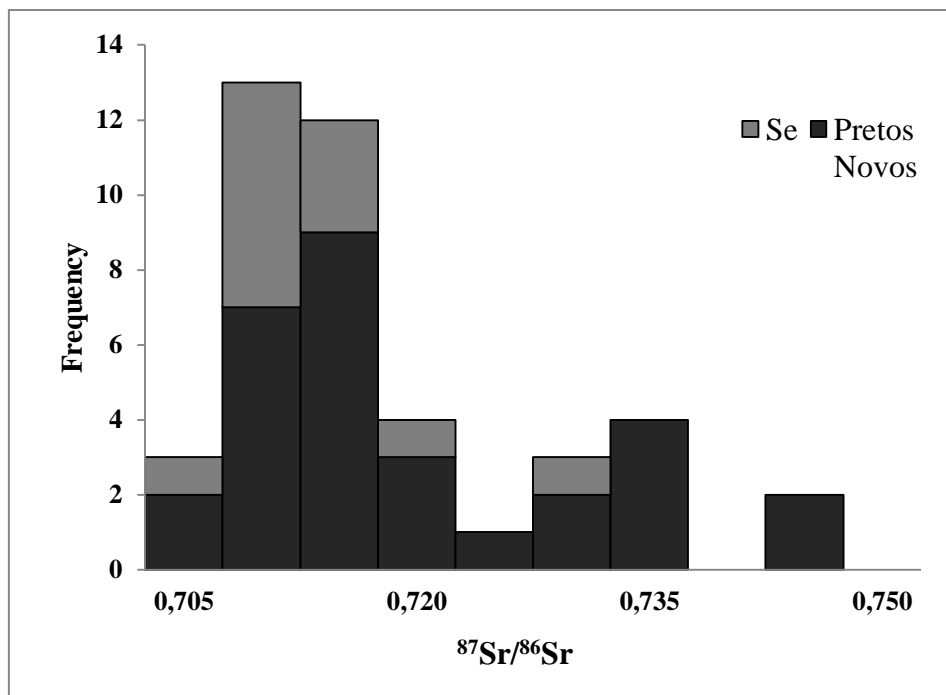


Figura 3.9: Histograma do  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  das amostras de esmalte dentário dos indivíduos sepultados nos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte dentário variaram entre  $-13.9\text{‰}$  a  $-0.2\text{‰}$  nos Pretos Novos, e de  $-10.3\text{‰}$  a  $-1.1\text{‰}$  na Sé. Os resultados do  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno da dentina nos Pretos Novos ficaram entre  $-19.9\text{‰}$  e  $-8.1\text{‰}$ , os da Sé  $-17.9\text{‰}$  a  $-8.8\text{‰}$ . O  $\delta^{15}\text{N}$  variou entre  $6.9\text{‰}$  a  $14.0\text{‰}$  nos Pretos Novos e  $8.5\text{‰}$  a  $15.2\text{‰}$  na Sé. As razões C/N de todas as amostras dos Pretos Novos e Sé ficaram entre 3.2 a 3.5, indicando boa preservação do colágeno.

Os resultados do  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte dentário, relacionados à dieta total, indicam a formação de dois grupos distintos nos Pretos Novos: um grupo de 16 indivíduos que teriam uma dieta mais voltada para recursos C3 e um grupo de 14 indivíduos possui uma dieta mais voltada para recursos C4 e/ou marinhos. Enquanto alguns indivíduos apresentam  $\delta^{13}\text{C}$  típico de pouca ou nenhuma mistura de recursos C3 com recursos C4/marinhos na dieta (ex: P4, P25, P22, P19, P3), outros apresentam valores que sugerem uma alimentação com alguma mistura (ex: P5, P15). Dentre os indivíduos sepultados na Catedral da Sé, apenas um apresenta  $\delta^{13}\text{C}$  típico de dieta predominantemente C3 (S230). Os demais indivíduos apresentam um  $\delta^{13}\text{C}$  menos negativo, com uma maior influência de recursos C4/marinhos.

Ao juntar os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte dentário com os dados de estrôncio (figura 3.10), é possível observar que os dois indivíduos com o  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  mais

alto (P3 e P11) apresentam uma dieta voltada para recursos C4. O único indivíduo analisado da Sé com dieta C3 (S230) apresenta o mais alto valor de estrôncio encontrado neste cemitério. Os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita com  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  também identificaram indivíduos que apresentam resultados de estrôncio similares, mas que teriam dietas distintas. Temos como exemplo os cinco indivíduos dos Pretos Novos que possuem valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  em torno de 0.735, sendo que três destes (P5, P13 e P25) apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  típicos de uma dieta mais voltada para recursos C3, enquanto dois (P2 e P29) uma dieta mais voltada para recursos C4. A figura 3.10 também indica haver alguns agrupamentos de valores de isótopos de estrôncio e carbono da apatita, como no caso dos indivíduos P8, P18, P20, P21 e P23 dos Pretos Novos. Este e outros agrupamentos podem sugerir uma origem em comum, ou próxima, para esses indivíduos.

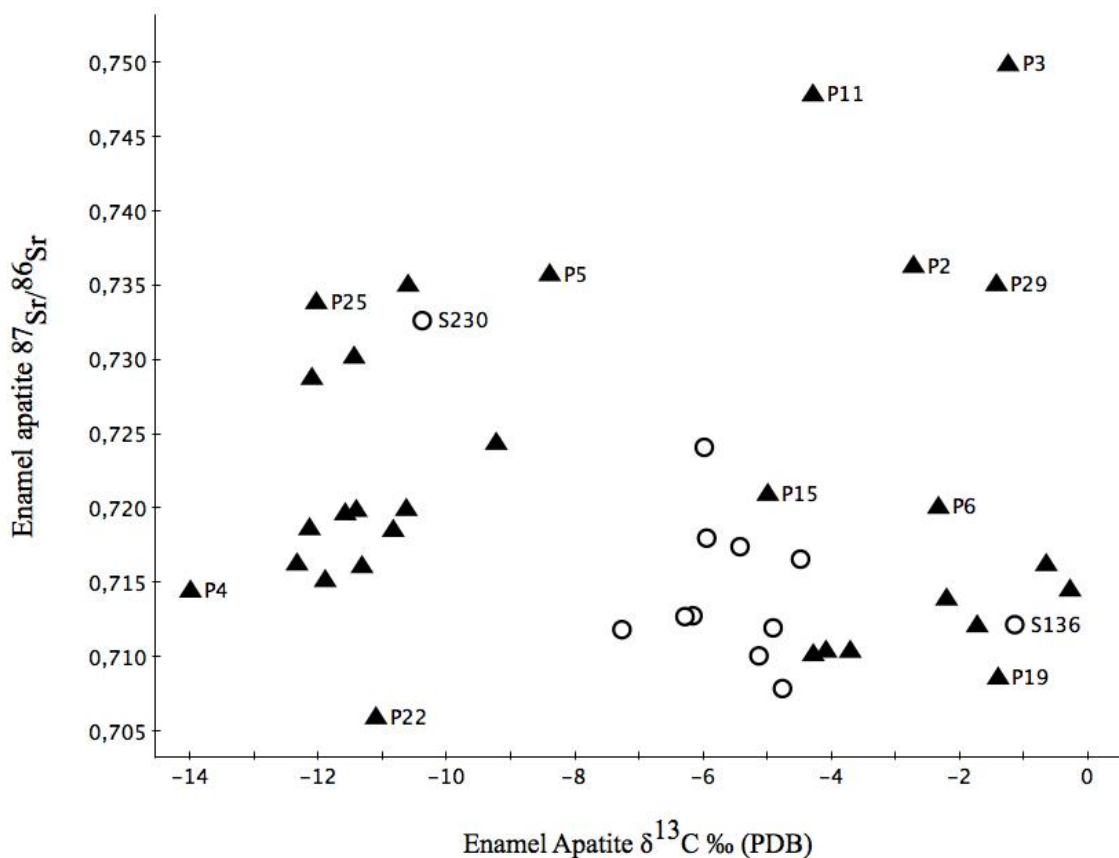


Figura 3.10: Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  da apatita do esmalte dentário dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos (triângulo) e Catedral da Sé (Círculo)

Os dados do  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno da dentina indicam que cinco dos oito indivíduos analisados dos Pretos Novos apresentam uma dieta proteica voltada para alimentos C3

(P8, P12, P13, P18 e P23), enquanto os outros três indivíduos teriam uma dieta proteica mais C4/marinha (P2, P3 e P14). No caso da Sé, apenas o S230 apresentou uma dieta proteica com bastante influencia de plantas C3. Os demais apresentaram uma dieta mais voltada para recursos C4/marinhos. Ao relacionar os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno com os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte (Figura 3.11), observa-se um grupo isolado no canto inferior esquerdo com valores bem característicos de alimentação C3, que inclui cinco indivíduos dos Pretos Novos e um da Catedral da Sé. No extremo oposto, forma-se outro grupo de quatro indivíduos (três dos Pretos Novos e um da Sé) que apresentam uma dieta rica em recursos C4/marinhos. Um pouco abaixo desses, observa-se um grupo de dez indivíduos, todos da Sé, que apresentam uma dieta mais voltada para recursos C4, porém, com alguma possível influência de alimentos C3.

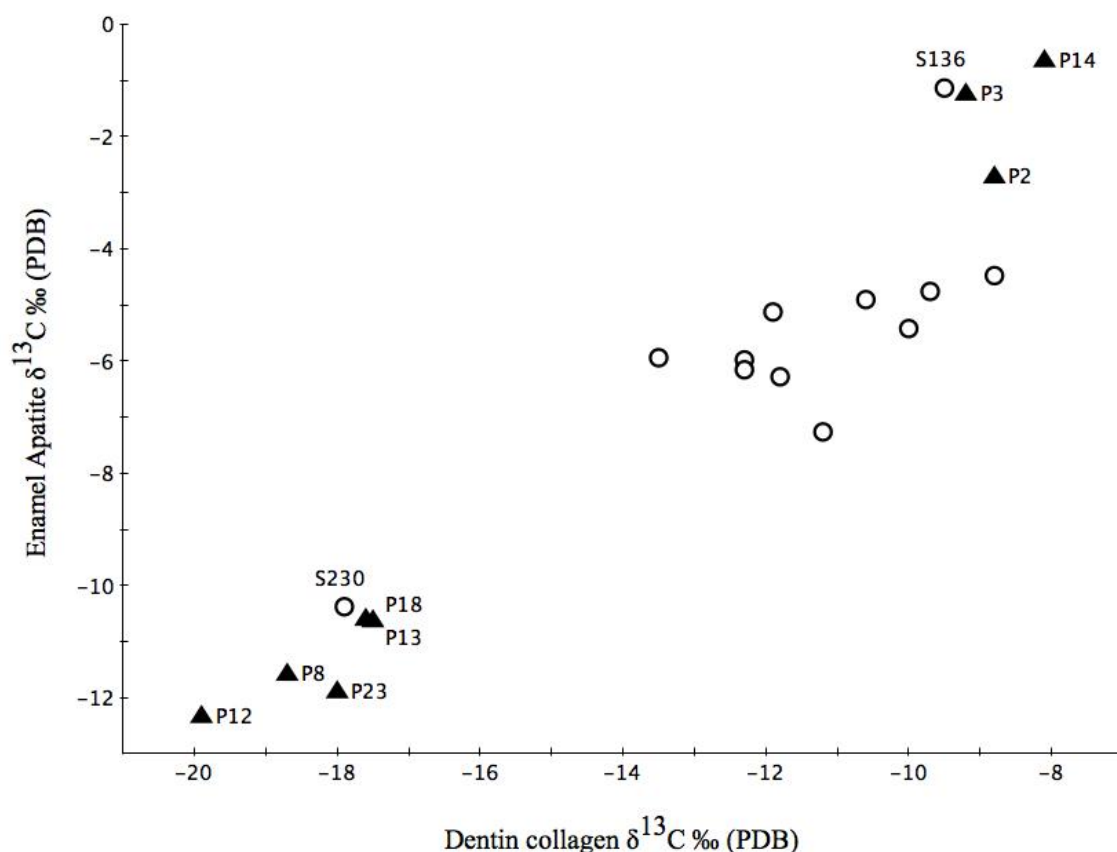


Figura 3.11: Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno da dentina e da apatita do esmalte dentário dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos (triângulo) e Catedral da Sé (Círculo).

Os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  sugerem que sete indivíduos dos Pretos Novos e sete dos sepultados na Catedral da Sé, o que representa 70% do total analisado de ambos os

cemitérios, teriam uma dieta proteica de baixo nível trófico ( $\delta^{15}\text{N}$  entre 6.5‰ a 10.0‰). Ou seja, as principais fontes de proteína desses indivíduos seriam plantas. Quatro indivíduos da Sé (20% do total) apresentaram  $\delta^{15}\text{N}$  entre 11‰ e 13‰ (S136, S251, S261 e S280), e estariam ingerindo alguma quantidade significativa de proteína de origem animal. Por fim, os indivíduos P12 e S230 apresentaram altos valores de  $\delta^{15}\text{N}$ , sugerindo dieta proteica rica em peixes. Entretanto, como o carbono desses indivíduos é bem característico de recursos C3 (ver figura 3.12), é mais provável que os peixes ingeridos seriam de água doce, onde o  $\delta^{13}\text{C}$  pode ser bem negativo (Yoder 2010).

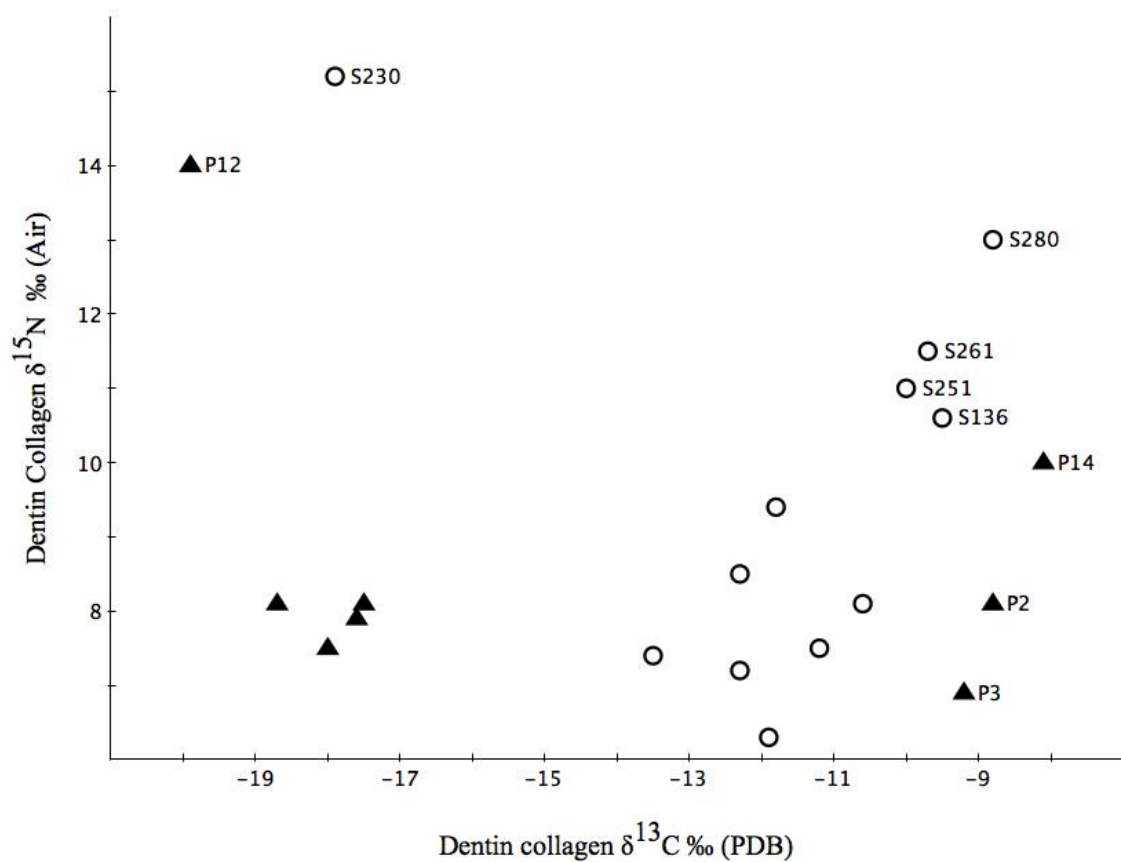


Figura 3.12: Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos (triângulo) e Catedral da Sé (Círculo).

### 3.3.8 Discussão

As cidades do Rio de Janeiro e Salvador desempenharam uma importante função na história do tráfico transatlântico de escravos, funcionando como portos de entrada para milhões de cativos das mais diversas etnias e regiões do continente Africano. As análises isotópicas realizadas nesses 42 indivíduos ilustram, fazendo uma distinção no

nível individual, a diversidade de origens dos africanos escravizados que aportaram nessas duas cidades, assim como a diversidade na dieta que esses indivíduos tinham enquanto estariam habitando o continente africano.

