UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
MUSEU DE ARQUEOLOGIA E ETNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA

O POVO DA LAGOA:
USO DO SIG PARA MODELAMENTO E SIMULAÇÃO NA
ÁREA ARQUEOLÓGICA DO CAMACHO

Andreas Kneip

São Paulo

2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
MUSEU DE ARQUEOLOGIA E ETNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA

O POVO DA LAGOA:
USO DO SIG PARA MODELAMENTO E SIMULAÇÃO NA ÁREA
ARQUEOLÓGICA DO CAMACHO

Andreas Kneip

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, do Museu de Arqueologia e Etnologia, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Levy Figuti

São Paulo

2004

Tese de doutorado apresentada sob o título de *O Povo da Lagoa: uso do SIG para modelamento e simulação na área arqueológica do Camacho*, defendida por Andreas Kneip e aprovada em data, em São Paulo, pela banca examinadora constituída pelos doutores:

Prof. Dr. Levy Figuti
Universidade de São Paulo
Orientador

Prof. Dr. Fulano de Tal
Universidade Tal

Profa. Dra. Fulana de Tal
Universidade Tal

Prof. Dr. Beltrano
Universidade Outra

Profa. Dra. Sicrana
Universidade Outra Ainda

Dedicatória

Para Bettina.

Agradecimentos

Várias pessoas e instituições deram contribuição relevante para a realização deste trabalho. Entre todas elas, eu gostaria de agradecer especialmente:

- a minha irmã Silvia Anette Kneip, por me abrigar e alimentar durante minhas muitas estadas em São Paulo;
- a arqueóloga Sandra Nami Amenomori, pelo apoio permanente e valiosa colaboração durante vários momentos ao longo destes anos;
- a Seção Acadêmica do MAE, pela atenção dedicada;
- ao Departamento de Física da Universidade do Estado de Santa Catarina, ao Departamento de Matemática da Universidade de Brasília, e a Congregação do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Tocantins, pela concessão de licença em alguns momentos críticos;
- ao Instituto de Geologia da Universidade de Brasília, pela cessão do uso do scanner de mapas;
- ao meu orientador, Prof. Dr. Levy Figuti, aos professores, pesquisadores e técnicos do MAE e do Museu Nacional da UFRJ, pelo apoio, paciência e incentivo;
- a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, através do Projeto Arqueológico do Camacho, pela ajuda de custo durante os períodos de trabalho de campo.

Resumo

Os dados obtidos da topografia, da geomorfologia, do sensoriamento remoto para a região do Camacho, litoral sul de Santa Catarina, foram reunidos e integrados no SIG GRASS. Durante a ocupação desta região pela população pré-histórica, de aproximadamente 5000 anos Antes do Presente (anos AP) até 1000 anos AP, o nível médio marinho local caiu aproximadamente 2m. Como a região é muito plana, esta regressão implicou em uma grande alteração da extensão da laguna, e, portanto, da área para coleta de moluscos e para pesca. O tipo e o tamanho dos peixes capturados, cujos restos podem ser encontrados nos sítios arqueológicos deixados por este povo, permitem concluir que provavelmente os antigos moradores possuíam tecnologia de pesca, como barcos e redes. Ao redor da laguna estão espalhados mais de 50 sambaquis, alguns com centenas de milhares de metros cúbicos de volume. Pesquisa em alguns destes sítios mostram que tinham a função de cemitérios. Alguns destes sambaquis são contemporâneos. Com o tempo, antigos sambaquis eram abandonados e novos começavam a ser construídos. O objetivo deste trabalho é contribuir no entendimento desta ocupação através da relação espacial que os sambaquis mantinham entre si e com a paisagem ao seu redor. Com os dados da topografia foi possível construir o Modelo de Elevação Digital da região. As informações geomorfológicas, geológicas e topográficas, reunidas e integradas no SIG, permitem simular a movimentação do nível médio do mar (NMM) no período desde aproximadamente 5000 anos AP até o momento atual. Modelos desenvolvidos no GRASS mostram a lagoa como espaço principal de circulação deste povo.

Palavras-chave: Holoceno; sambaqui; arqueologia do litoral; sistema de informações geográficas; paleoambiente.

Abstract

Data from the Camacho region, southern coast of the Santa Catarina state, southern Brazil, were collected and combined in the GIS GRASS. This region is a coastal plain, with many lagoons, and was occupied by a prehistoric population at least from c. 5,000 years before present (BP) to 1,000 years BP. In this period, the local mean sea level had fallen c. 2 m. As the region is very flat, this regression implied a reduction in the lagoon area, and consequently a reduction in the catchment area for these people. At the edges of the nowadays lagoons there are more than 50 shell mounds, some with volume greater than 100,000 m³, where the dead were buried. Some of that shell mounds are contemporary and were in use for thousand of years, but as the time passed, the ancient sites were abandoned and new sites began to be constructed. The objective of this work is to contribute to a better understanding of the spacial relationship between the shell mound and the landscape of the region. For this purpose the information about geology, geomorphology, topography, and datations were gathered and integrated in GRASS. A Digital Elevation Model was constructed and the movement of the mean sea level was simulated. The results are consistent with the occupation of the region. Other models, developed in GRASS, show that the lagoon was the main route of circulation of the prehistoric people.

Key Words: Holocene; shell mound; coastal archaeology; geographic information system; palaeoenvironment.

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1	Introdução	14
1.1	Objetivo da pesquisa	14
1.2	O uso do SIG na arqueologia	17
1.3	Organização do trabalho	21
2	A adaptação ao ambiente costeiro	23
2.1	A ocupação do ambiente costeiro	23
2.2	A ocupação da costa sul brasileira	25
2.3	Os sambaquis da região do Camacho	28
3	A variação do Nível Médio Marinho	35
3.1	Caracterização da região	35
3.2	Paleoclima	36
3.3	Evolução paleogeográfica	38
3.4	O nível do mar e os sambaquis	40
3.5	Causas da variação do NMM	42
3.6	Evidências da variação do NMM	44
3.7	Histórico da variação do NMM no litoral brasileiro	45
3.8	Variação local do Nível Médio Marinho	45

3.8.1	A curva de Suguio et al. (1985)	47
3.8.2	A curva de Caruso Jr. (1995)	50
3.8.3	O levantamento realizado por Angulo et al. (1999)	51
3.8.3.1	Discrepâncias entre paleoníveis de idade similares	55
3.9	Discussão sobre as curvas de variação do NMM existentes	56
4	Resultados	59
4.1	Introdução	59
4.2	Medição da altitude da base do Jaboticabeira II	60
4.2.1	Levantamento da altitude da base de Jaboticabeira II	62
4.3	Curva de variação do NMM proposta	71
4.4	Comparação com outras curvas de variação do NMM	73
4.5	Medição da posição de alguns sambaquis	75
4.6	Descrição de alguns sambaquis	75
4.6.1	Sambaqui do Arroio da Cruz I	75
4.6.2	Sambaqui do Arroio da Cruz II	77
4.6.3	Sambaquis do Morro Grande I e II	77
4.6.4	Sambaquis do Olho D'Água I e II	77
4.7	O sambaqui da Ponta do Morro Azul	78
5	Conclusão e desenvolvimentos futuros	82
5.1	O nível do mar e os sambaquis	82
5.2	O povo da lagoa	90
5.3	Uma classificação para os sambaquis	96
	Apêndice A – Datas	100
A.1	Datação	100

A.1.1	Fracionamento isotópico da amostra	101
A.1.2	Curva de calibração	102
A.1.3	Efeito Reservatório	105
A.1.4	Correções	107
Apêndice B – Os sambaquis do Camacho		111
B.1	Sambaquis do Grupo 1	113
B.2	Sambaquis do Grupo 2	120
B.3	Sambaquis do Grupo 3	127
B.4	Sambaquis do Grupo 4	128
B.5	Sambaquis do Grupo 5	129
Apêndice C – Construção dos Mapas no GRASS		132
C.1	Mapas vetoriais	132
C.2	Mapas matriciais	133
C.3	Mapas de sítios	135
C.4	O SIG GRASS	136
C.5	A Estrutura de dados no GRASS	136
C.6	Introdução de dados no GRASS	138
C.6.1	Introduzindo uma imagem no SIG	139
C.6.2	Características das imagens LANDSAT-7 ETM+	140
C.7	Construção dos mapas matriciais	142
C.7.1	Mapa geológico	142
C.7.2	Mapa geomorfológico	142
C.7.3	Modelo de Elevação Digital	142
C.7.3.1	Método linear	144

C.7.3.2	Método do inverso da distância	144
C.7.3.3	Método da spline com tensão	144
C.7.4	Máscara	145
C.7.5	Imagens de satélite	145
C.7.6	Mosaico aerofotogramétrico	145
C.7.7	Mapa de centro regional	146
C.7.8	Mapas de visibilidade	147
C.7.9	Outros mapas	148
C.8	Mapas vetoriais	149
C.9	Mapas de sítios	149
C.9.0.1	Mapa de sambaquis	149
C.10	Outros módulos	151

Apêndice D – Lista de programas 154

D.1	Programas livres	154
D.2	Linux	155
D.3	GRASS	156
D.4	Lista de programas utilizados	157
D.4.1	Sistema operacional	157
D.4.2	Sistema de Informações Geográficas	157
D.4.3	Composição gráfica	157
D.4.4	Programas gráficos	158
D.4.5	Programa para calibrar as datas	158

Referências 159

Lista de Figuras

1	Localização da região de interesse.	35
2	As divisões da praia	42
3	Curva de variação do NMM proposta por Suguio et al. (1985)	49
4	Curva de variação do NMM proposta por Caruso Jr. (1995)	51
5	Reconstrução espaço-temporal dos paleoníveis, baseada em Angulo et al. (1999)	53
6	Curva de variação do NMM para o litoral brasileiro proposta por Angulo e Lessa (1996)	57
7	Procedimento para o levantamento da altitude de um ponto	61
8	Curva de variação do NMM proposta	72
9	Comparação das curvas de variação do NMM	73
10	Comparação entre as taxas médias de descida do NMM	74
11	Perfil 1, sambaqui da Ponta do Morro Azul.	80
12	Perfil 2, sambaqui da Ponta do Morro Azul.	81
13	Mapa para a região por volta de 4.200 anos cal AP, com o NMM 2,0 m acima do atual.	85
14	Mapa para a região por volta de 3.700 anos cal AP, com o NMM 1,5 m acima do atual.	87
15	Mapa para a região por volta de 3.000 anos cal AP, com o NMM 1,0 m acima do atual.	89
16	Mapa para a região por volta de 1.500 anos cal AP, com o NMM 0,5 m acima do atual.	91

17	Centros regionais para 5.000, 4.000, 3.000 e 2.000 anos cal AP.	93
18	Mapas de visibilidade para 5.000, 4.000, 3.000 e 2.000 anos cal AP. .	95
19	Mapa geomorfológico com os diferentes domínios.	98
20	Curva de calibração para carbono atmosférico.	104
21	Curva de calibração para carbono marinho.	104
22	Gráfico de interseção da data $^{14}\text{C} \pm \sigma$ com a curva de calibração para a amostra A10642, sambaqui de Jaboticabeira I.	110
23	Gráfico de probabilidade para a amostra A10642, sambaqui de Jabo- ticabeira I.	110
24	Primeira tela do GRASS.	137

Lista de Tabelas

1	Sambaquis da região do Camacho.	28
2	Datas calibradas para os sambaquis do Camacho	31
3	Seqüência cronológica estudada	37
4	Datas calibradas para construção da curva de variação do NMM. . . .	54
5	Resultado de campo do levantamento da base de Jaboticabeira II. Primeira etapa.	63
6	Resultado de campo do levantamento da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa.	63
7	Determinação da altitude da base de Jaboticabeira II. Primeira etapa.	67
8	Determinação da altitude da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa.	67
9	Coordenadas dos sambaquis visitados nesta etapa de campo.	76
10	Número de categorias por período.	94
11	Valores de ΔR para o Atlântico Sul, costa brasileira	106
12	Especificações da região de estudo	139

1 Introdução

1.1 Objetivo da pesquisa

O OBJETIVO deste trabalho é contribuir para o entendimento da relação dinâmica que existe entre o homem pré-histórico e a paisagem onde sua vida se desenrola. Dentro deste amplo objetivo, mais especificamente, nos interessa obter informações que possam ajudar na interpretação de como sua vida se organizava espacialmente. O objeto de estudo são os povos pescadores, coletores e caçadores (PCC) que habitaram uma seção do litoral sul de Santa Catarina, entre as cidades de Jaguaruna, Laguna e Tubarão, no período que vai de aproximadamente 5.000 anos calibrados antes do presente (anos cal AP), até 1.000 anos cal AP. O elemento de sua cultura que será estudado são os sambaquis, montes de conchas deixados na paisagem por estes povos, e onde se observa, pelo menos para a maioria daqueles que foram estudados na região, a ocorrência da prática de rituais fúnebres. O trabalho como um todo se insere numa ampla pesquisa sobre os sambaquis do litoral sul de Santa Catarina, denominado *Camacho Archaeological Project*, que busca abordar o conjunto arqueológico local sob o enfoque do sistema de assentamento regional, do processo de construção das estruturas que compõem estes sítios, e do estabelecimento de procedimentos de campo que busquem minimizar os impactos da pesquisa nos sambaquis.

Muitos pesquisadores refutam uma visão tradicional, considerada antiga, de que os sambaquis são montes de lixo deixados por bandos de coletores que viviam no litoral, explorando bancos de moluscos. A interpretação tradicional se baseia no fato, inquestionável, dos sambaquis serem formados por restos de moluscos, peixes, aves, animais terrestres, sementes, etc., que seriam naturalmente itens da dieta de uma população que habitasse tal ecossistema. No entanto, exemplos etnográficos mostram que nem tudo que se acumula num sambaqui é resto de comida. Por

exemplo, moluscos são usados ainda hoje como isca para a captura de peixes e crustáceos por alguns povos (WASELKOV, 1987).

Nesta região, durante o período de tempo considerado, o nível médio do mar (NMM) caiu aproximadamente 2 metros, de forma praticamente uniforme: de pouco mais de 2,0 m acima do nível zero atual em 5.000 anos cal AP, até 0,5 m acima do zero atual em 1.000 anos cal AP (ANGULO et al., 1999). Como esta é uma região muito plana, isto significa uma variação muito grande na extensão lagunar. O comportamento geral do NMM mostra uma transgressão que começa ainda no Pleistoceno e que atinge seu máximo por volta de 5.000 anos AP. Durante a regressão que se seguiu ao máximo transgressivo, a baía-laguna onde desaguava o rio Tubarão foi colmatada, principalmente pelo avanço do delta do rio. Os fundos rasos emergiram com o recuo do mar, resultando na progradação do sistemas planície costeira e barra-barreira holocênicos até a atual posição da costa (GIANNINI, 1993). Durante este mesmo período, vários sambaquis foram criados na região.

A dependência da cultura sambaqueira quanto aos recursos aquáticos torna essencial o conhecimento da variação da extensão lagunar ao longo do tempo. A construção de um modelo, que inclua os aspectos dinâmicos da paisagem e da implantação dos sítios é, portanto, fundamental para avançar respostas, seja sobre aspectos tecno-econômicos, seja sobre aspectos sociológicos relacionados a transporte e comunicação (DE BLASIS, 2001; DE BLASIS et al., 1998a, 1999).

Com base neste modelo, podemos realizar análises sincrônicas, buscando lançar hipóteses sobre as relações entre os sítios que são contemporâneos e a sua paisagem. Por exemplo, estimar a extensão dos diferentes territórios (pesca, caça, coleta de moluscos, coleta de outros bens de alimentação, rituais de enterramento, obtenção de matéria primas, etc.) apropriados por esta população. Ou ainda propor, com base em análises de balanços de energia consumida *versus* energia despendida, locais mais prováveis para os sítios de habitação. Mas podemos realizar, também, análises diacrônicas, buscando, por exemplo, estabelecer um padrão da adaptação local a uma paisagem que insiste em se modificar.

Os elementos que compõem a matéria prima do estudo arqueológico são os recursos naturais, o próprio espaço como um recurso, os artefatos, as formas, as estruturas, sítios, rotas e as pessoas que organizaram este sistema (CLARKE, 1977). A introdução da noção do próprio espaço como um recurso disponível para uma

população foi proposta por Clarke, como o reconhecimento de que uma determinada área pode ser ela mesmo um recurso, enquanto que uma área vizinha pode não ter tido importância alguma para a população. A relação espacial entre estes elementos é apenas uma das relações que devem ser investigadas, e reflete a mudança de paradigma que levou do estudo das coisas (os artefatos), para as relações entre as coisas (variabilidade, covariação, correlação, associação, mudança e processo) (BINFORD, 1962, 1970, 1972, 1983, 1989, 1990).

A distribuição dos sambaquis ao longo da costa brasileira indica uma preferência (embora não exclusivamente (SCHMITZ, 1998; TENÓRIO, 2003) pelas regiões costeiras lagunares ou baías bem protegidas (SCHMITZ, 1987). Inicialmente os sítios foram interpretados como o resultado, algo involuntário, do descarte de restos alimentares por pequenos grupos de alta mobilidade, especializados na coleta de moluscos. Esta simplificação levou à suposição de que os sítios de uma mesma região resultassem desta mobilidade, com os grupos migrando ao longo da região conforme os bancos de moluscos fossem explorados e esgotados (DE BLASIS et al., 1998b). Esta interpretação levou vários pesquisadores a buscar estabelecer critérios para a escolha do local de implantação do sítio, e a explicar as aparentes diferenças entre sítios como a manifestação de fases desta adaptação costeira (BECK, 1972; HURT, 1974; FAIRBRIDGE, 1976; PROUS; PIAZZA, 1977). No entanto, considerar o conteúdo dos sambaquis como formado apenas pela parte não comestível de recursos consumidos pelo grupo leva a uma visão normativa da arqueologia (CLAASSEN, 1991). Neste sentido, qualquer diferença de conteúdo nos sambaquis seria indicativa de uma mudança nos meios de subsistência, e portanto, de uma mudança de fase para o grupo. A visão é normativa porque não considera a possibilidade de sambaquis de uma mesma região terem conteúdos diferentes por terem funções diferentes.

Se os sambaquis possuem uma função no sistema cultural, então eles não podem ser vistos como resultado de um comportamento involuntário. Realmente, estudos de sambaquis em Santa Catarina revelam processos intencionais de construção dos sítios (AFONSO; DE BLASIS, 1994). Além disto, estudos mostram que embora a maior parte do conteúdo do sambaqui seja formado por conchas, o molusco pode não ser a base da alimentação do grupo (FIGUTI, 1992, 1993), mas sim o peixe. A presença de grande quantidade de restos de peixes, muitos considerados pequenos, indica o uso de ferramentas de captura destes peixes (redes, armadilhas, barcos), e

portanto de técnicas sofisticadas de pesca (FIGUTI; KLOKLER, 1996; WASELKOV, 1987). Esta adaptação ao ambiente costeiro, com ênfase na pesca, não está de acordo com a visão de grupos de alta mobilidade esgotando bancos de moluscos.

O local de implantação do sítio deve certamente seguir alguns critérios. A proximidade das fontes de recursos e de matérias primas, no entanto, pode não ser restritiva para a implantação dos sambaquis, como ocorre no litoral do Rio de Janeiro, entre Cabo Frio e Guaratiba (KNEIP; FERREIRA; MUEHE, 1994). Estudos de âmbito regional sobre sambaquis eram bastante raros, mas já começam a aparecer (ver capítulo 2). Gaspar (1990) observa, para o litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, que sítios contemporâneos, similares em conteúdo e tamanho, se distribuem de modo bastante regular, em geral formando aglomerados com um sítio de tamanho grande colocado num lugar estratégico na paisagem (GASPAR, 1994-95, 2003).

O tamanho de alguns sambaquis, e a análise das datações obtidas para sambaquis em todo o Brasil, indicando uma longa ocupação da região pelos povos sambaquieiros (GASPAR, 1995/96, s.d.; KNEIP, 1997; BRYAN, 1977, 1993; MENDONÇA DE SOUZA, 1995; SCHMITZ, 1998), sinalizam uma sociedade socialmente complexa (FISH et al., 1997, 2000). É de se esperar, portanto, uma articulação entre os sítios de uma mesma, talvez bastante ampla, região.

A análise espacial será feita com o modelamento da topografia da região, numa base eletrônica, utilizando um sistema de informações geográficas. O modelo de elevação digital assim obtido representa a superfície presente da região. A partir deste modelo, cruzado com os dados da geologia e da geomorfologia, os modelos de elevação digital com o NMM em várias posições serão construídos. Nos mapas obtidos destes modelos para os vários níveis, na prática uma série de instantâneos da paisagem da região, os sambaquis (datas, tamanho, conteúdo, etc) são plotados. Cada mapa é um corte sincrônico da paisagem da região. Uma série de mapas revela os fenômenos diacrônicos, as modificações que se manifestam no tempo.

1.2 O uso do SIG na arqueologia

Morais (1999) ressalta a importância do que chama de *fator geo* no conteúdo da disciplina arqueologia e de seu planejamento. Entre as várias tecnologias disponibilizadas por este fator está o SIG. Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um

conjunto de ferramentas, baseadas em computador, para coletar, guardar, editar, analisar, integrar e exibir dados espacialmente referenciados (BAILEY; GATRELL, 1995).

A arqueologia não é só o estudo de artefatos e suas relações, mas é também a análise de dados espacialmente referenciados. Até a década de setenta o procedimento para manipular estes dados era arquivá-los com suas coordenadas, e quando alguma correlação entre eles precisasse ser feita um mapa era produzido. No final dos anos setenta o armazenamento dos dados começou lentamente a migrar do papel para os meios digitais (BRANDON; KLUDT; NETELER, 1994). O uso do SIG para armazenar e trabalhar estes dados foi uma decorrência desta migração.

No final dos anos oitenta a quantidade de trabalhos unindo SIG's e arqueologia já era bem significativa (ALLEN; GREEN; ZUBROW, 1990). Os métodos baseados em SIG no entanto, freqüentemente deviam ser escritos pelos próprios interessados. Mais tarde, já nos anos noventa, com o desenvolvimento dos recursos computacionais e de programas de uso mais geral, como os SIG comerciais, o uso se ampliou enormemente. O uso do SIG na arqueologia pode ser enquadrado em algumas categorias básicas (ALLEN, 1990a; WHEATLEY, 1995b; BURROUGH; MCDONNEL, 2000):

1. *Modelos de predição de sítios*: neste tipo de modelo o pesquisador busca relacionar variáveis que considera relevantes para a escolha de uma localidade para a realização de uma certa atividade (WARREN, 1990; CARMICHAEL, 1990). Uma maneira alternativa é tentar explicar porque determinados locais foram escolhidos por uma determinada população. Altschul (1990) identifica localidades favoráveis à implantação de sítios e relaciona aqueles conhecidos que não se encontram nestas regiões. A busca de explicação para este aparente paradoxo permite lançar mais luz na pesquisa arqueológica. Warren (1990) usa o ARC/INFO para localizar ocorrências pré-históricas em Illinois, EUA, através de uma regressão logística. Carmichael (1990) constrói um Modelo de Elevação Digital para prever ocorrências pré-históricas em Montana, EUA. Silva (2000) obteve sucesso na predição de localização de um sambaqui na costa norte da Bahia.
2. *Construção de banco de dados de sítios*: o SIG é usado como um componente de um sistema articulado de análise arqueológica. Os sítios são catalogados

e classificados segundo várias perspectivas. Por exemplo, Williams, Limp e Briuer (1990) explora diversas técnicas para classificação de ocorrências arqueológicas em Forte Hood.

3. *Gerenciamento arqueológico e de sítios*: faz uso dos dois objetivos anteriores. Trabalha com o levantamento de sítios, a avaliação dos modelos preditivos e a construção de base de dados em arqueologia. Guillot e Leroy (1995) discute o uso de um SIG especialmente desenvolvido pela Direção de Patrimônio do Ministério da Cultura francês para o gerenciamento da herança cultural francesa, com ênfase em um estudo de caso na Picardia.
4. *Construção de modelos*: mais que modelos de previsão de localização de sítios, os modelos buscam aplicar teorias vindas de outras ciências para simular processos temporais de uma propriedade espacial. Zubrow (1990) simula o desenvolvimento de uma rede de comércio usando aspectos da teoria de rede. Allen (1990b) usa dados históricos para modelar no tempo o crescimento de uma rede de comércio. Gillings (1995) usa um SIG como pano de fundo analítico para organizar, gerenciar e articular os diferentes conjunto de dados. O objetivo é modelar a topografia e a hidrologia de uma planície alagável da Hungria para entender a atividade humana passada. Nunez, Vikkula e Kirkinen (1995) usa um SIG para modelar no tempo e no espaço a história ambiental da Finlândia, desde o final da última glaciação. Thomaz (2002) trabalha com o desenvolvimento de um módulo (ARQUEO/SIG) no âmbito do Projeto de Salvamento Arqueológico de Porto Primavera.

Wheatley (1995a) desenvolve o conceito de análise de visada cumulativa (*Cumulative Viewshed Analysis*). Dados dois pontos num mapa, um ponto é visível a partir do outro se o terreno entre eles não possuir alguma elevação mais alta que qualquer um dos dois pontos, isto é, se existe uma linha-de-visão de um ponto para o outro. Assim, dado um ponto qualquer do terreno, chamado de alvo, podemos construir um mapa onde o atributo de cada ponto será 0 ou 1, dependendo se existe uma linha-de-visão entre o ponto e o alvo. Para um conjunto de n alvos numa mesma região, a soma algébrica dos n mapas, um para cada alvo, fornece uma superfície onde o atributo de cada ponto está entre 0 e n , dependendo do número de alvos vistos do ponto. Com esta idéia simples, (WHEATLEY, 1995a) construiu um modelo para testar a intervisibili-

dade entre sítios, com o objetivo de buscar entender as relações espaciais entre monumentos arqueológicos funerários neolíticos no sul da Grã-Bretanha. O modelo pode ser implementado com facilidade em um SIG matricial.

Um método para medir a altitude de pontos do terreno, e assim procurar feições arqueológicas enterradas, é aquele empregado por Chapman e Noort (2001). Neste trabalho, o objetivo era desenvolver uma metodologia para encontrar feições arqueológicas enterradas em áreas de terras baixas alagáveis na Grã Bretanha e para isso se procurou construir um modelo da superfície do terreno. Os métodos geofísicos não funcionam muito bem para estes lugares, devido à quantidade de água, e nem sempre as feições arqueológicas enterradas podem ser percebidas a partir da superfície. O Modelo de Elevação Digital construído foi analisado com o auxílio de um SIG e os locais indicados pela análise foram posteriormente escavados para a confirmação do método. O levantamento topográfico foi realizado com o auxílio de um GPS diferencial (DGPS) da marca Trimble, modelo Spectra Precision Geotracer System 2000 L1-RTK. A vantagem desta técnica sobre o levantamento óptico usual é o ganho em eficiência sem perda de qualidade. O DGPS funciona como um GPS ordinário. A diferença é a presença de um segundo GPS que fica fixo e faz as correções nas medidas efetuadas pelo GPS móvel. Um teste de precisão realizado pela equipe do trabalho citado tomou cinco medidas sucessivas do mesmo ponto B mantendo o GPS fixo no ponto A. A distância entre os pontos num sistema de coordenadas cartesiano era de aproximadamente (456; 412; 4,8) m. A diferença entre as medidas foi não maior que 0,054 m para a coordenada x , 0,056 m para a coordenada y e 0,029 m para a coordenada z . O que mostra uma precisão muito boa, considerando a facilidade e rapidez do método. O espaçamento entre os pontos a serem levantados não precisa ser uniforme. Com efeito, neste trabalho, em áreas que se supunha estéreis, os pontos estavam mais de 8 metros distantes um do outro. Em áreas com potencial arqueológico, ao contrário, foram medidos pontos com menos de 1 m de separação. Os dados do GPS foram fornecidos no sistema WGS 84 e depois corrigidos para o sistema local. Foram então gravados no formato CSV (Comma Separated Values), isto é, cada ponto numa linha, com as coordenadas separadas por vírgula: x, y, z . Os dados foram posteriormente inseridos num SIG e o Modelo de Elevação Digital foi construído. O método provou produzir um modelo da superfície do

terreno muito bom, relativamente barato e rápido: um operador chega a medir mais de mil pontos num único dia.

5. *Interpretações da paisagem*: esta categoria reúne as aplicações que se baseiam no estudo do paisagem. Savage (1990) integra modelos sociais a modelos de subsistência e usa o SIG para avaliar as respostas. Green (1990) estuda a covariação de aspectos da paisagem cultural e natural. Madry e Crumley (1990) busca integrar dados de vários pesquisadores para entender a paisagem e sua evolução até os dias atuais.
6. *Análise espacial*: análise espacial pode ser definida como uma coleção de técnicas, estatísticas ou de modelamento matemático, onde os eventos que estão sendo analisados dependem tanto de sua posição geográfica quanto do seu valor intrínseco (HAINING, 1994). O'Kelly (1994) reconhece o potencial da aplicação conjunta de SIG e análise espacial em diversos campos, incluindo a arqueologia.

O uso do SIG na arqueologia não precisa ser uma etapa posterior ao trabalho de campo. Brandon, Kludt e Neteler (1994) mostra um trabalho de levantamento arqueológico de uma área tão grande que o método tradicional, de registrar no papel durante o dia e organizar mais tarde o arquivo, seria impraticável. Além disto, os pesquisadores estavam interessados em integrar dados ecológicos e ambientais no banco de dados. Considerando também a falta de fundos para a realização do projeto, a solução foi utilizar desde o início do levantamento um SIG não comercial, capaz de rodar em máquinas modestas, o GRASS.

Outros exemplos de aplicações de um SIG na arqueologia podem ser encontradas em Llobera (2001), Craig (2000) e Lake, Woodman e Mithen (1998). Uma aplicação em simulação de ambientes pré-históricos pode ser encontrada em Spikins (2000).

1.3 Organização do trabalho

A organização deste trabalho é como segue: No capítulo 2 é dada uma visão panorâmica sobre a adaptação aos ambientes costeiros, e da história da pesquisa arqueológica nestes ambientes. Uma discussão sobre a função do sítio também é feita.

No capítulo 3 são discutidas as causas e evidências sobre a variação do nível médio do mar, e sua implicação na formação da paisagem onde os sambaquis estão implantados.

No capítulo 4 são apresentados os resultados preliminares obtidos utilizando a base de dados existente. A metodologia, descrição e uso dos equipamentos, necessários para a obtenção dos dados, assim como o modo de operar estes dados, também são apresentados.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões e as perspectivas futuras deste trabalho.

Alguns desenvolvimentos que foram fundamentais para a realização deste trabalho, mas cujo detalhamento não são necessários para a sua compreensão, foram colocados em apêndices. O leitor encontrará no apêndice A uma discussão sobre a necessidade e a forma de calibrar as datas para uma correta comparação entre fenômenos temporais. No apêndice B estão listados os sambaquis que foram considerados neste trabalho, junto com uma breve descrição de algumas de suas propriedades. No apêndice C estão os procedimentos necessário para produzir cada mapa deste trabalho. Finalmente, no apêndice D são apresentados os *softwares* que foram utilizados neste trabalho.

2 A adaptação ao ambiente costeiro

2.1 A ocupação do ambiente costeiro

A ADAPTAÇÃO humana a ambientes costeiros é muito antiga. Seu início parece se dar pelo menos entre 100 e 120 mil anos AP, na costa leste africana, o que é evidenciado pela presença de depósitos de descarte de conchas (*shell middens*). As evidências sobre a antigüidade da presença do homem no sul do continente australiano, cerca de 100.000 AP (TINDALE, 1983) ou cerca de 40.000, como querem outros, reforça a idéia da antigüidade desta adaptação, uma vez que este continente, também nestas épocas, só poderia ter sido atingido por mar.

Recorrentes em todos os continentes, os sítios costeiros construídos por acúmulo de conchas demonstram a exploração deste recurso por parte de populações humanas. Na Europa, uma caverna na Cantábria (Espanha), distante hoje 1,5 km da costa, mostra uma sucessão de 36 níveis de ocupação, em uma seção não perturbada e com pouco mais de 2,5m altura de sedimentos. Os níveis foram datados entre cerca de 21.000 e 9.000 AP, e nestes a presença de conchas de *Patella vulgata*, um molusco de ambiente estuarino, é quase sempre notável. Durante o Pleistoceno, a razão entre conchas e ossos de mamíferos chega a 70% em alguns níveis. Neste período, devido ao nível médio do mar estar bem abaixo do atual, os habitantes da caverna teriam que fazer uma longa jornada até a costa para a coleta. O nível 27, datado em 10.500 AP, é considerado pelos autores como virtualmente um *shell midden*. Também notável é a variação nas dimensões das conchas, conforme o uso do recurso alimentar se torna mais intensivo, talvez em resposta ao aumento da pressão demográfica (STRAUS et al., 1980).

Ainda na Europa, os concheiros de Muge em Portugal, no rio de mesmo nome, um afluente do Tejo, datados entre 7.350 ± 350 e 5.150 ± 300 AP, são semelhantes

aos nossos sambaquis, com vestígios de sítios de habitação, fossas culinárias, descarte de restos alimentares e de material lítico, e enterramentos (BECK, 1973).

Na América do Norte, um sítio construído de conchas foi datado em 9.300 anos AP (ERLANDSON et al., 1999). Na América do Sul, duas datações foram obtidas no sítio Quebrada Las Conchas, próximo a Antofagasta, Chile, que levam o início da ocupação da costa do Pacífico 3.500 anos para trás, dos anteriores 6.000 AP (sítios Quiani em Arica, Punta Pichalo em Pisagua, e Cerro Colorado e Punta Morada em Taltal) para 9.400 ± 160 e 9.680 ± 160 AP (LLAGOSTERA, 1979).

No Brasil, algumas datas sugerem que os sítios costeiros conhecidos mais antigos sejam Maratuá (7.803 ± 1.300 e 7.327 ± 1.300 AP) em São Paulo e Camboinhas (7.958 ± 224 AP) no Rio de Janeiro. Algumas destas datações são fortemente contestadas. As razões são de natureza geológica, biológica e cultural. Em resumo, Garcia (1979) argumenta sobre Maratuá que este não se encaixa na curva de Fairbridge, que prevê um nível do mar mais alto para o período inicial da ocupação, não condizente com a altitude atual do sítio, cuja base se encontra abaixo do nível mais baixo das marés. Com relação a este argumento, a curva de Fairbridge não pode servir como base para a análise das flutuações do nível marinho no litoral de São Paulo, porque não existe uma curva de variação do NMM com alcance mundial, mas sim curvas locais (MARCUS; NEWMAN, 1983; SUGUIO et al., 1985). Novas datações, também, colocam Maratuá com 3925 ± 145 (Bah. 382) e 3865 ± 95 (Gif 9185) anos AP. Para Camboinhas, alguns autores consideram a duna sobre a qual se apóia o sítio como não anterior a 5.000 anos AP. No entanto, Muehe e Kneip (1995) sustentam que a lagoa de Itaipú já existia antes de 7.000 anos AP, e que portanto o cordão litorâneo que a separa do mar hoje, e sobre o qual se apoiava o sítio, também devia existir.

No sul do país, os sambaquis do Ramal e de Porto Maurício são os mais antigos, datados de 6540 ± 105 e 6030 ± 130 anos AP, respectivamente (RAUTH, 1967a, 1967b).

Molusco é um recurso crítico para uma população humana costeira devido à facilidade de coleta, por ser concentrado e acessível a todos os segmentos da população. Muitas vezes serve como uma reserva de alimento para uso em situações de falta de outros recursos (YESNER, 1980). Shawcross (1970, em Yesner (1980)), argumenta que a biomassa explorável devido a moluscos no litoral neozelandês é mais de mil vezes maior que a biomassa explorável na savana africana, de onde conclui que o menor conteúdo calórico da carne de moluscos é mais do que compensado pela sua

abundância e facilidade de coleta. Realmente, estudos de paleopatologia em uma população sambaqueira do litoral de Santa Catarina (no sambaqui da Cabeçuda) indicam que esta população possuía uma dieta hipocalórica (MENDONÇA DE SOUZA, 1999).

As melhores áreas para ser exploradas são aquelas onde ocorre uma grande diversidade de nichos ecológicos. A oferta concentrada de recursos favorece a escolha de uma única localidade como base para exploração. O uso de barcos permite um rápido deslocamento de um nicho para outro (YESNER, 1980). Ainda no estudo da população de Cabeçuda, Mendonça de Souza (1999) sugere que o esforço de locomoção desta população é muito acentuado nos membros superiores, causado, talvez, por atividades como nadar e remar, efeito percebido também em outras populações do litoral (NEVES, 1986).

2.2 A ocupação da costa sul brasileira

Uma das primeiras tentativas de se estabelecer uma cronologia para a ocupação da costa pelos sambaqueiros data de 1908, e relacionava proximidade à praia e presença de *Anomalocardia brasiliana* a sítios mais recentes, enquanto que aqueles situados mais para o interior, formados principalmente por *Ostrea*, seriam mais antigos. Na visão deste pesquisador, os habitantes dos sambaquis, apreciadores de ostras, teriam migrado para sítios que agora estão mais interiorizados premidos pela subida do nível do mar. Com a posterior regressão, teriam acompanhado a linha de praia e passado a explorar mais o berbigão (PROUS, 1992).

Piazza (1974) também sugere uma cronologia baseada em sedimentação e variação no conteúdo malacológico. Embora seja uma possibilidade interessante, esta associação não pode ser tomada sem contestações à luz do presente conhecimento sobre os sambaquis. Muitos sítios mostram camadas onde se alternam conchas de espécies diferentes de moluscos (sambaqui do Macedo, por exemplo (HURT; BLASI, 1960)). Sítios que são contemporâneos podem exibir preponderância de conchas de espécies diferentes, dependendo das suas posições em relação à fonte de alimentos. De qualquer modo, os sítios, mesmo que sejam de idades diferentes, são formados por conchas de espécies que estavam e ainda estão disponíveis.

Gaspar (1998) descreve o sambaqui como um monte de conchas construído a par-

tir de restos faunísticos relacionados à dieta dos construtores. O conteúdo varia de região para região do país, mas em geral são encontrados instrumentos inteiros (pontas de osso, dentes perfurados, material lítico polido, instrumentos malacológicos, etc), restos da manufatura destes objetos e fragmentos de instrumentos usados. São também encontrados numerosos enterramentos, fogueiras e ocasionalmente fundos de habitação.

Tenório (2003) reconhece que, historicamente, foram quatro as perspectivas básicas para o estudo de sambaquis: a discussão (1) de sua origem artificial ou não, (2) da unidade cultural do povo que o construiu, (3) do modo de vida desta população, e (4) da intencionalidade da construção do sítio.

A primeira abordagem foi resolvida já no início do século XX, com os trabalhos de Krone (1908) e Guerra (1950), entre outros. Langer (2001) descreve a polêmica desenvolvida durante o Império entre os defensores da origem natural e os da origem artificial dos sambaquis.

A questão da identidade cultural do povo que construiu os sambaquis, ou seja, a existência de uma cultura sambaquieira, é objeto de análise em inúmeros trabalhos. A questão se coloca devido, por um lado, às diferenças que existem entre diversos sítios formados por conchas, por vezes chamados de sambaquis verdadeiros e acampamentos conchíferos, dependendo de serem considerados sítios residenciais permanentes ou sítios ocupados sazonalmente (SCHMITZ, 1998; DE MASI, 2001). A diferença de forma, tamanho, conteúdo material, a presença de determinados artefatos, considerados possíveis marcadores culturais, seriam indicações de origens diferentes para os povos que construíram os sambaquis, resultado de visitas sazonais (SCHMITZ, 1996) ou migrações sucessivas para o litoral. Por outro lado, a recorrência na maneira como o ambiente é aproveitado, o reconhecimento que a unidade cultural significativa é formada por agrupamentos de sítios e não sítios isolados, e a inserção dos sítios na paisagem (GASPAR, 1990, 1996, 1999; TENÓRIO, 2003) indicariam uma unidade cultural para os povos responsáveis pela construção dos sambaquis.

Vários estudos abordam o modo de vida desta população. Incluídos nesta perspectiva estão os estudos paleoambientais, paleodemográficos e nutricionais, além daqueles relacionados com o padrão de assentamento. Alguns estudos tentam reconstituir a dieta alimentar. Figuti (1992) e Figuti (1993) mostra que a base da

alimentação do grupo eram os peixes e não os moluscos, devido à falta de alguns nutrientes fundamentais (também De Masi (2001)). Outros enfoques são os da antracologia (SCHEEL-YBERT, 2001), buscando caracterizar o ambiente ocupado e o uso dos recursos do ambiente por esta população (SCHEEL-YBERT, 1999), ou da geomorfologia (GARCIA, 1984; AB'SABER, 1984). Estudos de paleopatologia permitem elucidar aspectos da organização social, tendência ao sedentarismo e adensamento populacional de populações pré-históricas. Assim, baseados em resultados preliminares para o sambaqui da Jaboticabeira II, Storto, Eggers e Lahr (1999) observam que a ocorrência elevada de infecções sugerem uma alta densidade demográfica para a região. Bissa et al. (2000) estuda a evolução paleoambiental no litoral sul de São Paulo e sugere que, devido à retração lagunar decorrente da descida do nível do mar, os habitantes da periferia lagunar tiveram que migrar em direção ao litoral atual.

A intencionalidade da construção do sambaqui é abordada em uma série de trabalhos. Figuti e Klokler (1996) reconhecem a existência de camadas depositadas com o provável intuito de construir o sambaqui, diferente de outras camadas onde se pode observar um conjunto mais complexo de atividades (a presença de uma camada, muitas vezes basal, construída num intervalo de tempo curto, com o aparente objetivo de proporcionar uma base seca é mencionada em diversos trabalhos, como por exemplo Hurt (1974) e Afonso e De Blasis (1994)). Gaspar e De Blasis (1992) desenvolvem o conceito de que os sambaquis são marcos na paisagem e construções intencionais. De fato, o processo de construção de um sambaqui como Jaboticabeira II mostra sucessiva deposição de unidades relacionadas a enterramentos. O sambaqui é, então, o resultado de incrementos episódicos (FISH et al., 1997, 2000). O processo de construção para diversos sambaquis é muito semelhante, mas o material empregado pode variar. Alguns sambaquis apresentam uma camada superior de sedimento escuro com pouca presença de conchas mas no restante muito semelhante às outras camadas, com a presença, algumas vezes, de cacos cerâmicos associados às tradições Tupiguarani e Itararé. Beck (1972), propõe uma sucessão de fases para o litoral de Santa Catarina baseada na presença ou não de cerâmica no sambaqui. Estudos em Jaboticabeira II indicam que a camada preta superior parece ter função construtiva também, mostrando uma mudança no material de construção do sítio. Figuti (comunicação pessoal) supõe que esta mudança de material construtivo corresponda a um período em que a água da paleolaguna estava mais doce, o que é sugerido pela predominância de bagres e pela ausência de espécies de água mais

salgada, o que acarretaria também a ausência de berbigões.

Um inventário de sítios arqueológicos para as regiões sul (município de Jaguaruna) e norte (principalmente a região próxima a Joinville) do litoral de Santa Catarina pode ser encontrado em Rohr (1984) ou Beck (1969), e Bandeira (1997), Oliveira (2000) ou Oliveira e Horn Filho (2001), respectivamente.

2.3 Os sambaquis da região do Camacho

Cinqüenta e dois sambaquis se espalham pela região (ver o apêndice B para uma lista de sambaquis conhecidos na região). São sítios de tamanhos variados. Alguns são bem antigos, sua construção tendo se iniciado a mais de 5.000 anos atrás. O último a ser abandonado parece o ter sido ao redor de 1.000 anos atrás.

A tabela 1 sumariza os dados para os sambaquis da região. A primeira coluna traz o nome do sambaqui. As segunda e terceira colunas trazem suas coordenadas geográficas UTM. O tamanho, na quarta coluna, vai de 1 (bem pequeno) a 6 (muito grande). A quinta coluna traz o grau de conservação do sambaqui:

0 = Destruído a 5 = Bem Conservado.

A sexta coluna informa o grupo a que pertence o sambaqui, de acordo com seu conteúdo, forma e implantação na paisagem. Finalmente, a sétima coluna informa a página onde se encontra os dados a respeito do sambaqui, no apêndice B.

Tabela 1: Sambaquis da região do Camacho.

Sambaqui	L – O	N – S	Tam.	Cons.	Grupo	Pág.
Arroio da Cruz I	687376	6820113	3	3	3	127
Arroio da Cruz II	678217	6815654	3	3	5	129
Arroio da Cruz de Dentro	?	?	3	0	5	129
Cabeçuda	712512	6852195	5	1	2	120
Caieira	718350	6849060	5	0	?	113
Campo Bom	689331	6821398	3	0	3	128
Carnaça I	713930	6841010	6	1	2	121
Carnaça II	714520	6840920	4	2	2	121
Carnaça III	714519	6840380	3	5	2	122
Carnaça IV	714426	6840502	3	4	2	122

Tabela 1: Sambaquis conhecidos da região (*Continuação*)

Sambaqui	L – O	N – S	Tam.	Cons.	Grupo	Pág.
Congonhas I	694930	6843010	5	1	2	122
Congonhas II	695603	6840160	4	3	2	123
Congonhas III	694320	6838450	4	4	2	123
Encantada I	703768	6830622	5	5	1	113
Encantada II	703290	6830555	2	5	1	114
Encantada III	703708	6830544	2	5	1	114
Encantada IV	703859	6831546	3	3	1	115
Figueirinha I	698317	6827692	5	5	1	115
Figueirinha II	698387	6828061	4	5	1	115
Figueirinha III	698006	6827646	4	0	1	116
Figueirinha IV	689320	6827226	2	0	4	128
Figueirinha V	697876	6826980	2	0	4	128
Galheta I	716427	6838183	5	5	1	116
Galheta II	716334	6838181	3	5	1	116
Garopaba do Sul	706046	6831728	6	2	1	116
Ilhote	717908	6841334	4	5	1	117
Jaboticabeira I	697334	6837666	6	3	2	124
Jaboticabeira II	699489	6835694	5	2	2	124
Jaboticabeira III	697690	6837162	3	1	2	124
Lagoa dos Bixos	716237	6840176	5	5	1	117
Laranjal I	702120	6829608	5	5	1	117
Laranjal II	702289	6829823	4	5	1	118
Laranjal III	702826	6830328	3	5	1	118
Mato Alto I	698773	6842162	5	2	2	125
Mato Alto II	698590	6842450	4	5	2	125
Morro Grande I	687152	6824099	3	4	5	129
Morro Grande II	687187	6823636	1	1	5	130
Morrote	699360	6840440	4	4	2	125
Olho D'Água I	681220	6817360	3	1	5	130
Olho D'Água II	?	?	3	0	5	131
Padre	715591	6839212	4	3	1	118
Ponta do Morro	?	?	3	0	5	131
Ponta do Morro Azul	690106	6832373	3	3	5	126
Porto Vieira I	695474	6835190	6	2	2	126
Porto Vieira II	695482	6836120	5	2	2	127
Riachinho	693949	6830053	1	?	2	127
Santa Marta I	712148	6834089	4	1	1	119
Santa Marta II	713236	6833590	4	2	1	119
Santa Marta III	711542	6834937	4	1	1	119
Santa Marta IV	711493	6835068	3	5	1	120
Santa Marta V	713192	6834760	4	5	1	120
Santa Marta Pequeno	714769	6838887	1	0	2	127

A tabela 2 apresenta as datas calibradas para todos os sambaquis datados da região. A forma de apresentação seguiu alguns critérios. Os sambaquis que forneceram as amostras foram classificados por ordem alfabética. As amostras, para cada sambaqui, foram classificadas por data mais antiga do intervalo de datas.

A primeira coluna da tabela contém o nome do sambaqui, como foi catalogado pela equipe do projeto Camacho (ver Apêndice B). A segunda coluna traz o código de identificação da amostra, composto por uma letra ou seqüência de letras e um número. As letras ou seqüências de letras codificam os seguintes laboratórios:

A = Laboratório de Geoquímica da Universidade do Arizona, EUA;

Bah = Universidade Federal da Bahia, Brasil;

I = Teledyne Isotopes, EUA;

L = Lamont-Doherty, EUA.

A terceira e a quarta colunas trazem a data ^{14}C e o desvio padrão. A quinta coluna o tipo de amostra, se carvão ou concha. A sexta coluna traz o intervalo de datas, conforme os resultados do programa de calibração. A última coluna traz a referência primária da datação.

Tabela 2: Datas calibradas para os sambaquis do Camacho

Sambaqui	Amostra	Data ^{14}C	Tipo	Data cal. (2σ)	Referência
Cabeçuda		4120 $\pm$ 220	Carvão	5302 — 3986	MENDONÇA DE SOUZA 1995
Caieira	I 2628C	3230 $\pm$ 155	Carvão	3832 — 3076	HURT 1974
	I 2628S	2770 $\pm$ 100	Concha	2706 — 2107	“
	I 2624	710 $\pm$ 95	Carvão	790 — 533	“
Carniça I	A 918	3370 $\pm$ 150	Carvão	4055 — 3269	HURT 1974
	A 912	3310 $\pm$ 150	Concha	3408 — 2707	“
	A 919	3370 $\pm$ 100	Concha	3374 — 2811	“
	A 917	3210 $\pm$ 150	Concha	3323 — 2542	“
	A 883:2	3040 $\pm$ 50	Concha	2846 — 2591	“
	A 884	2400 $\pm$ 110	Carvão	2751 — 2152	“
	A 914	2550 $\pm$ 100	Concha	2342 — 1840	“
Carniça IA	A 956	3275 $\pm$ 125	Carvão	3830 — 3213	HURT 1974
	L 1164	3400 $\pm$ 150	Concha	3525 — 2752	“
	L 1164B	3300 $\pm$ 150	Concha	3395 — 2704	“
	I 2620	3350 $\pm$ 110	Concha	3373 — 2769	“
	A 959	2460 $\pm$ 110	Concha	2305 — 1707	“
Congonhas I					
	A 10651	3350 $\pm$ 85	Carvão	3829 — 3384	FISH et al. 2000
	A 10650	3165 $\pm$ 55	Carvão	3474 — 3266	FISH et al. 2000
Congonhas II	A 10649	2835 $\pm$ 95	Carvão	3242 — 2754	FISH et al. 2000
	A 10647	2740 $\pm$ 70	Carvão	2994 — 2747	“
	A 10648	2705 $\pm$ 85	Carvão	2970 — 2714	“
Congonhas III	A 10646	2115 $\pm$ 50	Carvão	2303 — 1950	FISH et al. 2000
Encantada III	A 10638	4420 $\pm$ 50	Concha	4631 — 4272	FISH et al. 2000
Figueirinha III	Bah 1378	4240 $\pm$ 190	Concha	4790 — 3681	MARTIN et al. 1988
Garopaba do Sul	Bah 1371	3450 $\pm$ 180	Concha	3640 — 2748	MARTIN et al. 1988

Tabela 2: Datas calibradas para os sambaquis do Camacho
(*Continuação*)

Sambaqui	Amostra	Data ^{14}C	Tipo	Data cal. (2σ)	Referência
Garopaba do Sul	A 9888	2816 $\pm$ 70	Carvão	3207 — 2780	FISH et al. 2000
	A 10032	2681 $\pm$ 240	Carvão	3380 — 2157	“
Jaboticabeira I	A 10639	4185 $\pm$ 90	Carvão	4873 — 4442	FISH et al. 2000
	A 10640	3995 $\pm$ 85	Carvão	4812 — 4163	“
	A 10641	2655 $\pm$ 110	Carvão	2970 — 2363	“
	A 10642	2430 $\pm$ 125	Carvão	2777 — 2152	“
	A 9880	2880 $\pm$ 75	Carvão	3235 — 2781	FISH et al. 2000
Jaboticabeira II	A 10636	2655 $\pm$ 105	Carvão	2960 — 2384	“
	A 9894	2500 $\pm$ 155	Carvão	2921 — 2154	“
	A 10631	2855 $\pm$ 105	Concha	2752 — 2186	“
	A 10247	2470 $\pm$ 55	Carvão	2745 — 2351	“
	A 9882	2446 $\pm$ 55	Carvão	2739 — 2347	“
	A 9883	2216 $\pm$ 170	Carvão	2738 — 1822	“
	A 10633	2890 $\pm$ 55	Concha	2730 — 2331	“
	A 9889	2345 $\pm$ 105	Carvão	2715 — 2069	“
	A 10247	2795 $\pm$ 35	Concha	2608 — 2293	“
	A 10632	2310 $\pm$ 70	Carvão	2487 — 2150	“
	A 9891	2271 $\pm$ 90	Carvão	2487 — 2044	“
	A 10634	2280 $\pm$ 80	Carvão	2468 — 2074	“
	A 9898	2246 $\pm$ 75	Carvão	2357 — 2058	“
	A 10635	2180 $\pm$ 105	Carvão	2356 — 1900	“
	A 9890	2261 $\pm$ 45	Carvão	2349 — 2149	“
	A 9895	2146 $\pm$ 95	Carvão	2348 — 1895	“
	A 10244	2210 $\pm$ 60	Carvão	2347 — 2043	“
	A 10637	2165 $\pm$ 75	Carvão	2345 — 1950	“

Tabela 2: Datas calibradas para os sambaquis do Camacho
(*Continuação*)

Sambaqui	Amostra	Data ^{14}C	Tipo	Data cal. (2σ)	Referência
Jaboticabeira II	A 9893	2186 $\pm$ 60	Carvão	2343 — 2002	FISH et al. 2000
	A 10246	2115 $\pm$ 65	Carvão	2312 — 1904	“
	A 9892	1871 $\pm$ 185	Carvão	2310 — 1354	“
	A 9896	2146 $\pm$ 45	Carvão	2309 — 1996	“
	A 9899	2091 $\pm$ 65	Carvão	2305 — 1897	“
	A 9897	2036 $\pm$ 85	Carvão	2301 — 1820	“
	A 9881	2051 $\pm$ 65	Carvão	2296 — 1871	“
	A 10244	2490 $\pm$ 35	Concha	2156 — 1884	“
	A 9900	1951 $\pm$ 95	Carvão	2146 — 1632	“
	A 10243a	2365 $\pm$ 40	Concha	2018 — 1728	“
	A 10245a	2370 $\pm$ 35	Concha	2015 — 1749	“
	A 10246	2335 $\pm$ 35	Concha	1979 — 1705	“
	A 10245b	2285 $\pm$ 45	Concha	1931 — 1623	“
	A 9884	1781 $\pm$ 65	Carvão	1870 — 1536	“
	A 9885a	1826 $\pm$ 40	Carvão	1869 — 1628	“
Mato Alto I	A 10644	2535 $\pm$ 165	Carvão	2960 — 2158	FISH et al. 2000
	A 10643	2245 $\pm$ 60	Carvão	2352 — 2118	“
Mato Alto II	A 10645	4685 $\pm$ 160	Carvão	5733 — 4872	FISH et al. 2000
Morrote	A 9886	2051 $\pm$ 110	Carvão	2331 — 1733	FISH et al. 2000
	A 9887	1951 $\pm$ 115	Carvão	2295 — 1611	“

Para efeito de simplificar a apresentação das datas calibradas, foi adotada a forma de *intervalos de datas*. A calibração é feita pela probabilidade acumulada (ver apêndice A). Em alguns casos, quando a probabilidade acumulada fornece mais de uma faixa de datas, foram escolhidos como extremos do intervalo a data mais antiga e a mais recente, qualquer que seja o intervalo. Em geral as diferenças são pequenas, de modo que o erro cometido não é muito significativo.