De acordo com o *Trans-Atlantic Slave Trade Database Voyages* (Eltis *et al.* 2010), 941.399 cativos embarcaram de, ao menos, 36 portos na África para a cidade de Salvador entre os anos de 1700 a 1810. Desses, 68% embarcaram na África Ocidental, principalmente nos portos de Elmina e Whydah; 31% embarcaram na África Central Atlântica, com destaque para os portos de Luanda e Benguela. Menos de 0.5% vieram da África Oriental. Para o Rio de Janeiro, 934.152 cativos saíram de pelo menos 35 portos no continente africano durante os anos de 1765 a 1830, intervalo de tempo aproximado em que o cemitério dos Pretos Novos estava em funcionamento. Desse total, 81% saíram da África Central Atlântica, principalmente dos portos de Luanda, Benguela, Cabinda e Ambriz; 17% da África Oriental, principalmente dos portos de Moçambique e Quilimane e somente 2% teriam vindo da África Ocidental.

Os dados obtidos do banco de dados *Voyages* ilustram a preferência da cidade de Salvador, durante o século XVIII, por escravos da região da África Ocidental, recebendo uma quantidade menor de cativos originados da África Central Atlântica. Já durante o período de funcionamento do cemitério dos Pretos Novos, a cidade do Rio de Janeiro recebeu uma quantidade imensa de escravos da África Central Atlântica, sendo insignificante o número de escravos vindos da região ocidental daquele continente. No caso da África Oriental (região de Moçambique), esta região passou a fornecer escravos para o Brasil em quantidade significativa somente a partir do século XIX, após a abertura dos portos Brasileiros e o bloqueio do tráfico de escravos acima da linha do equador imposto pelos ingleses. Estas informações justificam a presença significativa de africanos da África Oriental no Rio de Janeiro oitocentista e, conseqüentemente, no cemitério dos Pretos Novos (Florentino *et al.* 2004, Lovejoy 2011).

Ainda sobre os escravos que aportaram no Rio de Janeiro, Pereira (2007) analisou registros de 3.128 indivíduos que foram sepultados no Cemitério dos Pretos Novos durante os 1824 a 1830. Dentre os principais portos de origem desses indivíduos, Benguela e Angola, na África Central Atlântica, e Moçambique, na África Oriental se destacam, representando 29%, 28% e 11% do total de sepultados no cemitério, respectivamente. Dos demais portos, Cabinda, Ambriz, Quilimane e Luanda ainda enviaram uma quantidade significativa, deixando os portos da África Ocidental com

números poucos expressivos. Os dados também revelaram que 4% dos enterrados no local seriam indivíduos supostamente Africanos, mas não recém-chegados ao Brasil.

Apesar de esclarecer alguns aspectos gerais sobre a dinâmica do tráfico transatlântico, conhecer os portos de embarque dos escravos na África não é o suficiente para identificar as origens desses indivíduos no continente. A produção de escravos na África se deu de diversas formas e sofreu um processo de interiorização ao longo dos séculos de captura e comércio com Europeus. Na África Ocidental, a principal forma de produção de escravos foram guerras entre estados africanos, em que os prisioneiros de guerra eram vendidos a mercadores europeus que ficavam confinados nas regiões costeiras do continente. Muitos dos escravos que chegaram a Salvador foram capturados em guerras entre estados e incursões, e pertenciam a grupos como Afa-Fon-Ewe, Yoruba, Hassua e Nupe (Klein e Luna 2010, Ogot 2010, Lovejoy 2011, Florentino 2002). Diferente da fração Ocidental, a produção de escravos na África Bantu (Central Atlântica e Oriental) se deu, principalmente, pela ação militar de portugueses no território. A produção de cativos por conflitos entre estados ocorreu nesta região de forma secundária, pois estes não estavam tão centralizados quanto os da África Ocidental (Florentino 2002, Ogot 2010). Nos séculos XVIII e XIX, período de funcionamento do Cemitério dos Pretos Novos, as rotas do comércio de escravos na África Central Atlântica eram extensas, chegando a regiões bem interioranas do continente, como o entorno dos reinos de Lunda e Luba, assim como uma grande extensão do Rio do Congo e seus tributários (Lovejoy 2011).

Ao juntar as áreas de produção de escravos durante os séculos XVIII e XIX com a geologia do continente africano (figura 3.13), é possível explicar a grande variedade nos resultados de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  encontrada tanto nos indivíduos sepultados no Cemitério da Catedral da Sé, como naqueles sepultados no Pretos Novos. Os altos valores nos isótopos de estrôncio obtidos em ambos os cemitérios estariam relacionados com as rochas Pré-Cambrianas que ocorrem em uma grande extensão da África, inclusive nas porções Ocidental e Central Atlântica do continente. Indivíduos com  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  por volta 0.720 até os valores mais elevados, provavelmente teriam habitado esses terrenos Pré-Cambrianos, sendo que aqueles com valores próximos a 0.750 (P3 e P11) teriam obtido esta assinatura de estrôncio em solos e sedimentos provenientes de áreas Arqueanas, que ocorrem em pequenas frações dos territórios de Angola, Congo e Moçambique (Goldstein e Jacobsen 1988, Schlüter 2006). Os valores baixos encontrados nos indivíduos P19, P22 e S261 sugerem que estes habitaram regiões com atividade



vulcânica geologicamente mais recente, como acontece em grande parte do Camarões, algumas regiões de Moçambique e uma pequena fração da Nigéria, Congo e Angola (Schlüter 2006). Existe também a possibilidade de que algum desses indivíduos com valores muito baixo de estrôncio teriam vindo da região mais ao sul do Vale do Rift, região que também teria sido usada na captura de escravos para o tráfico transatlântico (Ogot 2010).

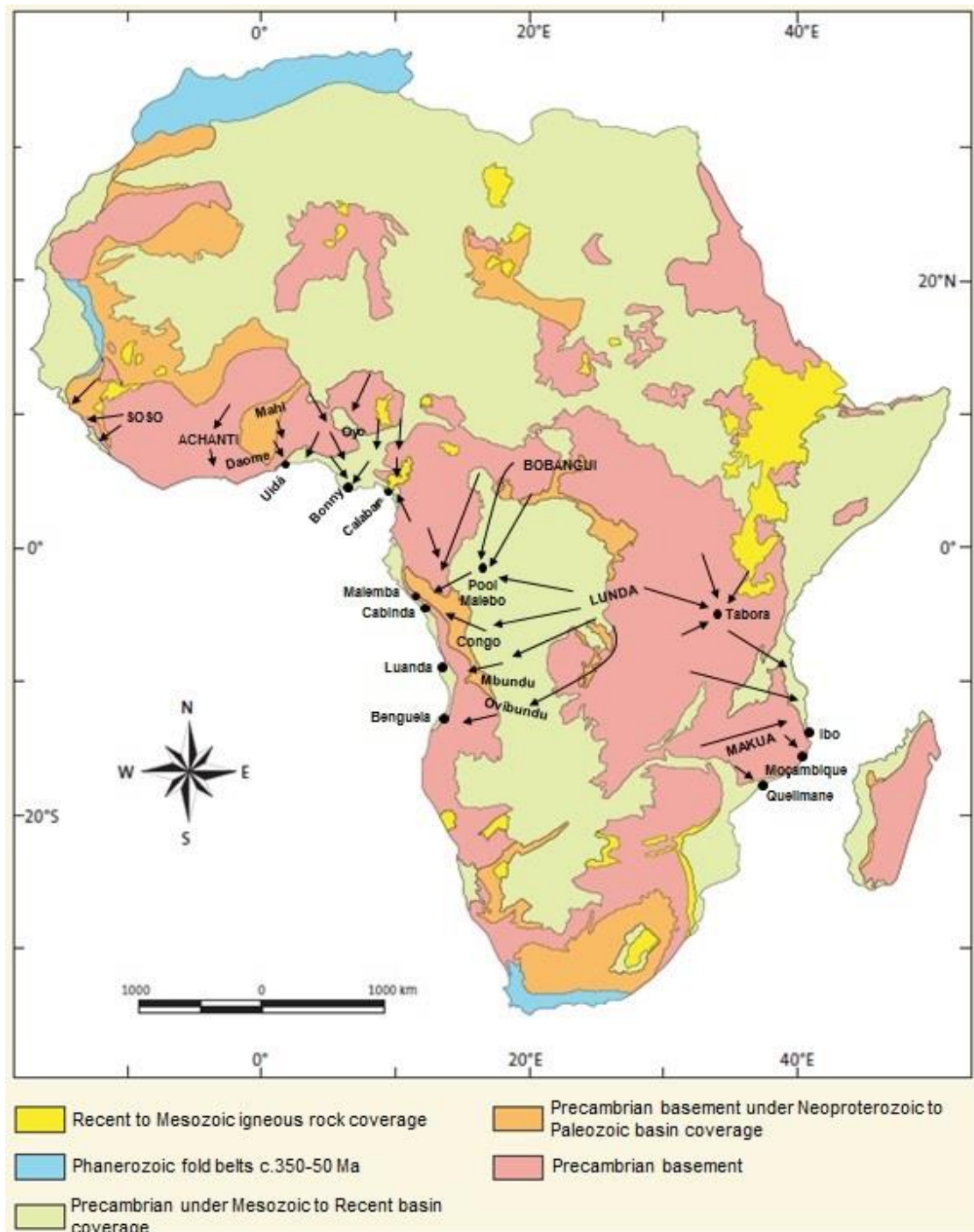


Figura 3.13 Mapa adaptado da geologia simplificada da África (Schlüter 2006), com principais rotas de escravos durante os séculos XVIII e XIX segundo J.E. Inikori (Ogot 2010).

Os demais indivíduos analisados, aqueles com valores de estrôncio intermediário, também podem ter uma origem bastante diversificada no continente. Uma grande fração de área de captura de cativos, que inclui parte da Nigéria, Congo, Angola e Moçambique é coberta por bacias que vão do Mesozoico ao Cenozoico. Estas regiões

podem fornecer razões de estrôncio compatíveis com esses indivíduos (Schlüter 2006). Apesar de pouco provável, não podemos descartar a possibilidade de que alguns africanos escravizados, capturados durante os séculos XVIII e XIX, teriam habitado regiões costeiras na África. O estrôncio presente na água do mar atual apresenta um  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de 0.70918, e influencia o estrôncio de indivíduos que se alimentam de recursos marinhos, ou que obtêm seus recursos em locais relacionados a sedimentos marinhos (Faure 1986, Wright, 2004). Os indivíduos P10, P17, P28 e S31 apresentam valores próximos aos obtidos para o oceano, além de possuírem o  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita pouco negativo, compatível com uma dieta rica em recursos marinhos. Tais valores apontam a possibilidade desses indivíduos terem habitado o litoral do continente africano.

Comparando os resultados de estrôncio dos indivíduos sepultados nos Pretos Novos e Catedral da Sé com africanos escravizados sepultados no African Burial Ground na cidade de Nova Iorque (Goodman *et al.* 2004), Colonial Campeche no México (Price *et al.* 2006), Newton Plantation em Barbados (Schroeder *et al.*, 2009) e na ilha de St. Maarten (Schroeder *et al.* 2012) (Figura 3.14), observamos o mesmo padrão de grande variedade de origens. Assim como ocorreu em Salvador, as regiões do Caribe, México e Estados Unidos receberam uma maior proporção de escravos da África Ocidental (Eltis e Richardson 2010) e, com isso, valores similares de estrôncio seriam esperados entre africanos escravizados sepultados nestes locais. É possível, no entanto, que as razões de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  mais elevadas, como as encontradas nos indivíduos sepultados no Pretos Novos P3 e P11, sejam incomuns na porção Ocidental da África, estando presentes em rochas mais antigas, como as encontradas no Craton do Congo (Schlüter 2006) e, conseqüentemente, mais frequentes em africanos escravizados que aportaram no Rio de Janeiro.

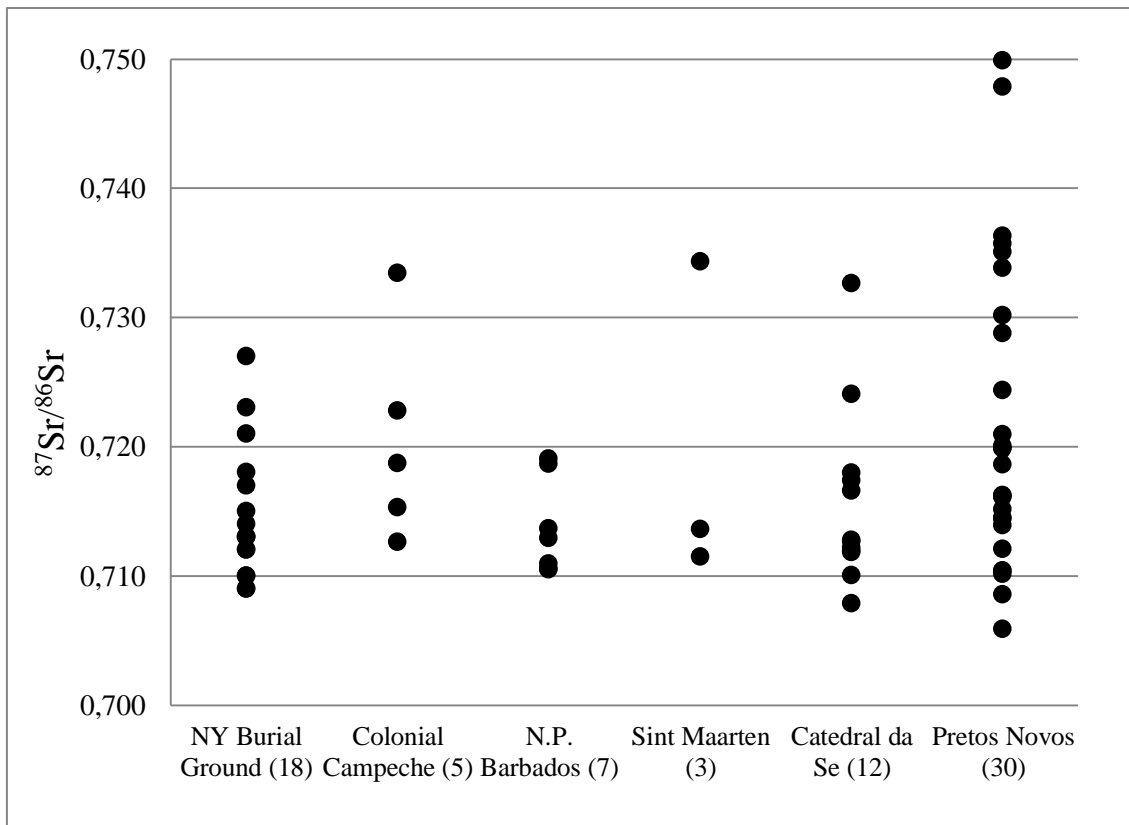


Figura 3.14: Comparação da razão isotópica de estrôncio de esmalte dentário de indivíduos identificados como possíveis africanos no New York Burial Ground, Estados Unidos (Goodman *et al.*, 2004); no sítio Colonial Campeche, no México (Price *et al.*, 2006); Newton Plantation, em Barbados (Schroeder *et al.*, 2009) e; na ilha de St. Maarten (Schroeder *et al.* 2012), com os resultados obtidos para o Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro e Cemitério da Catedral da Sé, em Salvador.

Ao observar a grande variedade de origens encontrada nos Cemitérios dos Pretos Novos e Antiga Catedral da Sé, era esperado que os indivíduos analisados também apresentassem uma dieta diversa. Os resultados obtidos de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita e o  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno sugerem diferentes perfis alimentares para estes africanos, enquanto estariam habitando o continente de origem. Dentre os principais alimentos C3 cultivados na África durante o período do tráfico transatlântico, destacam-se diversos tipos de inhames (*Dioscorea rotundata*, *D. cayenensis* e *D. alata*), arroz (*Oryza sativa* e *Oryza glaberrima*) e mandioca (*Manihot esculenta*), que foi trazida das Américas pelos portugueses no século XVII. As principais fontes de energia C4 cultivadas no continente Africano são o sorgo (*Sorghum bicolor*), algumas espécies de milheto (*Eleusine coracana* e *Pennisetum glaucum*) e o milho (*Zea mays*), trazido das Américas

por europeus durante o século XVI. (Ogundele 2007, Ogot 2010, National Research Council 1996).

Esses principais cultivos na África não estariam presentes na dieta de todos os povos que habitavam o continente. Plantas como o arroz eram plantadas principalmente ao longo da costa Oeste da África Ocidental, na região da Senegâmbia, região que pouco forneceu escravos para o Rio de Janeiro e Salvador durante os séculos XVIII e XIX. Povos como os Akan, Yoruba e Igbo, que ocupavam o Gana, Nigéria e Camarões tinham preferência por inhames, enquanto na região do Sahel, mais ao interior da região ocidental do continente, povos Fulani e Hausa cultivam principalmente o sorgo e milho (Ogot 2010, Stahl 1999, Ogundele 2007). A mandioca e o milho foram amplamente cultivados por povos tanto da África Ocidental como da Central Atlântica, tornando-se os principais cultivos, inclusive, em regiões bem ao interior do continente, como as habitadas pelo império Lunda (Isichei, 1997). Mesmo após a introdução da mandioca e o milho, diversos grupos da África Bantu continuaram a cultivar plantas nativas como inhames, sorgo e milho (Ogot 2010).

Os resultados de isótopos de nitrogênio do colágeno da dentina indicam que a maior parte dos Africanos analisados no presente estudo teriam uma alimentação principalmente voltada para recursos vegetais durante a infância. No total, 70% dos indivíduos dos dois sítios apresentaram baixos valores de  $\delta^{15}\text{N}$ , indicando uma dieta proteica rica em plantas. Dentre os demais, 20% estariam consumindo alguma proteína de origem animal, enquanto 10% teriam uma dieta proteica rica em alimentos de alto nível trófico, provavelmente peixes de água doce, visto que o  $\delta^{13}\text{C}$  desses indivíduos é bastante negativo, e consequentemente não compatível com uma dieta marinha.

Os dados de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte indicam que 53% dos indivíduos analisados dos Pretos Novos estariam consumindo principalmente recursos C3 como inhames e mandioca, enquanto apenas um da Sé teria uma dieta baseada nestes alimentos. Somando os dois sítios, observa-se que cerca de 60% dos indivíduos estariam ingerindo recursos C4 como milho, sorgo e milho em grande quantidade. Alguns também poderiam estar consumindo recursos marinhos, principalmente aqueles que apresentam razões de estrôncio próximas à obtida nos oceanos (0.70918). Os dados de  $\delta^{13}\text{C}$  do esmalte e o da dentina separam um grupo de dez indivíduos do Cemitério da Sé dos demais que consumiam mais recursos C4. Estes resultados sugerem algum tipo de especificidade alimentar, e poderia ter alguma relação com uma origem geográfica mais específica no continente Africano, provavelmente na África Ocidental, visto que esta

região forneceu muitos cativos para Salvador e um número insignificante para o Rio de Janeiro.

Os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina de Schroeder *et al.* (2009) e Price *et al.* (2012), relacionados aos supostos africanos escravizados sepultados em Barbados e no México, respectivamente, também apontam para uma dieta baseada em plantas C3 e C4 e baixo consumo de carne, com poucos indivíduos com  $\delta^{15}\text{N}$  acima da casa dos 10‰.

### 3.3.9 Conclusões

Por se tratar de uma área de captura tão extensa no continente africano, as análises isotópicas não foram capazes de determinar uma origem ou uma dieta específica para os africanos escravizados sepultados nos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé. A grande variedade na história geológica do continente impossibilita a distinção entre africanos que teriam vindo da África Central Atlântica, da África Ocidental, ou mesmo da África Oriental, a partir de isótopos de estrôncio, pois ocorre uma sobreposição de valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  entre as regiões (Price *et al.* 2012). A variedade de povos africanos envolvidos no tráfico transatlântico também dificulta uma determinação específica dos gêneros alimentícios mais consumidos a partir de isótopos de carbono e nitrogênio.

As análises multi-isotópicas realizadas nesse estudo puderam, no entanto, apontar a existência de uma grande diversidade de origem geográfica para os 30 indivíduos escavados do Cemitério dos Pretos Novos e 12 da Catedral da Sé, além de identificar alguns indivíduos que poderiam ter vindo de uma mesma região. Os resultados desse estudo sugerem que a maioria dos indivíduos dos dois cemitérios tiveram uma dieta altamente dependente de vegetais, resultados compatíveis com grupos horticultores. As análises também foram capazes de distinguir indivíduos que tiveram uma alimentação mais voltada para tubérculos como os inhames e mandioca, daqueles que estariam consumindo principalmente plantas como o sorgo, milheto e milho.

## Parte IV - Outras observações dos estudos isotópicos e conclusões

### 4.1 Comparando valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos quatro sítios

As quatro séries esqueléticas analisadas nesse estudo representam dois momentos completamente distintos da história do Brasil. As séries escavadas dos sítios Forte Marechal Luz e Praia da Tapera estão relacionadas aos grupos pescadores-caçadores-coletores do litoral sul, que habitaram o Brasil antes da chegada dos europeus às Américas. Já as ossadas analisadas dos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé de Salvador, estas estão relacionadas a africanos que morreram em solo Brasileiro, em um período marcado pelo uso de mão escrava africana, principalmente para a exploração mineral e produção de *commodities*, como cana de açúcar e café para o mercado europeu.

Ao comparar os valores de isótopos de estrôncio dos quatro sítios analisados (figura 4.1), é possível observar dois padrões bem claros: O primeiro padrão encontrado seria dos indivíduos dos dois cemitérios de africanos, em que se nota uma altíssima variação nos valores das razões isotópicas. O segundo padrão seria o das pequenas variações nos valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , que é o caso dos indivíduos sepultados nos sítios pré-colombianos do litoral de Santa Catarina. Usando os valores de estrôncio dos Pretos Novos como referência, a variação observada na Catedral da Sé corresponde a 56,34% do total observado nos Pretos Novos, o Forte Marechal Luz corresponde a 6,89%, e o Tapera 5,49%. Além do tamanho da variação nos valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , deve-se levar em conta também a distribuição dos valores. Mesmo com grande variação nos Pretos Novos, observa-se que existem indivíduos em diversas faixas de valores de estrôncio, o que corresponderia a origens geográficas distintas.

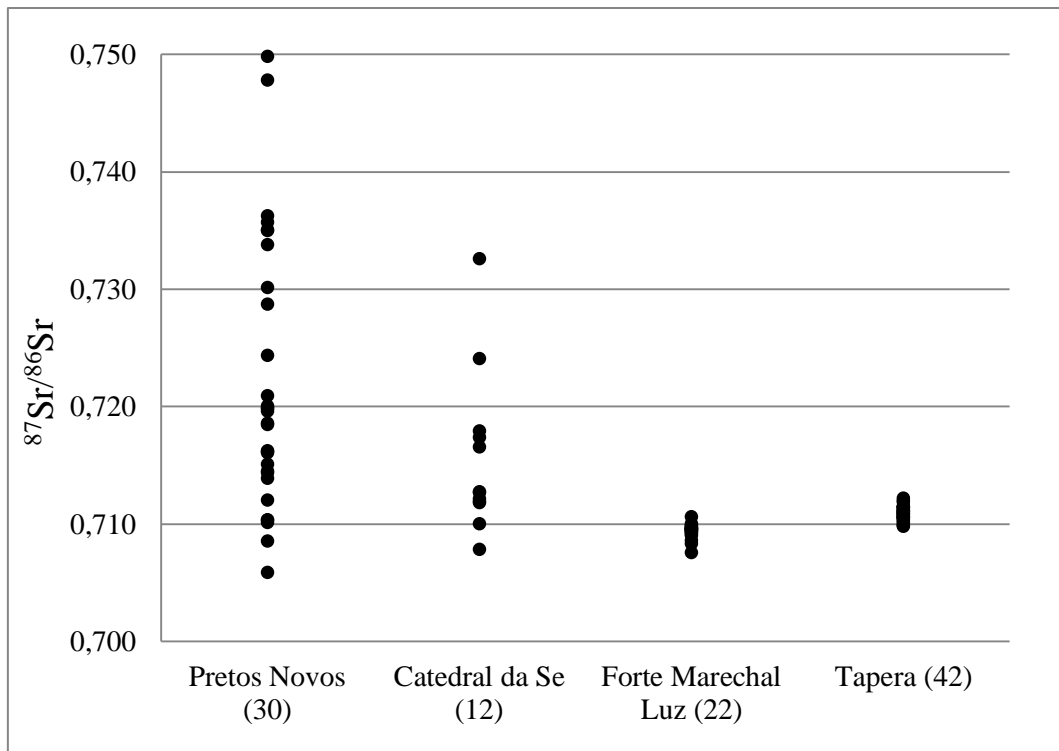


Figura 4.1: Comparação entre os valores obtidos de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  do esmalte dentário dos indivíduos dos quatro sítios estudados.

Por mais diversificada que pudesse ser a origem dos povos pré-históricos do litoral sul, esta nunca se compararia a dos Africanos escravizados que vieram ao Brasil. A origem geográfica dos indivíduos do Tapera e Forte Marechal Luz seria restrita a uma região que compreende algumas poucas centenas de quilômetros e estaria determinada pelos meios de locomoção desses grupos, que seriam embarcações simples e deslocamento a pé. Além dos meios de locomoção, as redes de contato entre estes povos e os demais da região também exerceriam influências na mobilidade e na origem geográfica dos indivíduos sepultados nesses dois sítios.

No caso dos indivíduos sepultados nos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé de Salvador, a diversidade de origens geográficas seria em uma escala continental, promovida pelo modelo econômico mercantilista e pelos avanços tecnológicos na área de navegação ocorridos naquele período. Esta soma de fatores trouxe como consequência a criação de um sistema complexo de produção de mão de obra escrava, que abrangeu três macrorregiões do continente africano (África Ocidental, África Central Atlântica e África Oriental), promovendo caçadas e guerras para captura de africanos dentro do continente, uma rede de transporte dos indivíduos capturados do interior para os portos Africanos e, por fim, uma rede de transporte transatlântica que



tinha como destino os mercados de escravos nas Américas (Florentino 2002, Klein e Luna 2010, Lovejoy 2011).

É relevante mencionar que os resultados de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  obtidos para os africanos foram bastante surpreendentes, visto que o número de indivíduos analisados foi relativamente pequeno, 30 do cemitério dos Pretos Novos e 12 do cemitério da Catedral da Sé.

#### 4.2 Isótopos de estrôncio do Tapera e Forte Marechal Luz

Os resultados isotópicos dos sítios Praia da Tapera e Forte Marechal Luz indicam que todos os indivíduos teriam habitado regiões litorâneas durante o período de formação dos dentes analisados, ou seja, durante a infância. Apesar dos dois sítios estarem no litoral do estado de Santa Catarina, distando 170 km um do outro, observa-se que ocorre uma diferença entre os resultados de estrôncio, de modo que os habitantes do Forte Marechal Luz tendem a ter valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  mais baixos (média de 0.7096) que os do Tapera (média de 0.7108), mesmo excluindo os valores dos três indivíduos supostamente não locais do Forte Marechal Luz (figura 4.2).

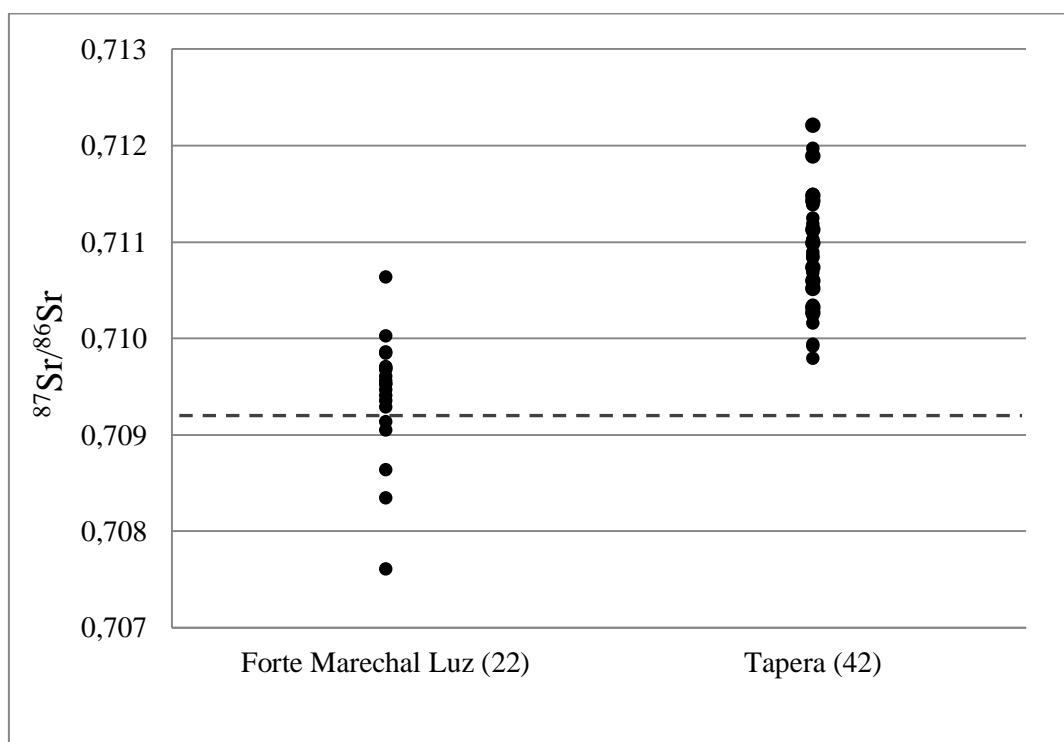


Figura 4.2: Razão de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  dos indivíduos sepultados nos sítios Forte Marechal Luz e Tapera. Valor do  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  da água do mar em linha tracejada.

A diferença entre os valores de estrôncio nos dois sítios provavelmente teria alguma relação com as diferenças geológicas das ilhas de Santa Catarina e ilha São Francisco do Sul, onde se encontram os sítios Praia da Tapera e Forte Marechal Luz, respectivamente. Enquanto a ilha de Santa Catarina é formada principalmente por granitos foliados do período Neoproterozóico (Perrota *et al.* 2004), a ilha São Francisco do Sul é formada basicamente por depósitos marinhos (Higashi *et al.* 2001), com razões isotópicas similares à razão obtida para os oceanos, que é de 0,7092 (Faure 1986, Wright 2005). Ver mapas (figuras 2.2 e 2.10).

Diferenças alimentares entre os indivíduos dos dois sítios também poderiam ter alguma pequena influência nos resultados de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ . No entanto, esta influência não explicaria sozinha as diferenças observadas entre os sítios, visto que, de acordo com os resultados de isótopos de carbono e nitrogênio, os indivíduos de Tapera teriam uma dieta mais rica em alimentos marinhos do que os indivíduos do Forte Marechal Luz. Caso a dieta fosse o motivo das diferenças no estrôncio, as razões no Tapera deveriam ser menores do que as encontradas no Forte Marechal Luz, e não o contrário.

De todo modo, podemos concluir que existem diferenças nas razões de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  dos indivíduos destes sítios do litoral de Santa Catarina. Este resultado descarta a hipótese de que estas populações, que teriam uma forte ingestão de alimentos de origem marinha, apresentariam necessariamente razões de estrôncio fortemente influenciadas pela assinatura de estrôncio do mar.

Os dados de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  desses dois sítios devem servir como estímulo para a continuidade de pesquisas relacionadas à mobilidade geográfica de povos pretéritos do litoral do Brasil a partir de análises isotópicas. Futuros trabalhos na área podem trazer mais informações sobre as relações entre os grupos costeiros que habitaram o sul do Brasil antes da chegada dos europeus, além de poder identificar indivíduos originados do planalto dentre os sepultados nos sítios litorâneos.

#### **4.3 Análises de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ usando LA-MC-ICP-MS em esmalte dentário**

Com intuito de desenvolver pesquisas de isótopos de estrôncio minimizando a destruição de material arqueológico, foram feitos testes em esmalte dentário a partir do método de ablação a laser acoplado ao MC-ICP-MS do laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília.

Além de produzir um pequeno dano nas amostras, o método de ablação a laser traz como vantagens, quando comparado o método em solução, realizar análises pontuais e gerar resultados mais rapidamente. Este método viabiliza, por exemplo, pesquisas em que é preciso gerar um grande número de medidas isotópicas, ou então quando se tem interesse em analisar amostras muito pequenas. Como principal desvantagem, as medidas de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  por ablação a laser podem ser pouco precisas e acuradas, visto que ossos e dentes apresentam baixa concentração de Sr para gerar um bom sinal no espectrômetro de massas, assim como não é possível remover quimicamente potenciais interferentes isobáricos. Enquanto a precisão das medidas de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  em amostras em solução usando um MC-ICP-MS é na quinta casa decimal, estudos em dentes usando LA-MC-ICP-MS apontam uma precisão na terceira ou quarta casa decimal (Copeland *et al.* 2010, Horstwood *et al.* 2008, Woodhead *et al.* 2005).

Para o teste foram analisados nove fragmentos de esmalte dentário de três indivíduos (T12, T39 e T41) do sítio Tapera, os fragmentos de esmalte coletados foram retirados das mesmas regiões da coroa dentária em que foram retiradas as amostras para análises em solução. Os fragmentos foram previamente limpos mecanicamente e submersos em ácido acético 0.5M por duas horas, após enxaguados e secos foram fixados em um mount. As amostras foram analisadas em um New Wave UP-213 acoplado a um MC-ICP-MS Neptune da Thermo Scientific. Cada bloco realizou 360 ciclos, foi feito um raster operando a  $65\mu$ , com 80% de energia e 10 Hz de frequência. A figura 4.3 apresenta uma imagem do mount com os fragmentos de esmalte dentário e imagem de microscopia eletrônica de varredura em modo biológico de três fragmentos após a análise com laser.