3 A variação do Nível Médio Marinho

3.1 Caracterização da região

A ÁREA de estudo, em termos gerais, está dentro do quadrilátero limitado ao norte pelo paralelo $28^{\circ}15'$, ao sul pelo paralelo $28^{\circ}45'$, a oeste pelo meridiano $49^{\circ}15'$, e a leste pelo meridiano $48^{\circ}40'$. Compreende parte dos municípios de Jaguaruna, Laguna, Tubarão, Treze de Maio e Sangão (mapa da figura 1).

Figura 1: Localização da região de interesse.

A principal bacia do sistema de drenagem é a do rio Tubarão, com uma densidade de drenagem de $1,41\text{km}^2$ (área de 5100km^2 e extensão total de drenagem de 7172km). No seu curso inferior, o rio Tubarão corta a planície aluvionar formando meandros, podendo ser caracterizado como rio de planície (CARUSO JR., 1995).

A região está situada na Zona Subtropical Sul (STRAHLER, 1977), com o clima, controlado pelos Anticiclone do Atlântico Sul e Anticiclone Móvel Polar, podendo ser classificado, segundo Nimer (1989), como tipo “Cfa” (clima subtropical úmido sem estação seca e com verão quente). A vegetação, segundo o Atlas de Santa Catarina (GAPLAN/SC, 1986) é do tipo Floresta Ombrófila Densa, o que corresponde a uma floresta pluvial da costa atlântica, e consiste na floresta da planície litorânea e da encosta da Serra do Mar. As evidências arqueológicas indicam a existência pretérita de mangue na região, pela presença de ostras de mangue no registro arqueológico, o que permite supor que o clima foi mais quente no passado. Atualmente o limite sul para o mangue na costa brasileira é a parte sul da ilha de Santa Catarina, aproximadamente 100 km mais ao norte.

Podemos agrupar as unidades geológicas do Cenozóico na região em dois grandes sistemas. O sistema de “Leques Aluviais”, mais para o interior, e que abrange as fácies proximais de encostas e fluviais de canais meandrantas. Posterior, o sistema “Laguna-Barreira” é compostos por fácies lagunares, deltáicas, paludiais, praias marinhas e lagunares, e eólicas (CARUSO JR., 1995).

Caracteriza a região uma estreita faixa litorânea limitada pela Serra do Mar, pelo lado continental, e pela Plataforma de Florianópolis, pelo lado oceânico. A Serra do Mar é formada por terrenos cristalinos que atingem, eventualmente, o mar, produzindo uma série de costões e reentrâncias onde ocorrem pequenas planícies costeiras. Uma das maiores destas planícies é a de Tubarão, que se estende para o sul da Ponta da Gamboa, no Município de Paulo Lopes, e foi construída pelo isolamento de antigas reentrâncias por várias gerações de barreiras arenosas depositadas em vários episódios de elevação do NMM (CARUSO JR., 1995).

3.2 Paleoclima

Embora não existam estudos específicos para a região do Camacho, alguns estudos de palinologia para a região sul e sudeste permitem fazer algumas inferências

sobre o paleoclima. Para a região sul, as seqüências sedimentares escolhidas por Lorscheitter (1997) são aquelas que apresentam mais de 500 grãos de pólen, para maior confiabilidade dos resultados. Os locais estudados foram: no Rio Grande do Sul, a planície costeira em Pelotas, Lagoa dos Patos, Lagoa de Tramandaí e Terra de Areia, e o planalto em Itaimbezinho; no Paraná, o planalto em Lagoa Dourada; e em São Paulo, Colônia. A seqüência cronológica estudada para o Holoceno está na tabela 3.

Tabela 3: Seqüência cronológica estudada

Local	Amostra	Data ^{14}C	Data calibrada
Lagoa de Tramandaí (RS)	β 59296	1820 ± 90	1930–1538
Lagoa dos Patos (RS)	β 45771	4080 ± 110	4847–4287
Terra de Areia (RS)	β 45757	4120 ± 90	4834–4425
Lagoa de Tramandaí (RS)	β 56512	4830 ± 120	5889–5805
Lagoa dos Patos (RS)	β 40711	5170 ± 120	6261–5655
Lagoa de Tramandaí (RS)	β 56511	5980 ± 130	7165–6498
Pelotas (RS)	β 93177	6170 ± 50	7227–6909
Lagoa Dourada (PR)	β 57815	8170 ± 150	9474–8649
Itaimbezinho (RS)	β 24387	10480 ± 140	12900–11772
Lagoa Dourada (PR)	β 57814	11110 ± 110	13428–12675

Com base nestes dados, Lorscheitter afirma que entre aproximadamente 13.000 e 11.500 anos cal AP ocorreu um significativo aumento na temperatura e umidade no planalto sul-brasileiro, refletido no acentuado aumento dos indicadores de campo. Por volta de 7.500 anos cal AP começam a aparecer evidências de que uma transgressão marinha alcançou o atual zero no sul do Rio Grande do Sul (microforaminíferos e cistos de dinoflagelados nas amostras de Pelotas). Outras evidências em seqüências lagunares foram obtidas na Lagoa de Tramandaí e na Lagoa dos Patos, datadas entre aproximadamente 6.800 e 5.900 anos cal AP. Os dados também mostram uma intensificação na transgressão marinha, que teria atingido o máximo entre 5.700 e 4.500 anos cal AP. Segundo Lorscheitter, o máximo desta transgressão corresponde ao *optimum* climático, que teria ocorrido por volta de 5.000 anos AP (5.700 anos cal AP). O desenvolvimento da mata tropical após 4.500 anos cal AP indica uma contínua e progressiva regressão do NMM.

A partir de cerca de 5.700 anos cal AP não parece ter ocorrido fases secas na região. Lorscheitter atribui este fato a possíveis episódios repetidos do fenômeno *El Niño*, que no sul do Brasil provoca um aumento na quantidade de chuvas. No

entanto, Sandweiss (2003), analisando depósitos deixados pelo homem desde cerca de 13.000 anos cal AP na costa peruana, reporta que de 9.000 a 5.800 anos cal AP o fenômeno *El Niño* foi praticamente inexistente, e que entre aproximadamente 5.800 e 3.000 anos cal AP foi raro, embora não infrequente. Somente após cerca de 3.000 anos cal AP a moderna frequência de oscilações parece ter começado a ocorrer.

Na região sudeste, Behling (2003) propõe uma seqüência de fazes secas e úmidas, começando com uma fase seca que vai do início do Holoceno até cerca de 8.500 anos AP, com o período seco se estendendo por cerca de 6 meses, precipitação anual menor que a atual e a ocorrência de incêndios naturais. De 8.500 até 7.500 anos AP, o clima teria se tornado um pouco mais úmido, com a redução do período seco para 5 meses e menor ocorrência de incêndios naturais. O período mais seco retorna entre 7.500 e 6.000 anos AP, com uma estação seca de cerca de 5 a 6 meses de duração, sendo seguido por um período que vai até cerca de 2.800 anos AP, mais úmido, com uma estação seca de 5 meses e uma maior precipitação pluviométrica. Entre 2.800 e 600 anos AP, a estação seca é ainda menor que no período precedente. As atuais condições de umidade, com uma estação seca de cerca de 4 meses, teria sido atingida apenas após 600 anos AP.

3.3 Evolução paleogeográfica

Próximo aos morros que a cercam, a planície é preenchida por sedimentos fluviais grosseiros intercalados com depósitos coluvionares de encosta. Apoiados sobre estes sedimentos ocorrem pacotes de areias litorâneas, restos de um cordão arenoso associado a um episódio transgressivo pleistocênico, responsável pela formação de um extenso sistema lagunar. Durante a grande regressão que teve seu máximo em aproximadamente 18.000 anos AP, quando se acredita o nível do mar chegou a 120 m abaixo do atual, toda a área formava uma extensa planície, recortada pelos rios que erodiam os depósitos mais antigos. Um novo episódio transgressivo, agora no Holoceno, reconstituiu o sistema lagunar (CARUSO JR., 1995).

Uma sistematização para as fases evolutivas da planície costeira, conforme Su-guio et al. (1985), Martin et al. (1988), Giannini (1993), Caruso Jr. (1995) é apresentada a seguir:

Estádio I: *Máximo da Regressão Pliocênica* — A plataforma continental foi co-

berta com sedimentos continentais depositados na forma de leques aluviais em condições de clima semi-árido, sujeito a chuvas esparsas e torrenciais. A espessura da formação Alexandra, com mais de 100 metros, sugere que o NMM atingiu pelo menos 100 m abaixo do atual (MAACK, 1949). Estes depósitos são correlacionáveis com a Formação Barreiras, descrita por Bigarella e Andrade (1964) e outros mas, no entanto, possuem expressão apenas local, não tendo atingido a extensão espacial que a Formação Barreiras atingiu.

Estádio II: *Transgressão e Regressão do Pleistoceno I* — A transgressão que se seguiu (Transgressão Antiga) retrabalhou parcialmente o sistema de leques aluviais depositados no estádio anterior. No litoral da Bahia, Sergipe e Alagoas ainda podem ser observadas as falésias originadas da erosão da Formação Barreiras. No litoral de Santa Catarina não foram preservados vestígios dos depósitos gerados pela regressão que se seguiu ao máximo transgressivo. No litoral do Rio Grande do Sul esta regressão teria gerado um cordão arenoso ancorado em altos do embasamento cristalino (Sistema Barreira I), orientado no sentido NE-SW e com 250 km de comprimento.

Estádio III: *Transgressão e Regressão do Pleistoceno II* — Novamente, não ocorreram depósitos no litoral de Santa Catarina correlacionáveis com a transgressão que ocorreu em torno de 120.000 anos AP. A regressão subsequente foi acompanhada da progradação da linha de costa. No litoral do Rio Grande do Sul se apresenta na forma de corpos arenosos constituídos por sedimentos eólicos e praias (Sistema Barreira II).

Estádio IV: *Transgressão e Regressão do Pleistoceno III* — Na última transgressão do Pleistoceno, conhecida como Transgressão Cananéia (litoral de S. Paulo) ou Penúltima Transgressão (litoral da Bahia), o mar erodiu os depósitos continentais formados no Estádio anterior (formação do Sistema Barreira III). Os terraços formados atingem a altitude de até 10 m acima do nível atual, correspondendo a um nível marinho 8 m acima do atual. As idades para estes depósitos revelam antiguidade maior que 41.000 anos. A regressão que se seguiu atingiu seu máximo por volta de 18.000 anos atrás. Após esta época tem início a transgressão holocênica. O processo transgressivo, no entanto, não ocorreu de forma contínua. No litoral do Rio Grande do Sul ocorreram episódios de estabilização no NMM, evidenciados por linhas de costa afogadas,

com idades de 11.000, 9.000 e 8.000 anos AP, respectivamente.

Estádio V: *Máximo da Transgressão Holocênica* — A subida do nível do mar afogou o baixo curso dos rios que desembocam na região, que foram transformados em estuários, erodiu antigos terraços marinhos e originou a formação de novos pontões arenosos e ilhas-barreira (Sistema Barreira IV). Várias datas entre 7.000 e 5.000 anos AP, de conchas e fragmentos de madeira contidos em sedimentos lagunares nas desembocaduras dos rios, mostram que antes do máximo holocênico, suposto ter ocorrido por volta de 5.150 anos AP, as ilhas-barreiras já haviam sido formadas.

Estádio VI: *Construção de Deltas Intralagunares* — Foram formados deltas intralagunares, alimentados por sedimentos fluviais, nas lagunas formadas na transgressão anterior. Destes, o delta do rio Tubarão ainda está em atividade.

Estádio VII: *Construção de Terraços Marinhos Holocênicos* — Após o máximo transgressivo, o abaixamento do nível do mar levou a construção de terraços marinhos a partir da ilha-barreira do estágio anterior, resultando na progradação da linha de costa. A regressão causou, também, o aprisionamento das lagunas, com sua transformação em lagoas salobras.

3.4 O nível do mar e os sambaquis

A questão da variação do nível marinho e sua relação com os sambaquis tem atraído a atenção de muitos pesquisadores desde o século XIX. Krone (1908), já no início do século XX, ao propor uma origem antrópica para os concheiros, relacionava aqueles situados mais longe da costa com níveis marinhos passados mais altos. Guerra, em 1950, ainda discutindo a questão da origem natural ou artificial dos sambaquis, afirmava que os depósitos naturais de conchas (*terraços*), encontrados em terra firme, atestavam períodos de mar transgressivo.

Fairbridge, em 1976, utilizou dados de sambaquis brasileiros como auxiliares na construção de uma curva mundial de variação do nível do mar. Ainda em 1976, Bigarella procurava correlacionar os dados obtidos de sambaquis do Paraná com a curva proposta por Fairbridge.

A busca desta curva eustática de validade mundial para o Holoceno era, segundo

Suguio et al. (1985), um dos objetivos do Projeto 61 do Programa Internacional de Correlação Geológica. Porém, logo os trabalhos realizados no mundo inteiro mostraram que só seria possível a construção de curvas locais ou regionais. Mesmo trechos da costa bastante próximos um do outro mostram variações na modificação do nível médio do mar, sejam variações de amplitude, sejam variações temporais, sejam, até mesmo, no comportamento regressivo ou transgressivo (MARTIN; SUGUIO; FLEXOR, 1979).

Apesar de ser fundamentalmente local, ainda é possível observar alguns comportamentos do nível médio do mar (NMM) que são de validade suprarregional: em linhas gerais, supõe-se que no Brasil o nível médio do mar tenha subido dezenas de metros desde 20.000 anos atrás até o presente, e que o atual nível zero teria sido atingido pela primeira vez no Holoceno por volta de 7.000 anos AP (MARTIN; SUGUIO; FLEXOR, 1979; SUGUIO et al., 1985; MARTIN; SUGUIO; FLEXOR, 1986; MARTIN et al., 1988; MARTIN; SUGUIO, 1989; GIANNINI, 1993; CARUSO JR., 1995). Quase todos os sambaquis datados da costa brasileira apresentam datas mais recentes do que isto. É possível que os sítios numa dada região da costa brasileira que sejam anteriores à data em que o nível zero local foi atingido, se existirem, estejam localizados em áreas agora submersas (PROUS, 1992; ROOSEVELT, 1992). Não por acaso, a imensa maioria dos sambaquis é mais recente que o máximo holocênico, que ocorreu por volta de 5.150 anos AP.

Até alguns anos atrás, os modelos que procuravam explicar a sedimentação costeira privilegiavam fatores como a energia das ondas, a carga fluvial, ou mesmo a amplitude das marés (MARTIN; DOMINGUEZ; SUGUIO, 1986). O papel da variação do nível do mar não era considerado, provavelmente devido ao fato de que no hemisfério norte o NMM holocênico nunca foi maior que o atual. Em lugares como o Brasil, no entanto, onde teria ocorrido uma transgressão marinha que alcançou seu máximo em torno de 5150 anos atrás, seguida de uma regressão que trouxe o NMM do mar até o presente nível zero, é de se esperar que a dinâmica costeira seja fortemente influenciada pela movimentação do NMM (MARTIN; DOMINGUEZ; SUGUIO, 1986). O mecanismo geral de formação da planície costeira é baseado no equilíbrio do perfil da praia: a subida do mar transfere areia da pós-praia e áreas continentais adjacentes para a antepraia, enquanto que a descida do mar deposita areia da antepraia na pós-praia (Figura 2). Durante a subida do nível marinho dá-se a formação

do sistema ilha-barreira. Os rios que atingiam o mar passam a desembocar nestas áreas protegidas. Durante a regressão, as áreas protegidas formam lagunas que se comunicam com o mar através de canais de maré, e os rios passam a formar deltas intralagunares. Com o prosseguimento da descida do nível do mar, as lagunas podem ser ressecadas, formando planícies de cristas praias (MARTIN; DOMINGUEZ; SUGUIO, 1986). Ou, aprisionadas pela areia depositada na pós-praia, formar lagoas salobras que se comunicam com o mar por canais de maré, e até, eventualmente, ser transformadas em lagos de água doce (MUEHE; KNEIP, 1995).

Figura 2: As divisões da praia, adaptado de Popp (1988).

3.5 Causas da variação do NMM

A variação do nível médio do mar numa dada porção da costa nada mais é que a mudança na posição relativa entre o mar e a terra. Esta mudança tanto pode ser devida a alterações no nível do oceano como no nível do continente. Modificações no geóide alteram tanto os níveis oceânicos como os continentais, embora com amplitudes diferentes (MÖRNER, 1976, 1989; SUGUIO et al., 1985; CRUZ, 1998). A flutuação do nível marinho numa determinada região da costa é o resultado da complexa combinação de todos estes fatores (SUGUIO et al., 1985).

- **Alterações nos níveis continentais**

- *Movimentos tectônicos*: podem causar levantamento, afundamento ou dobramento de um trecho da costa.
- *Movimentos isostáticos*: alterações na carga sobre o continente, devido ao surgimento ou desaparecimento de calotas glaciais, erosão ou acúmulo de material.

- *Sedimentação costeira*: deposição ou retirada de material devido às próprias transgressões e regressões.

- **Alterações nos níveis oceânicos**

- *Modificação na bacia oceânica*: causada pela tectônica de placas. Resulta de um alargamento ou estreitamento da bacia oceânica, afundamento ou levantamento do leito oceânico.
- *Modificação no volume de água*: o volume total de água, em todos os seus estados (líquida, gelo e vapor), é aproximadamente constante no planeta, mas esfriamentos ou aquecimentos globais podem alterar a proporção nas quantidades em seus diferentes estados. Quanto mais água na forma líquida maior o nível oceânico.

- **Alterações na superfície dos oceanos**

- A superfície do oceano depende de duas componentes, uma oceanográfica e outra geofísica. A componente oceanográfica corresponde às marés, às correntes marinhas, ao vento, etc. A componente geofísica é a superfície do geóide, isto é, a superfície ideal formada pela reunião de todos os pontos que estão sujeitos ao mesmo potencial gravitacional (geóide é o sólido ideal cuja superfície coincide com esta superfície equipotencial). Idealmente, este potencial depende tanto das interações orbitais da Terra com os demais astros (a Lua, o Sol e outros planetas) quanto da sua rotação, bem como da composição do interior terrestre entre um ponto da superfície e o centro da Terra. De modo geral, a forma do geóide é bastante complexa, possuindo altos e baixos que flutuam tanto no tempo quanto no espaço. Uma vez que uma superfície líquida tenderia a acompanhar a forma do geóide mais fielmente que uma sólida, devido à fluidez da água, uma variação numa região de costa na forma do geóide, causada por uma variação na densidade da matéria no interior da Terra, por exemplo, poderia levar a uma alteração na posição relativa da costa e do mar, portanto implicando em uma subida ou descida localizada do nível marinho nesta região. O derretimento das imensas massas de gelo que cobriam parte dos hemisférios no final do Pleistoceno, ao alterar a carga aplicada sobre o manto terrestre, levou a alterações significativas na forma do geóide, que

se refletiram de forma diferenciada na alteração dos níveis marinhos que afetaram o litoral dos continentes (MITROVICA; PELTIER, 1989, 1991; MITROVICA; MILNE, 2003).

Estes fatores se combinam localmente de diferentes formas, de modo que uma análise do fenômeno mais realista deve levar em consideração seu caráter local. Uma vez que não é mais possível falar em curva global de variação do nível do mar, perde o sentido falar em nível do mar absoluto, e toda variação deve ser entendida como relativa, isto é, do nível do mar em uma região, em uma época, comparada com o nível na mesma região, em outra época. Ainda assim, algumas componentes permanecem sendo globais, como a resultante do fim da glaciação no final do Pleistoceno. É possível que esta variação tenha sido tão rápida que tenha mascarado as outras componentes antes de 7000 anos AP (SUGUIO et al., 1985). A partir de 7000 anos AP, a forma da curva é bem diferente para o litoral brasileiro, para o litoral atlântico norte americano (MARTIN; DOMINGUEZ; SUGUIO, 1986), para o litoral ocidental central francês (SCARRE, 1984), ou para o litoral australiano (TINDALE, 1983), por exemplo.

3.6 Evidências da variação do NMM

As evidências que documentam a variação do nível do mar no Quaternário são de natureza variada:

- **Evidências geomorfológicas:** são evidências os terraços arenosos de origem marinha depositados em locais acima da atual zona de deposição (SUGUIO et al., 1985).
- **Evidências biológicas:** são tubos fósseis de *Callichirus*, incrustações de vermetídeos (gasterópodes) e ostras, além de tocas de ouriços do mar, situados acima da atual zona de vida destes animais. A faixa de distribuição vertical de vermetídeos (0,5 m) permite determinar com bastante precisão a posição do nível do mar (SUGUIO et al., 1985; ANGULO et al., 1999).
- **Evidências arqueológicas:** alguns sambaquis estão distantes quilômetros da costa, mas se acredita, pela sua composição, que já estiveram mais próximos do mar (MARTIN; SUGUIO; FLEXOR, 1984, 1986).

3.7 Histórico da variação do NMM no litoral brasileiro

Estas evidências permitiram sugerir uma seqüência de níveis marinhos para o Quaternário no litoral brasileiro. Devido às componentes locais, algumas das etapas podem estar ausentes em uma ou outra seção do litoral:

1. *Nível marinho alto, mais antigo que 120.000 anos AP*: trata-se um evento que não está muito bem definido, chamado de *Transgressão Antiga*. Seus únicos testemunhos conhecidos se localizam no litoral da Bahia e Sergipe, e são falésias entalhadas nos sedimentos pliocênicos continentais da Formação Barreiras. Acredita-se que os testemunhos em outras regiões foram destruídos por transgressões posteriores. Sua amplitude é desconhecida (SUGUIO et al., 1985).
2. *Nível marinho alto de 120.000 anos AP*: por volta desta época o mar estava aproximadamente 2,0 m acima da posição atual. As datas foram obtidas aplicando o método do $^{10}\text{Be}/^{10}\text{B}$ a cinco amostras de corais. Esta transgressão é conhecida no litoral paulista como *Transgressão Cananéia* e no litoral baiano como *Penúltima Transgressão*. Testemunhos desta transgressão são terraços arenosos de construção marinha que ocorrem em todo litoral brasileiro (SUGUIO et al., 1985).
3. *Nível marinho alto holocênico*: este nível alto, a *Última Transgressão*, foi determinado a partir de amostras datadas pelo método do Carbono 14, coletadas em todos os setores da costa brasileira. Na determinação das curvas de variação do nível do mar para o Holoceno realizadas por Suguio et al. (1985) foram utilizados, também, dados de sambaquis.

3.8 Variação local do Nível Médio Marinho

A partir deste conjunto de informações Suguio et al. (1985, p. 277, figura 3) estabeleceu uma cronologia para a movimentação do nível médio do mar no período que vai de 7.000 anos AP até o presente, ao longo do litoral brasileiro com levantamentos em Salvador (BA), Ilhéus (BA), Caravelas (BA), Angra dos Reis (RJ), Santos (SP), Cananéia (SP), Paranaguá (PR) e Itajaí (SC). Apesar da forma da

curva ser muito parecida para todas as regiões do litoral brasileiro estudadas, o valor máximo da transgressão holocênica de 5.100 anos AP varia ao longo da costa. Seu valor chega a ser quase 2,5 m menor no litoral de Paranaguá que no litoral de Salvador. Como os testemunhos mais internos da transgressão de 120.000 anos AP estão na mesma altura para todos os setores da costa, esta variação de altura para a última transgressão não pode ser devida a um deslocamento de origem tectônica. Uma explicação para esta diferença de altura pode estar numa variação na superfície do geóide.

Uma análise da carta geoidal do Brasil de 1985 (SUGUIO et al., 1985, figura 5, p. 280) mostra altos tanto na parte leste do país, quanto na oeste. No centro, e cortando o litoral no norte e no sul, existe uma depressão. Na seção do litoral baiano a direção das curvas de isoelevação é Norte-Sul e são igualmente espaçadas. Entre Angra dos Reis (RJ) e Paranaguá (PR), as curvas cortam a costa obliquamente até serem quase paralelas à linha de costa. O mecanismo de variação do NMM proposto pelos autores é uma elevação regional do relevo do geóide durante a transgressão que ocorre até 5150 anos AP, seguido de um abaixamento do relevo e de um concomitante deslocamento no eixo da depressão central em direção ao leste durante a regressão subsequente. No trecho entre Caravelas e Salvador (Bahia) as curvas de isoelevação são praticamente paralelas à costa, enquanto que no trecho entre Santos e Paranaguá as curvas cortam a costa obliquamente. Um deslocamento no sentido Leste-Oeste ou Norte-Sul das linhas de isoelevação não produzem comportamento diferencial nas curvas para Salvador, Ilhéus ou Caravelas, mas produzem nas curvas para Santos, Cananéia, Paranaguá e Itajaí. E isto é observado na análise da diferença de amplitude de oscilação para estes diferentes setores (SUGUIO et al., 1985, fig. 6, p. 280). Variações regionais de menor amplitude temporal explicariam as rápidas (centenas de anos) oscilações negativas do NMM, de 4200 anos AP até 3700 anos AP, e de 2900 anos AP até 2600 anos AP, que, segundo os autores, teriam ocorrido.

Diferentemente do resto do país, porém, no litoral catarinense as curvas de isoelevação apresentam a ocorrência de um “ponto de sela”: as curvas aumentam para deslocamentos tanto para o leste quanto para o oeste (neste caso pode ser visto como um “fundo de vale”) e diminuem para deslocamentos para o norte ou para o sul (e neste caso é visto como um “pico”). Como resultado se espera que movimen-

tos restritos de deslocamento do eixo da depressão pouco interferam na variação do NMM. Pode-se esperar, então, que a amplitude de variação, e mesmo a forma da curva de variação do NMM para esta seção do litoral, seja diferente das observados para as outras regiões do país. A componente devido ao levantamento ou abaixamento do relevo do geóide, no entanto, permanece: submersão da costa durante o levantamento e emersão durante o abaixamento.

3.8.1 A curva de Suguio et al. (1985)

Embora reconhecendo que sambaquis não são os melhores indicadores para a reconstrução espaço-temporal de níveis marinhos pretéritos (MARTIN; SUGUIO; FLEXOR, 1986), alguns aspectos são observados especificamente para o litoral catarinense (MARTIN; SUGUIO; FLEXOR, 1986; MARTIN et al., 1988).

- (a) *Primeiro episódio de nível marinho alto* – Um afloramento na porção interna de um terraço marinho arenoso no curso inferior do rio Itajaí-Açu com a presença de alinhamentos de antigas cristas praias. Na base do afloramento foi registrada a ocorrência de depósitos argilosos contendo matéria de origem lagunar ou de fundo de baía, datados em 5580 ± 280 anos AP (Bah 1290), e recobertos por areias litorâneas. A base do afloramento indica uma fase transgressiva, enquanto que a planície de cristas praias indica uma fase regressiva. O máximo teria alcançado 3,0 m ou pouco mais, e seria posterior à 5580 anos AP. Dois sambaquis da região foram datados: Gaspar, 5320 ± 350 anos AP (Si. 362c) e 5270 ± 300 anos AP (Si. 362a) (PIAZZA, 1966a), distante 30 km da linha de costa atual, e da Ilhota, 5340 ± 210 anos AP (Bah. 1357), distante 22 km da linha de costa. A idade e localização destes sambaquis sugerem que o máximo holocênico tenha ocorrido há cerca de 5100 anos AP.
- (b) *Segundo e terceiro episódios de nível marinho alto* – Um afloramento em Barra Velha, na margem do rio Itapocu, mostra também uma base de origem lagunar recoberta por areias litorâneas, indicativo de mudança no regime de mar transgressivo para regressivo. A base foi datada em 3520 ± 180 anos AP, com o NMM $1,5 \pm 0,5$ m acima do atual.