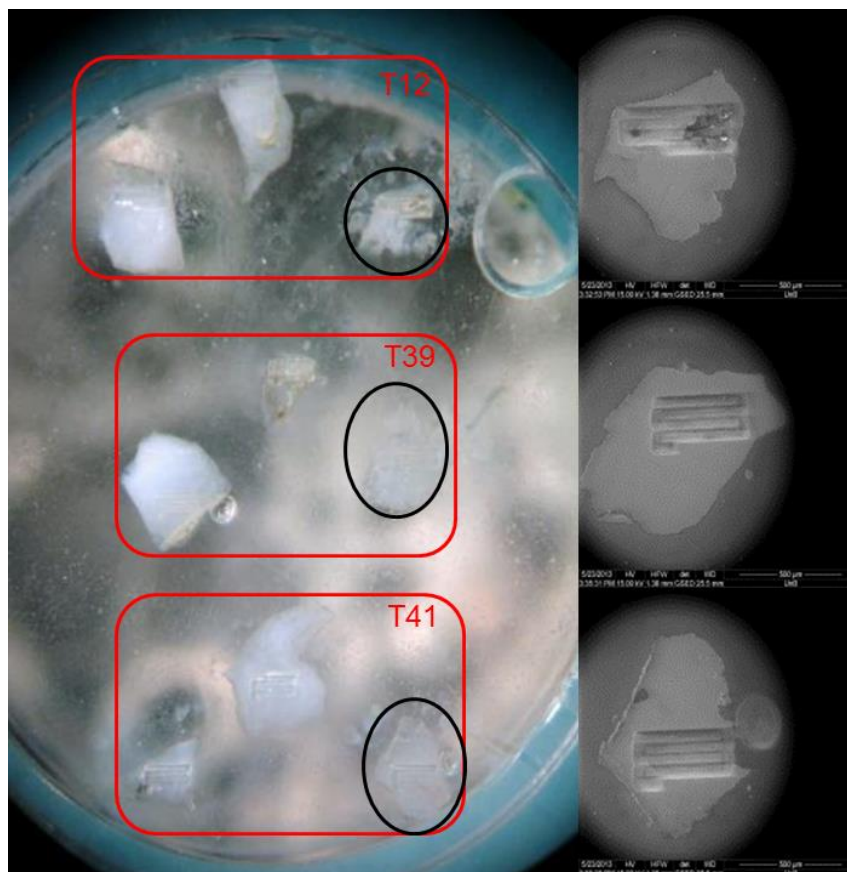


Figura 4.3: Mount à esquerda com fragmentos de esmalte dentário dos indivíduos T12, T39 e T41 do Sítio Tapera. À direita imagens geradas em MEV (modo biológico) dos fragmentos de esmalte evidenciados com círculo preto.

Tabela 4.1: Valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  dos fragmentos de esmalte dentário dos indivíduos T12, T39 e T41 com ablação a laser e solução em um MC-ICP-MS.

Nr Laboratório	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$		
	Laser	Média Laser	Solução
T12	$0,71219 \pm 5 \times 10^{-5}$	0,71237	$0,71112 \pm 1 \times 10^{-5}$
	$0,71239 \pm 4 \times 10^{-5}$		
	$0,71252 \pm 4 \times 10^{-5}$		
T39	$0,71361 \pm 5 \times 10^{-5}$	0,71324	$0,71197 \pm 2 \times 10^{-5}$
	$0,71223 \pm 5 \times 10^{-5}$		
	$0,71388 \pm 6 \times 10^{-5}$		
T41	$0,71059 \pm 3 \times 10^{-5}$	0,71054	$0,70991 \pm 2 \times 10^{-5}$
	$0,71028 \pm 4 \times 10^{-5}$		
	$0,71075 \pm 3 \times 10^{-5}$		

As análises com laser apresentaram valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  mais elevados que as amostras em solução (tabela 4.1). A diferença entre a média dos valores de laser e

solução dos indivíduos T12 e T39 chegou a terceira casa decimal (0,0012 e 0,0013), e foi menor no indivíduo T41 (0,0006). Esta diferença na terceira casa decimal pode ser considerada grande em estudos em que a variação de estrôncio local é pequena, como no caso do sítio Forte Marechal Luz e do próprio Tapera. A discrepância entre os valores de laser e de solução do indivíduo T39 corresponde a 58% de toda a variação observada nos 42 indivíduos analisados por solução no Tapera. Nos casos em que a variação no  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  dos indivíduos é grande, como nos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé de Salvador, esta diferença torna-se menos significativa.

Os valores mais altos encontrados nos resultados de ablação a laser ocorrem por conta de interferentes isobáricos, como o  $^{87}\text{Rb}$ . Este interferente é geralmente removido em métodos de solução utilizando uma coluna de troca iônica. Outro importante interferente é o isóbaro poliatômico  $^{40}\text{Ca} - ^{31}\text{P} - ^{16}\text{O}$ , formado pelo laser em amostras que possuem fosfato de cálcio, como ossos e dentes (Horstwood *et al.* 2008). Estes isóbaros aumentam o sinal da massa 87 nos detectores do espectrômetro de massa, aumentando os valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ .

Apesar da baixa acurácia obtida nos resultados desse estudo, a alta correlação entre os valores de solução e de laser indica que as análises das amostras de esmalte dos três indivíduos do Tapera apresentaram uma boa precisão, com  $R^2 = 99,92\%$ . A boa correlação observada na figura 4.4 sugere a possibilidade de se aplicar uma correção nos resultados de laser em esmalte dentário, no entanto, para que se possa realizar esta correção, deve-se antes confirmar se a dimensão do desvio dos resultados de laser são reproduzidos em futuros testes.

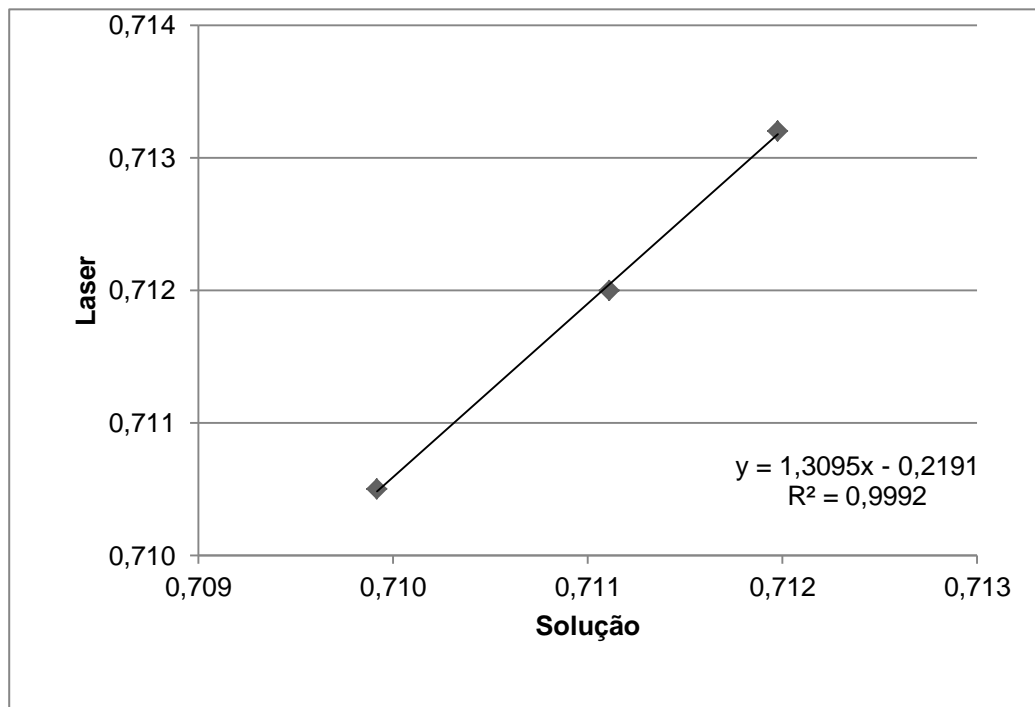


Figura 4.4: Valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  pelo método de solução e ablação a laser dos indivíduos T12, T39 e T41.

#### 4.4 Isótopos de oxigênio

Isótopos de oxigênio têm sido usados em alguns estudos de mobilidade humana junto com o estrôncio. O oxigênio presente do carbonato e fosfato da apatita está relacionado com a água ingerida pelo indivíduo. A água, por sua vez, está associada à composição isotópica da água da chuva local, sendo que esta tende a variar regionalmente em função da latitude, altitude e distância do mar (Luz *et al.* 1984, Gat 1996, Daux *et al.* 2008). A tabela 4.2 apresenta os valores de  $\delta^{18}\text{O}$  dos quatro sítios.

Tabela 4.2: Valores de  $\delta^{18}\text{O}$  da apatita do esmalte dos indivíduos analisados dos quatro sítios.

Pretos Novos		Se		Forte Marechal Luz		Tapera	
Lab ID	$\delta^{18}\text{O}$	Lab ID	$\delta^{18}\text{O}$	Lab ID	$\delta^{18}\text{O}$	Lab ID	$\delta^{18}\text{O}$
P1	-3,21 ±0,01	S26	-4,15±0,01	F2	-3,60 ±0,03	T2	-3,44 ±0,02
P2	-2,71 ±0,03	S31	-3,85±0,01	F5	-4,06 ±0,01	T4	-4,75 ±0,02
P3	-4,22 ±0,01	S93	-4,66±0,01	F6	-5,06 ±0,08	T11	-5,33 ±0,01
P4	-5,46 ±0,03	S102	-3,31±0,02	F11	-3,74 ±0,07	T12	-4,88 ±0,03
P5	-2,21 ±0,04	S122	-3,43±0,03	F11B	-4,79 ±0,06	T14	-6,01 ±0,02
P6	-4,63 ±0,02	S136	-3,80±0,03	F18	-4,20 ±0,01	T16	-3,83 ±0,02
P7	-2,79 ±0,02	S163	-3,83±0,02	F19	-2,84 ±0,01	T18	-4,04 ±0,03
P8	-3,88 ±0,02	S220	-3,71 ±0,02	F20	-2,02 ±0,01	T19	-4,39 ±0,01
P9	-4,61 ±0,01	S230	-3,23±0,02	F23	-4,99 ±0,01	T20	-4,84 ±0,03
P10	-4,45 ±0,01	S251	-3,78±0,01	F26	-4,11 ±0,04	T23	-5,04 ±0,02
P11	-2,67 ±0,02	S261	-3,29±0,01	F27	-3,26 ±0,04	T28	-5,80 ±0,03
P12	-3,72 ±0,01	S280	-2,82 ±0,03	F35	-5,52 ±0,02	T31	-5,19 ±0,01
P13	-5,10 ±0,02			F36	-4,70 ±0,02	T32	-5,59 ±0,03
P14	-5,21 ±0,01			F37	-3,20 ±0,02	T34	-4,16 ±0,03
P15	-3,49 ±0,01			F38	-4,43 ±0,02	T35	-4,02 ±0,03
P16	-3,66 ±0,02			F39	-3,22 ±0,08	T39	-4,55 ±0,02
P17	-3,57 ±0,01			F43	-4,03 ±0,05	T41	-4,82 ±0,02
P18	-4,17 ±0,01			F48	-3,69 ±0,04	T42	-5,85 ±0,02
P19	-4,44±0,01			F50	-4,56 ±0,08	T56A	-4,56 ±0,01
P20	-3,71 ±0,01			F55	-4,61 ±0,01	T63	-4,66 ±0,01
P21	-2,95±0,01			F56	-4,20 ±0,01	T66	-4,02 ±0,02
P22	-2,39 ±0,05					T72	-4,44 ±0,02
P23	-4,20 ±0,02					T73	-4,87 ±0,02
P24	-3,32 ±0,01					T97	-4,81 ±0,02
P25	-4,00 ±0,03					T98	-5,74 ±0,02
P27	-3,50 ±0,01					T100	-5,61 ±0,02
P28	-4,24 ±0,01					T107	-4,45 ±0,04
P29	-4,65±0,02					T115	-4,74 ±0,01
P30	-1,26 ±0,01					T117	-3,72 ±0,02
P31	-1,66 ±0,01					T119	-5,40 ±0,02
						T122	-4,87 ±0,01
						T125	-5,26 ±0,02
						T131	-3,91 ±0,02
						T146	-4,57 ±0,04
						T150	-5,83 ±0,02
						T152	-4,02 ±0,02
						T156	-5,60 ±0,02
						T158	-5,34 ±0,01
						T166	-3,63 ±0,01
						T167	-4,19 ±0,01
						T169	-4,54 ±0,02

Os resultados de  $\delta^{18}\text{O}$  dos indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos variou de -5,4‰ a -1,2‰; os da Sé de Salvador de -4,1‰ a -2,8‰. No sítio Forte Marechal Luz o  $\delta^{18}\text{O}$  variou entre -5,5‰ a -2,0‰, o Tapera de -6,0‰ a -3,4‰. Ao comparar os sítios, a variação encontrada no  $\delta^{18}\text{O}$  dos indivíduos da Se corresponde a 31% da obtida dos Pretos Novos. A variação do Forte Marechal Luz e Tapera foi de 83,3% e 62% do total obtido nos Pretos Novos, respectivamente. A figura 4.5 apresenta a variação dos valores de  $\delta^{18}\text{O}$  do esmalte dentário dos indivíduos analisados.

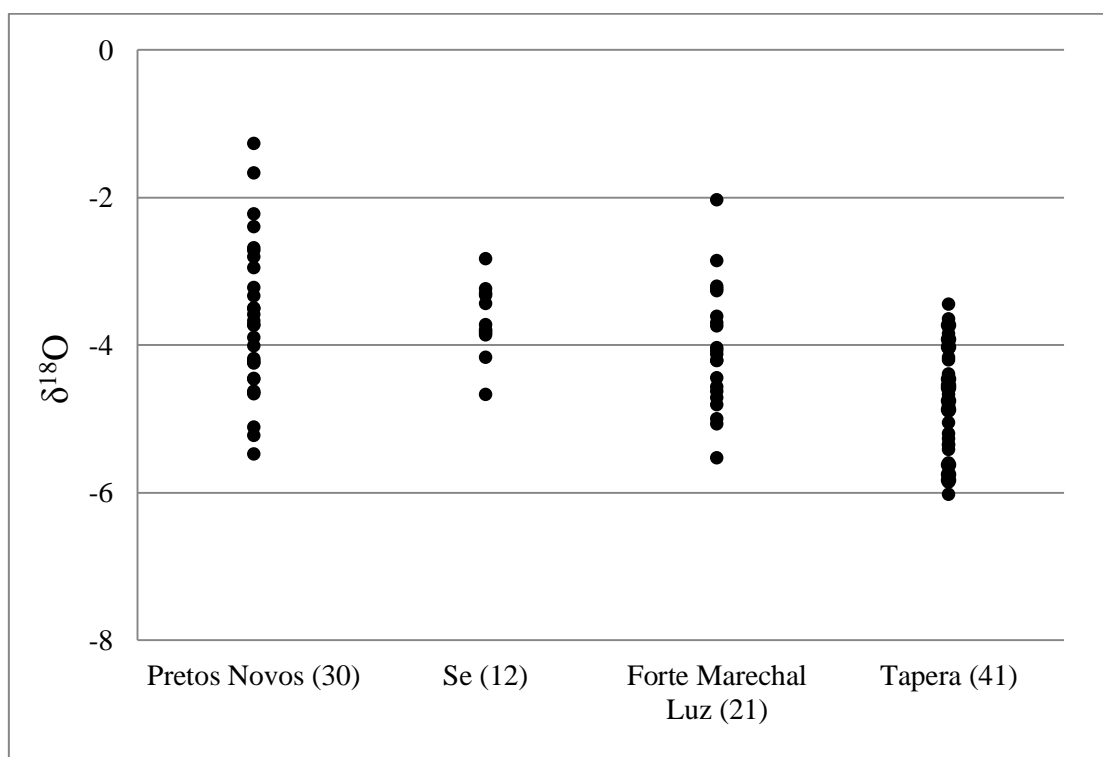


Figura 4.5: Valores de  $\delta^{18}\text{O}$  do esmalte dentário dos indivíduos sepultados nos quatro sítios estudados.

Partindo do princípio de que o  $\delta^{18}\text{O}$  da apatita de esmalte dentário seria um indicador de origem geográfica, os resultados obtidos nos sítios Forte Marechal Luz e Tapera apresentaram variação muito maior do que o esperado, visto que os indivíduos sepultados nestes sítios tiveram uma origem geográfica muito menos diversificada que aqueles sepultados nos cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé. Usando como exemplo os valores obtidos no Forte Marechal Luz, enquanto a variação nos isótopos de estrôncio corresponde a 6,9% da variação obtida nos indivíduos dos Pretos Novos, no caso do  $\delta^{18}\text{O}$  a variação corresponde a 83,3%. A figura 4.6 ilustra o contraste entre a variação nos valores de  $\delta^{18}\text{O}$  e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  das quatro séries estudadas.



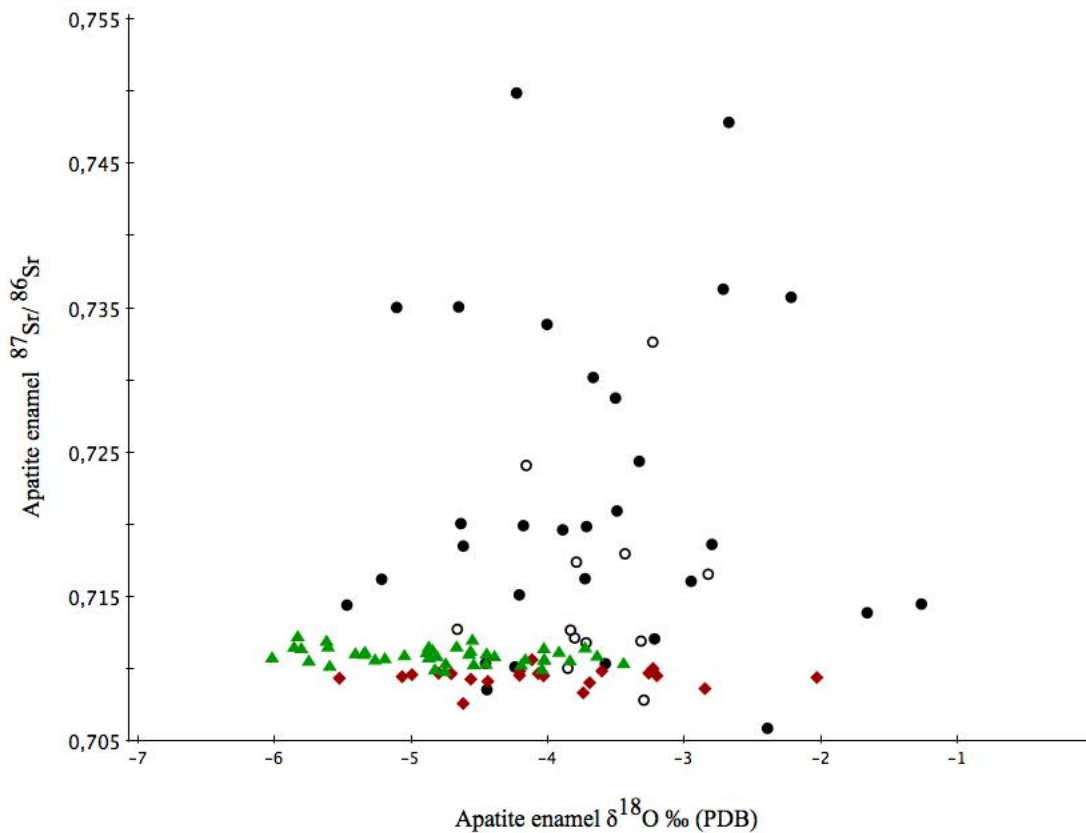


Figura 4.6: Valores de  $\delta^{18}\text{O}$  e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  dos quatro sítio estudados. Círculo preto: indivíduos do Cemitério dos Pretos Novos. Circulo branco: indivíduos da Catedral da Sé e Salvador. Losango vermelho: indivíduos do Forte Marechal Luz. Triângulo verde: indivíduos do Tapera.

Price *et al.* (2012) realizaram análises de isótopos de estrôncio e oxigênio em esmalte dentário de africanos, europeus e nativos sepultados em um cemitério no Campeche, México. Neste estudo, os autores encontraram uma grande variação nos resultados de  $\delta^{18}\text{O}$  dos africanos (entre -5‰ a -1‰), e não foram capazes de distingui-los dos europeus (espanhóis) e nativos a partir dos resultados de oxigênio, havendo uma grande sobreposição nos valores dos indivíduos originados nos diferentes locais (figura 4.7). Os autores concluíram que o  $\delta^{18}\text{O}$  falhou em determinar a origem geográfica dos indivíduos.

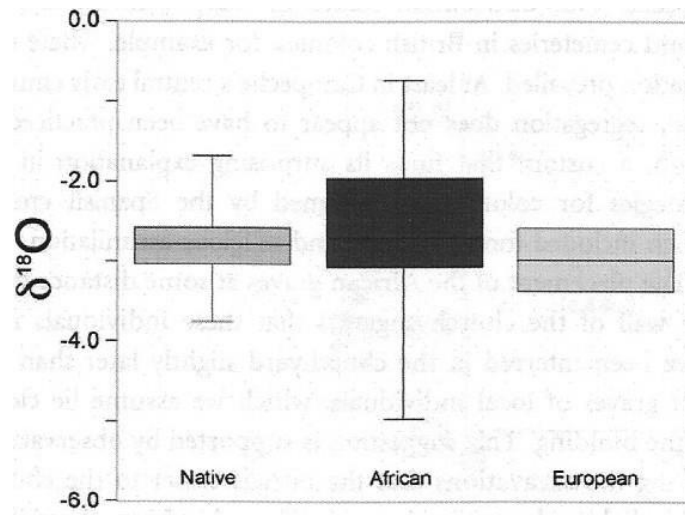


Figura 4.7: Box-plot dos valores de  $\delta^{18}\text{O}$  dos indivíduos sepultados em um cemitério no Campeche, México (Price *et al.* 2012).

O  $\delta^{18}\text{O}$  da água da chuva, principal fonte de oxigênio para a apatita de ossos e dentes de humanos, pode apresentar uma grande variação no valor em função de fatores, tais como sazonalidade e regime anual de chuvas de um determinado local (Rozanski *et al.*, 1993, Price *et al.* 2010). Análises realizadas pela *Global Network of Isotopes Precipitation* da *International Atomic Energy Agency* de amostras de água de chuva, coletadas mensalmente, apontam uma variação anual de 4,92‰ nos valores de  $\delta^{18}\text{O}$  na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul (média no mês de Março de -36,08‰ e média no mês de Setembro -31,90‰, valores em PDB). Na cidade do Rio de Janeiro a variação anual foi de 3,33‰ (média no mês de Janeiro -35,15‰ e média no mês de Setembro -31,81‰, valores em PDB) ([www.iaea.org](http://www.iaea.org)). Os sítios de Praia da Tapera e Forte Marechal Luz encontram-se entre estas duas cidades, e também devem apresentar uma grande variação no  $\delta^{18}\text{O}$  ao longo do ano.

Além da sazonalidade, fatores como efeito reservatório podem influenciar os valores de  $\delta^{18}\text{O}$  significativamente. Este efeito ocorre em lagos, poças e recipientes como potes para armazenar líquidos, em que a evaporação da água discrimina o isótopo mais pesado de oxigênio, aumentando o valor de  $\delta^{18}\text{O}$  da água contida no reservatório. Práticas como ferver a água, cozinhar alimentos e preparação de bebidas também elevam o valor de  $\delta^{18}\text{O}$  (Price *et al.* 2010).

Concluindo, os resultados do presente estudo sugerem que isótopos de oxigênio não seriam confiáveis como identificadores de origem geográfica nas quatro séries esqueléticas analisadas. Nos sítios Praia da Tapera e Forte Marechal Luz, a variação no  $\delta^{18}\text{O}$  seria muito grande e pouco sensível para auxiliar isótopos de estrôncio na identificação de indivíduos não locais. No caso dos cemitérios Catedral da Sé e Pretos Novos, como se trata de indivíduos cuja origem geográfica é desconhecida e podem ter vindo de regiões muito distintas no continente Africano, é pouco provável que se possa estabelecer faixas de variação no  $\delta^{18}\text{O}$  específicas de cada região, sem que haja uma sobreposição significativa nos valores. De todo modo, o uso de isótopos de oxigênio para estudar migração humana ainda é experimental (Price *et al.* 2010).

#### **4.5 Isótopos de carbono e nitrogênio**

Do mesmo modo que ocorreu nos resultados de isótopos de estrôncio, também eram esperadas diferenças entre as dietas dos habitantes pré-históricos do litoral de Santa Catarina e dos Africanos sepultados no Rio e Salvador. As figuras a seguir (figuras 4.8 e 4.9) apresentam os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte e  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina das quatro séries analisadas nesse estudo.

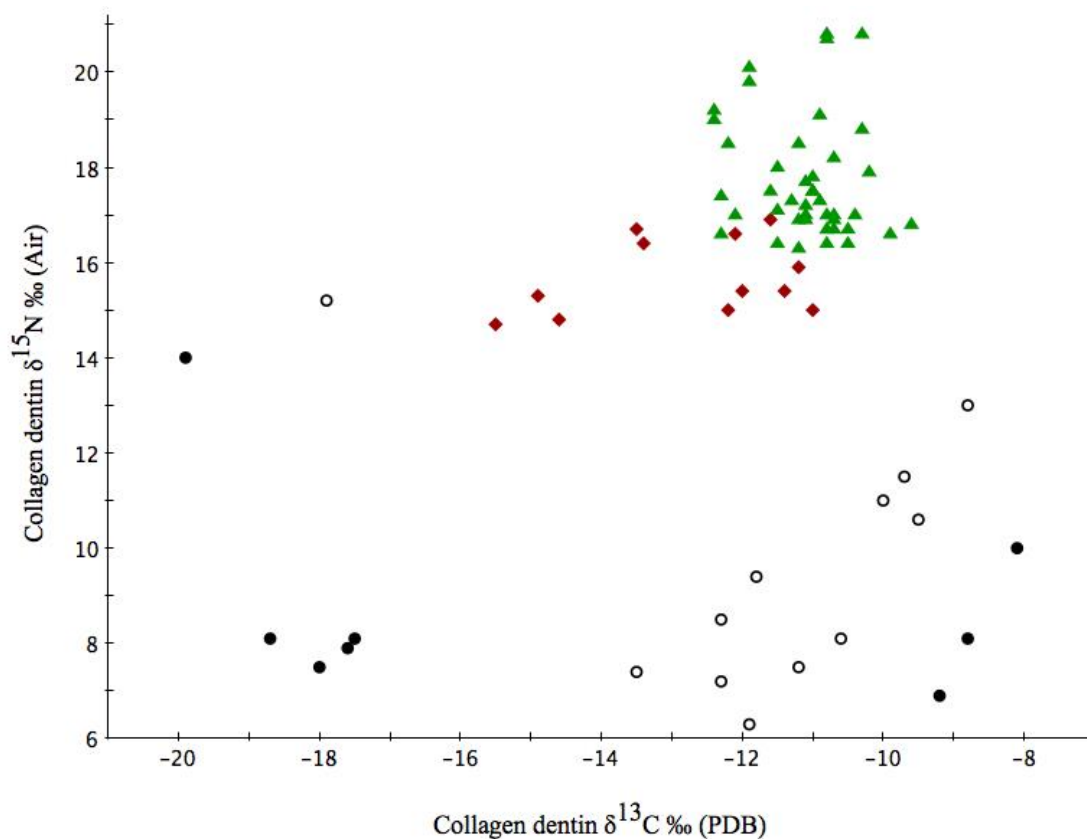


Figura 4.8: Comparação entre os valores obtidos de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno da dentina dos indivíduos dos quatro sítios estudados. Círculo preto: indivíduos do Cemitério dos Pretos Novos. Círculo branco: indivíduos da Catedral da Sé e Salvador. Losango vermelho: indivíduos do Forte Marechal Luz. Triângulo verde: indivíduos do Tapera.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno, relacionados à dieta proteica, separam os indivíduos do litoral sul do Brasil dos Africanos. Enquanto é observado no Forte Marechal Luz e Tapera altos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  e resultados pouco negativos de  $\delta^{13}\text{C}$ , característicos de uma dieta rica em recursos marinhos, 70% dos indivíduos dos Cemitérios dos Pretos Novos e Sé apresentam valores de  $\delta^{15}\text{N}$  baixos, compatíveis com uma alimentação baseada em plantas. Dos demais, 20% possuem um  $\delta^{15}\text{N}$  um pouco mais alto e teriam algum consumo de carne na dieta. Apenas 10% estariam consumindo proteína de alto nível trófico, como peixes, em quantidade significativa. Entretanto, por apresentar  $\delta^{13}\text{C}$  muito negativo, estes peixes provavelmente seriam provenientes de rios e/ou lagos, ambientes onde as fontes de carbono podem apresentar um  $\delta^{13}\text{C}$  bem negativo (Katzenberg e Weber 1999, Yoder 2010).

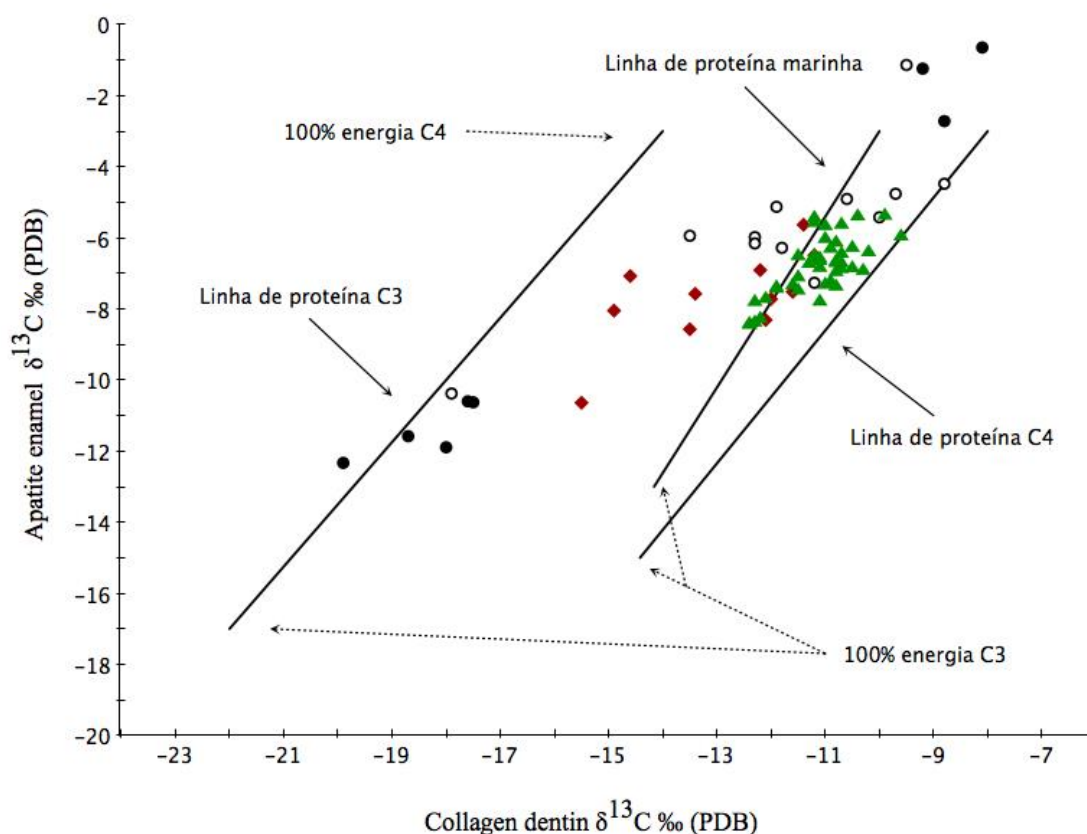


Figura 4.9: Comparação entre os valores obtidos de  $\delta^{13}\text{C}$  do colágeno da dentina com os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita do esmalte dos indivíduos dos quatro sítios estudados, com as linhas de regressão propostas por Kellner e Schoeninger (2007). Círculo preto: indivíduos do Cemitério dos Pretos Novos. Círculo branco: indivíduos da Catedral da Sé e Salvador. Losango vermelho: indivíduos do Forte Marechal Luz. Triângulo verde: indivíduos do Tapera.

Os indivíduos dos Pretos Novos e alguns da Sé apresentam tanto os mais altos como os mais baixos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  das quatro séries estudadas (figura 4.9). Os indivíduos com valores mais negativos teriam uma dieta baseada em plantas C3, já aqueles com resultados mais positivos consumiriam principalmente recursos C4. Os demais dez indivíduos da Sé provavelmente estariam consumindo recursos C4 e talvez alguma quantidade de recursos C3. A sobreposição que ocorre entre os dados de carbono do Tapera com 10 indivíduos da Sé seria provocada por conta da similaridade nos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de alimentos C4 e alimentos marinhos, e não deve ser interpretada como consumo dos mesmos alimentos pelos indivíduos destas duas séries. Vale lembrar que os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  entre estes dois sítios são bem diferentes. No caso do Forte

Marechal Luz, cinco indivíduos apresentam valores que tendem a ser mais negativos, sugerindo uma dieta mista (C3 e C4/marinha), enquanto os demais indivíduos do sítio apresentam valores de isótopos de carbono similares aos dos habitantes do Tapera.

Na figura 4.9 foram acrescentadas as linhas de regressão de proteína C3, C4 e marinha propostas por Kellner e Schoeninger (2007), determinadas a partir de resultados isotópicos de carbono da apatita e do colágeno de fauna experimental. Mesmo não sendo totalmente adequadas para as populações estudadas no presente estudo, as linhas de regressão ilustram as tendências alimentares dos indivíduos sepultados nos quatro sítios, posicionando, por exemplo, um grupo de seis indivíduos dos Pretos Novos e Sé com os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  mais negativos sobre a linha de proteína C3. Os valores mais positivos do estudo encontram-se entre 1-3‰ acima da linha de proteína C4. Kellner e Schoeninger (2007) encontraram valores similares a estes em fauna selvagem africana que se alimentava basicamente de gramíneas C4. Todos os indivíduos analisados do Tapera e alguns do Forte Marechal Luz encontram-se sobre a linha de proteína marinha, próximo a de proteína C4, o que vai ao encontro com os hábitos alimentares destas populações. Os demais indivíduos do Forte Marechal Luz estariam consumindo alimentos com  $\delta^{13}\text{C}$  mais negativo em alguma quantidade, e teriam se distanciando das linhas de regressão. O mesmo parece ter acontecido com uma grande parcela dos indivíduos da Sé.