O sambaqui da Ponta das Almas, na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, forneceu como data mais antiga 4290 ± 400 anos AP (Si 222) (PIAZZA,

1966b). Uma trincheira revelou um entalhe marinho escavado nas areias vermelhas que formam a base do sambaqui. O topo deste entalhe está 2,60 m acima do nível mais alto da maré atual (PIAZZA, 1966b). Um segundo nível marinho alto foi evidenciado (HURT, 1974) a $2,0 \pm 0,5$ m acima do nível mais alto atual. Datações de conchas para estes níveis forneceram 3620 ± 100 (I 2627) e 2400 ± 250 anos AP, respectivamente (HURT, 1974). Martin et al. (1988), com base nestes resultados, propõem:

- Em 4300 anos AP o sítio já estava ocupado;
- Um nível máximo do mar ocorreu há 3600 anos e estava em $2,6 \pm 0,5$ acima do atual zero;
- O sambaqui foi abandonado, numa época desconhecida, por motivos desconhecidos, talvez devido à decida do NMM.
- Antes de 2400 anos AP o sambaqui foi reocupado, e o nível máximo estava $2,0 \pm 0,5$ m acima do atual.

Uma outra evidência em favor dos níveis marinhos altos posteriores a 5100 anos AP foi obtida a partir do sambaquis de Carniça I, estudado por Hurt (1974). Foram encontrados bancos de conchas nos sedimentos lagunares, algumas em posição de vida, e que forneceram as seguintes datas: 3300 ± 150 anos AP (L 1164B), 3350 ± 110 anos AP (I 2620) e 3400 ± 150 anos AP (L 1164). No mesmo perfil foram datadas amostras com as seguintes cotas acima da base do sambaqui:

Altura	Amostra	Data	Tipo de amostra
530 cm	A 917	3210 ± 100	concha
380 cm	A 918	3370 ± 150	carvão
380 cm	A 919	3370 ± 100	concha
60 cm	A 912	3310 ± 150	concha

Uma amostra coletada 0,5 m abaixo da superfície em um outro perfil foi datada em 3040 ± 50 anos AP (A 883:2). Outra amostra, próxima ao sambaqui, num terraço lagunar cujo topo está abaixo do terraço que serviu de substrato para o sambaqui de Carniça I, a uma altura de $2,0 \pm 0,5$ m acima do nível atual, foi datada em 2500 ± 170 anos AP. Com base nestes resultados, Martin et al. (1988) concluíram que:

- Por volta de 3400 anos AP o NMM estava em descida e aproximadamente 2,0 m acima do atual;
- Aproximadamente em 3000 anos AP uma importante descida do NMM levou ao abandono de Carniça I;
- Em torno de 2500 o NMM estava 2,0 m acima do atual e Carniça I foi reocupado.

Concluindo, a curva para o litoral catarinense proposta por Suguio e Martin tem as seguintes propriedades:

- O zero atual foi ultrapassado pela primeira vez no Holoceno a, aproximadamente, 6500 anos;
- Em torno de 5100 anos AP o NMM estava num máximo, provavelmente 3,5 m acima do zero atual;
- Entre 4100 e 3800 anos AP o NMM esteve abaixo do atual zero;
- Por volta de 3600 anos AP o NMM estava 2,5 m acima do atual zero;
- Entre 2900 e 2700 anos AP o NMM foi, provavelmente, mais baixo que o atual zero;
- Por volta de 2500 anos AP o NMM esteve 2,0 m acima do atual zero.

Um esboço da curva para este setor apresentada por Suguio et al. (1985, fig. 3h, p. 277) está na Figura 3, na página 49.

Figura 3: Curva de variação do NMM proposta por Suguio et al. (1985). A parte pontilhada mostra os trechos com comportamento estimado.

3.8.2 A curva de Caruso Jr. (1995)

A forma da curva obtida por Suguio et al. (1985) (ver Figura 3, na página 49) para o trecho entre Itajaí e Laguna revela dois episódios de abaixamento seguido de levantamento do NMM, em torno de 4.000 anos AP e de 2.800 anos AP. Estes episódios foram propostos com base em dados de sambaquis. Alguns autores questionam a existência de um destes episódios. Caruso Jr. (1995) observa diversas fases de truncamento do sistema de cristas praias nos terraços marinhos, bem como terraços lagunares às margens do sistema lagunar holocênico, o que indicaria a ocorrência de fenômenos transgressivos menores durante a fase preponderantemente regressiva. Porém, observa que de 5000 anos AP até 3000 anos AP, de acordo com datações de depósitos naturais de conchas, o mar esteve sempre mais alto que o atual. Deste modo, não reconhece a oscilação negativa ocorrida entre 4100 e 3800 anos AP proposta por Martin et al. (1988).

Quanto ao nível baixo entre 3000 e 2500 anos AP, Caruso Jr. (1995) utiliza ainda os dados obtidos para Ponta das Almas (PIAZZA, 1966b; HURT, 1974), na Ilha de Santa Catarina, e Carniça I (HURT, 1974), e a mesma argumentação de Martin et al. (1988) para propor uma oscilação negativa de amplitude desconhecida, com início em 3000 e término em 2500 anos AP. Turfas na praia de Moçambique, na Ilha de Santa Catarina, reforçaria esta hipótese de oscilação negativa. A transgressão que começa em 2500 anos AP teria perdurado até 1380 ± 70 anos AP, que é a idade das turfas ao norte da Lagoa da Figueirinha, e que se encontra, segundo Caruso Jr. (1995), 2,0 m acima do zero atual.

O movimento subsequente do NMM não é claramente caracterizado: tanto pode ter havido uma regressão constante até o zero atual como pode ter sido alcançada uma cota inferior ao atual zero, com uma subsequente transgressão. Tomazelli e Villwock (1989) propõem que a presença de terraços lagunares afogados no complexo lagunar do Mirim–Imaruí–Santo Antônio, além de processos erosivos praias e o desenvolvimento de amplos campos de dunas transgressivas sobre a barreira, indicariam que o movimento atual é de imersão da costa (TOMAZELLI et al., 1996).

A curva proposta por Caruso Jr. (1995) está na Figura 4, na página 51. Os dois possíveis comportamentos atuais, de levantamento ou de contínuo abaixamento do NMM estão em pontilhado.

Figura 4: Curva de variação do NMM proposta por Caruso Jr. (1995). A parte pontilhada mostra os dois comportamentos possíveis: regressão até o zero atual e regressão seguida de transgressão.

3.8.3 O levantamento realizado por Angulo et al. (1999)

Uma crítica que se pode fazer à curva apresentada por Suguio et al. (1985), e aquelas que são derivadas desta, é que uma boa parte da sua forma se deve a dados que são originários de outras regiões do país. Mais recentemente foi obtida uma série de dados para o litoral próximo à cidade de Laguna (ANGULO et al., 1996, 1999). O método utilizado se baseia na determinação da idade de amostras de tubos fósseis de vermetídeos e sua posição relativa ao nível médio marinho atual. A determinação do paleonível é obtida comparando o nível em que se encontrava a amostra com o atual nível onde ocorrem estes animais (LABOREL, 1979).

O vermetídeo *Petalconchus* (*Macrophragma*) *varians* (d'Orbigny) vive no quarto inferior da região entre as marés, entre a linha da maré morta (lua crescente ou minguante) e da maré grande (lua cheia ou nova). No entanto, como desapareceram do sul do país, a referência usada em Angulo et al. (1999) foi o limite superior de ocorrência das colônias do *Phragmatopoma lapidosa*, que vive num nível equivalente àquele dos vermetídeos.

Segundo Giannini (1993), a costa rochosa entre Laguna e Imbituba está localizada dentro de um setor tectono-estrutural homogêneo. Expressão desta homogeneidade seriam:

1. A mudança de direção da costa, de ENE ao sul do Cabo de Santa Marta, para NNE ao norte;
2. A mudança de um litoral recortado do Cabo de Santa Marta para o norte, onde

a Serra do Mar alcança o litoral, e um litoral marcado por extensas planícies deposicionais ao sul;

3. O estreitamento da plataforma continental que ocorre a partir do norte do Cabo de Santa Marta.

Uma das conseqüência desta homogeneidade seria uma variação do NMM uniforme para todos os pontos na região (ANGULO et al., 1999). Com base nisto, um levantamento que misturasse dados vindos de diferentes pontos dentro desta região poderia ser utilizado para fornecer uma curva de variação do NMM local específica.

Foram coletadas amostras de tubos fósseis de vermetídeos em seis costões na região: Cabo de Santa Marta, Ponta da Galheta, Ponta da Ilhota, Ponta da Passagem da Barra, Ponta do Ji e Ponta de Itapirubá. As amostras foram secadas, escovadas e limpas de eventuais contaminações posteriores por carbonatos. As datações foram realizadas no Laboratório de Radiocarbono do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA). Os resultados obtidos por Angulo et al. (1999), com as datas calibradas, estão mostrados na Tabela 4, na página 54. A reconstrução espacial e temporal dos paleoníveis está na figura 5, na página 53.

Figura 5: Reconstrução espaço-temporal dos paleoníveis, baseada em Angulo et al. (1999). As datas são calibradas, com precisão de dois σ . A margem de erro na determinação do paleonível é de $\pm 0,5$ m.

Tabela 4: Datas calibradas para construção da curva de variação do NMM.

Local	Coord.	EO e NS	ID amostra	Data ^{14}C	Paleonível	Data Cal (2σ)
Ponta de Itapirubá 2			CENA 182	3920 $\pm$ 70	+1,05	3995–3556
Ponta de Itapirubá 3	725550	6863160	CENA 183	4340 $\pm$ 70	+1,75	4562–4110
Ponta de Itapirubá 5			CENA 185	570 $\pm$ 65	+0,20	252–0
Ponta do Ji 1			CENA 189	1840 $\pm$ 100	+0,55	1523–1066
Ponta do Ji 2	721610	6853780	CENA 190	980 $\pm$ 65	+0,40	637–361
Ponta do Ji 3			CENA 191	4060 $\pm$ 70	+2,00	4201–3725
Ponta da Passagem da Barra 1			CENA 192	4600 $\pm$ 70	+1,95	4862–4448
Ponta da Passagem da Barra 2	720620	6844740	CENA 193	2570 $\pm$ 70	+1,00	2317–1936
Ponta da Passagem da Barra 3			CENA 194	1200 $\pm$ 70	+0,20	830–527
Ponta da Ilhota 1			CENA 186	1210 $\pm$ 70	+0,20	844–534
Ponta da Ilhota 2	719170	6841350	CENA 187	1580 $\pm$ 70	+1,05	1228–891
Ponta da Ilhota 3			CENA 188	2060 $\pm$ 70	+1,10	1712–1331
Ponta da Galheta 1			CENA 176	1690 $\pm$ 90	+0,80	1324–941
Ponta da Galheta 2			CENA 177	2210 $\pm$ 70	+1,15	1888–1512
Ponta da Galheta 3	716530	6838010	CENA 178	2820 $\pm$ 70	+0,75	2704–2276
Ponta da Galheta 4			CENA 179	5410 $\pm$ 80	+2,10	5890–5498
Ponta da Galheta 5			CENA 180	2910 $\pm$ 70	+2,00	2729–2347
Cabo de Santa Marta 1			CENA 169	1610 $\pm$ 110	+1,05	1293–827
Cabo de Santa Marta 2			CENA 170	2430 $\pm$ 520	+0,85	3230–885
Cabo de Santa Marta 3			CENA 171	2340 $\pm$ 80	+0,95	2068–1626
Cabo de Santa Marta 4	713650	6833810	CENA 172	1730 $\pm$ 70	+1,55	1337–1005
Cabo de Santa Marta 5			CENA 173	1180 $\pm$ 70	+0,20	795–515
Cabo de Santa Marta 6			CENA 174	2080 $\pm$ 60	+0,35	1720–1368
Cabo de Santa Marta 7			CENA 175	1370 $\pm$ 60	+0,25	948–676

3.8.3.1 Discrepâncias entre paleoníveis de idade similares

Pode ser notado que alguns resultados apresentam problemas. As amostras Ponta da Galheta 3 e 5, por exemplo, embora sejam provavelmente contemporâneas (são provenientes do período que vai de aproximadamente 2700 a 2300 anos cal AP), mostram uma diferença de 1,25 m nos paleoníveis. Ocorre ainda uma inversão com a amostra Ponta da Galheta 2, mais jovem, num nível acima da amostra Ponta da Galheta 3, mais antiga.

Os autores descartam uma eventual contaminação que justificasse estas discrepâncias, assim como a hipótese que as amostras estivessem sujeitas a diferentes regimes de ondas. Uma possível explicação seria que a margem de erro adotada, de $\pm 0,5$ m, não seja adequada, embora este seja o valor adotado por diversos autores que estudam a variação do NMM no Brasil. Duas possíveis razões foram levantadas para justificar esta diminuição da precisão na determinação da faixa de vida dos organismos que foram utilizados.

1. **Imprecisões na identificação dos paleoníveis** O limite superior dos restos fósseis de vermetídeos, usado como indicador do paleonível, pode não corresponder ao limite superior da formação original, enquanto o animal estava vivo. No limite, o topo da formação medida corresponderia ao limite inferior da formação original, e o erro associado seria aquele da largura da formação original (entre 0,1 e 1,0 m).

Um outro possível motivo poderia ser uma diferença na distribuição vertical do organismo tomado como referência para determinação do nível atual de ocorrência do *P. (Macrophragma) varians*. No entanto, na região de interesse foi observado que o nível superior da ocorrência da *Phragmatopoma lapidosa* corresponde exatamente ao limite inferior da ocorrência do *P. (Macrophragma) varians* (ANGULO et al., 1999).

2. **Mudanças na características hidrodinâmicas da costa desde o tempo de vida dos vermetídeos** A própria alteração no NMM pode induzir mudanças nas características geomorfológicas e hidrodinâmicas da costa. Estas mudanças tendem a ser menos importantes para as amostras mais jovens, uma vez que as condições de vida dos animais tomados como referência eram mais próximas da atual.

Angulo et al. (1999) não produziram uma curva de variação do nível médio do mar para o período coberto pelas amostras estudadas. Uma possível razão seria a não observação de uma tendência clara de comportamento do NMM baseada nos dados obtidos. No entanto, considerando outros dados obtidos em campo (ver seção 4.2 na página 60) podemos propor a curva de variação do NMM da figura 8, na página 72.

3.9 Discussão sobre as curvas de variação do NMM existentes

As curvas existentes que descrevem o comportamento do NMM nos últimos 7000 anos para a região de interesse, em Suguio et al. (1985), Martin et al. (1988) (figura 3 na página 49), Caruso Jr. (1995) (figura 4 na página 51), e a proposta para o litoral do Rio Grande do Sul por Tomazelli e Villwock em Angulo et al. (1999, ver figura 12.b na página 336), partilham todas algumas tendências gerais, baseadas principalmente em dados obtidos em outras regiões do país: o primeiro cruzamento holocênico do nível zero atual ocorreu entre 6000 e 7000 anos AP (todas as datas são não calibradas); o NMM máximo holocênico ocorreu por volta de 5100 anos AP; ocorreram dois episódios rápidos de oscilação negativa do nível do mar, em torno de 4000 e de 2700 anos AP (Caruso Jr. (1995) contesta este primeiro episódio). A partir de 2000 anos AP, com exceção do litoral do Rio Grande do Sul, o NMM desce suavemente até o zero atual. No Rio Grande do Sul, a curva proposta por Tomazelli e Villwock em Angulo et al. (1999) mostra uma transgressão a partir de 1000 anos AP, até atingir o presente nível zero. Comparando seus dados com estas curvas de variação do NMM propostas, Angulo et al. (1999) observam que (as datas agora são todas calibradas, o que faz com que os comentários sejam um pouco diferentes daqueles feitos pelos autores):

- A. A amplitude geral da variação do NMM parece ser menor que aquela observada para outras regiões do país. Além disto, o nível mais alto observado, na amostra Ponta da Galheta 4, de 5890–5498 anos cal AP, foi de $2,10 \pm 0,50$ m, mais de 1 metro mais baixo, portanto, que o nível mais alto observado para outras regiões do país.
- B. É possível que tenha ocorrido um máximo em torno de 5.100 anos AP, como

proposto por Suguio et al. (1985).

- C. Durante as oscilações negativas propostas por Suguio et al. (1985) o NMM estava 2,00 e 0,70 m acima do zero atual, respectivamente.
- D. As amostras cobrem um *continuum* de tempo, com a ausência, no entanto, de amostras datadas entre 5.498 e 4.862 anos cal AP e entre 3.556 e 3.230 anos cal AP. Isto, porém, não significa um possível nível mais baixo que o atual nestes períodos, segundo Angulo et al. (1999), devido à existência de amostras datadas destes mesmos períodos para todo o litoral, entre Pernambuco e Paraná, e que indicam um nível superior ao atual para estas regiões.
- E. Diferentemente do litoral gaúcho, onde alguns autores propõem que esteja ocorrendo uma lenta transgressão (TOMAZELLI, 1990), o NMM nunca foi mais baixo que o atual nos últimos 2000 anos.

Figura 6: Curva de variação do NMM para o litoral brasileiro proposta por Angulo e Lessa (1996).

Com base em datações de amostras de vermetídeos para a costa brasileira publicadas e considerando dados para o estado do Paraná, Angulo e Lessa (1996) propõe que uma única curva (figura 6) possa descrever a variação do nível do mar para toda a costa brasileira, com uma margem de erro de $\pm 1,0$ m. Baseados nestas mesmas

datações, os autores rejeitam as oscilações negativas do nível médio do mar que teriam ocorrido entre 4.100 e 3.800 anos AP e entre 3.000 e 2.700 anos AP. O máximo da transgressão pós-holocênica teria ocorrido em 5.100 anos AP e teria alcançado menos de 4,0 m de altitude no litoral do estado do Paraná.

4 Resultados

4.1 Introdução

EM dezembro de 2003 foi realizada uma etapa de campo, desenvolvida durante o período que vai de 9 de dezembro a 16 de dezembro de 2003. A situação climática prevista para esta época é de muita chuva, no entanto encontramos um clima muito bom, com dias ensolarados, noites frescas e terreno seco. Realmente, apenas durante um único dia a chuva impediu a realização das atividades. Na noite deste mesmo dia pudemos apreciar o fenômeno da mobilidade das dunas: o vento NE carregando a areia formava um verdadeiro lençol cruzando a estrada, próximo ao sambaqui da Cigana (Santa Marta I), que leva da localidade do Camacho ao Farol de Santa Marta. No dia seguinte uma pequena duna ocupava o leito da estrada.

Durante esta etapa contei com a preciosa colaboração da arqueóloga Nami Amenomori e do Sr. Ari, morador local de espírito incansável. Nesta etapa de campo foram desenvolvidas três atividades:

1. Medição da altitude da base do sambaqui da Jaboticabeira II. Após várias etapas de campo foi produzida uma série de datas para este sambaqui, inclusive da sua base. O objetivo específico desta medição é a possibilidade de relacionar a altitude da base do sambaqui com a posição relativa do nível do mar no período em que o sítio foi ocupado.
2. Medição das coordenadas geográficas, com um GPS, de alguns sambaquis mencionados na literatura, principalmente Rohr (1969) e Rohr (1984). Destes sambaquis eram conhecidas apenas sua descrição e posição aproximada. Alguns são muito interessantes para pesquisas futuras, uma vez que possuem composição ou posição relativa ao mar muito diversa da dos outros sambaquis da região.

3. Obtenção de amostras para datação de um sambaqui próximo à localidade da Ponta do Morro Azul, município de Jaguaruna, que, segundo o Pe. Rohr, estaria semi-submerso. Este é um sambaquis cuja posição é extrema com relação aos demais saquis estudados na região, uma vez que, aparentemente, esteve situado na borda da paleolaguna quando de sua máxima extensão.

4.2 Medição da altitude da base do Jaboticabeira II

O primeiro dia da etapa foi dedicado à compra e preparação do material que seria necessário (estacas, botas, etc.). O levantamento topográfico foi dividido em duas partes: primeiro a medição da altitude da margem da Lagoa da Garopaba do Sul, desde a linha da costa; segundo, a medição da base do Jaboticabeira II desde a margem da lagoa. O aparelho utilizado foi uma Estação Total Eletrônica de marca NIKON, série DTM-302, modelo DTM-332. O processo de medir a altitude ao longo de uma grande distância (mais de 7 km), passando por vales e morros é bastante demorado. Na quarta (10/12) foi medida a altitude da margem da lagoa. A medição da altitude da base do Jaboticabeira I começou no dia 11, no dia 12 foi interrompida pela chuva, continuou no sábado 13 e terminou na segunda-feira 15/12.

O procedimento para medir a altitude de um ponto P_2 , a partir da estação no ponto P_1 é o seguinte (ver figura 7 na página 61): a estação total é colocada no ponto P_1 e nivelada. No ponto P_2 é colocada a haste, com o prisma na sua extremidade superior. O instrumento mede a distância inclinada DI e o ângulo vertical AV (e o ângulo horizontal com relação a uma direção determinada) e finalmente pede que seja informada a altura do prisma AP e do instrumento AI . Uma simples relação trigonométrica fornece a distância horizontal DH e a diferença de nível DN entre os pontos P_1 e P_2 :

$$DN = AI - AP + DI \cdot \cos(AV) \quad (4.1)$$

$$DH = DI \cdot \sin(AV) \quad (4.2)$$

A cota z do ponto P_2 , isto é, a altitude absoluta do ponto P_2 , é conhecida

somando a cota z da estação a partir do qual foi medido (P_1) com a diferença de nível DN do ponto P_2 assim calculada.

Figura 7: Procedimento para o levantamento da altitude de um ponto P_2 a partir de uma estação colocada no ponto P_1 . AI é a altura do instrumento, AP é a altura do prisma. AV é o ângulo vertical. DI é a distância inclinada, medida diretamente pelo instrumento. DH é a distância horizontal. DN é a diferença de nível entre os pontos P_1 e P_2

Se o ponto inicial e o ponto final estiverem muito distantes um do outro, ou se houver obstáculos entre os dois, é necessário promover uma mudança de estação. O procedimento de estacionar o instrumento visa permitir que o instrumento conheça as coordenadas da nova estação. Por exemplo, suponha que o objetivo seja mudar a estação do ponto P_1 para o ponto P_2 :

1. A estação antiga está no ponto P_1 e o ponto P_2 é medido da maneira que foi indicada anteriormente.
2. O instrumento é então transferido para o ponto P_2 e nivelado. O ponto P_1 agora será a *Ré*, o que vai permitir que o instrumento conheça perfeitamente a sua posição horizontal e vertical em relação ao conjunto de pontos já tomados. O instrumento mede a distância DI e os ângulos correspondentes ao ponto P_1 , o operador informa a altura do instrumento e do prisma, e qual o ponto, já conhecido pelo instrumento (no caso P_1), que está servindo como *Ré*.

3. Com estes dados a nova estação está localizada agora no ponto P_2 , e podemos seguir medindo os demais pontos: P_3 , P_4 , etc..
4. Se for necessário novamente mudar a estação, para o ponto P_3 por exemplo, basta repetir o procedimento de mudança de estação usando o ponto P_2 agora como *Ré*.

4.2.1 Levantamento da altitude da base de Jaboticabeira II

O trabalho de levantamento da altitude da base do Sambaqui de Jaboticabeira II foi dividido em duas etapas: do mar até o início das dunas, por ruas e estradas, e da estrada até Jaboticabeira II, cruzando as dunas. Na primeira etapa foram medidos 17 pontos, desde o nível do mar, no horário em que a tábua de marés indicava uma maré de 0,0 m, até o ponto de início da segunda etapa. Foi medido também o nível da Lagoa da Garopaba do Sul. Na segunda etapa foram medidos 140 pontos. O percurso do levantamento está indicado no mapa de levantamento de campo. O sambaqui da Jaboticabeira II está indicado por um círculo verde no canto superior esquerdo. Os pontos medidos na primeira etapa estão marcados por um 'xis' azul, e os pontos da segunda etapa por uma cruz vermelha. As tabelas 5 e 6 mostram os resultados obtidos no levantamento (todos os valores de distância estão em metros).

Uma discussão que deve ser feita quando o objetivo é medir a base de um sítio arqueológico extenso, como um sambaqui de grande porte, é à qual base estamos nos referindo. Porque o terreno sobre o qual se apóia o sambaqui não era inicialmente plano, de modo que se espera que níveis de mesma altitude relativa à lagoa, mas em diferentes locais do sambaqui, forneçam datas diferentes. Ou, inversamente, que níveis datados do mesmo período possam exibir diferentes altitudes absolutas. No Locus 5 (FISH et al., 2000), um perfil mostra uma seqüência de camadas que termina apoiada sobre o concheiro natural Jaboticabeira. A camada 7 forneceu as faixas de datas, para as amostras A 10631 e A 10633, 2752 — 2186 e 2730 — 2331 anos calibrados AP, respectivamente. Embora estas não sejam as datas mais antigas para o sambaqui, são as mais antigas para este perfil. A base medida para o sambaqui foi neste perfil, no Locus 5.

Tabela 5: Resultado de campo do levantamento da base de Jaboticabeira II. Primeira etapa.

Estação	Ponto	Descrição	AI (m)	AP (m)	DI (m)	AV
ET1	PT1	DUNA	1,420	1,850	46,295	87°32'06"
ET1	PT2	NIVELMAR	1,420	2,050	159,355	90°22'58"
ET1	PT3	DUNA	1,420	1,850	332,095	89°27'26"
ET1	PT4	DUNA	1,420	1,850	281,518	89°43'25"
PT8	PT10	ESTRADA	1,488	1,850	119,791	90°23'50"
PT8	PT11	ESTRADA	1,488	1,850	276,328	90°13'07"
PT11	PT12	ESTRADA	1,482	1,850	36,397	89°59'29"
PT11	PT13	BEIRALAGOA	1,482	2,400	86,827	91°05'59"
PT11	PT14	BEIRALAGOA	1,482	2,000	86,122	90°58'17"
PT12	PT15	ESTRADA	1,545	1,850	369,713	89°58'27"
PT12	PT16	ESTRADA	1,545	1,850	414,590	90°00'46"
PT16	PT17	BEIRALAGOA	1,340	1,850	79,442	90°35'22"
PT16	PT18	ESTRADA	1,340	2,200	700,478	89°52'14"
PT16	PT19	ESTRADA	1,340	2,000	955,687	89°46'42"
PT19	PT20	ESTRADA	1,360	2,000	203,702	90°11'03"
PT19	PT21	ESTRADA	1,360	2,000	404,205	90°13'10"
PT21	PT22	ESTRADA	1,443	2,000	168,394	89°58'28"

Tabela 6: Resultado de campo do levantamento da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa.

Estação	Ponto	Descrição	AI (m)	AP (m)	DI (m)	AV
ET1	RE1	CURVA	1,340	1,850	168,397	89°40'50"
ET1	PT1	DUNA	1,340	2,000	124,964	89°27'38"
ET1	PT2	DUNA	1,340	2,000	132,866	88°18'17"
ET1	PT3	DUNA	1,340	2,000	140,831	87°12'48"
ET1	ET3	TOPODUNA	1,340	2,000	388,865	87°17'20"
ET3	PT4	DUNA	1,351	2,000	238,291	92°59'09"
ET3	PT5	DUNA	1,351	2,000	209,811	94°32'16"
ET3	PT6	DUNA	1,351	2,000	42,022	109°34'52"
ET3	PT7	DUNA	1,351	2,000	19,252	111°08'23"
ET3	PT8	DUNA	1,351	2,000	12,291	105°48'38"
ET3	PT9	DUNA	1,351	2,000	24,970	106°57'46"
ET3	PT10	DUNA	1,351	2,000	31,225	98°50'08"
ET3	PT11	TOPODUNA	1,351	2,000	37,705	94°07'56"
ET3	PT12	DUNA	1,351	2,000	138,904	95°09'07"
ET3	PT13	DUNA	1,351	2,000	168,424	95°02'27"
ET3	PT14	TOPODUNA	1,351	2,000	188,233	93°35'37"
ET3	PT15	DUNA	1,351	2,000	216,471	94°00'10"
ET3	PT16	DUNA	1,351	2,000	233,785	92°50'18"
ET3	PT17	DUNA	1,351	2,000	254,021	91°48'19"
ET3	PT18	DUNA	1,351	2,000	271,284	90°23'14"

Tabela 6: Resultado de campo do levantamento da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa (*Continuação*).

Estação	Ponto	Descrição	AI (m)	AP (m)	DI (m)	AV
ET3	PT19	DUNA	1,351	2,000	413,693	90°29'39"
ET3	ET4	TOPODUNA	1,351	2,000	434,135	89°46'17"
ET4	PT20	DUNA	1,443	2,000	386,894	91°01'43"
ET4	PT21	DUNA	1,443	2,000	160,563	91°12'00"
ET4	PT22	DUNA	1,443	2,000	149,983	92°45'07"
ET4	PT23	DUNA	1,443	2,550	136,933	94°41'18"
ET4	PT24	DUNA	1,443	2,000	120,664	94°42'26"
ET4	PT25	DUNA	1,443	2,000	100,460	98°14'50"
ET4	PT26	DUNA	1,443	2,000	57,744	98°48'59"
ET4	PT27	DUNA	1,443	2,000	14,248	105°09'02"
ET4	PT28	DUNA	1,443	2,000	42,350	102°54'41"
ET4	PT29	DUNA	1,443	2,000	58,165	98°53'31"
ET4	PT30	DUNA	1,443	2,000	77,944	98°58'57"
ET4	PT31	DUNA	1,443	2,000	95,354	98°58'59"
ET4	PT32	DUNA	1,443	2,000	118,324	94°57'42"
ET4	PT33	DUNA	1,443	2,000	131,655	91°29'09"
ET4	PT34	DUNA	1,439	2,000	13,046	104°19'33"
ET4	PT35	DUNA	1,439	2,000	33,961	106°52'52"
ET4	PT36	DUNA	1,439	2,000	58,195	98°44'52"
ET4	PT37	DUNA	1,439	2,000	73,129	99°10'28"
ET4	PT38	DUNA	1,439	2,000	96,887	98°38'31"
ET4	PT39	TOPODUNA	1,439	2,000	131,672	91°28'36"
PT39	PT40	DUNA	1,475	2,550	11,419	102°26'44"
PT39	PT41	DUNA	1,475	2,550	50,461	100°50'13"
PT39	PT42	DUNA	1,475	2,550	80,904	95°12'24"
PT39	ET6	TOPODUNA	1,475	2,550	116,827	92°41'14"
ET6	PT43	DUNA	1,429	2,000	23,573	97°25'52"
ET6	PT44	DUNA	1,429	2,000	47,055	98°30'06"
ET6	PT45	DUNA	1,429	2,000	62,057	95°29'20"
ET6	PT46	DUNA	1,429	2,000	102,255	92°42'09"
ET6	PT47	DUNA	1,429	2,000	144,948	91°19'33"
ET6	ET7	ESTRADA	1,429	2,000	144,944	91°19'42"
ET7	PT48	ESTRADA	1,375	1,850	13,553	84°52'45"
ET7	PT49	ESTRADA	1,375	1,850	27,691	90°07'55"
ET7	ET8	ESTRADA	1,375	2,550	40,439	90°40'43"
ET8	ET9	ESTRADA	1,498	1,700	63,521	92°29'34"
ET9	ET10	CURVA	1,495	1,800	38,531	89°33'07"
ET10	ET11	CURVA	1,444	1,700	37,003	89°36'06"
ET11	ET12	CURVA	1,516	1,550	97,401	89°52'57"
ET12	ET13	ESTRADA	1,528	2,200	89,128	89°47'09"
ET13	PT50	PORTEIRA	1,451	1,500	133,866	89°52'31"
ET13	ET14	CURVA	1,451	1,500	184,819	89°54'38"

Tabela 6: Resultado de campo do levantamento da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa (*Continuação*).

Estação	Ponto	Descrição	AI (m)	AP (m)	DI (m)	AV
ET14	PT51	BAIXADA	1,405	1,550	26,206	92°28'51"
ET14	ET15	ARVORE	1,405	1,600	41,406	89°31'36"
ET15	PT52	ARVORE	1,532	1,650	19,603	83°21'47"
ET15	PT53	ARVORE	1,532	1,650	45,948	83°25'21"
ET15	ET16	PORTEIRA	1,532	1,600	148,873	90°09'44"
ET16	ET17	ESTRADA	1,485	1,500	100,950	89°44'26"
ET17	ET18	ESTRADA	1,505	1,500	54,085	90°20'52"
ET18	ET19	ESTRADA	1,556	1,700	75,010	89°53'22"
ET19	ET20	FINALMATA	1,540	1,600	73,430	89°56'08"
ET20	PT54	BAIXADA	1,458	1,750	36,189	91°52'55"
ET20	PT55	TOPDUNA	1,458	2,500	88,636	75°33'32"
ET20	PT56	BASEDUNA	1,458	2,000	44,632	87°50'48"
ET20	ET21	TOPODUNA	1,458	1,900	334,151	88°17'33"
ET21	PT57	BASEDUNA	1,437	1,800	79,194	94°29'53"
ET21	PT58	BASEDUNA	1,437	1,800	33,759	97°10'00"
ET21	PT59	BASEDUNA	1,437	1,800	25,795	102°50'59"
ET21	PT60	TOPODUNA	1,437	1,800	57,932	87°46'44"
ET21	ET22	TOPODUNA	1,437	1,800	77,927	88°52'03"
ET22	PT61	BASEDUNA	1,457	1,800	17,876	101°43'30"
ET22	PT62	BASEDUNA	1,457	1,800	52,606	99°20'18"
ET22	PT63	MEIODUNA	1,457	1,800	104,580	93°13'16"
ET22	PT64	MEIODUNA	1,457	1,800	132,988	92°09'39"
ET22	PT65	MEIODUNA	1,457	1,800	146,000	91°59'24"
ET22	PT66	MEIODUNA	1,457	1,800	184,118	89°18'56"
ET22	ET23	EUCALIPTAL	1,457	1,800	224,044	86°45'51"
ET23	PT67	BASEDUNA	1,490	1,800	32,072	106°19'26"
ET23	PT68	BASEDUNA	1,490	1,800	89,173	96°42'12"
ET23	ET24	TOPODUNA	1,490	1,800	120,752	89°29'29"
ET24	PT69	BASEDUNA	1,455	1,800	35,867	101°58'04"
ET24	PT70	CERCA	1,455	1,800	50,323	96°13'09"
ET24	PT71	BASEDUNA	1,455	1,800	71,079	96°49'08"
ET24	PT72	BASEDUNA	1,455	2,550	91,967	96°36'53"
ET24	PT73	MEIODUNA	1,455	2,200	105,382	94°03'12"
ET24	ET25	TOPODUNA	1,455	1,900	126,884	91°57'09"
ET25	PT74	BASEDUNA	1,424	1,800	26,012	109°14'19"
ET25	PT75	BASEDUNA	1,424	1,800	78,234	98°22'37"
ET25	ET26	TOPODUNA	1,424	1,800	99,366	92°47'38"
ET26	ET27	BASEDUNA	1,400	1,800	30,251	99°31'22"
ET26	PT76	MEIODUNA	1,400	1,800	69,821	91°40'09"
ET26	ET28	TOPODUNA	1,400	1,700	119,506	89°56'30"
ET28	PT77	BASEDUNA	1,502	1,700	31,408	100°08'16"
ET28	PT78	TOPODUNA	1,502	1,700	47,260	94°15'47"

Tabela 6: Resultado de campo do levantamento da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa (*Continuação*).

Estação	Ponto	Descrição	AI (m)	AP (m)	DI (m)	AV
ET28	PT79	BASEDUNA	1,502	1,700	94,329	95°24'14"
ET28	PT80	MEIODUNA	1,502	1,700	137,341	92°17'54"
ET28	ET29	TOPODUNA	1,502	1,700	172,092	89°28'16"
ET29	PT81	BASEDUNA	1,459	1,900	32,460	106°17'43"
ET29	PT82	CERCA	1,459	1,900	84,546	94°48'25"
ET29	PT83	PORTEIRA	1,459	1,900	134,028	93°31'36"
ET29	PT84	BAIXADA	1,459	1,900	119,897	97°33'17"
ET29	PT85	CERCA	1,459	1,900	158,348	92°10'55"
ET29	PT86	MEIODUNA	1,459	1,900	246,257	91°36'58"
ET29	ET30	TOPODUNA	1,459	1,900	261,759	90°39'29"
ET30	PT87	BASEDUNA	1,425	1,800	50,722	98°46'08"
ET30	PT88	BASEDUNA	1,425	1,800	83,678	96°02'01"
ET30	ET31	TOPODUNA	1,425	1,800	108,054	92°22'10"
ET31	PT89	BASEDUNA	1,423	2,550	48,410	95°57'36"
ET31	ET32	TAQUARA	1,423	2,100	163,370	92°50'54"
ET32	PT90	RIACHINHO	1,496	1,900	66,833	90°47'39"
ET32	ET33	ESTRADA	1,496	2,550	127,352	89°34'17"
ET33	ET34	RIACHINHO	1,447	1,800	19,709	91°32'31"
ET33	PT91	BAIXADA	1,447	1,800	71,332	90°31'31"
ET33	PT92	RIACHINHO	1,447	1,800	19,640	91°31'15"
ET33	ET35	ESTRADA	1,447	1,900	184,686	89°49'14"
ET35	ET36	ESTRADA	1,445	1,900	659,698	89°54'05"
ET36	PT93	BASEDUNA	1,483	1,900	116,617	90°01'54"
ET36	PT94	JAB2BAIXO	1,483	2,000	102,055	90°40'03"
ET36	PT95	JAB2BAIXO	1,483	1,700	79,416	90°03'09"
ET36	PT96	JAB2PASTO	1,483	1,700	74,422	89°16'32"
ET36	ET37	JAB2TOPO	1,483	1,900	85,775	85°21'13"
ET37	PT97	JAB2MEIO	1,432	1,700	21,367	95°53'19"
ET37	PT98	JAB2MEIO	1,432	1,700	18,513	100°09'50"
ET37	PT99	JAB2MEIO	1,432	1,700	36,760	95°02'17"
ET37	PT100	JAB2TOPO	1,432	1,700	35,262	89°32'06"
ET37	ET38	JAB2MEIO	1,432	1,900	73,310	93°44'09"
ET38	PT101	JAB2BASE	1,341	1,700	32,743	93°00'19"

Substituindo o valor de AI , AP e AV na equação 4.1, a diferença de nível DN pode ser calculada para qualquer ponto medido a partir de uma determinada estação. A cota z de um ponto, isto é, sua altitude em relação ao nível médio marinho, é a soma da diferença de nível do ponto em questão com a cota z da estação a partir de onde o ponto foi medido. Os resultados dos cálculos da diferença de nível e da cota z para as estações nas duas partes do levantamento estão nas tabelas 7 e 8. Ao final

de cada tabela são mostrados, como exemplo, as altitudes de determinados pontos importantes do percurso, e que não são necessariamente estações. Estes exemplos ajudam a compreender a topografia da região.

Tabela 7: Determinação da altitude da base de Jaboticabeira II. Primeira etapa.

Estação	Ponto	Descrição	DN (m)	z (m)
ET1	PT1	DUNA	0,000	1,640
ET1	PT2	NIVELMAR	-1,640	0,000
ET1	PT3	DUNA	2,771	4,411
ET1	PT4	DUNA	0,983	2,623
PT3	PT4	DUNA	-1,919	2,492
PT3	PT5	ESTRADA	-0,967	3,444
PT3	PT6	ESTRADA	-1,257	3,154
PT3	PT7	ESTRADA	-1,527	2,884
PT3	PT8	ESTRADA	-1,290	3,121
PT3	PT9	ESTRADA	-1,546	2,865
PT8	PT10	ESTRADA	-1,137	1,983
PT8	PT11	ESTRADA	-1,361	1,760
PT11	PT12	ESTRADA	-0,308	1,452
PT11	PT13	BEIRALAGOA	-2,529	-0,770
PT11	PT14	BEIRALAGOA	-1,923	-0,163
PT12	PT15	ESTRADA	-0,083	1,369
PT12	PT16	ESTRADA	-0,342	1,110
PT16	PT17	BEIRALAGOA	-1,272	-0,163
PT16	PT18	ESTRADA	0,778	1,887
PT16	PT19	ESTRADA	3,092	4,202
PT19	PT20	ESTRADA	-1,240	2,962
PT19	PT21	ESTRADA	-2,133	2,069
PT21	PT22	ESTRADA	-0,427	1,642
Exemplos:				
Lagoa (PT 14)				-0,163
Lagoa (PT 17)				-0,163
ET1 (jab2)				1,642

Tabela 8: Determinação da altitude da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa.

Estação	Ponto	Descrição	DN (m)	z (m)
ET1	RE1	CURVA	0,000	1,642
ET1	PT1	DUNA	0,572	2,214
ET1	PT2	DUNA	3,326	4,968
ET1	PT3	DUNA	6,242	7,884
ET1	ET3	TOPODUNA	17,788	20,002

Tabela 8: Determinação da altitude da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa (*Continuação*).

Estação	Ponto	Descrição	DN (m)	z (m)
ET3	PT4	DUNA	-13,006	6,996
ET3	PT5	DUNA	-17,193	2,808
ET3	PT6	DUNA	-14,677	5,325
ET3	PT7	DUNA	-7,537	12,465
ET3	PT8	DUNA	-3,943	16,059
ET3	PT9	DUNA	-7,879	12,123
ET3	PT10	DUNA	-5,390	14,612
ET3	PT11	TOPODUNA	-3,311	16,691
ET3	PT12	DUNA	-13,067	6,935
ET3	PT13	DUNA	-15,393	4,609
ET3	PT14	TOPODUNA	-12,392	7,610
ET3	PT15	DUNA	-15,705	4,297
ET3	PT16	DUNA	-12,171	7,831
ET3	PT17	DUNA	-8,596	11,406
ET3	PT18	DUNA	-2,427	17,575
ET3	PT19	DUNA	-4,162	15,840
ET3	ET4	TOPODUNA	1,138	21,140
ET4	PT20	DUNA	-7,447	13,693
ET4	PT21	DUNA	-3,865	17,276
ET4	PT22	DUNA	-7,703	13,437
ET4	PT23	DUNA	-12,244	8,896
ET4	PT24	DUNA	-10,404	10,736
ET4	PT25	DUNA	-14,912	6,228
ET4	PT26	DUNA	-9,352	11,788
ET4	PT27	DUNA	-4,226	16,914
ET4	PT28	DUNA	-9,965	11,175
ET4	PT29	DUNA	-9,493	11,647
ET4	PT30	DUNA	-12,672	8,468
ET4	PT31	DUNA	-15,391	5,749
ET4	PT32	DUNA	-10,736	10,404
ET4	PT33	DUNA	-3,916	17,224
ET4	PT34	DUNA	-3,734	17,406
ET4	PT35	DUNA	-10,368	10,772
ET4	PT36	DUNA	-9,357	11,784
ET4	PT37	DUNA	-12,166	8,974
ET4	PT38	DUNA	-15,064	6,076
ET4	PT39	TOPODUNA	-3,899	17,241
PT39	PT40	DUNA	-3,481	13,760
PT39	PT41	DUNA	-10,507	6,734
PT39	PT42	DUNA	-8,362	8,879
PT39	ET6	TOPODUNA	-6,497	10,744
ET6	PT43	DUNA	-3,565	7,179

Tabela 8: Determinação da altitude da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa (*Continuação*).

Estação	Ponto	Descrição	DN (m)	z (m)
ET6	PT44	DUNA	-7,473	3,271
ET6	PT45	DUNA	-6,452	4,292
ET6	PT46	DUNA	-5,337	5,406
ET6	PT47	DUNA	-3,870	6,874
ET6	ET7	ESTRADA	-3,876	6,868
ET7	PT48	ESTRADA	0,790	7,657
ET7	PT49	ESTRADA	-0,484	6,384
ET7	ET8	ESTRADA	-1,599	5,269
ET8	ET9	ESTRADA	-2,910	2,359
ET9	ET10	CURVA	0,051	2,410
ET10	ET11	CURVA	0,056	2,466
ET11	ET12	CURVA	0,221	2,687
ET12	ET13	ESTRADA	-0,284	2,403
ET13	PT50	PORTEIRA	0,297	2,701
ET13	ET14	CURVA	0,295	2,698
ET14	PT51	BAIXADA	-1,224	1,474
ET14	ET15	ARVORE	0,202	2,900
ET15	PT52	ARVORE	2,203	5,103
ET15	PT53	ARVORE	5,200	8,100
ET15	ET16	PORTEIRA	-0,435	2,465
ET16	ET17	ESTRADA	0,497	2,963
ET17	ET18	ESTRADA	-0,268	2,694
ET18	ET19	ESTRADA	0,056	2,750
ET19	ET20	FINALMATA	0,078	2,828
ET20	PT54	BAIXADA	-1,425	1,402
ET20	PT55	TOPDUNA	21,117	23,945
ET20	PT56	BASEDUNA	1,190	4,018
ET20	ET21	TOPODUNA	9,570	12,397
ET21	PT57	BASEDUNA	-6,519	5,879
ET21	PT58	BASEDUNA	-4,526	7,871
ET21	PT59	BASEDUNA	-6,045	6,353
ET21	PT60	TOPODUNA	1,937	14,335
ET21	ET22	TOPODUNA	1,232	13,630
ET22	PT61	BASEDUNA	-3,921	9,709
ET22	PT62	BASEDUNA	-8,824	4,805
ET22	PT63	MEIODUNA	-6,164	7,465
ET22	PT64	MEIODUNA	-5,302	8,327
ET22	PT65	MEIODUNA	-5,358	8,272
ET22	PT66	MEIODUNA	1,911	15,541
ET22	ET23	EUCALIPTAL	12,358	25,988
ET23	PT67	BASEDUNA	-9,269	16,719
ET23	PT68	BASEDUNA	-10,664	15,324

Tabela 8: Determinação da altitude da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa (*Continuação*).

Estação	Ponto	Descrição	DN (m)	z (m)
ET23	ET24	TOPODUNA	0,817	26,805
ET24	PT69	BASEDUNA	-7,727	19,077
ET24	PT70	CERCA	-5,742	21,063
ET24	PT71	BASEDUNA	-8,729	18,075
ET24	PT72	BASEDUNA	-11,634	15,171
ET24	PT73	MEIODUNA	-8,139	18,666
ET24	ET25	TOPODUNA	-4,713	22,092
ET25	PT74	BASEDUNA	-8,892	13,200
ET25	PT75	BASEDUNA	-11,719	10,373
ET25	ET26	TOPODUNA	-5,164	16,927
ET26	ET27	BASEDUNA	-5,350	11,578
ET26	PT76	MEIODUNA	-2,379	14,549
ET26	ET28	TOPODUNA	-0,123	16,804
ET28	PT77	BASEDUNA	-5,671	11,133
ET28	PT78	TOPODUNA	-3,656	13,148
ET28	PT79	BASEDUNA	-9,027	7,777
ET28	PT80	MEIODUNA	-5,651	11,153
ET28	ET29	TOPODUNA	1,446	18,250
ET29	PT81	BASEDUNA	-9,494	8,756
ET29	PT82	CERCA	-7,471	10,779
ET29	PT83	PORTEIRA	-8,630	9,619
ET29	PT84	BAIXADA	-16,149	2,100
ET29	PT85	CERCA	-6,415	11,835
ET29	PT86	MEIODUNA	-7,331	10,918
ET29	ET30	TOPODUNA	-3,392	14,857
ET30	PT87	BASEDUNA	-8,053	6,805
ET30	PT88	BASEDUNA	-9,116	5,742
ET30	ET31	TOPODUNA	-4,787	10,070
ET31	PT89	BASEDUNA	-6,099	3,971
ET31	ET32	TAQUARA	-8,740	1,330
ET32	PT90	RIACHINHO	-1,275	0,054
ET32	ET33	ESTRADA	-0,046	1,283
ET33	ET34	RIACHINHO	-0,828	0,455
ET33	PT91	BAIXADA	-0,952	0,331
ET33	PT92	RIACHINHO	-0,819	0,464
ET33	ET35	ESTRADA	0,180	1,464
ET35	ET36	ESTRADA	0,735	2,199
ET36	PT93	BASEDUNA	-0,426	1,773
ET36	PT94	JAB2BAIXO	-1,651	0,548
ET36	PT95	JAB2BAIXO	-0,235	1,964
ET36	PT96	JAB2PASTO	0,779	2,978
ET36	ET37	JAB2TOPO	6,586	8,785

Tabela 8: Determinação da altitude da base de Jaboticabeira II. Segunda etapa (*Continuação*).

Estação	Ponto	Descrição	DN (m)	z (m)
ET37	PT97	JAB2MEIO	-2,405	6,380
ET37	PT98	JAB2MEIO	-3,480	5,306
ET37	PT99	JAB2MEIO	-3,441	5,344
ET37	PT100	JAB2TOPO	0,073	8,859
ET37	ET38	JAB2MEIO	-5,190	3,596
ET38	PT101	JAB2BASE	-2,021	1,575
Exemplos:				
Riacho (PT90)				0,054
Riacho (ET34)				0,455
Riacho (PT92)				0,464
Base Jab. II (PT101)				1,575
Baixada (PT91)				0,331

4.3 Curva de variação do NMM proposta

A data mais antiga para o Sambaqui da Jaboticabeira II é de 3235 anos cal AP, e a mais recente é de 1354 anos cal AP. Outras trinta e duas datas caem dentro deste intervalo. Nenhum indício aponta que o mar esteve mais alto que sua base durante este período. Como sua base está aproximadamente 1,5 m acima do nível da lagoa, o NMM não pode ter sido superior a 1,5 m acima do atual zero durante este intervalo de tempo. Considerando também os resultados obtidos por Angulo et al. (1999), podemos propor a curva de variação do NMM (figura 8) para a região de interesse, no período que vai de 5000 anos cal AP até o presente.

Figura 8: Curva de variação do nível médio do mar proposta, para o trecho do litoral que vai de Laguna a Imbituba, estado de Santa Catarina, para os últimos 5000 anos, obtida a partir do levantamento efetuado em dezembro de 2003 e nos dados de Angulo et al. (1999).

4.4 Comparação com outras curvas de variação do NMM

Comparando a curva proposta na figura 8 com a curva apresentada em Caruso Jr. (1995), podemos observar que (figura 9):

1. Como observado por Caruso Jr. (1995), não parece haver ocorrido a episódica oscilação negativa entre 4100 e 3800 anos AP.
2. Como observado por Angulo et al. (1999), o NMM nunca esteve abaixo do atual nos últimos 5000 anos, não tendo ocorrido a oscilação negativa entre 3000 e 2500 anos AP proposta por Caruso Jr. (1995).
3. Como observado por Angulo et al. (1999), a amplitude de variação do NMM nos últimos 5000 anos foi menor que a observada para outras regiões do país, como para o litoral norte de Santa Catarina, litoral do Paraná e do Rio Grande do Sul.
4. Da mesma forma que em outras regiões do país (exceto possivelmente o RS), o comportamento geral do NMM é de descida nos últimos 5000 anos. A taxa média de descida, no entanto, é de 0,673 mm por ano para a curva de Caruso Jr. (1995), representada pela linha tracejada na figura 10, e de 0,5 mm por ano para a curva proposta aqui (linha cheia na figura 10).

Figura 9: Comparação das curvas de variação do nível médio do mar disponíveis para a região. A curva contínua é a sugerida neste trabalho. A curva tracejada é a proposta por Caruso Jr. (1995), modificada de Suguio et al. (1985), com os dois possíveis comportamentos nos últimos mil anos em pontilhado. A curva traço-pontilhada é a proposta por Angulo e Lessa (1996) para o litoral brasileiro.

Figura 10: Comparação entre as taxas médias de descida do NMM para as curvas de variação do nível médio do mar disponíveis para a região. A linha contínua é a taxa média da curva sugerida neste trabalho, calculada pelo Método dos Quadrados Mínimos, com os dados mostrados como círculos negros. A linha tracejada é tangente à curva proposta por Caruso Jr. (1995), modificada de Suguio et al. (1985).

4.5 Medição da posição de alguns sambaquis

O dia de domingo (14/12) foi dedicado à medição da posição geográfica dos sambaquis. Alguns dos sambaquis visitados já tinham sido medidos em visitas anteriores do Projeto Arqueológico Camacho, e suas posições foram então apenas confirmadas (Encantada I, II e III, Garopaba do Sul, Jaboticabeira II, Laranjal I, II e III, Porto Vieira I e II, e Santa Marta I e II). Outros foram descritos na literatura, mas suas coordenadas não eram conhecidas, e apresenta grande potencial para o desenvolvimento posterior do trabalho, uma vez que é de composição bastante distinta da dos demais sambaquis da região (Arroio da Cruz I), ou porque estão localizados em terreno diverso do padrão observado para a região, que é sobre paleodunas baixas, próximo às margens da paleolaguna, ou então apoiado sobre encostas do embasamento cristalino, ou ainda sobre o Sistema Barra-Barreira IV. Estes sambaquis são descritos como do tipo “sujo” por Rohr (1969) e Rohr (1984), e alguns são semi-enterrados, isto é, o sambaqui preenche uma depressão no terreno, de modo que sua espessura total é maior que sua altura (Arroio da Cruz II, Morro Grande I e II, Olho D’Água I, e Ponta do Morro Azul). Alguns sambaquis da praia, indicados no Mapa Geológico de Caruso Jr. (1995) (Galheta I e II, Ilhote, Lagoa dos Bixos e Padre) foram medidos. Um sambaqui não descrito anteriormente foi localizado (Encantada IV).

4.6 Descrição de alguns sambaquis

4.6.1 Sambaqui do Arroio da Cruz I

O sambaqui do Arroio da Cruz I é muito interessante, uma vez que é de composição muito diferente da dos demais sambaquis, com lascas líticas, cerâmica e quase exclusivamente conchas de *Mytillus* sp. (marisco branco). Localiza-se próximo ao mar na localidade de Praia da Esplanada, em meio a um loteamento, inclusive com sua superfície parcialmente ocupada por uma construção. Uma rápida coleta de superfície encontrou cacos cerâmicos, lascas e quebra-coquinho. O material foi recolhido e enviado ao MAE para análise.

Tabela 9: Coordenadas dos sambaquis visitados nesta etapa de campo.

Sambaqui	Coord. L-O	Coord. N-S
Arroio da Cruz I	687376	6820113
Arroio da Cruz II	678217	6815654
Encantada I	703768	6830622
Encantada II	703290	6830555
Encantada III	703708	6830544
Encantada IV	703859	6831546
Galheta I	716427	6838183
Galheta II	716334	6838181
Garopaba do Sul	706046	6831728
Ilhote	717908	6841334
Jaboticabeira II	699489	6835694
Lagoa dos Bixos	716237	6840176
Laranjal I	702120	6829608
Laranjal II	702289	6829823
Laranjal III	702826	6830328
Morro Grande I	687152	6824099
Morro Grande II	687187	6823636
Padre	715591	6839212
Ponta do Morro Azul	690106	6832373
Porto Vieira I	695474	6835190
Porto Vieira II	695482	6836120
Santa Marta I	712148	6834089
Santa Marta II	713236	6833590

4.6.2 Sambaqui do Arroio da Cruz II

Apesar do nome, dista mais de 10 quilômetros do anterior, estando a quase 2 km em linha reta do litoral, em terreno de altitude acima de 20 m. Existem evidências da existência de uma lagoa de água doce próxima. Está localizado sob uma plantação de fumo, o arado ao revolver a terra fez surgir as conchas do sambaqui. De resto, a superfície é perfeitamente plana. O atual dono informou que a profundidade vai até uns 50 cm. É do tipo “sujo”, com muita terra misturada às conchas.

4.6.3 Sambaquis do Morro Grande I e II

Estes sambaquis são bastante próximos um do outro (aproximadamente 450 m), a uma distância de 3,7 km em linha reta do mar. Suas altitudes estão próximas de 38 m acima do zero atual. Próximo a eles está a lagoa Bonita, de água doce. São do tipo “sujo”, semi-enterrados. O Morro Grande I é muito maior que o II, e está em muito melhor estado de conservação. Aparentemente apenas uma pequena parte foi retirada pelo proprietário com o objetivo de aterrar a entrada do curral. O Morro Grande I se localiza num pasto, enquanto que o Morro Grande II está sob um plantação de mandioca, cultura que não se dá bem com as conchas do substrato.