Concluindo, os resultados de isótopos de carbono e nitrogênio foram capazes de ilustrar as diferenças entre o modo de vida e economia dos indivíduos sepultados nos sítios do litoral sul do Brasil e nos cemitérios do Rio e Salvador. Enquanto os ocupantes do litoral sul brasileiro de cerca de mil anos atrás teriam um modo de vida baseado na pesca, caça e coleta, muitos grupos da África subsaariana durante os séculos XV e XIX estariam obtendo seus alimentos a partir do cultivo de diversos gêneros alimentícios, como inhames, milhetos, sorgo, milho, mandioca e arroz. Outros alimentos autóctones e alóctones foram cultivados na África neste período, mas estes citados desempenharam um importante papel como fonte energética durante o período do tráfico transatlântico (Ogot 2010, Lovejoy 2011).

#### **4.6 Evidências de práticas de higiene oral em indivíduos do Cemitério dos Pretos novos (Artigo publicado Cook *et al.* 2012)**

Durante o processo de identificação e coleta do material do Cemitério dos Pretos Novos, foi observado que vários dentes apresentavam polimento nas superfícies, assim

como recuo de osso periodontal naqueles que ainda se encontravam em conexão com os maxilares. Tais evidências sugerem que indivíduos sepultados no sítio estariam limpando os dentes, provavelmente a partir da mastigação de galhos de plantas específicas ricas em silicatos.

Apesar desta ser uma prática difundida no continente africano, e haver uma grande quantidade de estudos etnográficos, botânicos e médicos sobre o assunto (Almas 1999, Olabanji *et al.* 2007, Odongo *et al.* 2011), não existem publicações sobre o uso histórico da mastigação de galhos para limpeza oral. Os remanescentes de africanos escravizados dos Pretos Novos seriam os primeiros a fornecerem esta evidência.

Dos trinta e dois indivíduos analisados com lupa com zoom de 20X da Edmund Scientific, dezenove apresentaram alto ou médio nível de polimento das superfícies dentais. Oito apresentaram pouco polimento e três indivíduos nenhum polimento. A partir das imagens de microscopia de varredura de baixo vácuo (figura 4.10) é possível observar as evidências de polimento dental em três dentes dos Pretos Novos. As áreas polidas das faces bucais dos dentes (figuras à direita) apresentam linhas do esmalte dentário (perikymatas) apagadas pela prática de mastigação de galhos de plantas ricas em silicatos.

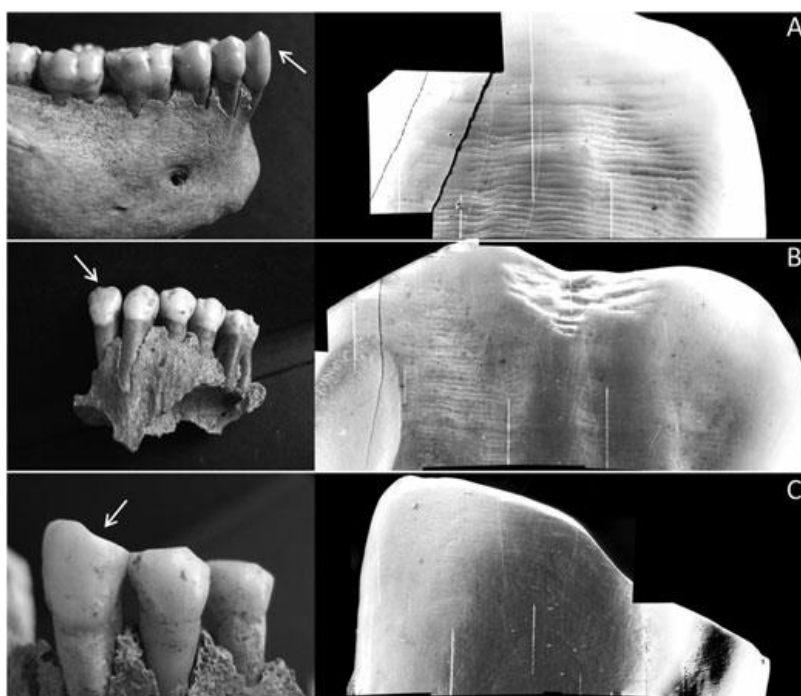


Figura 4.10: Imagens fotográficas (à esquerda) e microscopia eletrônica de varredura (à direita) de três dentes de indivíduos sepultados no Cemitério dos Pretos Novos (Cook *et al.* 2012).

Foi possível cruzar dados de isótopos de onze indivíduos com alto ou médio nível de polimento dental. Os valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  destes indivíduos variaram de 0,70589 a 0,73017, sugerindo que as práticas de higiene oral não estariam restritas a uma região específica na África. Sete indivíduos com evidências de polimento apresentaram  $\delta^{13}\text{C}$  da apatita bem negativo, característico de consumo de recursos C3, e quatro indivíduos com dieta mais voltada para alimentos C4. Apenas dois indivíduos tiveram análises de colágeno feitas (P18 e P23). Os baixos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  sugerem estes dois indivíduos teriam como fonte proteica recursos C3. A tabela 4.3 apresenta os valores isotópicos dos 11 indivíduos com evidência de alto ou médio nível de polimento dental.

Tabela 4.3: Indivíduos com alto ou médio nível de polimento dental.

Nr	Identificação	Sexo	Idade estimada	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\delta^{13}\text{C}$ apatita	$\delta^{13}\text{C}$ colágeno	$\delta^{15}\text{N}$ colágeno
15	M55 (B1)	Fem	Adolescente	$0,72094 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-4,98 \pm 0,01$		
16	M7,8 (B1) M16,20,24	Fem	Adolescente	$0,73017 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-11,44 \pm 0,02$		
18	(B1)	-	Criança	$0,71992 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-10,62 \pm 0,01$	-17,5	8,1
19	M3 (B1)	Masc	Adulto	$0,70857 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-1,39 \pm 0,03$		
21	M1 (B1)	Fem	Adulto Jovem	$0,71607 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-11,31 \pm 0,02$		
22	M19 (B1)	Masc	Adulto Jovem	$0,70589 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-11,10 \pm 0,01$		
23	M34 (B1)	Masc	Adolescente ou adulto jovem	$0,71513 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-11,89 \pm 0,01$	-18,0	7,5
24	M13 (B1)	Fem	Adulto	$0,72437 \pm 2 \times 10^{-5}$	$-9,22 \pm 0,01$		
27	M10 (B4)	Fem	Adolescente	$0,72874 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-12,10 \pm 0,03$		
28	M10 (B1)	Masc	Adulto	$0,71014 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-4,27 \pm 0,03$		
31	M6,8 (B4)	Masc	Adulto Jovem	$0,71389 \pm 1 \times 10^{-5}$	$-2,20 \pm 0,02$		

Não existem evidências de que a prática de higiene oral dos grupos africanos teria continuado após a chegada destes nas Américas. A ausência de conhecimento de plantas específicas para esta finalidade no Novo Mundo seria um possível motivo para o esquecimento desta prática. Suspeita-se que marcas de polimento desapareceriam dos dentes em um curto período de tempo após o abandono da mastigação de plantas ricas em silicatos. Os dados obtidos nesse estudo sugerem que um período de 9 a 18 meses, relativo à captura dos indivíduos no interior do continente africano e transporte para o Rio de Janeiro, não seria suficiente para remover as evidências de polimento encontradas (Cook *et al.* 2012).



## Conclusões

A partir das análises isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  das quatro séries esqueléticas foi possível tirar as seguintes conclusões:

- Todos os indivíduos analisados dos sítios Praia de Tapera e Forte Marechal Luz habitavam a região litorânea durante a infância e não seriam imigrantes da região do planalto da Serra Geral, ou de outro local no interior do sul do Brasil. Estes resultados sugerem que a cerâmica associada a grupos do planalto presente no Tapera e nas camadas mais recentes do Forte Marechal Luz não seria, necessariamente, um indicador de presença de nativos do interior dentre os sepultados nestes sítios litorâneos.
- Os indivíduos do Sítio Forte Marechal Luz, identificados como não locais por análises de estrôncio, apresentam dieta compatível com alto consumo de recursos marinhos e provavelmente vieram de algum lugar do litoral que possua assinatura de estrôncio compatível com os baixos valores obtidos para estes indivíduos, como por exemplo a região de Cananéia, localizada no litoral sul de São Paulo, a pouco mais de 100 km de distância do sítio.
- As diferenças nos valores de estrôncio entre os sexos na Praia da Tapera sugerem que algumas mulheres sepultadas no sítio teriam vindo de outras localidades no litoral, enquanto os homens tenderiam a ser locais. Este resultado sustenta a hipótese de Neves (1988), reforçada por Okumura (2007) e Hubbe *et al.* (2009), de que haveria uma maior variabilidade genética entre as mulheres nessas populações pré-históricas do litoral sul do Brasil, indicando um sistema patrilocal no padrão de residência matrimonial.
- A pesca teria grande importância na dieta dos indivíduos analisados do Forte Marechal Luz e Tapera. No Tapera, as evidências isotópicas apontam para uma dieta altamente dependente de recursos marinhos. Alguns indivíduos apresentam valores de isótopos de nitrogênio compatíveis com grande consumo de animais de alto nível trófico como tubarões, lobo e leão marinho. A caça teria um papel

secundário como fonte de proteínas. Os indivíduos do Forte Marechal Luz também teriam uma dieta rica em recursos marinhos, mas alguns indivíduos apresentam valores de isótopos de carbono mais negativos, o que pode estar sinalizando algum consumo significativo de outros alimentos como plantas e animais terrestres. Os resultados isotópicos indicam a possibilidade de haver mudanças de hábitos alimentares dos indivíduos sepultados no Forte Marechal Luz entre os períodos sem e com cerâmica.

- Os trinta indivíduos analisados do Cemitério dos Pretos Novos e os doze do Cemitério da Catedral da Sé tiveram uma origem geográfica muito diversificada, sendo a diversidade significativamente maior dentre os indivíduos dos Pretos Novos. Tais resultados são compatíveis com os registros históricos sobre o tráfico transatlântico para as cidades do Rio de Janeiro e Salvador durante os séculos XVIII e XIX. As análises isotópicas de estrôncio não foram capazes de determinar uma origem específica no continente Africano, tampouco determinar de qual região da África (Ocidental, Oriental ou Central Atlântica) os indivíduos vieram, visto que a geologia do continente é bastante diversificada, havendo inclusive uma sobreposição de valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  entre tais regiões.
- A maior parte dos indivíduos analisados dos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé teriam uma dieta altamente dependente de recursos vegetais, resultado compatível com grupos cuja subsistência se baseava na agricultura. Também foi possível identificar aqueles que se alimentavam principalmente de recursos C3 como os inhames e a mandioca, daqueles que estariam consumindo mais recursos C4 como o sorgo, milhetos e o milho. Apenas 30% teriam algum consumo significativo de proteína animal na dieta, sendo que um terço destes provavelmente se alimentava de peixes de água doce.
- As diferenças observadas nos valores isotópicos de estrôncio, carbono e nitrogênio das séries pré-históricas do litoral de Santa Catarina e dos africanos escravizados dos séculos XVIII e XIX ilustram as diferenças no padrão de mobilidade e dieta nestes dois períodos distintos da história Brasil. A enorme diversidade nos valores de isótopos de estrôncio encontrada nos Cemitérios dos Pretos Novos e Catedral da Sé, quando comparada com a encontrada nos sítios

Tapera e Forte Marechal Luz, é explicada pela alta diversidade de origens geográficas dos africanos que aportaram no Brasil, que foram capturados em uma vasta área do continente africano. Com relação à dieta, as assinaturas de isótopos de carbono e nitrogênio indicaram o contraste entre estes grupos pré-históricos, os quais obtinham seu alimento a partir da pesca e coleta, diferentemente dos africanos, que baseavam sua economia no cultivo de gêneros alimentícios já domesticados.

- O resultados de isótopos de oxigênio falharam como identificadores de origem geográfica nas quatro séries esqueléticas analisadas. A variação no  $\delta^{18}\text{O}$  encontrada no Tapera e Forte Marechal Luz foi muito grande, sugerindo que esta análise apresenta baixa sensibilidade para auxiliar isótopos de estrôncio na identificação de indivíduos não locais na região do litoral sul do Brasil. No caso dos Pretos Novos e Sé, por não se conhecer a origem dos indivíduos, é pouco provável que se possa estabelecer faixas de variação específicas de  $\delta^{18}\text{O}$  para cada região, a ponto de tornar esta análise viável em estudos de origem geográfica.
- Os resultados das análises de isótopos de estrôncio, a partir de ablação a laser, sugerem que este método pode vir a ser usado em análises de mobilidade humana, apesar da baixa acurácia dos resultados, quando comparados com as amostras em solução. Investir em metodologias e métodos pouco ou não destrutivos é importante para viabilizar pesquisas com certos materiais arqueológicos que inspiram cuidados.

## Referências

- Adamu M. 1979. The delivery of slaves from Central Sudan to the Bight of Benin in the eighteenth and nineteenth centuries. In: Gemery, Henry A. & Hogendorn, Jan S., editors. *The uncommon market (Essays in the economic history of the Atlantic trade)*. Nova York, Academic Press. 163-80 pp.
- Aggarwal P.K., Gat J.R., Froehlich K.F.O. 2005. *Isotopes in the Water Cycle. Past, Present and Future of a Developing Science*. Springer. 377 pp.
- Allegre C.J. 2008. *Isotope Geology*. Cambridge University Press. 512 pp.
- Ambrose S.H. 1993. Isotopic analysis of paleodiets: methodological and interpretive considerations. In: Sandford, M.K. (Ed.). *Investigations of Ancient Human Tissue*. Gordon and Breach. 59–130 pp.
- Ambrose S.H., Norr L., 1993. Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. In: Lambert, J.B., Grupe, G. (Eds.), *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level*. Springer-Verlag, Berlin. 1–37 pp.
- Ambrose S.H., Butler, B.M., Hanson, D.B., Hunter-Anderson, R.L., Krueger, H.W. 1997. Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas archipelago, western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology*. 104: 343–361.
- Arnay-de-la-Rosa M., González-Reimers E., Yanes Y., Velasco-Vázquez J., Romanek C.S., Noakes J.E. 2010. Paleodietary analysis of the prehistoric population of the Canary Islands inferred from stable isotopes (carbon, nitrogen and hydrogen) in bone collagen. *Journal of Archaeological Science*. 1-12 pp.
- Basei M.A.S. 1985. *O cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. 185 pp.
- Bastos M.Q.R. 2009. *Mobilidade humana no litoral brasileiro: análise de isótopos de estrôncio no sambaqui do Forte Marechal Luz*. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública FIOCRUZ, Rio de Janeiro. 87 pp.
- Bastos M.Q.R., Mendonça de Souza S.F., Santos R.V., Lima B.A.F., Santos R.V., Rodrigues-Carvalho C. 2011. Human mobility on the Brazilian coast: analysis of strontium isotopes in archaeological human remains from the sambaqui of Forte Marechal Luz. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 83(2): 731-743.
- Bastos M.Q.R, Mendonça de Souza S.M.F, Santos R.V., Cook D.C., Rodrigues-Carvalho C., Santos R.V. 2011b. Da África ao cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro: um estudo sobre as origens de escravos a partir da análise de isótopos de estrôncio no esmalte dentário. *Revista da Sociedade de Arqueologia Brasileira*. 24: 66–81.
- Beck A. *A variação do conteúdo cultural dos sambaquis - litoral Santa Catarina*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humans da USP 1972.

- Beck A. 1974. O Sambaqui de Enseada I - SC LN 71 - um estudo sobre tecnologia pré-histórica. Tese de Livre Docência, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 96 pp.
- Bender M.M. 1968. Mass spectrometric studies of carbon 13 variations in corn and other grasses. *Am J Sci Radiocarbon suppl.* 10: 468-472.
- Bentley R.A., Krause R., Price T.D., Kaufmann B. 2003. Human mobility at the early Neolithic settlement of Vahingen, Germany: evidence from strontium isotope analysis. *Archaeometry.* 44: 471-486.
- Bentley R.A., Price DT and Stephan E. 2004. Determining the “local”  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  range for archaeological skeletons: a case study from Neolithic Europe. *J. Archaeol. Sci.* 31: 365-375.
- Bentley R.A. 2006. Strontium isotopes from the Earth to the archaeological skeleton: A Review. *Journal of Archaeological Method and Theory.* 13(3): 135-187.
- Blakley R.I. 1989. Bone strontium in pregnant and lactating females from archaeological samples. *American Journal of Physical Science.* 376: 416-431.
- Blum J.D., Erel Y. 1997. Rb-Sr isotope systematics of a granitic soil chronosequence: the importance of biotite weathering, *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 61(15): 3193-204.
- Bryan A.L. 1993. The Sambaqui at Forte Marechal Luz, State of Santa Catarina, Brazil. Corvallis: Center for the Study of the First Americans/Oregon State University. 168 pp.
- Bryan A.L. 1997. The Sambaqui do Forte Marechal Luz State of Santa Catarina, Brazil. Center of Study of the First Americans, Oregon: Oregon State University. 89-108 pp
- Buikstra J., Autry W., Breitburg E., Eisenberg L., van der Merwe N.J. 1988. Diet and health in the Nashville basin: human adaptation and maize agriculture in middle Tennessee. In *Diet and Subsistence: Current Archaeological Perspectives.* University of Calgary. 243-259 pp.
- Budd P., Millard A., Chenery C., Lucy, S., Roberts C. 2004. Investigating population movement by stable isotope analysis: a report from Britain. *Antiquity.* 78: 127-141.
- Buzon M.R. 2006. Biological and ethnic identity in New Kingdom Nubia: a case study from Tombos. *Current Anthropology.* 47: 683-695.
- Burton J.H., Price T.D., Middleton W.D. 1990. Correlation of bone Ba/Ca and Sr/Ca due to biological purification of calcium, *Journal of Archaeological Science.* 26: 609-18.
- Burton J.H., Wright L.E. 1995. Nonlinearity in the relationship between bone Sr/Ca and diet: paleodietary implications. *American Journal of Physical Anthropology.* 96: 273-82.
- Calippo, FL. 2004. Os sambaquis submersos de Cananéia: Um estudo de caso de arqueologia subaquática. Universidade de São Paulo.