4.6.4 Sambaquis do Olho D'Água I e II

Os sambaquis do Olho D'Água I e II parecem ter sido completamente destruídos. O terreno onde se localizam mudou de mãos desde sua descrição pelo Pe. Rohr, e os atuais proprietários não moram no local. Os trabalhadores atuais, também de fora, não sabem onde se localizavam os sambaquis. Com base nos escritos de Rohr (1969) e em evidências de antigas construções, um deles pode ser encontrado (Olho d'Água I): no local onde estava ainda podem ser vistos os restos de suas conchas. De acordo com o antigo proprietário, as máquinas cavavam para retirar as conchas quando de seu desmonte. O sambaqui se localiza em terreno alto (acima de 20 m de altitude) a 1,5 km da praia. Há evidências de uma lagoa de água doce próxima ao sambaqui. O Olho D'Água II, citado pelo antigo proprietário e que também teria sido destruído, não foi encontrado.

4.7 O sambaqui da Ponta do Morro Azul

O sambaqui da Ponta do Morro Azul é citado por Rohr (1969) e Rohr (1984) como sendo muito interessante, por ser do tipo “sujo” e estar semi-submerso, aparentando ser muito antigo. O sambaqui foi localizado nesta etapa de campo, e dois pequenos perfis foram limpos para evidenciar suas camadas. O sambaqui está às margens do rio Sangão, que cruza a cidade de Jaguaruna 3,7 quilômetros rio abaixo, já com o nome de rio Jaguaruna, e a 9 km da praia mais próxima. Está apoiado sobre uma paleoduna de inclinação bastante suave e que se levanta da baixada cortada pelo rio até a localidade do Retiro, mais de 20 m acima do nível do mar atual. Pela sua posição geográfica, se o sambaqui se encontrava junto às margens da paleolagoa, esta devia estar próxima de sua extensão máxima.

O sambaqui foi danificado durante a retificação do rio. A máquina cortou uma parte na beira do rio, formando uma plataforma 1,5 m acima do nível do rio, com uns dois metros de largura. Na parede que esta plataforma forma com o rio foi limpo o perfil 1, com o objetivo de atingir a base do sambaqui. Além da plataforma, o sambaqui se levanta mais um metro e meio, aproximadamente, formando uma nova parede, onde foi limpo o perfil 2. Um pequeno poço foi cavado na plataforma, em continuação ao perfil 2, para atingir a base. Porém, cavando mais meio metro a base não foi atingida, e como não desejávamos fazer uma intervenção muito grande no sambaqui, o trabalho de aprofundar o poço não prosseguiu. De acordo com os perfis, então, o sambaqui tem mais de 2 m de profundidade, sendo que a camada mais inferior do perfil 2 não possui correspondência visual com qualquer camada do perfil 1. Nas bordas do sambaqui, uma inspeção visual mostrou que a camada de conchas de ostras, que aparece no Perfil 1 como Camada 3, se estende por toda a base do sambaqui. Diferentemente do que supunha o Pe. Rohr, no entanto, o sambaqui não parece estar parcialmente submerso: o topo da camada 4 no perfil 1, estéril, está aproximadamente 1,5 m acima do nível do rio.

1. Descrição das camadas no Perfil 1 do Sambaqui da Ponta do Morro Azul:

Camada 1 — Sedimento arenoso, úmido, cor acinzentada, misturado com a camada húmica da superfície, com conchas esparsas (berbigão). Provável aterro.

Camada 2 — Camada de conchas, compacta, com ostras e berbigão.

Camada 3 — Sedimento negro com conchas esparsas.

Camada 4 — Areia grossa.

2. Descrição das camadas no Perfil 2 do Sambaqui da Ponta do Morro Azul:

Camada 1 — Sedimento arenoso, cor acinzentada clara, com berbigão e ostras.

Camada 2 — Sedimento arenoso, cinza escuro, com conchas e fragmentos de carvão.

Camada 3 — Conchas muito fragmentadas, berbigão. Sem areia.

Camada 4 — Areia cinza clara. Berbigão.

Camada 5 — Pouca areia. Muita concha de ostra.

Camada 6 — Sedimento arenoso, cinza escuro, com conchas de berbigão e muitos fragmentos de carvão.

Camada 7 — Pouca areia, muita concha fragmentada.

Camada 8 — Sedimento arenoso, cinza claro, com berbigão e muita ostra, restos de peixes e carvões.

Camada 9 — Conchas fragmentadas e carvões.

Camada 10 — Areia cinza claro, conchas inteiras de berbigão.

Camada 11 — Conchas fragmentadas e fragmentos de carvão.

Figura 11: Perfil 1, sambaqui da Ponta do Morro Azul.

Figura 12: Perfil 2, sambaqui da Ponta do Morro Azul.

5 Conclusão e desenvolvimentos futuros

A COMBINAÇÃO dos dados obtidos mostra como se dava a organização do espaço, sob o aspecto da distribuição dos sítios, durante o período em que se deu a ocupação da área pelos sambaquieiros.

5.1 O nível do mar e os sambaquis

Como modelo para a topografia da região propomos o modelo de elevação digital obtido através do módulo `r.surf.contour` (**mapa do modelo de elevação digital (linear)**). Embora mostre ainda a ocorrência bastante acentuada do efeito degrau, é o que melhor modela a região plana. O módulo `r.surf.rst` (**mapa do modelo de elevação digital (spline cúbica)**) modela melhor a região com os maiores gradientes de altitude, mas falha na parte plana. Um futuro desenvolvimento deste trabalho é a modificação deste módulo, para um melhor tratamento da área plana.

O NMM, como mostra a figura 8, na página 72, permaneceu entre 2,3 e 2,0 m acima do atual de 5.200 a 4.100 anos cal AP. Em torno de 4.100 anos cal AP começou a cair de forma mais acentuada, aproximadamente 1,0 m em quase mil anos, até se estabilizar novamente em 1,0 m acima do atual por volta de 3.200 anos cal AP. Em 3.700 anos cal AP atingiu a cota de 1,5 m acima do zero atual. Permaneceu estacionário aproximadamente 1,0 m acima do atual de 3.100 até 1.300 anos cal AP, quando voltou a cair de forma mais acentuada, até atingir o atual zero a partir de 500 anos cal AP. Em 800 anos cal AP estava 0,5 m acima do zero atual. Comparando com o período de ocupação de alguns sítios datados, como mostrado na tabela 2, na página 31, podemos propor algumas relações entre a posição dos sambaquis e o NMM.

Antes de 4.200 anos cal AP: Em algum momento na ocupação dos sambaquis de Mato Alto II (entre 5733 e 4872 anos cal AP), Cabeçuda (entre 5302 e 3986 anos cal AP) e Encantada III (entre 4631 e 4272 anos cal AP), o NMM esteve entre 2,3 e 2,0 m acima do atual. A extensão lagunar nesta época era a maior possível, e os sambaquis provavelmente se localizavam nas margens da paleolaguna. O modelo de elevação digital permite simular esta máxima extensão lagunar, no **mapa da região a 4.200 anos** (figura 13 na página 85). O sambaqui da Jaboticabeira I já estava ocupado em algum momento entre 4873 e 4442 anos cal AP. Uma segunda data para ele, entre 4812 e 4163 anos cal AP mostra que o sambaqui permaneceu ocupado por um período em que o NMM se manteve razoavelmente estável, pouco acima de 2,0 m acima do atual zero. Para o sambaqui da Figueirinha III (entre 4790 e 3681 anos cal AP), o NMM estaria acima de 1,5 m.

Como pode ser visto no mapa, o modelo não é conclusivo quanto à posição do sambaqui da Cabeçuda com relação à paleolaguna. Hoje em dia, com o mar aproximadamente 2,0 m mais baixo do que na época em que foi construído, é possível ver conchas do sambaqui sob as águas da Lagoa de Santo Antônio, indicando que a base do sambaqui parece estar abaixo do nível atual da lagoa. Uma possível razão para este possível erro no modelo é a radical intervenção sofrida pelo sítio durante a construção da BR 101, que passa sobre ele. Alguma parte do sambaqui pode ter sido jogada para o lado da pista, caindo sobre a margem da lagoa e dando a impressão de que o sítio está semi-submerso. A questão pode ser melhor abordada procurando a base do sambaqui, em uma parte do sítio que estiver fora da água, e medindo a sua altitude em relação ao nível atual da lagoa. Outra possibilidade é haver algum problema na única data conhecida para este sambaqui.

Os demais sambaquis estão sobre terreno que era seco: Jaboticabeira I, segundo o mapa geomorfológico, está sobre dunas depositadas antes de 5.100 anos AP. Os sambaquis de Figueirinha III e da Encantada III estão sobre a barreira formada durante a transgressão que terminou antes de 5.100 anos cal AP.

Comparando com as demais curvas existentes para a região (figura 9 na página 73) vemos que Caruso Jr. e Angulo e Lessa propõem o mar entre 3,5 e 4,0 m acima do atual, por volta de 5.000 anos AP e, com queda gradual, mais alto que 2,8 m por volta de 4.000 anos AP. Com este nível, certamente os locais

ocupado hoje por Cabeçuda, Jaboticabeira I e por Encantada III estariam sob mais de um metro de água.

Entre 4.200 e 3.200 anos cal AP: Por volta de 4.200 anos cal AP, o NMM inicia uma queda mais acentuada. Em 4.200 anos cal AP se situava próximo a 2,0 m acima e em 3.200 anos cal AP estaria 1,0 m acima do zero atual. Os sambaquis do período anterior aparentemente foram abandonados, uma vez que não são conhecidas datas entre 4200 e 3200 anos cal AP para estes sambaquis, com exceção de Figueirinha III. O sambaqui da Jaboticabeira I, do qual se conhecem quatro datas (mais antiga entre 4873 e 4442, e mais recente entre 2777 e 2152 anos cal AP), não mostra nenhuma que possa estar dentro deste período. Se as amostras de Jaboticabeira I estão fornecendo as datas aproximadas de início e de final de construção do sítio, então o sambaqui teria sido ocupado por quase dois mil anos, durante os quais o NMM teria sofrido uma queda de quase 1,5 m. Estas datas podem, por outro lado, estar indicando que o sambaqui foi abandonado exatamente durante o período de maior variação do NMM.

Alguns sambaquis, não ativos em períodos anteriores, apresentam data mais antiga que cai dentro deste intervalo: da Caieira (data mais antiga entre 3832 e 3076 anos cal AP) e Congonhas I. O sambaqui de Congonhas I (data mais antiga entre 3829 e 3384 anos cal AP, e data mais recente entre 4055 e 2963 ou entre 3474 e 3266 anos cal AP) estaria também dentro deste período. No entanto, como este sítio foi muito grande e se encontra bastante destruído, é possível que estas datas se refiram apenas ao início da sua construção. Neste caso este sambaqui deveria estar entre os que se encontravam ativos no período subsequente. O centro do intervalo de datas mais antigas para estes sambaquis está próximo de 3.700 anos cal AP, quando o mar estaria aproximadamente 1,5 m acima do atual.

O **mapa da região a 3.700 anos** (figura 14 na página 87) mostra como seria a posição destes sambaquis em relação à paleolaguna. O sambaqui de Congonhas I está apoiado em uma encosta, posicionado de frente para a lagoa da Jaguaruna, que se encontra a 4 km de distância. Com o NMM 1,5 m acima do atual (figura 13 na página 85), a paleolaguna estava bastante próxima ao sítio. O sambaqui da Jaboticabeira I também continua bastante próximo à paleolaguna. O sambaqui da Caieira, segundo Hurt (1974), estaria às margens

Figura 13: Mapa para a região por volta de 4.200 anos cal AP, com o NMM 2,0 m acima do atual.

do paleocanal que ligaria a lagoa de Santo Antônio ao mar, ao norte do Morro da Glória, sobre cujas encostas o sambaqui se localiza.

Durante este período, segundo a curva de Angulo e Lessa, o NMM estaria entre 3,5 e 2,5 m acima do atual. E, segundo Caruso Jr., em pleno período onde o NMM cai de maneira abrupta de aproximadamente 3,0 m acima do zero, em 4.000 anos AP, para zero, em 3.000 anos AP.

De 3.200 a 1.500 anos cal AP: Em torno de 3.200 anos cal AP ocorre uma nova estabilização, com o NMM aproximadamente 1,0 m acima do atual zero. O NMM permanece estável por quase dois mil anos. Este é o período principal de ocupação do sambaqui da Jaboticabeira II. De acordo com o **mapa da região a 3.000 anos** (figura 15 na página 89), o sambaqui estaria localizado próximo às margens da paleolaguna. Neste período continuaria a ocupação dos sambaquis da Caieira, Congonhas I e Jaboticabeira I. E estariam sendo iniciados os sambaquis de Carniça I, Congonhas II, Mato Alto I e Morrote, todos à margem da paleolaguna. Por volta de 2.000 anos cal AP, o NMM ainda estaria 1,0 m acima do atual, mas os sedimentos levadas pelo rio Tubarão devem ter reduzido a extensão da paleolaguna. Esta época marca o fim da ocupação dos sambaquis da Carniça I e de Mato Alto I. O sambaqui de Congonhas III também é deste período.

Para o sambaqui da Garopaba do Sul a situação é um pouco diferente: são conhecidas datas para o topo do sambaqui, indicando o último período de ocupação conhecido. O sambaqui é muito grande, e foi ocupado, provavelmente, desde o período anterior. O final de sua construção deve ter ocorrido por volta de 3.000 anos cal AP.

A posição de Carniça I seria às margens da paleolaguna, sobre uma duna da geração III, posterior ao máximo transgressivo holocênico. Hurt (1974) descreve a posição do sambaqui com relação à lagoa de Santo Antônio, quase 5 km ao norte do sambaqui, mas não com relação à bem mais próxima lagoa de Santa Marta. Segundo Hurt (1974), a base de Carniça I, na época do estudo (1966) estava 5 m acima do lençol freático na região. As datas mais antigas para Carniça I indicam que o começo da ocupação ocorreu por volta de 3.000 anos cal AP: a amostra A912 foi obtida 0,60 m acima da base do sambaqui e a amostra A917 foi obtida 4,7 m acima da base. Isto indicaria um rápido

Figura 14: Mapa para a região por volta de 3.700 anos cal AP, com o NMM 1,5 m acima do atual.

acúmulo de material nos primeiros cinco metros. Hurt (1974) observa também que, diferentemente dos níveis superiores do sambaqui, as camadas inferiores são interdigitadas com finas camadas de areia. Como supunha que o sambaqui fosse o resultado do acúmulo de restos alimentares, Hurt credita este aspecto à extensão do sítio: por ser muito grande, a queda acidental de restos de cozinha não conseguia cobrir toda a extensão do sambaqui, e então a areia trazida pelo vento, da praia exposta pela regressão marinha, cobria as partes não utilizadas. Os enterramentos nesta parte basal do sambaqui foram muito numerosos. Hurt cita inclusive uma grande sepultura coletiva que chegou a penetrar a duna sobre a qual se apóia o sambaqui. Com base nestas informações, podemos considerar o sambaqui da Carniça I como sendo deste período, entre 3.200 e 1.500 anos cal AP. Sua posição em relação à paleolaguna, no entanto não está clara no modelo desenvolvido aqui. Com base nos informes de Hurt, no entanto, podemos considerar que a base do sambaqui se encontrava fora da água no tempo de início de sua construção, o que, de acordo com a curva apresentada, significa pelo menos 1,5 acima do zero atual.

Segundo a curva de Angulo e Lessa, o NMM apresenta no período uma queda de 2,5 a 1,5 m acima do nível atual. Como a base de Jaboticabeira II está 1,5 m acima do nível atual da lagoa da Garopaba do Sul, e é de algum momento entre 3.235 e 2781 anos cal AP, a construção do sambaqui teria se iniciado com o mar 1,0 m acima do nível da base. A curva proposta por Caruso Jr. mostra o NMM abaixo de zero no início de construção de Jaboticabeira II. Por volta de 2.200 anos AP o NMM teria retornado a um valor próximo de 1,5 m acima do atual, inundando a base do sambaqui. As marcas no sambaqui que teriam sido deixadas por este episódio não foram encontradas.

De 1.500 anos cal AP ao presente: Em torno de 1.500 anos cal AP o NMM começa a cair novamente atingindo o zero mil anos depois. As últimas datas para o sambaqui da Jaboticabeira II são deste período. O sambaqui do Morrote, que começou a ser ocupado por volta de 2.000 anos cal AP, também é abandonado na mesma época do Jaboticabeira II. Por volta de 900 anos cal AP, o NMM estaria 0,5 m acima do atual. Pouco depois disto vem a última data disponível para um sambaqui da região, Caieira. Segundo Hurt (1974), a amostra datada vem de uma fogueira sobre a duna no topo do sambaqui, onde havia também cacos cerâmicos, não sendo relacionada com a ocupação do sambaqui.

Figura 15: Mapa para a região por volta de 3.000 anos cal AP, com o NMM 1,0 m acima do atual.

Um mapa com uma sugestão de extensão lagunar está no **mapa da região a 2.000 anos** (figura 16 na página 91). O depósito de sedimentos trazidos pelo rio Tubarão deve ter reduzido a extensão e profundidade da paleolaguna. Um resultado seria a diminuição da oferta de berbigão. Realmente, as camadas superiores do sambaqui da Jaboticabeira II mostram uma troca de material construtivo: de conchas de berbigão para o sedimento escuro que preenche a grande planície alagável, mantendo inalteradas as outras características.

A partir de 1.200 anos AP, segundo Caruso Jr. (1995), o NMM pode ter exibido dois comportamentos: queda gradual de uma cota 1,0 m acima do atual para zero; ou uma queda partindo de 1,0 m acima do atual, atingindo aproximadamente 0,4 m abaixo do zero atual em 600 anos AP, seguida de uma subida gradual até o atual zero. A curva proposta por Angulo e Lessa, por outro lado, mostra queda gradual neste intervalo, partindo de 1,5 m acima do atual para zero.

5.2 O povo da lagoa

Com base na datações e localização dos sambaquis datados, é possível levantar algumas hipótese sobre a circulação na região. Nesta seção são usados os mapas de centro regional (ver apêndice C.7.7) e os mapas de visibilidade (apêndice C.7.8).

A linha vermelha no mapa I, a azul no mapa II, a amarela no mapa III e a linha violeta no mapa IV nos **mapas de centros regionais** (figura 17 na página 93) limitam a área que está mais próxima dos sambaquis datados entre 5.500 e 4.500, 4.500 e 3.500, 3.500 e 2.500, e 2.500 e 1.500 anos cal AP, respectivamente. Os sambaquis ativos em cada período estão marcados como semi-esferas sobre o mapa topográfico. A extensão lagunar proposta para o período também está representada nos mapas. Finalmente, os mapas mostram em perspectiva qual a aparência da área de alguém que visse a região de um ponto a partir do sudoeste, a uma altura de aproximadamente 10.000 m. Foi aplicado um fator de exagero na altitude do terreno de 3 vezes. O objetivo é deixar mais clara a topografia da região.

As áreas delimitadas por estas linhas são aquelas que estão mais próximas de todos os sambaquis de determinado período. Podemos observar que estas áreas, independentemente do tamanho, se superpõem para todos os período. Isto parece

Figura 16: Mapa para a região por volta de 1.500 anos cal AP, com o NMM 0,5 m acima do atual.

natural a uma primeira vista, uma vez que os sambaquis estão realmente dispostos em volta da paleolaguna. A própria paleolaguna, porém, sofreu grandes modificações ao longo do tempo devido à queda do NMM. Talvez devido a este fato, os sambaquis ativos em cada período foram mudando de posição: se observa que os sambaquis mais recentes são aqueles mais para o interior, com um conseqüente abandono dos sambaquis da praia. Poderia se esperar, portanto, uma migração do centro também no sentido da costa para o interior. Os resultados, no entanto, mostram que isto não ocorre. Pelo contrário, o que podemos ver é que os sambaquis mudam de lugar, ou seja, são ativados ou desativados, mas o centro definido pelo conjunto dos sambaquis ativos não muda nunca. A seqüência de **mapas de centros regionais** (figura 17 na página 93), com as estimativas de extensão lagunar para cada período, mostra uma possível explicação para este desativamento: a partir de barcos, é cada vez mais difícil chegar nos sambaquis da praia. O único que permanece mais próximo à paleolaguna é o de Garopaba do Sul, que é, também, o último da praia a ser desativado.

O centro marca a apropriação do espaço da lagoa pelo povo sambaquieiro, seja como espaço de circulação: as rotas de um sambaqui para o outro se cruzam na lagoa; seja como espaço econômico: é da lagoa que vem o sustento da população. A lagoa e os sambaquis também mostram uma outra relação, como podemos estabelecer através dos mapas de visibilidade acumulada. Mapas de visibilidade acumulada são mapas que classificam os pontos do espaço de acordo com o número de outros pontos de onde são visíveis (WHEATLEY, 1995a; FISHER et al., 1997; LAKE; WOODMAN; MITHEN, 1998). A tabela 10 mostra o resultado obtido pelo módulo *r.info* aplicado aos **mapas de visibilidade (sambaquis datados) I, II, III e IV** (figura 18 na página 95). Nestes mapas cada célula possui como atributo o número de sambaquis que são visíveis a partir dela. Para cada período, na primeira coluna, está indicado o número total de sambaquis ativos (segunda coluna). O menor número de sambaquis que uma célula vê é o número mínimo, na terceira coluna. A quarta coluna traz o número máximo de sambaquis visíveis a partir de qualquer ponto. Os mapas I, II, III e IV mostram graficamente os resultados para os períodos de 5.000, 4.000, 3.000 e 2.000 anos cal AP, respectivamente. Nestes mapas o vermelho indica as células de onde são visíveis o maior número de sambaquis (número máximo), e o amarelo aquelas que enxergam o menor número de sambaquis (número mínimo). Entre o vermelho e o amarelo são usadas tantas cores quanto necessárias para os valores

Figura 17: Centros regionais para 5.000, 4.000, 3.000 e 2.000 anos cal AP.

intermediários de número de sambaquis visíveis a partir do ponto.

Tabela 10: Número de categorias por período.

Período (anos cal AP)	Nº sambaquis	Nº mínimo	Nº máximo
5.000	5	1	3
4.000	7	1	4
3.000	8	1	6
2.000	5	1	4

Nos mapas estão desenhados também, para cada período, o contorno da paleolaguna, conforme o modelo proposto aqui. Podemos observar que em 5.000 e 4.000 anos cal AP, o número máximo de sambaquis visíveis por qualquer ponto é menor que o número total de sambaquis ativos. A situação muda em 3.000 e 2.000 anos cal AP, onde o número máximo de sambaquis visíveis é quase igual ao número de sambaquis ativos. Isto decorre da mudança de sítios ativos, da costa para o interior da lagoa, devido provavelmente à diminuição da extensão lagunar: os sambaquis da praia foram abandonados e apenas os do fundo da laguna estão ativos. Antes de 2.000 anos cal AP, o número máximo de sambaquis visíveis ocorre em pontos que correspondem ao centro da paleolaguna. Em 2.000 anos cal AP isto ainda é verdade, mas o número máximo de sambaquis visíveis ocorre também nas margens da paleolaguna do Camacho.

Se a visibilidade a partir da lagoa é condição necessária para a implantação de um sambaqui, podemos esperar que, nas áreas da paleolaguna isoladas ou ressecadas pela descida do NMM, os sambaquis que não possuem mais visibilidade sejam abandonados. De fato, conforme diminui a extensão lagunar, os sambaquis da Ponta do Morro Azul e da Figueirinha III ficam isolados e a partir deles não é mais possível ver a lagoa. A data calibrada disponível para o sambaqui da Ponta do Morro Azul é aproximadamente 4.500 anos cal AP (De Blasis, comunicação pessoal), portanto, do mesmo período de Figueirinha III, indicando o abandono justamente no período em que perdem a visibilidade a partir da lagoa.

Concluindo, podemos afirmar que a lagoa é também o centro a partir de onde se organizam os aspectos da cultura sambaqueira que estão relacionados com a construção dos sambaquis.

Figura 18: Mapas de visibilidade para 5.000, 4.000, 3.000 e 2.000 anos cal AP.

5.3 Uma classificação para os sambaquis

A discussão sobre a identidade cultural do povo ou povos responsáveis pela construção dos sambaquis é bastante intensa e está longe de uma conclusão. Tenório (2003) propõe, como hipótese explanatória para a ocupação da Ilha Grande (RJ), uma única cultura marítima para os povos da costa centro sul brasileira, como definida por (GASPAR, 1990). As características principais destes povos seriam o costume de enterrar os mortos em locais que, com as construções associadas a estes enterramentos, passam a se destacar na paisagem, a realização de banquetes funerários nestes mesmos locais, e o domínio das tecnologias adaptativas para o ambiente em que viviam. Como indicativo desta unidade, estaria a ampla dispersão destes costumes ao longo da costa. As diferenças que são observadas, como a presença ou não de zoólitos, a indústria lítica, etc., por sua vez, indicariam a absorção por esta cultura de elementos e pessoas vindo do interior.

Em linhas gerais, o esquema proposto é de uma cultura amplamente distribuída que agrega continuamente elementos relacionados a diferentes tradições culturais, e que promove um contínuo intercâmbio entre as diversas províncias, com o que então variações regionais se espalham por diferentes partes do litoral.

A região do Camacho permite uma verificação desta hipótese: em uma área de algumas centenas de quilômetros quadrados se apresentam tipos distintos de sambaquis. A divisão clara que aparece entre sambaquis da praia e sambaquis da lagoa nos mapas da seção anterior, por exemplo, permite testar a uniformidade dos sítios. A análise espacial mostra os sambaquis ativos migrando da costa para o interior conforme diminui a extensão lagunar. A mudança seria uma resposta dos povos sambaquieiros a uma mudança ambiental.

Outros tipos de sambaquis estão presentes na região e permitem outros testes. Rohr (1969) faz uma tentativa de classificação puramente descritiva dos sambaquis, utilizando como traço distintivo seu conteúdo material e malacológico. Propõe 5 grupos para o conjunto de sambaquis da região (ver apêndice B para mais detalhes sobre a classificação e os sambaquis). Comparando a posição dos sambaquis e a geomorfologia da região, vemos que a classificação faz sentido também em termos da formação do terreno sobre o qual foi construído o sambaqui. Há a presença na região, também, de sítios formados por conchas com conteúdo que torna difícil a sua filiação

ao grupo da praia ou ao da lagoa. São sambaquis formados majoritariamente por conchas de espécies que, embora presentes em outros sítios, nestes nunca alcançam uma densidade tão alta. Finalmente, existe um conjunto de sambaquis que foram chamadas de *tipo sujo* por Rohr (1969), devido ao fato da matriz de conchas vir muito misturada com terra, e que estão distantes quilômetros do mar ou da paleolaguna, sobre terreno de altitude acima de 20 m. Um desenvolvimento futuro para este trabalho, portanto, seria aprofundar esta classificação, explorando as oposições que se percebem entre sítios da praia (chamados de Grupo 1) e sítios da lagoa (Grupo 2), e o papel desempenhado pelos sambaquis de composição ou localização diferentes (Grupo 3 e 5, e, se forem localizados, os do Grupo 4).

Grupo 1: Sambaquis localizados ao longo da praia, de 500 a 1000 m longe do mar, compostos principalmente por conchas de berbigão. Dos sambaquis citados por Rohr (1969), apenas os próximos à localidade do Arroio Corrente não foram localizados. Provavelmente foram destruídos, porque a região é muito urbanizada. Estão ao longo da praia, sobre dunas ou apoiados sobre os costões rochosos. Em algumas localidades parece haver uma hierarquia de sítios, um sambaqui de dimensões maiores, acompanhado por um ou dois médios e alguns pequenos. A forma do sambaqui para este grupo também é característica: os sambaquis da Ilhota, Lagoa dos Bixos, Santa Marta I (Cigana), Garopaba do Sul, Encantada I, Laranjal I e Figueirinha I e II possuem uma razão entre altura e área da base muito maior que a de qualquer sambaqui dos outros grupos. Todos estes sambaquis estão sobre a barreira que separa as lagoas do mar. Alguns sambaquis deste grupo: Caieira, Galheta I e Santa Marta I e V estão sobre dunas depositadas sobre morros ou pontões costeiros. A região de ocorrência de sambaquis deste grupo está delimitada por uma linha vermelha no **mapa dos domínios** (figura 19 na página 98).

Grupo 2: Sambaquis localizados mais para o interior da planície do rio Tubarão, a alguns quilômetros da costa, compostos principalmente por conchas de berbigão, com a presença de conchas de ostras que, as vezes, formam verdadeiras camadas no sambaqui. Do sambaqui do Riachinho se conhece apenas a posição indicada em mapas, mas pela sua distância ao mar e posição em relação à lagoa, foi incluído neste grupo. Estão localizados sobre paleodunas pleistocênicas ou em encostas. Alguns sobre pequenos morros que se elevam na planície,

Figura 19: Mapa geomorfológico com os diferentes domínios.

formando uma espécie de ilha na planície ainda hoje inundável. A região de ocorrência de sambaquis deste grupo está delimitada por uma linha azul no **mapa dos domínios** (figura 19 na página 98).

Grupo 3: Dois sambaquis, próximos à costa, compostos por conchas de marisco branco, com presença de muitas lascas e cacos cerâmicos. Destes, o sambaqui do Campo Bom não foi localizado, possivelmente tendo sido destruído durante a urbanização do Campo Bom. Como exemplo, o outro sambaqui deste grupo, do Arroio da Cruz I, se dentro de um loteamento. A posição do sambaqui do Campo Bom foi estimada com base nos escritos de Rohr. A região de ocorrência de sambaquis deste grupo está delimitada por uma linha amarela no **mapa dos domínios** (figura 19 na página 98).

Grupo 4: Dois sambaquis próximos à costa, na localidade de Figueirinha, compostos, principalmente, por conchas de moçambique. Estes sambaquis não foram localizados, talvez devido à urbanização da área. No entanto, a descrição de Rohr permite estimar sua posição (contorno marrom no **mapa dos domínios**) (figura 19 na página 98).

Grupo 5: Sambaquis localizados a vários quilômetros da costa, semi-enterrados, compostos por conchas de ostra e berbigão. A região de ocorrência de sambaquis deste grupo se estende para sudoeste. Infelizmente a folha topográfica do IBGE necessária para estimar a altitude dos sítios mais a sudeste se encontra indisponível. O mapa geomorfológico também não permite plotar estes sambaquis. No entanto, durante a visita a campo, se verificou que o terreno sobre o qual se assentam não difere do terreno daqueles mais a nordeste. A linha verde no **mapa dos domínios** (figura 19 na página 98) mostra os limites do grupo.

APÊNDICE A – Datas

A.1 Datação

O MÉTODO de datação usando o isótopo radioativo do carbono foi desenvolvido por uma equipe de cientistas liderada pelo prof. W. F. Libby, na Universidade de Chicago, EUA, nos anos que sucederam a Segunda Guerra Mundial. Em 1960 o prof. Libby recebeu o Prêmio Nobel de Química, entre outros motivos, pelo desenvolvimento do método.

Os três principais isótopos do carbono são o ^{12}C , ^{13}C e o ^{14}C . Os dois primeiros são estáveis e o último é radioativo. A proporção média entre estes isótopos é de 98,89%, 1,11% e 0,00000000010%, respectivamente. O ^{14}C decai para ^{14}N , através de decaimento beta, com uma meia vida de 5568 anos, chamada *meia-vida de Libby* (uma medida mais precisa fornece o valor de 5730 ± 40 anos, conhecida como *meia-vida de Cambridge*, mas o valor de 5568 anos foi mantido por questões práticas). Isto é, ao final dos primeiros 5568 anos, contados a partir da morte do organismo, a concentração de ^{14}C será a metade da concentração original. É possível mostrar que a concentração de ^{14}C na amostra cai exponencialmente com o tempo.

O processo de datação em ^{14}C de uma amostra obtida a partir dos restos de um organismo vivo é bastante conhecido. A quantidade total de carbono em uma amostra é avaliada e é medida a concentração relativa de ^{14}C . Uma comparação da concentração atual de ^{14}C da amostra com a concentração esperada existir no instante da morte do organismo permite estimar o tempo transcorrido entre a morte do organismo e a análise da amostra em laboratório. Este tempo é a idade, em ^{14}C , da amostra.

A datação obtida para uma amostra é a sua Idade Convencional em Radiocarbono (ICR). Em geral é fornecida, pelo laboratório que analisou a amostra, junta-

mente com uma estimativa do erro experimental dado na forma de um desvio padrão (σ). Se t é a ICR da amostra e σ é o desvio padrão, isto significa que, se fossem realizadas 100 medidas da data da amostra, em 68% das vezes o resultado estaria na faixa entre $t - \sigma$ e $t + \sigma$.

Além do erro experimental, no entanto, as datas obtidas podem conter outros tipos de erros. São erros devido ao fracionamento isotópico da amostra, ao efeito reservatório, a alterações na taxa histórica de produção de ^{14}C , a alterações modernas na concentração de ^{14}C , etc. Se estivermos interessados em comparar a idade de amostras diferentes para estabelecer uma cronologia, comparar uma determinada data com datas obtidas a partir de outros tipos de amostra, ou ainda comparar datas que foram obtidas fazendo uso de diferentes métodos de datação, estes erros podem causar distorções severas. Neste caso devemos analisar as causas e fazer algumas correções. As causas para estes erros são naturais e independem do investigador ou do laboratório que fez a análise.

A ação do homem ao longo do tempo, por outro lado, serve para mostrar como a concentração de ^{14}C na atmosfera depende de diversos fatores. Um deles é o *efeito industrial* ou *efeito Suess* (SUESS, 1967). É sabido que a concentração de dióxido de carbono na atmosfera aumentou muito desde o advento da Revolução Industrial. A maior parte deste acréscimo se deve a queima de combustível fóssil (carvão ou petróleo), que são antigos demais para produzirem CO_2 contendo ^{14}C . O efeito final é que a concentração de ^{14}C na atmosfera, com relação às outras formas de carbono, agora, é menor que a pouco mais de cem anos. Por este motivo a madeira usada para o padrão para comparação de datação não podia ser posterior a 1890 DC.

Outro efeito moderno é o *efeito bomba atômica*. Devido a produção de neutrões altamente energéticos nas explosões nucleares, a quantidade de ^{14}C nos organismos que absorvem carbono é de quase o dobro da quantidade que seria esperada. Por este motivo, amostras de organismos posteriores a 1950 não são datadas, e o presente, na expressão Antes do Presente, é considerado o ano de 1950.

A.1.1 Fracionamento isotópico da amostra

Alguns processos de transferência geoquímica na natureza alteram a distribuição de equilíbrio entre os diferentes isótopos do carbono (^{12}C , ^{13}C e ^{14}C). A alteração

da distribuição de equilíbrio devido a processos bioquímicos foi primeiro observada por Craig (1953). Harkness (1979) (WEB-INFO, s.d.) observou que a fotossíntese favorece uma forma isotópica do carbono em detrimento da outra, de tal forma que a concentração de ^{13}C é 1,8% menor do que aquela normal na atmosfera. A diluição de carbono inorgânico nos oceanos, por outro lado, aumenta ao redor de 0,7% a concentração relativa do isótopo ^{13}C em comparação com a concentração atmosférica presente no dióxido de carbono. Como os laboratórios medem a concentração relativa $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$, um processo que altera a relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ vai causar a obtenção de uma falsa data. Os laboratórios, então, medem a relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e comparam com um padrão internacional. O resultado, referido como $\delta^{13}\text{C}$, na literatura, vem dado como a diferença entre a medida de laboratório e a medida padrão, em partes por mil (‰).

É importante notar que este fracionamento é independente do tempo, e também não depende do processo de decaimento radioativo. É prática comum nos laboratórios fazer a correção para o fracionamento isotópico da amostra. A ausência desta correção pode levar a um erro de mais de 400 anos na data em ^{14}C .

O valor de $\delta^{13}\text{C}$ é útil, também, para uma estimativa do ambiente na época de que provém a amostra. Por exemplo, conchas marinhas e conchas fluviais ostentam diferentes valores de $\delta^{13}\text{C}$. Em geral, conchas marinhas possuem $\delta^{13}\text{C}$ entre -1 e +4 ‰, enquanto conchas de rio possuem valor entre -8 e -12 ‰.

A.1.2 Curva de calibração

A concentração inicial de ^{14}C na amostra não depende somente do tempo transcorrido desde sua morte mas também da proporção de ^{14}C na atmosfera na época de quando provém a amostra. Este isótopo radioativo do carbono (^{14}C) é continuamente produzido na alta atmosfera da Terra numa quantidade que não é constante ao longo do tempo (STUIVER; BRAZIUNAS, 1993). Para compreender o fenômeno devemos lembrar que o mecanismo responsável pela criação do ^{14}C é a captura, por átomos de ^{14}N , de neutrons produzidos pelo choque de raios cósmicos vindos do espaço com os átomos da atmosfera. Os raios cósmicos, por sua vez, atingem a Terra numa quantidade que varia ao longo do tempo.

O efeito desta variação pode ser avaliado no seguinte exemplo hipotético. Suponhamos que numa determinada época houve uma grande produção de ^{14}C na

atmosfera. Uma amostra vinda desta época de grande atividade tinha, originalmente, uma proporção maior que o normal de ^{14}C com relação às outras formas de carbono. Uma segunda amostra, mais recente mas de uma época de baixa atividade, possuía uma proporção inicial de ^{14}C menor. Com o tempo, a concentração em ambas as amostras diminui. No entanto, como a primeira e mais antiga amostra tinha uma concentração de ^{14}C maior, uma estimativa da idade de ambas, fazendo a medição da concentração relativa de ^{14}C no presente, acabaria indicando ser a primeira amostra mais recente que a segunda!

Uma correção para este efeito pode ser feita se compararmos sistematicamente amostras das quais se conhece com certeza sua idade com as datas ^{14}C obtidas para elas. Com estas medidas podemos construir uma curva de calibração. A interseção da idade ^{14}C de uma amostra com a curva de calibração fornece a idade calibrada da amostra. Não existe apenas uma curva de calibração mas várias, que dependem da antiguidade da amostra e de sua origem. Atualmente é possível calibrar datas de amostras tão antigas como 20.000 anos AP, quer seja o carbono de que são compostas de origem atmosférica, marinha ou mista (STUIVER; BRAZIUNAS, 1993; STUIVER; REIMER, 1993; STUIVER; REIMER; BRAZIUNAS, 1998; STUIVER et al., 1998). A curva de calibração para os últimos 6000 anos, para amostras contendo ^{14}C de origem atmosférica, é mostrada na Figura 20, na página 104. Para amostras marinhas a curva está na Figura 21, na página 104. Os valores experimentais que servem para a construção das curvas estão no arquivo `intcal98.14c` para amostras com carbono atmosférico, e no arquivo `marine98.14c` para amostras marinhas, que acompanham o pacote CALIB4.1.

As curvas de calibração são construídas fazendo a interpolação linear dos dados. Por exemplo, se a data em ^{14}C for 3000 anos, os dados mais próximos são 2989,2 anos e 3009,7 anos. O programa então faz a interpolação linear entre estes dados para obter a idade calibrada para 3000 anos. É claro que, uma vez que os dados utilizados também são experimentais, para cada dado é fornecido o desvio padrão. O desvio padrão da amostra e dos dados para interpolação devem ser combinados durante o processo de calibração.

Figura 20: Curva de calibração das datas em $^{14}\text{C} \pm \sigma$ para os últimos 6000 anos. Para amostras com carbono atmosférico.

Figura 21: Curva de calibração das datas em $^{14}\text{C} \pm \sigma$ para os últimos 6000 anos. Para amostras com carbono marinho.

A.1.3 Efeito Reservatório

A origem do carbono que compõe o organismo tem importância no processo de datação. Se um organismo capta o carbono diretamente da atmosfera, é de se esperar que a concentração de ^{14}C nele seja a atmosférica. Se outro organismo capta o carbono de um ambiente onde a concentração de ^{14}C é diferente da atmosférica, a concentração nele também vai ser diferente da atmosférica. Suponha que os dois organismos morreram no mesmo dia e amostras deles foram coletadas e datadas. Como a concentração inicial de ^{14}C neles diferia, o laboratório vai fornecer idades diferentes para as duas amostras.

O exemplo mais comum deste efeito, chamado de *efeito reservatório*, ocorre para amostras marinhas. Existe tanto um atraso no mecanismo de troca do carbono existente na atmosfera e aquele diluído na água, quanto uma mistura das águas superficiais, mais ricas em ^{14}C atmosférico, e as mais profundas e mais antigas (MANGERUD, 1972), e portanto, mais pobres em ^{14}C . Se as águas superficiais e as profundas forem misturadas, então a concentração resultante de ^{14}C será menor que a atmosférica. Um organismo marinho que retira seu carbono da água, como um molusco, para a construção da carapaça, por exemplo, terá uma concentração de ^{14}C menor que um organismo terrestre contemporâneo. Se forem analisadas amostras destes dois organismos, o de origem marinha parecerá ser mais antigo do que o terrestre.

A curva de calibração para amostras marinhas (**marine98.14c**) mostra uma defasagem, em média, de 400 anos. No entanto podem ocorrer algumas variações locais. O programa CALIB4.1 permite que seja feita uma correção local para cada amostra, entrando com o valor de ΔR (que é a medida de quanto existe de diferença entre o efeito reservatório global e o local) medido, bem como o desvio padrão na medida de ΔR . Os dados de ΔR para o hemisfério sul são bastante esparsos, mas existem. No site Radiocarbon Web-Info (WEB-INFO, s.d.) encontramos dez valores para ΔR para o litoral sul e sudeste brasileiro, sempre para conchas, com a seguinte média regional:

Tabela 11: Valores de ΔR para o Atlântico Sul, costa brasileira

Local	ID amostra	Ano	Idade $^{14}\text{C}^a$	Idade Reservatório ^b	$\Delta R^{c,d}$	Referência
Fazenda Jap.	A 10037	1944	404 $\pm$ 42	215 $\pm$ 44	-64 $\pm$ 43	EASTOE et al., 2002
Jurujuba	A 10038	1939	670 $\pm$ 26	493 $\pm$ 30	205 $\pm$ 27	EASTOE et al., 2002
Ponta das Canas	CAMS 51904	1942	687 $\pm$ 44	505 $\pm$ 46	221 $\pm$ 45	DE MASI, 1999
Ponta das Canas	CAMS 52524	1942	722 $\pm$ 44	540 $\pm$ 46	256 $\pm$ 45	DE MASI, 1999
Ponta das Canas	CAMS 51903	1942	497 $\pm$ 43	314 $\pm$ 45	30 $\pm$ 44	DE MASI, 1999
Ponta das Canas	CAMS 52523	1942	506 $\pm$ 43	323 $\pm$ 45	116 $\pm$ 44	DE MASI, 1999
Ponta das Canas	CAMS 52772	1942	446 $\pm$ 43	263 $\pm$ 45	-20 $\pm$ 43	DE MASI, 1999
Ponta das Canas	CAMS 52773	1942	387 $\pm$ 42	204 $\pm$ 44	-79 $\pm$ 43	DE MASI, 1999
Ponta das Canas	CAMS 48547	1942	446 $\pm$ 43	263 $\pm$ 45	-20 $\pm$ 43	DE MASI, 1999
Ponta das Canas	CAMS 48546 ^e	1945	0 $\pm$ 40	-190 $\pm$ 42	-468 $\pm$ 42	DE MASI, 1999
Média Regional					89$\pm$46	

Notas:^aIdade convencional em ^{14}C , em anos AP.^bDiferença entre a idade marinha em ^{14}C e a idade atmosférica em ^{14}C no instante t , como estabelecido em (STUIVER; PEARSON; BRAZIUNAS, 1986).^cDiferença entre a medida local em ^{14}C marinho e a idade global marinha em ^{14}C no instante t , e é usado quando calibrando amostras de origem marinha, com a curva MARINE98 (STUIVER; REIMER; BRAZIUNAS, 1998). A incerteza em ΔR inclui a incerteza da curva de calibração.^dO valor de ΔR pode ter variado ao longo do tempo.^eEsta amostra não foi considerada no cálculo da média devido à possível contaminação por carbono de origem nuclear.

A.1.4 Correções

Existem alguns programas que fazem automaticamente a calibração das datas. A Tabela 2, na página 2, fornece as datas calibradas para os sambaquis da região do Camacho. As datas foram corrigidas usando o programa CALIB4.1 (STUIVER; REIMER, 1993) (Ver o Apêndice D). O programa roda em Microsoft DOS, Windows, em Linux e também em Macintosh (OS8). Os métodos de calibração são:

Método A: Interseção com a curva de calibração

O método procura os pontos de interseção da data radiocarbônica com a curva de calibração adequada para o tipo de amostra. Quando esta interseção ocorre em mais de um ponto, o programa lista todas as ocorrências. Eventualmente, o número de interseções pode exceder o número máximo aceito pelo programa. Os autores, neste caso, recomendam alterar em alguns poucos anos a data em ^{14}C da amostra, de modo a diminuir o número de interseções. As faixas de idade são calculadas a partir da interseção da idade em $^{14}\text{C} \pm 1$ ou 2σ da amostra com a curva. O desvio padrão da curva de calibração, σ_C , é calculado fazendo a interpolação do desvio padrão dos dados para cada intercepto com a curva. O desvio padrão assim obtido é somado ao desvio padrão da amostra, σ_S , e é usado para fornecer a faixa de idade calibrada da amostra:

$$\sigma_{total} = \sqrt{\sigma_C^2 + \sigma_S^2}$$

Um exemplo do gráfico de calibração usando a interseção da curva, para amostra A10642, do Sambaqui de Jaboticabeira 1, é a Figura 22, na página 110. A idade em ^{14}C intercepta a curva de calibração em 9 pontos: 2447, 2442, 2432, 2414, 2398, 2390, 2375, 2373 e 2362. A faixa de datas com $\pm$ um desvio padrão total é 2737 – 2340. A data calibrada neste caso é fornecida pelo programa na seguinte forma:

$$2738(2447, 2442, 2432, 2414, 2398, 2390, 2375, 2373, 2362)2341,$$

Método B: Distribuição de probabilidade

A distribuição normal de probabilidade $P(R)$ de obter uma determinada idade ^{14}C R em torno da idade radiocarbônica U é dada pela expressão:

$$P(R) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp - \left[\frac{(R - U)^2}{2\sigma^2} \right]$$

A probabilidade para acontecer uma certa medida R é então, de acordo com a fórmula acima, $P(R) dR$. Estamos interessados em calcular a distribuição de probabilidade $P(T)$, onde T é a idade calibrada. Se considerarmos variações muito pequenas em T podemos fazer a aproximação $P(T) dT \approx P(T)\Delta T$, e então:

$$\begin{aligned} P(T)\Delta T &= P(R)\Delta R \\ &= P(R)\Delta R \cdot \frac{\Delta T}{\Delta R} \\ &= \frac{P(R)\Delta R}{\Delta T} \cdot \Delta T \end{aligned} \tag{A.1}$$

Comparando a expressão à esquerda na primeira linha com a da direita na última linha, concluímos que:

$$P(T) = \frac{P(R)\Delta R}{\Delta T}$$

Na prática, fazemos $\Delta T = 1$ ou $\Delta T = 10$, dependendo do valor de σ total, e calculamos, para cada ano calendário T , a probabilidade $P(R)\Delta R$, com R substituído por $g(T)$, que é a curva de calibração. As probabilidades assim obtidas são ranqueadas e somadas de modo a satisfazer a condição do intervalo de confiança desejado, de 68,3% ($\pm 1\sigma$) ou 95,4% ($\pm 2\sigma$). Um resultado típico, para a mesma amostra anterior, usando a probabilidade acumulada, pode ser visto na Figura 23, na página 110.

O programa CALIB4.1 roda num terminal e os dados podem ser inseridos no programa a partir da linha de comando. No entanto, é mais conveniente introduzi-los a partir de uma planilha, gravada no formato de *campos separados por espaço* (`*.prn`), com 15 campos. Os campos devem conter dados de acordo com os tipos: sequência de caracteres (*string*), ponto flutuante (*float*) ou inteiro (*integer*). Os campos são os seguintes:

1. Identificação da amostra – Código do laboratório: sequência de caracteres que identifica o laboratório responsável pela análise;
2. Identificação da amostra – Código da amostra: sequência de caracteres que identifica a amostra;
3. Idade ^{14}C : ponto flutuante;
4. Desvio padrão ^{14}C : ponto flutuante;
5. Erro adicional do laboratório: ponto flutuante;

6. Tempo de vida do organismo: ponto flutuante;
7. Data não corrigida para fracionamento de $\delta^{13}\text{C}$: ponto flutuante;
8. Desvio padrão da data não corrigida para fracionamento de $\delta^{13}\text{C}$: ponto flutuante;
9. Valor de $\delta^{13}\text{C}$: ponto flutuante;
10. Desvio padrão de $\delta^{13}\text{C}$: ponto flutuante;
11. ΔR : ponto flutuante;
12. Desvio padrão de ΔR : ponto flutuante;
13. Porcentagem de carbono de origem marinha: ponto flutuante;
14. Observação sobre a amostra: sequência de caracteres que identifica o tipo de amostra ou qualquer outra informação;
15. Curva de calibração a ser usada: inteiro que identifica o tipo de amostra (atmosférica, marinha ou mista). *Apenas na versão para Windows.*

O programa espera que as duas primeiras linhas do arquivo sejam o cabeçalho e que não contenham dados. O significado de cada campo pode ser encontrado com mais detalhes no arquivo de exemplo (`c14fil4.xls`) que acompanha o programa. O programa roda num terminal, com os comandos associados a teclas. O resultado da calibração é gravado em dois arquivos de saída, um deles em um formato adequado para ser aberto numa planilha de dados, e o outro em um arquivo de texto, que pode ser aberto em qualquer programa de edição de texto. O programa permite, também, visualizar o gráfico de calibração para cada data. Por exemplo, na Figura 22 na página 110, é mostrada a curva de calibração e as interseções desta com as datas radiocarbônicas para a amostra de código A10642, do sambaqui Jaboticabeira I. Como pode ser notado, ocorreram 9 interseções. Isto significa que se a amostra proviesse exatamente de qualquer uma destas datas, a datação em ^{14}C resultaria em 2430 anos AP.

Figura 22: Gráfico de interseção da data $^{14}\text{C} \pm \sigma$ com a curva de calibração para a amostra A10642, sambaqui de Jaboticabeira I.

Figura 23: Gráfico de probabilidade para a amostra A10642, sambaqui de Jaboticabeira I, normalizado para área sob a curva igual a 1.

APÊNDICE B – Os sambaquis do Camacho

Os objetivos deste apêndice são sumarizar os dados conhecidos para os sambaquis da região e fornecer uma tabela de correspondência para a nomenclatura adotada pelos muitos pesquisadores que trabalharam com estes sambaquis. O problema de como nomear os sítios é bastante sério, principalmente quando envolve trabalhos desenvolvidos por pesquisadores que estão muito distantes no tempo. Qualquer tentativa de utilização de um código de cadastro surge como artificial, e se este não for universalmente adotado cria um problema adicional para o pesquisador, de estabelecer a correspondência entre os eventuais diferentes códigos para o mesmo sítio. Antes do advento do GPS, esta correspondência só poderia ser feita comparando as descrições do sítio e de seu entorno com as descrições encontradas na literatura. Com o GPS, independentemente do nome dado ao sítio, suas coordenadas permitem estabelecer imediatamente a correspondência. Para os trabalhos mais antigos fica a tarefa de encontrar os sambaquis, medir sua posição geográfica e estabelecer a correspondência, se houver, com aqueles cujas coordenadas já foram medidas.

Podemos dividir a tarefa em duas partes: a primeira envolve a localização dos sambaquis citados na literatura, principalmente Rohr (1969, 1984), e estabelecer a correspondência seguindo um sistema de nomeação dos sítios. Em Rohr (1969) foi feita uma tentativa de criar um código com o seguinte formato: SC-J-X-YY, onde SC corresponde ao estado de Santa Catarina, J corresponde ao município de Jaguaruna, o número X individualiza o sítio, e a cadeia YY indica o tipo de sítio arqueológico (sambaqui, paradeiro guarani, etc.). No trabalho de Rohr (1984), o código é duplo: tanto o nome do município onde se localiza o sambaqui, seguido por um número, como a localidade onde se encontra o sambaqui, seguido por um número de ordem, se houver mais de um na localidade. A regra seguida no Projeto Camacho é nomear o sítio a partir da localidade onde se encontra, seguido de um número se houver mais

de um sambaqui na localidade. Na medida do possível foi mantida a nomenclatura definida por Rohr (1984).

A outra tarefa é localizar os sambaquis que são indicados em mapas, verificar se correspondem a algum dos já descritos na literatura, e obter sua localização utilizando um GPS. Se o sambaqui não pode ser localizado, suas coordenadas são aquelas que podem ser inferidas dos mapas. Alguns sítios já foram destruídos ou não foram encontrados, e sua localização pode ser apenas estimada pela localidade onde se encontravam.

As coordenadas geográficas dos sambaquis cadastrados pelo Projeto Camacho foram obtidas em sucessivas visitas a campo durante os últimos anos, por diferentes pesquisadores, a mais recente em dezembro de 2003.

Os sambaquis foram divididos em grupos, de acordo com a composição malacológica, por Rohr (1969). Os sambaquis dos grupos 1 e 2 são bastante assemelhados, só diferindo, basicamente, na sua localização com relação ao mar. Os grupos são:

Grupo 1: Os sambaquis formados, principalmente, pelo acúmulo de conchas de berbigão (*Anomalocardia sp.*). Alguns destes são muito altos e extensos. Se localizam em geral na praia, distante por volta de 1 km do mar, sobre a estreita barreira holocênica que separa o mar da lagoa. Todos os que foram acompanhados durante sua destruição mostram um grande número de enterramentos.

Grupo 2: Os sambaquis formados, principalmente, pelo acúmulo de conchas de berbigão com a presença, as vezes bastante notável, de conchas de ostras (*Ostrea sp.*). Estes sambaquis, em geral, não são muito altos porém podem ser bastante extensos. Se localizam sobre paleodunas ou encostas, fazendo face à paleolagoa. Alguns se apóiam sobre afloramentos cristalinos que formam verdadeiras ilhas em meio à extensa planície paludosa. Considerando a altitude da base medida para o sambaqui da Jaboticabeira II e a curva de variação do nível médio do mar para a região, durante o período de construção o sambaqui se encontrava às margens da paleolagoa. Os enterramentos são bastante numerosos, a densidade variando um pouco de sítio para sítio. A camada superior do sambaqui pode exibir a troca da concha como material construtivo pelo sedimento negro da planície.

Grupo 3: Dois sambaquis formados, principalmente, por conchas de mariscos bran-

cos (*Mytillus sp.*). Misturado às conchas se encontra lascas de sílex e cerâmica análoga às encontradas em casas subterrâneas do planalto catarinense e rio-grandense. São sambaquis que se encontram muito próximos à atual linha de praia, em torno de 200 m, em contraste com a distância média de 1 km dos sambaquis do grupo 1.

Grupo 4: O grupo formado por dois sambaquis compostos por, principalmente, conchas de moçambique (*Donax sp.*). Segundo Rohr (1969), sua indústria lítica é pobre e algo diferente da encontrada nos demais sambaquis. Se encontravam (não foram localizados por integrantes da equipe do Projeto Camacho) bem próximo da praia, 100 m ou menos.