- Calippo F.R. 2010. Sociedade sambaqueira, comunidades marítimas. Universidade de São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, 331 pp.
- Capo R.C., Stewart B.W., Chadwick O.A. 1998. Strontium isotopes as tracers of ecosystems processes: theory and methods. *Geoderma*. 82: 197-225.
- Carneiro E. 1980 A Cidade do Salvador (1549): uma reconstituição histórica. 2ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira/Brasília: INL.
- Caruso J.R., Awdziej J. F. 1993. Mapa geológico da Ilha de Santa Catarina – Escala 1:100.000.
- Cerling T.E., Harris J.M., MacFadden B.J., Leakey M.G., Quade J., Eisenmann V., Ehleringer J.R. 1997. Global vegetation change through the Miocene–Pliocene boundary. *Nature*. 389: 153–155.
- Cerling T.E., Harris J.M. 1999. Carbon isotope fractionation between diet and bioapatite in ungulate mammals and implications for ecological and paleoecological studies. *Oecologia*. 120: 347–363.
- Chmyz I. 1976. A ocupação do litoral dos Estados do Paraná e Santa Catarina por povos ceramistas. *Revista de Estudos Brasileiros*. Centro de Estudos Brasileiros, Curitiba – PR. 1: 7-43.
- Chmyz I. 1995. Arqueologia de Curitiba. *Boletim informativo da Casa Romário Martins*. 21(105): 5-54.
- Chmyz I., Bora E., Santos Ceccon R., Sganzerla M.E., Volcov, J E. 2003. A arqueologia da área do aterro Sanitário da região metropolitana de Curitiba, em Mandirituba, Paraná. *Arqueologia*. 2: 1–138.
- Choy K., Richards M.P. 2010. Isotopic evidence of diet in the Middle Chulmun period: a case study from the Tongsamdong shell midden, Korea. *Archaeological Anthropological Science*. 2: 1-10.
- Cook D.C., Bastos M.Q.R., Lopes C., Mendonça de Souza S.M.F., Santos R.V. 2012. Pretos Novos: Evidence for African oral hygiene practices in Brazil, 1769-1830. n/a, n/a.
- Copeland S.R., Matt Sponheimer M., Lee-Thorp J.A., le Roux P.J., de Ruiter D.J., Richards M.P. 2010. Strontium isotope ratios in fossil teeth from South Africa: assessing laser ablation MC-ICP-MS analysis and the extent of diagenesis *Journal of Archaeological Science*. 37: 1437-46.
- Criss R.E. 1999. *Principles of Stable Isotope Distribution*. Oxford University Press. 254 pp.
- Curtin P. 1969. *The Atlantic slave trade: a census*. Madison: University of Wisconsin.
- Dansgaard W. 1964. Stable isotopes in precipitation. *Tellus*. 16: 436-486.
- Daux V., Lécuyer C., Adam F., Martineau F., Vimeux F. 2005. Oxygen Isotope Composition of Human Teeth and the Record of Climate Changes in France (Lorraine) During the Last 1700 Years. *Climatic Change*. 70: 445-464.

- Daux V., Lécuyer C., Héran M.A., Amiot R., Simon L., Fourel F., Martineau F., Lynnerup N., Reychler H., Escarguel G. 2008. Oxygen isotope fractionation between human phosphate and water revised. *Journal of Human Evolution*. 55: 1138-47.
- De Blasis P., Fish S.K., Gaspar., M.D., Fish P. 2008. Some references for the discussion of complexity among the sambaqui moundbuilders from the southern shores of Brazil. *Revista de Arqueologia Americana*. 15: 75-105.
- Masi M.A.N. 2001. Evolução da Dieta das Populações Pré-históricas da Costa Sul do Brasil, Santa Catarina. In: XI Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira, Rio de Janeiro. An. XI Congr. Soc. Arqueol. Bras. 1-136.
- De Masi M.A.N. 2009. Aplicações de isótopos estáveis de 18/16O, 13/12C e 15/14N em estudos de sazonalidade, mobilidade e dieta de populações pré-históricas no sul do Brasil. *Revista de Arqueologia*. 22: 55-76.
- DeNiro M.J., Epstein S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 45: 341-351.
- DeNiro M.J. 1985. Post-mortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstruction. *Nature*. 317: 806-809.
- DeNiro M.J., Epstein S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 45: 341-351
- Dickin A.P. 2005. *Radiogenic Isotope Geology*. Cambridge University Press. 492 pp.
- Eggers S., Parks M., Grupe G., Reinhard, K. J. 2011. Paleoamerican Diet, Migration and Morphology in Brazil: Archaeological Complexity of the Earliest Americans. *Plos One*, v.6, p. e23962.
- Eltis D. et al. 2010. The Trans-Atlantic Slave Trade Database. <http://www.slavevoyages.org/>
- Eltis D., Richardson D. 2010. *Atlas of the Transatlantic Slave Trade*. New Haven & Londres: Yale University Press. 307 pp.
- Ericson J.E. 1985. Strontium isotope characterization in the study of prehistoric human ecology. *J. Hum. Evol.* 14: 503-514.
- Etchevarne C., Palermo F., Sousa A.C. 1999. Sítio antiga igreja da Sé – relatório da primeira etapa do plano de intervenção arqueológica. Salvador: MAE/UFBA.
- Etchevarne C., Palermo F., Sousa A.C. 2001. Sítio antiga igreja da Sé – relatório da segunda etapa do plano de intervenção arqueológica. Salvador: MAE/UFBA.
- Evans J., Stoodley N., Chenery C. 2006. A strontium and oxygen isotope assessment of a possible fourth century immigrant population in a Hampshire cemetery, southern England. *J. Archaeol. Sci.* 33: 265-272.
- Ezzo J.A. 1992. Dietary change and variability at Grasshopper Pueblo, Arizona. *Journal of Anthropological Archaeology* 11: 219–289.

- Ezzo J.A., Johnson C.M., Price T.D. 1997. Analytical perspectives on prehistoric migration: a case study from east-central Arizona. *J. Archaeol. Sci.* 24: 447-466.
- Faure, G. 1986. *Principles of Isotope Geology*. Willey ed.. 608pp.
- Faure G., Powell J.L. 1972. *Strontium Isotope Geology*. Springer-Verlag, New York, 188 pp.
- Figuti, L. 1993. O homem pré-histórico, o molusco e o sambaqui. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia da USP.* 3: 67-80.
- Florentino M.G. 2002 *Em Costas Negras: uma História do Tráfico de Escravos entre a África e o Rio de Janeiro*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Florentino M., Ribeiro A.V., Silva D.D. 2004. Aspectos comparativos do tráfico de africanos para o Brasil (séculos XVIII e XIX). *Afro-Ásia.* 83-126 pp.
- Francey R.J., Gifford R.M., Sharkey T.D., Weir B. 1985. Physiological influences on carbon isotope discrimination in huon pine (*Lagostrobos franklinii*). *Oecologia.* 66: 211-218.
- Galvão E. 1979. *Encontro de sociedades: Índios e Brancos no Brasil*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gaspar M.D. 1991. Aspectos da organização social de um grupo de pescadores, coletores e caçadores: Região compreendida entre a Ilha Grande e o delta do Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. São Paulo. Universidade de São Paulo. 374 pp.
- Gaspar M.D. 2000. *Sambaqui: Arqueologia do litoral brasileiro*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor. 89 pp.
- Gaspar M.D., DeBlasis P., Fish S.K., Fish P.R. 2008. Sambaqui (Shell Mound) Societies of Coastal Brazil. *Handbook of South American Archaeology*, Springer. 319-335 pp.
- Gat J.R. 1996. Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrologic cycle. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences.* 24: 225-262
- Goldstein S.J., Jacobsen S.B. 1988. Nd and Sr isotopic systematics of river water suspended material: implications for crustal evolution. *Earth and Planetary Science Letters.* 87(3): 249-265.
- Goodman A., Jones J., Reid J.R., Mack M., Blakey M.L., Amarasiriwardena D., Burton P., Coleman D. 2004. Isotopic and elemental chemistry of teeth: implications for places of birth, forced migration patterns, nutritional status, and pollution. In: Blakey ML, Rankin-Hill L, editors. *The New York African Burial Ground Skeletal Biology Final Report, Vol. 1*. Washington, DC: Howard University. 216–265 pp.
- Gregoricka L.A. 2013. Geographic origins and dietary transitions during the bronze age in the Oman peninsula. *American Journal of Physical Anthropology.* 152(3): 353-369.



- Grupe G., Price T.D., Schröter P., Söllner F., Johnson C.M., Beard B.L. 1997. Mobility of Bell Beaker people revealed by strontium isotope ratios of tooth and bone: a study of southern Bavarian skeletal remains. *Appl. Geochem.* 12: 517-525.
- Grupe G., Price T.D., Söllner F. 1999. Mobility of Bell Beaker people revealed by strontium isotope ratios of tooth and bone: a study of southern Bavarian skeletal remains. A reply to the comment by Peter Horn and Dieter Müller-Sohnius. *Applied Geochemistry.* 14: 271-5.
- Handler J.S. 1994. Determining African birth from skeletal remains: a note on tooth mutilation. *Hist Arch.* 28:113–119.
- Handler J.S. 2002. Survivors of the middle passage: life histories of enslaved Africans in British America. *Slavery and abolition.* 23: 25–56.
- Higashi R.R., Davison Dias R., Mafra J.R., Coelho D.A., Martins K.P. 2001. Análise do Subsolo de Santa Catarina Visando a Implantação de Rodovias. *Reunião Anual de Pavimentação.* Florianópolis. 8 pp.
- Hillson S. 1996. *Dental Anthropology.* Cambridge: Cambridge University Press. 373 pp.
- Hodell D.A., Quinn R.L., Brenner M., Kamenov G. 2004. Spatial variation of strontium isotopes ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) in the Maya region: a tool for tracking ancient human migration. *J. Archaeol. Sci.* 31: 585-601.
- Hoefs J. 2009. *Stable Isotope Geochemistry.* Springer. 285 pp.
- Hopkins A.G. 1973. *An economic history of West Africa* (London:Longman). In Hopkins A.G. 1980. *Africa's age of improvement.* HA. 7:141 pp.
- Hoppe K.A., Koch P.L., Furutani T.T. 2003. Assessing the preservation of biogenic strontium in fossil bones and tooth enamel. *International Journal of Osteoarchaeology.* 13:20–28.
- Horstwood M.S.A., Evans J., Montgomery J., 2008. Determination of Sr isotopes in calcium phosphates using laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry and their application to archaeological tooth enamel. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 72: 5659–5674.
- Hubbe M., Neves W.A., Oliveira E.C., Strauss A. 2009. Postmarital residence practice in southern Brazilian coastal groups: Continuity and Change. *Latin American Antiquity.* 20(2): 267-278.
- Hurst R.W., Davis T.E. 1981. Strontium isotopes as tracers of airborne fly ash from coal-fired plants. *Environmental Geology.* 3: 363-397.
- Isichei E. 1997. *A History of African Societies to 1870.* Cambridge University Press. 592 pp.
- Jim S., Ambrose S., Evershed R.P. 2004. Stable carbon isotopic evidence for differences in the dietary origin of bone cholesterol, collagen, and apatite: implications for their use in paleodietary reconstruction. *Geochim Cosmochim Acta.* 68:61–72.

- Katzenberg M.A. 1992. Advances in stable isotope analysis of Prehistoric bones. In *Skeletal biology of past peoples: Research methods*. Wiley-Liss. 105-119 pp.
- Katzenberg M.A. 1996. Weaning and infant mortality: Evaluating the skeletal evidence. *Yearbook of Physical Anthropology*. 39: 177-199.
- Katzenberg M.A., Weber A. 1999. Stable isotope ecology and palaeodiet in the Lake Baikal region of Siberia. *Journal of Archaeological Science*. 26: 651-659.
- Katzenberg M.A. 2008. Stable isotope analysis: a tool for studying past diet, demography and life history. In: Katzenberg, M.A., Saunders, S.R. (Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. 413-442 pp.
- Katzenberg M.A., Goriunova O., Weber A. 2009. Paleodiet reconstruction of Bronze Age Siberians from the mortuary site of Khuzhir-Nuge XIV, Lake Baikal. *Journal of Archaeological Science*. 36: 663-674.
- Kellner C.M. Schoeninger M.J. 2007. A simple carbon isotope model for reconstructing prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology*. 133: 1112-1127.
- Kennelly E.J., Lewis W.H., Winter R.E., Johnson S., Elvin-Lewis M., Gossling, J. 1993. Triterpenoid saponins from *Gouania lupuloides*. *Journal of Natural Products*. 56(3): 402-410.
- Klein H. 2002. *O Comércio Atlântico de Escravos: Quatro Séculos de Comércio Escravagista*. Lisboa: Replicação. 234 pp.
- Klein H.S., Luna F.V. 2010. *Slavery in Brazil*. Cambridge University Press. 364 pp.
- Klokler D. 2008. *Food for Body and Soul: Mortuary Ritual in Shell Mounds (Laguna, Brazil)*. Tese de doutorado. University of Arizona.
- Knudson K.J., Price T.D., Buikstra J.E., Blom D.E. 2004. The use of strontium isotope analysis to investigate Tiwanaku migration and mortuary ritual in Bolivia and Peru. *Archaeometry*. 46: 5-18 Part 1.
- Krueger H.W., Sullivan C.H. 1984. Models for carbon isotope fractionation between diet and bone. In *Stable isotopes in Nutrition*. Turnlund J.E., Johnson P.E. American Chemical Society, Symposium Series. 258: 205-222.
- Lee R.B., DeVore I. 1968. *Man the Hunter*. Chicago, Aldine.
- Lee-Thorp J.A., Sealy J.C., van der Merwe N.J. 1989. Stable carbon isotope ratio differences between bone collagen and bone apatite, and their relationship to diet. *J Archaeol Sci*. 16:585-99.
- Lee-Thorp J.A., van der Merwe N.J. 1991. Aspects of the chemistry of modern and fossil biological apatites. *Journal of Archaeological Science*. 18: 343-354.
- Lehninger A.L. 2006. *Princípios de Bioquímica*. Sarvier. 1232 pp.

- Levi-Strauss C. 1987. O uso das plantas silvestres da América do Sul tropical. In Ribeiro BG, coordenadora. *Suma Etnológica Brasileira*, vol 1, Etnobiologia. Petrópolis: Editora Vozes. 29-46 pp.
- Letolle R. 1980. Nitrogen-15 in the natural environment. In: Fritz P., Fontes J. C. (eds) *Handbook of environmental isotope geochemistry*. Elsevier. 407–433 pp.
- Lima T.A. 1999-2000. Em busca dos frutos do mar: os pescadores-coletores do litoral centro-sul do Brasil. *R. USP* 270-327 pp.
- Liryo A., Mendonça de Souza S.M.F., Cook D.C. 2011. Dentes intencionalmente modificados e etnicidade em cemitérios do Brasil Colônia e Império. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*. 21: 315-334.
- Lovejoy P.E. 2011. *Transformations in slavery: A history of slavery in Africa (African studies)*. Cambridge University Press. 3<sup>rd</sup> edition. 412 pp.
- Luz B., Kolodny Y. Horowitz M. 1984. Fractionation of oxygen isotopes between mammalian bone-phosphate and the environmental drinking water. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 48: 1689-1693.
- Luz B., kolodny Y. 1989. Oxygen isotope variation in bone phosphate. *Applied Geochemistry*. 4: 317–323.
- MacFadden B., Solounias N., Cerling T. 1999. Ancient diets, ecology, and extinction of 5 million-year-old horse from Florida. *Science*. 283:824–827.
- Machado, L.C. 2006. O Sítio Cemitério dos Pretos Novos, Análise Biocultural. Interpretando os Ossos e os Dentes Humanos. In: Dias O., Carvalho E., Zimmermann M. *Estudos Contemporâneos de Arqueologia*. Palmas, Fundação Universidade do Tocantins. UNITTIOS/Instituto de Arqueologia Brasileira. 11-58 pp.
- Mantovani M.S.M., Marques L.S., Sousa M.A., Atalla L.T., Civetta L., Innocenti F. 1985. Trace element and strontium isotope constraints on the origin and evolution of Paraná continental flood basalts of Santa Catarina State (southern Brazil). *J Petrol*. 26: 187–209.
- Mays S. 1998. *The Archaeology of Human Bones*. Routledge.
- Maybury-Lewis D. 1979. *Dialectical societies: The Gê and Bororo of Central Brazil*. Harvard University Press.
- Mendonça De Souza S.M.F., Cook, D.C., Bastos M.Q.R., Santos, R.V. 2011. Cemitério dos Pretos Novos: Técnicas modernas ajudam a compreender questões da escravidão. *Ciência Hoje*. 291: 23-27.
- Miller E.K., Blum J.A., Friedland A.J. 1993. Determination of soil exchangeable-cation loss and weathering rates using Sr isotopes, *Nature*. 362: 438-41.
- Milton K.K., Dintzis F.R. 1981. Nitrogen-to-protein conversion factors for tropical plant samples. *Biotropica*. 13: 177-181.
- Montgomery J., Budd P., Cox A., Krause P., Thomas R.G. 1999. LA–ICP–MS evidence for the distribution of lead and strontium in Romano-British, medieval and modern

- human teeth: implications for life history and exposure reconstruction. In: Young, S.M.M., Pollard, A.M., Budd, P., Ixer, R.A. (Eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series, Archaeopress, Oxford. 792: 258–261.
- Montgomery J., Evans J.A., Cooper R.E. 2007. Resolving archaeological populations with Sr-isotope mixing models. *Applied Geochemistry*. 22: 1502-514.
- Moorrees, C.A.F., Fanning E.A., Hunt E.E. 1963. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Journal of Dental Research*. 42(6): 1490-1502.
- Morbidelli L., Gomes C.B., Beccaluva L., Brotzu P., Conte A.M., Ruberti E., Traversa G. 1995. Mineralogical, petrological and geochemical aspects of alkaline and alkaline-carbonatite associations from Brazil. *Earth Sci Rev*. 39: 135–168.
- National Research Council. 1996. *Lost crops of Africa: Volume I: Grains*. Washington, DC. The National Academies Press.
- 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: 1941–9.
- Nelson E.D., Lynnerup N., Arneborg J. 2012. A First Isotopic Dietary Study of the Greenlandic Thule Culture. *Journal of the North Atlantic. Special Volume 3*:51–64.
- Neves W.A. 1988 *Paleogenética dos grupos pré-históricos do litoral sul do Brasil (Paraná e Santa Catarina)*. Pesquisas, Antropologia. 43 pp.
- Neves W.A., Wesolowski V. 2002. Economy, nutrition, and disease in prehistoric coastal Brazil: A case study from the State of Santa Catarina. In: Steckel, R.H.; Rose, J.C.. (Org.). *The Backbone of History. Health and Nutrition in the Western Hemisphere*. Cambridge: Cambridge University Press. 346-400 pp.
- Noelli F.S. 1999-2000. A ocupação humana na Região Sul do Brasil: arqueologia, debates e perspectivas, 1872-2000. *Revista USP, Dossiê Antes de Cabral: Arqueologia Brasileira II*, São Paulo. 44: 218-269.
- Odongo C.O., Musisi N.L., Waako P., Obua C. 2011. Chewingstick practices using plants with anti-streptococcal activity in a Ugandan rural community. *Frontiers in Pharmacology* 2: 13.
- Ogot B.A. 2010. *História Geral da África V: África do século XVI ao XVIII*. Unesco. 1176 pp.
- Okumura M.M.M. 2007. *Diversidade morfológica craniana, micro-evolução e ocupação pré-histórica da costa brasileira*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 401 pp.
- Olabanji S.O., S.K. Adesina, D. Ceccato, M.C. Buoso and G. Moschini. 2007. PIXE analysis of some medicinal plants used in cleaning teeth in southwestern Nigeria. *Biol. Trace Elem. Res*. 116(2): 171-84.
- Pereira J.C.M. da S. 2007. *À Flor da Terra: o Cemitério dos Pretos Novos no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Garamond/Prefeitura do Rio de Janeiro.

- Perrotta M.M., Salvador E.D., Lopes R.C., D'Agostino L.Z., Wildner W., Ramgrab G.E., Peruffo N., Freitas M.A., Gomes S.D., Chieregati L.A., Silva L.C., Sachs L.L.B., Silva V.A., Batista I.H., Marcondes P.E.P. 2004. Folha Curitiba SG-22. In: Schobbenhaus, C.; Gonçalves, J.H.; Santos, J.O.S.; Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas.
- Piazza W. 1966. As grutas de São Joaquim e Urubici. Universidade Federal de Santa Catarina. Instituto de Antropologia. Série arqueológica 1.
- Plens C.R. 2007. Sítio Moraes, uma bibliografia não autorizada: análise do processo de formação de um sambaqui fluvial. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo.
- Possamai T., Vieira C.V., Oliveira F.A., Horn N.O. 2010. Geologia costeira da ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina. *Revista de Geografia UFPE*. 2: 45-58.
- Price T.D., Manzanilla L., Middleton W.D. 2000. Immigration and the ancient city of Teotihuacan in Mexico: A study using strontium isotope ratios in human bone and teeth. *Journal of Archaeological Science*. 27(10): 903-913.
- 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.
- Price T.D., Tiesler V., Burton J.H. 2006. Early African diaspora in colonial Campeche, Mexico: strontium isotopic evidence. *American Journal Physical Anthropology*. 130: 485-490.
- Price T.D., Knipper C., Grupe G., Smrcka V. 2004. Strontium isotopes and prehistoric human migration: the Bell Beaker Period in Central Europe. *European Journal of Archaeology*. 7: 9-40.
- Price T.D., Tiesler V., Burton J.H. 2006. Early African diaspora in colonial Campeche, Mexico: strontium isotopic evidence. *American Journal Physical Anthropology*. 130: 485-490.
- Price T.D., Burton J.H. 2011. An introduction to archaeological chemistry. Springer 344 pp.
- Price T.D., Burton J.H., Cucina A.C., Zabala P., Frei R., Tykot R.H., Tiesler V. 2012. Isotopic studies of human skeletal remains from a sixteenth to seventeenth century AD churchyard in Campeche, Mexico: Diet, place of origin, and age. *Current Anthropology*. 53(4): 396-432.
- Prous A. 1991. *Arqueologia Brasileira*. Brasília: Editora UNB. 613 pp.
- Prous A. 2006. *O Brasil antes dos brasileiros: A pré-história do nosso país*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Reis J.J. 1991 *A Morte é Uma Festa: ritos fúnebres e revolta popular no Brasil do século XIX*. 3ª reimpressão. São Paulo: Companhia das Letras.
- Ribeiro P.A.M., Ribeiro C.T., Silveira I. 1977. A ocorrência de zoólitos no Planalto Meridional: Barros Cassal, RS, Brasil, R. Cepsa. 5: 5-37.

- Ribeiro P.A.M., Ribeiro C.T. 1985. Levantamentos arqueológicos no município de Esmeralda, RS, Brasil. *Revista do CEPA*. 13(15): 50-105.
- Richards M.P., Mays S., Fuller B.T. 2002. Stable carbon and nitrogen isotope values of bone and teeth reflect weaning age at the Medieval Wharram Percy site, Yorkshire, UK. *Am J Phys Anthropol*. 119: 205–210.
- Rohr J.A. 1966. Pesquisas arqueológicas em Santa Catarina: I – Exploração sistemática do sítio Praia da Tapera. II – Os sítios arqueológicos do município de Itapiranga. *Pesquisas, Série Antropologia, São Leopoldo*, 15.
- Rohr J.A. 1971. Os sítios arqueológicos do planalto catarinense, São Leopoldo: *Pesquisas*. 24: 56 pp.
- Rosman J.R., Taylor P.D. 1998. Isotopic compositions of the elements (technical report): commission on atomic weights and isotopic abundances. *Pure Appl Chem*. 70: 217–235.
- Rozanski, K., Araguás-Araguás, L., Gonfiantini, R., 1993. Isotopic patterns in modern global precipitation. In: Swart, P.K., Lohmann, K.C., McKenzie, J.A., Savin, S. (Eds.), *Geophysical Monograph. Climate Change in Continental Isotopic Records*. American Geophysical Union, Washington. 1–36 pp.
- Sandford M.K. 1993. Understanding the biogenic-diagenetic continuum: interpreting elemental concentrations of archaeological bone. *Investigation of ancient human tissue*. Langhorne, Gordon & Breach Science Publisher. 10: 3-57.
- Santos J.N.R. 1962. Mutilações Dentárias em Pretos de Moçambique. In Garcia de Orta. 10(2): 263-282.
- Sauer C.O. 1987. As plantas cultivadas na América do Sul tropical. In Ribeiro BG, coordenadora. *Suma Etnológica Brasileira, vol 1, Etnobiologia*. Petrópolis: Editora Vozes. 59-90 pp.
- Scheel-Ybert R. 2001. Man and vegetation in southeastern Brazil during the late Holocene. *J. Archaeol. Sci*. 28: 471-80.
- Scheel-Ybert R., Eggers S., Wesolowski V., Petronilho C.C., Boyadjian C.H., DeBlasis P. 2003. Novas perspectivas na reconstituição do modo de vida dos sambaqueiros: uma abordagem multidisciplinar. *Revista de Arqueologia*. 16: 109-37.
- Scheid R.C. 2007. *Woelfel's dental anatomy*, 7th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Schlüter, T. 2006. *Geological Atlas of Africa. With Notes on Stratigraphy, Tectonics, Economic Geology, Geohazards, Geosites and Geoscientific Education of Each Country*. Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 2ª Edição. 310 pp.
- Schmitz P.I. 1984. *Caçadores e coletores pré-históricos do Brasil*. Instituto Anchieta de Pesquisas – UNISINOS. São Leopoldo.
- Schmitz P.I. 1988. *As tradições ceramistas do Planalto Sul-Brasileiro. Arqueologia do Rio Grande do Sul, Brasil – São Leopoldo: Documentos*. 2: 75-130.

- Schmitz P.I., Brochado J.P. 1972. Dados para uma sequencia cultural del Estado de Rio Grande do Sul, Brasil. Gabinete de Arqueologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Schoeninger M.J., DeNiro M.J., Tauber H. 1983. Stable nitrogen isotope ratios reflect marine and terrestrial components of prehistoric human diet. *Science*. 220: 1381-383.
- Schoeninger M.J., DeNiro M.J. 1984. Nitrogen and carbon isotope composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 48: 625-639.
- Schoeninger M.J. 1985. Trophic level effects on  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  and  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios in bone collagen and strontium levels in bone mineral. *Journal of Human Evolution*. 14: 515-525.
- Schroeder H., O'Connell T.C., Evans J.A., Shuler K.A., Hedges R.E.M. 2009. Trans-Atlantic slavery: Isotopic evidence of forced migration to Barbados. *American Journal of Physical Anthropology*. 139: 547-557.
- Schroeder H., Haviser J.B., Price T.D. 2012. The Zoutsteeg Three. Three new cases of African types of dental modification from Saint Martin, Dutch Caribbean. *International Journal of Osteoarchaeology*. n/a, n/a.
- Schwarcz H.P. 1991. Some theoretical aspects of isotope paleodiet studies. *Journal of Archaeological Science*. 18: 261-275.
- Schweissing M.M., Grupe G. 2003. Stable strontium isotopes in human teeth and bone: a key to migration events of the late Roman period in Bavaria. *J. Archaeol. Sci.* 30: 1373-383.
- Sharp Z.D., Atudorei V., Furrer H. 2000. The effects of diagenesis on oxygen isotope ratios of biogenic phosphates. *Science*. 300: 222-37.
- Shaw B., Buckley H., Summerhayes G., Anson D., Garling S., Valentin F., Mandui H., Stirling C., Reid M. 2010. Migration and mobility at the late Lapita site of Reber-Rakival (SAC), Watom Island using isotope and trace element Analysis: a new insight into Lapita interaction in the Bismarck Archipelago. *Journal of Archaeological Science*. 37: 605-613.
- Sillen A., Kavanagh M. 1982. Strontium and paleodietary research: a review, *Yearbk. Phys. Anthropol.* 25: 67-90.
- Silva S.B., Schmitz P.I., Rogge J.H., De Masi M.A.N., Jacobus A.L. 1990. Escavações Arqueológicas do Pe João Alfredo Rohr, SJ. O Sítio Arqueológico da Praia da Tapera. Um Assentamento Tupiguarani. *Pesquisas (Antropologia)* 45: 1-210.
- Smith B.N., Epstein S. 1971. Two categories of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios for higher plants. *Plant Physiol.* 47:380-384.
- Stahl AB. 1999. The archaeology of global encounters viewed from Banda, Ghana. *African Archaeological Review*. 16: 5-81.

- Tafari M.A. 2005. Tracing Mobility and Identity: Bioarchaeology and bone chemistry of the Bronze Age Sant'Abbondio cemetery. BAR International Series 1359. 79 pp.
- Tavares L. H. D. 1987. História da Bahia. 8ª ed. São Paulo: UNESP / Salvador: EDUFBA.
- Tavares A.C.P. 2006 Vestígios Materiais nos Enterramentos na Antiga Sé de Salvador. Postura das Instituições Religiosas Africanas frente à Igreja Católica em Salvador no Período Escravista. Dissertação de Mestrado. UFPe/CFCH-Programa de Pós-graduação em Arqueológicas.
- Tavares R.B. 2012. Cemitério dos Pretos Novos, Rio de Janeiro, século XIX: Uma tentativa de delimitação espacial. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 204 pp.
- Taylor R.E. 1992. Radiocarbon dating of bone: to collagen and beyond. In: Taylor, R.E., Long, A., Kra, R.S. (Eds.), Radiocarbon Dating After Four Decades. Springer, Berlin. 375–402 pp.
- Tieszen L.L., Boutton T.W., Tesdahl K.G., Slade N.A. 1983. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: Implications for the  $\delta^{13}\text{C}$  analysis of diet. *Oecologia*. 57: 32-37.
- Tieszen L.L. 1991. Natural variations in the carbon isotope values of plants: implications for archaeology, ecology and paleoecology. *Journal of Archaeological Science*. 18: 227-248.
- Tuross N. 2002. Alteration in Fossil Collagen. *Archaeometry*. 44: 427-434.
- Tykot R.H., Falabella F., Planella M.T., Aspillaga E., Sanhueza L., Becker C. 2009. Stable isotopes and archaeology in central Chile: methodological insights and interpretative problems for dietary reconstruction. *International Journal of Osteoarchaeology*. 19: 156-170.
- Ubelaker D.H. 1999. Human skeletal remains: Excavation, analysis, interpretation. Taraxacum, 3rd edition. 172 pp.
- Uchôa, D.P., Garcia C.D.R. 1983. Cadastramento dos sítios arqueológicos da baixada Cananéia-Iguape, litoral sul do estado de São Paulo, Brasil. *Revista de arqueologia, Museu Paraense Emílio Goeldi*. 1(1): 91-113.
- van der Merwe N.J. Vogel J.C. 1978.  $^{13}\text{C}$  content of human collagen as a measure of prehistoric diet in Woodland North America. *Nature*. 276: 815-816.
- van der Merwe N.J., Medina E. 1989. Photosynthesis and  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios in Amazonian rain forests. *Geochim Cosmochim Acta*. 53: 1091–1094.
- Van Gennep. A. 1977. Os ritos de passagem. Petrópolis: Vozes.
- Verger P. 1987. Fluxo e Refluxo do Tráfico de Escravos entre o Golfo do Benin e a baía de Todos os Santos do Século XVII ao XIX. São Paulo: Editora Corrupio Comércio Ltda.



- Wesolowski V. 2007. Cáries, desgaste, cálculos dentários e micro-resíduos da dieta entre grupos pré-históricos do litoral norte de Santa Catarina: É possível comer amido e não ter cárie? Tese de Doutora. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro. 193 pp.
- Wesolowski V., Mendonça de Souza S.M.F., Reinhard K.J., Ceccantini G. 2010. Evaluating microfossil content of dental calculus from Brazilian sambaquis. *J. Archaeol. Sci.* 37: 1326-38.
- White T.D., Folkens P.A. 1999. *Human Osteology*. Academic Press. 563 pp.
- Woodhead J., Swearer S., Hergt J., Maas R. 2005. In situ Sr-isotope analysis of carbonates by LA-MC-ICP-MS: interference corrections, high spatial resolution and an example from otolith studies. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 20: 22–27.
- Wright L.E., Schwarcz H.P. 1998. Stable carbon and oxygen isotopes in human tooth enamel: Identifying breastfeeding and weaning in prehistory. *American Journal of Physical Anthropology*. 106: 1 – 18.
- Wright L.E. 2004. Osteological investigations of ancient Maya lives, in: C. Golden, G. Borgsted (Eds.), *Continuities and Change in Maya Archaeology*, Routledge Press. 201–215 pp.
- Wright L.E. 2005. Identifying immigrants to Tikal, Guatemala: defining local variability in strontium isotope ratios of human tooth enamel. *J. Archaeol. Sci.* 32: 555-566.
- Wright L.E., Valdés J.A., Burton J.H., Price T.D., Schwarcz P. 2010. The children of Kaminaljuyu: Isotopic insight into diet long distance interaction in Mesoamerica. *Journal of Anthropological Archaeology*. 29: 155-178.
- Yesner A. 1980, Maritime Hunter-gatherers: geology and prehistory. *Current Anthropology*. 21: 727-750.
- Yoder C. 2010. Diet in medieval Denmark: a regional and temporal comparison. *Journal of Archaeological Science*. 37: 2224-36