Grupo 5: Sambaquis semi-enterrados ou semi-submersos. A composição malacológica não mostra o predomínio de nenhuma espécie em particular. O sambaqui da Ponta do Morro Azul, por exemplo, mostra uma camada espessa de ostras e outras camadas em que conchas de ostras estão misturadas com conchas de berbigão. Segundo o relato de um antigo proprietário da terra onde se encontrava um destes sambaquis (Sambaqui do Olho D'Água I), já destruído, o material arqueológico não formava o típico montículo, mas sim preenchia uma cavidade no terreno. O sambaqui do Arroio da Cruz II, ainda existente, é tão plano quanto o terreno ao redor, e só pode ser distinguido devido ao contraste das conchas que aparecem no arar a terra.

B.1 Sambaquis do Grupo 1

1.1 *Sambaqui da Caieira*

Coordenadas geográficas: 718209 — 6850914.

Observações: Sambaqui estudado por Hurt (1974), em terrenos do Laguna Tourist Hotel, e fica numa encosta do Morro da Glória, voltada para o norte. Consta que foi inteiramente arrasado. As coordenadas são aquelas aproximadas do hotel.

Referência: (HURT, 1974; MARTIN et al., 1988).

1.2 *Sambaqui da Encantada I*

Coordenadas geográficas: 703768 — 6830622.

Outras denominações: Casqueiro do Emídeo (DE BLASIS et al., 1999), Jaguaruna 8 (ROHR, 1984), e SC-J-9-Sambaqui (ROHR, 1969).

Dimensões: Tem 240 metros de comprimento, no eixo E-O, por 80 metros de largura, e com cerca de 12 metros de altura.

Estado atual: Aparentemente intacto.

Observação: Diferentemente do que aparece em De Blasis et al. (1999), o pico mais a oeste, coberto de vegetação, é o mais alto. Os outros dois picos são um pouco mais baixos e se encontram parcialmente cobertos de areia, possuindo coordenadas 703838 — 6830697 e 703853 — 6830742. Do topo do sambaqui se vê a praia plana até os sambaquis do Laranjal e de Garopaba do Sul.

Referência: (ROHR, 1969, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

1.3 *Sambaqui da Encantada II*

Coordenadas geográficas: 703290 — 6830555.

Outras denominações: Vulcãozinho (DE BLASIS et al., 1999), Jaguaruna 11 e Lagoa da Encantada II (ROHR, 1984), e SC-J-12-Sambaqui (ROHR, 1969).

Dimensões: Tem diâmetro de 15 metros por 4 metros de altura.

Estado atual: Aparentemente intacto.

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

1.4 *Sambaqui da Encantada III*

Coordenadas geográficas: 703859 — 6831546.

Outras denominações: Juventus (DE BLASIS et al., 1999).

Dimensões: Eixo maior com 34 metros, eixo menor com 15 metros, e altura de quase 1 metro.

Estado atual: Aparentemente intacto. Seu Ari diz que foi bastante explorado em seu lado norte.

Histórico: Foi datado pela equipe do Projeto Camacho (FISH et al., 2000)

Referência: (ROHR, 1969, 1984; FISH et al., 2000).

1.5 *Sambaqui da Encantada IV*

Coordenadas geográficas: 703708 — 6830544.

Outras denominações: Jaguaruna 12 e Lagoa da Encantada III (ROHR, 1984), e SC-J-13-Sambaqui (ROHR, 1969).

Dimensões: Eixo maior com 50 metros, eixo menor com 30 metros, e altura de 6 metros.

Estado atual: Aparentemente intacto.

1.6 *Sambaqui da Figueirinha I*

Coordenadas geográficas: 698387 — 6828061.

Outras denominações: SC-J-3-Sambaqui (ROHR, 1969), Jaguaruna 2 e Lagoa da Figueirinha I (ROHR, 1984).

Dimensões: 180 m por 90 m de base, por 15 m de altura.

Estado atual: Aparentemente intacto.

Observação: De Blasis et al. (1999) comenta a excelente visibilidade deste sítio para todos os lados, em particular, a visão dos demais grupos de sambaquis da praia: Laranjal, Encantada, Garopaba do Sul e Santa Marta.

Referência: (ROHR, 1969, 1984; DE BLASIS et al., 1999)

1.7 *Sambaqui da Figueirinha II*

Coordenadas geográficas: 698387 — 6828061.

Outras denominações: SC-J-4-Sambaqui (ROHR, 1969), Jaguaruna 3 e Lagoa da Figueirinha II (ROHR, 1984).

Dimensões: 120 m por 60 m de base, por 10 m de altura.

Estado atual: Praticamente intacto.

Observação: Exibe um corte no topo de 50 por 90 cm, com aproximadamente 150 cm de profundidade, onde não se observa material arqueológico, mostrando que o sambaqui está recoberto por sedimentos arenosos (DE BLASIS et al., 1999).

Referência: (ROHR, 1969, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

1.8 *Sambaqui da Figueirinha III*

Coordenadas geográficas: 698006 — 6827646.

Outras denominações: De Blasis et al. (1999) acredita ser o Sambaqui da Lagoa da Figueirinha III (Jaguaruna 5) de Rohr (1984), SC-J-5-Sambaqui de Rohr (1969).

Dimensões: 60 m por 30 m de base, por 6 m de altura.

Estado atual: Totalmente destruído.

Histórico: Datas para este sítio são exibidas em Martin et al. (1988) e em Fish et al. (2000).

Observação: De Blasis et al. (1999) relata que o sítio apenas foi identificado devido a uma concentração de conchas na superfície e às marcas da duna destruída, visíveis a partir de Figueirinha I.

Referência: (ROHR, 1969, 1984; DE BLASIS et al., 1999; FISH et al., 2000).

1.9 *Sambaqui da Galheta I*

Coordenadas geográficas: 716427 — 6838183.

Outras denominações: Laguna 19 (ROHR, 1984).

Dimensões: 250 m por 80 m, na base, por 10 m de altura.

Estado atual: Aparentemente em muito bom estado.

Referência: (ROHR, 1984).

1.10 *Sambaqui da Galheta II*

Coordenadas geográficas: 716334 — 6838181.

Outras denominações: Laguna 20 (ROHR, 1984).

Dimensões: 40 m de diâmetro por 6 m de altura.

Estado atual: Aparentemente intacto.

Referência: (ROHR, 1984).

1.11 *Sambaqui de Garopaba do Sul*

Coordenadas geográficas: 706046 — 6831728.

Outras denominações: Jaguaruna 10 e Garopaba (ROHR, 1984), e SC-J-11-Sambaqui (ROHR, 1969).

Dimensões: Teria tido mais de 50 metros de altura. Em 1967 teria ainda 30 metros de altura e diâmetro de 400 m. Atualmente conta com aproximadamente 22 m de altura.

Estado atual: Foi bastante explorado. O que resta depois da atividade de mineração ainda é impressionante, com mais de 20 metros de altura.

Histórico: Foi estudado por vários pesquisadores, mas os únicos dados disponíveis são aqueles da equipe do Projeto Camacho. Algumas datas foram obtidas para este sambaqui (FISH et al., 2000).

Observação: Do alto deste sambaqui pode-se ver vários outros sambaquis, desde o sudoeste (Figueirinha, Laranjal, Encantada) até o nordeste (Santa Marta e Carniça).

Referência: (ROHR, 1969, 1984; DE BLASIS et al., 1999; FISH et al., 2000).

1.12 *Sambaqui do Ilhote*

Coordenadas geográficas: 717908 — 6841334.

Dimensões: 110 m por 60 m de base, e 12 m de altura.

Estado atual: Aparentemente intacto.

1.13 *Sambaqui da Lagoa dos Bixos*

Coordenadas geográficas: 716237 — 6840176.

Dimensões: 150 m por 100 m de base, e 15 m de altura.

Estado atual: Aparentemente intacto.

1.14 *Sambaqui do Laranjal I*

Coordenadas geográficas: 702120 — 6829608.

Outras denominações: Jaguaruna e Lagoa do Laranjal I (ROHR, 1984). SC-J-7-Sambaqui (ROHR, 1969). Alguns moradores o chamam de Duna, por ficar no Balneário de Dunas do Sul.

Dimensões: Com 150 metros de extensão por 50 m de largura, com uns 18 metros de altura.

Estado atual: Aparentemente intacto.

Observação: Sambaqui paralelo à praia, semicoberto pelas dunas na sua face NE.

Referência: (ROHR, 1969, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

1.15 *Sambaqui do Laranjal II*

Coordenadas geográficas: 702289 — 6829823.

Outras denominações: Jaguaruna 7 e Lagoa do Laranjal II (ROHR, 1984). SC-J-8-Sambaqui (ROHR, 1969).

Dimensões: 100 m por 60 m na base, com uns 8 m de altura..

Estado atual: Aparentemente intacto.

Observação: De Blasis et al. (1999) diz que não confere com o sítio Jaguaruna 7 de Rohr (1984). No entanto, a localização e as dimensões são aquelas informadas por Rohr.

Referência: (ROHR, 1969, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

1.16 *Sambaqui do Laranjal III*

Coordenadas geográficas: 702826 — 6830303.

Outras denominações: Aparentemente não há menção na literatura para este sítio.

Dimensões: Com 20 metros de diâmetro na base, com uma camada de uns 25 cm de espessura de conchas recobrindo a duna.

Estado atual: Aparentemente intacto.

Referência: (DE BLASIS et al., 1999).

1.17 *Sambaqui do Padre*

Coordenadas geográficas: 715591 — 6839212.

Dimensões: 60 m de diâmetro, e 4 m de altura.

Estado atual: Parcialmente destruído.

1.18 *Sambaqui de Santa Marta I*

Coordenadas geográficas: 712151 — 6833970.

Outras denominações: Laguna 16, Sambaqui do Cabo de Santa Marta I (ROHR, 1984).

Dimensões: 80 m de comprimento, por 8 m de altura, segundo De Blasis et al. (1999). 60 m de diâmetro por 15 m de altura, segundo Rohr (1984).

Estado atual: Bastante danificado quando houve a construção de acesso ao Cabo de Santa Marta.

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

1.19 *Sambaqui de Santa Marta II*

Coordenadas geográficas: 713230 — 6833590.

Outras denominações: Laguna 17, Sambaqui do cabo de Santa Marta II (ROHR, 1984).

Dimensões: Situado na encosta do morro, logo na entrada para o Cabo de Santa Marta, parece ter 80 m de diâmetro por 6 a 7 m de altura para Rohr (1984), ou 60 m de diâmetro, para De Blasis et al. (1999).

Estado atual: Foi bastante danificado.

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

1.20 *Sambaqui de Santa Marta III*

Coordenadas geográficas: 711542 — 6834937.

Dimensões: Aproximadamente 80 m de extensão na base.

Estado atual: Totalmente destruído, só sobrou a base.

Observações: Não corresponde à descrição feita por Rohr (1984) do sítio Laguna 18, Sambaqui do Cabo de Santa Marta III, que fala de um sambaqui intocado no topo do morro enquanto que este se localiza na planície arenosa à noroeste do Cabo de Santa Marta.

Referência: (DE BLASIS et al., 1999).

1.21 *Sambaqui de Santa Marta IV*

Coordenadas geográficas: 711493 — 6835068.

Dimensões: 20 m de comprimento, por 3 m de altura.

Referência: (DE BLASIS et al., 1999).

1.22 *Sambaqui de Santa Marta V*

Coordenadas geográficas: 713192 — 6834760.

Outras denominações: Pode ser o Laguna 18, Sambaqui do Cabo de Santa Marta III de Rohr (1984).

Dimensões: Supondo que seja o Laguna 18, Rohr (1984) fala numa base de 100 m por 80 m.

Estado atual: Aparentemente intacto. De Blasis et al. (1999) fala numa possível erosão causada pelos ventos intensos.

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

B.2 Sambaquis do Grupo 2

2.1 *Sambaqui da Cabeçuda*

Coordenadas geográficas: 712601 — 6852170.

Outras denominações: Laguna 8 (ROHR, 1984).

Dimensões: Segundo Rohr (1984) possuía originalmente 100 metros de extensão por 20 de altura.

Estado atual: Foi bastante destruído. Hoje resta com aproximadamente 60 metros de extensão, 15 de largura e 4 de altura.

Histórico: Está localizado no bairro da Cabeçuda, sobre o pontal que marca o limite entre as lagoas do Imaruí e de Santo Antônio. Foi muito destruído por várias intervenções, seja para compactação de estradas seja para o fabrico de cal. Foi estudado na década de 50 por Castro Faria, que recolheu material para o Museu Nacional, para um trabalho voltado principalmente para a antropologia física, trabalho que foi recentemente retomado por Mendonça de Souza (1995) (DE BLASIS et al., 1999).

Referência: (ROHR, 1984; MENDONÇA DE SOUZA, 1995; DE BLASIS et al., 1999).

2.2 *Sambaqui da Carniça I*

Coordenadas geográficas: 714190 — 6841022.

Outras denominações: Laguna 5 (ROHR, 1984).

Dimensões: Originalmente, segundo Rohr (1984), teria 400 m de extensão e 30 m de altura. Alguns, no entanto, falam em 50 m (PIMENTA, 1958, em HURT, 1974) ou mesmo mais de 100 m de altura (DE BLASIS et al., 1999).

Estado atual: Quase totalmente destruído, a base que ainda resta tem quase mil metros de perímetro por 5 m de altura. Na época (1966) em que foi estudado por Hurt possuía ainda por volta de 24 m de altura. Hurt fala também em dois sambaquis, Carniça I e Carniça IA, apoiados em faces opostas da mesma paleoduna. A junção destes dois sambaquis, em forma de sela, e a ausência de vegetação seria a origem do nome *Elefante Branco*, como também é conhecido. Teria tido mais de 50 m de altura.

Histórico: Considerado por moradores locais como o maior dos sambaquis da região. Foi escavado por arqueólogos da Universidade Federal de Santa Catarina, em 1966, sob coordenação de Wesley Hurt.

Referência: (HURT, 1974; ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

2.3 *Sambaqui da Carniça II*

Coordenadas geográficas: 714577 — 6840912.

Outras denominações: Laguna 6 (ROHR, 1984).

Dimensões: 100 por 70 m na base, por 12 m de altura.

Estado atual: Apesar da exploração, De Blasis et al. (1999) considera que seu estado está razoavelmente preservado.

Histórico: Foi minerado até por volta de 1977. O processo de destruição foi sustado em grande parte devido ao esforço do Padre Rohr.

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999)

2.4 *Sambaqui da Carniça III*

Coordenadas geográficas: 714519 — 6840380.

Outras denominações: Pelo fato de se encontrar no lado direito da estrada, sentido de quem vem de Santa Marta, pode corresponder ao Carniça III (Laguna 13) de Rohr (1984). Na Folha Topográfica do IBGE (Garopaba do Sul) aparecem 4 sambaquis na Carniça. Pelas coordenadas nenhum deles corresponde a este.

Dimensões: 35 m por 15 m na base, por 5 metros de altura. O sambaqui de Carniça III de Rohr (1984) tem 30 m de diâmetro por 6 m de altura.

Estado atual: Não parece ter sofrido alteração.

Observação: Se situa atrás a escola (abandonada) Lydia Grandemagne.

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

2.5 *Sambaqui da Carniça IV*

Coordenadas geográficas: 714426 — 6840502.

Outras denominações: Pode corresponder ao Carniça IV (Laguna 14) de Rohr (1984), localizado à esquerda da estrada que vem de Santa Marta.

Dimensões: 45 m por 15 m na base, por 6 metros de altura. O sambaqui de Carniça IV de Rohr (1984) tem 60 m de diâmetro por 5 m de altura.

Estado atual: Segundo De Blasis et al. (1999) não aparenta ter sido modificado, apesar da proprietária dizer que foi bastante minerado. Segundo Rohr (1984) foi destruído em uns 40%.

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

2.6 *Sambaqui de Congonhas I*

Coordenadas geográficas: 694930 — 6843010.

Outras denominações: Palmeiras (DE BLASIS et al., 1999), por se situar junto à sede da S. E. Palmeiras de Congonhas, e Tubarão 1 (ROHR, 1984).

Dimensões: 150 m por 100 na base, por 12 m de altura (ROHR, 1984). Segundo De Blasis et al. (1999) possuía mais de 200 m de extensão e de 12 a 15 m de altura.

Estado atual: Bastante destruído, resta um testemunho de cerca de 40 m por 30 metro de base, com 4 m de altura.

Histórico: Foi estudado por Anamaria Beck, da UFSC, durante os anos sessenta do século passado. Rohr (1984) diz que vários zoólitos platiformes foram encontrados neste sambaqui. Foi feito um perfil de 3 m de comprimento num dos flancos do sambaqui, com o objetivo de examinar a estratigrafia e colher amostras para datação.

Referência: (BECK, 1972; ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999).

2.7 *Sambaqui de Congonhas II*

Coordenadas geográficas: 695603 — 6838450.

Outras denominações: Tubarão 2 (ROHR, 1984).

Dimensões: 150 m por 60 m na base, por 10 m de altura.

Estado atual: Uma parte do sambaqui foi terraplenado para a construção da estrada que leva de Congonhas à Jaboticabeira. Extensos perfis são ainda visíveis a partir da estrada. Foi datado pela equipe do Projeto Camacho (FISH et al., 2000)

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999; FISH et al., 2000).

2.8 *Sambaqui de Congonhas III*

Coordenadas geográficas: 694320 — 6838450.

Outras denominações: Ilhote (DE BLASIS et al., 1999), Tubarão 3 (ROHR, 1984). Talvez seja o SC-J-52-Sambaqui (Ilhota) de Rohr (1969).

Dimensões: 100 m de diâmetro por 10 m de altura (ROHR, 1984). 50 m por 50 m de base, e não muito profundo, segundo De Blasis et al. (1999).

Estado atual: Foi feita uma terraplenagem em uma das extremidades do sambaqui (ROHR, 1984).

Histórico: Foi feito um perfil de 6 m de comprimento e uma prospecção ao redor (DE BLASIS et al., 1999). Foi datado (FISH et al., 2000).

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999; FISH et al., 2000).

2.9 *Sambaqui de Jaboticabeira I*

Coordenadas geográficas: 697334 — 6837666.

Outras denominações: SC-J-2-Sambaqui (ROHR, 1969), também chamado de Jaguaruna 1 (ROHR, 1984).

Dimensões: Com cerca de 500 m de extensão, e 15 metros de altura. Alguns moradores afirmam que teve mais de 20 m de altura (DE BLASIS et al., 1999).

Estado atual: Foi bastante explorado, e o que ainda resta tem 500 metros de extensão e de 6 a 7 metros de altura.

Histórico: Vem sendo estudado pela equipe do Projeto Camacho, tendo fornecido já bastante material para análise e datação.

Referência: (ROHR, 1969, 1984; DE BLASIS et al., 1999; FISH et al., 2000).

2.10 *Sambaqui de Jaboticabeira II*

Coordenadas geográficas: 699489 — 6835694.

Outras denominações: Sambaqui do Riacho, Jaguaruna 31 (ROHR, 1984).

Dimensões: 400 metros no eixo maior, 250 metros no eixo menor, e 6 metros de altura.

Estado atual: Foi bastante explorado para extração de conchas, e é cortado por uma estrada vicinal.

Histórico: Tem sido intensamente estudado pela equipe do Projeto Camacho, com coleta de muito material. Existe uma longa série de datações para este sambaqui (FISH et al., 2000)

Observação: O Museu de Jaguaruna possui em seu acervo um belo zoólito proveniente do Sambaqui do Riacho, na localidade de Jaboticabeira. Após uma conversa com o responsável pelo museu ficou claro que este sambaqui é o que chamamos de Sambaqui da Jaboticabeira II.

Referência: (ROHR, 1984; DE BLASIS et al., 1999; FISH et al., 2000).

2.11 *Sambaqui de Jaboticabeira III*

Coordenadas geográficas: 697690 — 6837162.

Outras denominações: Pode ser o SC-J-1-Sambaqui de Rohr (1969).

Dimensões: 50 m por 30 m na base, por 5 m de altura.

Estado atual: Praticamente destruído, restando apenas a periferia (DE BLASIS et al., 1999).

Referência: (ROHR, 1969; DE BLASIS et al., 1999).

2.12 *Sambaqui de Mato Alto I*

Coordenadas geográficas: 698773 — 6842162.

Outras denominações: Passo do Gado (DE BLASIS et al., 1999).

Dimensões: 300 m por 80 m de base, por 6 m de altura.

Estado atual: Parcialmente destruído, o cemitério da vila localiza-se sobre o sambaqui.

Histórico: A equipe do Projeto Camacho delimitou parcialmente o sambaqui, e foi aberto um perfil. Foram coletadas amostras para análise estratigráfica, de zooarqueologia e para datação.

Referência: (DE BLASIS et al., 1999).

2.13 *Sambaqui de Mato Alto II*

Coordenadas geográficas: 698590 — 6842450.

Outras denominações: Aparentemente não há menção na literatura para este sítio.

Dimensões: 200 m por 100 m de base, com mais de 4 m de altura.

Estado atual: Acha-se praticamente intacto.

Histórico: Foi aberta uma trincheira e limpo um perfil. Amostras foram recolhidas para datação.

Referência: (DE BLASIS et al., 1999).

2.14 *Sambaqui do Morrote*

Coordenadas geográficas: 699360 — 6840440.

Outras denominações: Aparentemente não há menção na literatura para este sítio.

Dimensões: 200 m por 100 m de base, por mais de 4 m de altura.

Estado atual: Praticamente intacto.

Histórico: O sítio é usado sistematicamente para cultivo de hortaliças, que permite uma ótima visibilidade da superfície. Por este motivo foi realizada uma ampla e sistemática coleta de superfície, o que gerou uma coleção de mais de 1000 artefatos líticos, informações sobre quantidade e distribuição de sepultamentos e de características sedimentológicas. Também foi recolhido material para datação.

Referência: (DE BLASIS et al., 1999).

2.15 *Sambaqui da Ponta do Morro Azul*

Coordenadas geográficas: 690106 — 6832373.

Outras denominações: SC-J-53-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 29 (ROHR, 1984).

Dimensões: 50 m por 30 m, com 3 m de espessura.

Estado atual: O sambaqui foi parcialmente destruído para a retificação do Rio Sangão.

Histórico: Em dezembro de 2003, durante a visita a campo em que este sambaqui foi novamente localizado, procedeu-se à limpeza de um pequeno perfil, na face WNW, com o objetivo de verificar a estratigrafia do sítio e coletar amostras para datação.

Referência: (ROHR, 1969, 1984).

2.16 *Sambaqui de Porto Vieira I*

Coordenadas geográficas: 695467 — 6835304.

Outras denominações: SC-J-15-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 13, de Rohr (1984).

Dimensões: Rohr (1969) fala em 300 m por 60 m de base, por 10 m de altura. De Blasis et al. (1999) fala em mais de 20 m de altura e 500 m de extensão.

Estado atual: Acha-se bastante destruído. O que resta ainda impressiona pelo tamanho. Um grande perfil pode ser trabalhado.

Referência: (ROHR, 1969; DE BLASIS et al., 1999).

2.17 *Sambaqui de Porto Vieira II*

Outras denominações: Pode ser o SC-J-50 (ROHR, 1969) ou Jaguaruna 26 (ROHR, 1984).

Coordenadas geográficas: 695483 — 6836206.

Dimensões: Muito menor que o anterior, segundo De Blasis et al. (1999). Com 100 m de diâmetro e 10 m de altura, de acordo com Rohr (1984).

Estado atual: Uma parte de seu topo foi terraplenado.

Referência: (DE BLASIS et al., 1999).

2.18 *Sambaqui do Riachinho*

Coordenadas geográficas: 693861 — 6830094.

Observações: Sambaqui na localidade de Riachinho, próximo à estrada que vai de Jaguaruna para o Arroio Corrente.

Referência: (MARTIN et al., 1988; CARUSO JR., 1995).

2.19 *Sambaqui de Santa Marta Pequeno*

Coordenadas geográficas: 714769 — 6838887.

Observações: Este, segundo Rodrigo Lavinia, foi um local de acúmulo de material retirado de outros sambaquis para compactação de estradas. Segundo Sr. Ari é um sambaqui pequeno que foi completamente explorado para compactação de estradas da região.

Referência: (CARUSO JR., 1995).

B.3 Sambaquis do Grupo 3

3.1 *Sambaqui do Arroio da Cruz I*

Coordenadas geográficas: 687376 — 6820113.

Outras denominações: SC-J-20-Sambaqui (ROHR, 1969).

Dimensões: 60 m por 20 m de base, por 3 m de altura.

Estado atual: Uma casa está parcialmente sobre o sambaqui e o arruamento do loteamento cortou uma de suas extremidades. O topinho parece ter sido explorado, e a aparência é de total abandono. Corre bastante risco devido à expansão imobiliária na região.

Referência: (ROHR, 1969).

3.2 *Sambaqui do Campo Bom*

Coordenadas geográficas: ?

Outras denominações: SC-J-19-Sambaqui (ROHR, 1969).

Dimensões: 60 m por 20 m de base, por 3 m de altura.

Estado atual: Não foi encontrado. Pode ter sido destruído, uma vez que a localidade de Campo Bom está bastante urbanizada, com casas de veraneio.

Referência: (ROHR, 1969).

B.4 Sambaquis do Grupo 4

4.1 Figueirinha IV

Coordenadas geográficas: ?

Outras denominações: SC-J-6-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 5 ou Sambaqui da lagoa da Figueirinha IV (ROHR, 1984).

Dimensões: 15 m por 10 m de base, por 5 m de altura.

Estado atual: Não foi encontrado.

Referência: (ROHR, 1969, 1984).

4.2 Figueirinha V

Coordenadas geográficas: ?

Outras denominações: SC-J-10-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 9 ou Sambaqui da lagoa da Figueirinha V (ROHR, 1984).

Dimensões: 10 m por 10 m de base, por 2 m de altura.

Estado atual: Não foi encontrado.

Referência: (ROHR, 1969, 1984).

B.5 Sambaquis do Grupo 5

5.1 *Sambaqui do Arroio da Cruz II*

Coordenadas geográficas: 678217 — 6815654.

Outras denominações: SC-J-37-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 22 (ROHR, 1984).

Dimensões: 50 m de diâmetro e 0,5 m de espessura.

Estado atual: Sua superfície é atualmente cultivada, sendo, portanto, remexida pelo arado.

Referência: (ROHR, 1969, 1984).

5.2 *Sambaqui do Arroio da Cruz de Dentro*

Coordenadas geográficas: ?

Outras denominações: SC-J-30-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 21 (ROHR, 1984).

Dimensões: 100 m por 50 m, com 0,5 m de espessura.

Estado atual: Não foi localizado. Praticamente destruído.

Referência: (ROHR, 1969, 1984).

5.3 *Sambaqui do Morro Grande I*

Coordenadas geográficas: 687152 — 6824099.

Outras denominações: SC-J-27-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 19 (ROHR, 1984).

Dimensões: 60 m de diâmetro e 0,5 m de espessura.

Estado atual: Foi parcialmente explorado para compactação de aterro. Mais da metade, incluindo o topinho, parece estar preservada.

Observações: Na propriedade do Sr. Santo Rosalino Lessa. O filho do proprietário, Sr. Canaro, nos guiou até o sítio.

Referência: (ROHR, 1969, 1984).

5.4 *Sambaqui do Morro Grande II*

Coordenadas geográficas: 687187 — 6823636.

Outras denominações: SC-J-28-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 20 (ROHR, 1984).

Dimensões: 10 m por 10 m de base e 0,2 m de espessura.

Estado atual: Parece ter sido arrasado. É possível ver um pouco das suas conchas pelo campo, sob a cultura de mandioca.

Referência: (ROHR, 1969, 1984).

5.5 *Sambaqui do Olho D'Água I*

Coordenadas geográficas: 681220 — 6817360.

Outras denominações: SC-J-38-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 23 (ROHR, 1984).

Dimensões: 100 m por 50 m, com 1 m de espessura.

Estado atual: O sobrinho do antigo proprietário (Sr. Olindo Guimarães), chamado José Verino Guimarães e morador do Olho D'Água, afirmou que o casqueiro foi totalmente arrasado, assim como o Olho D'Água II, que era de seu pai, Sr Verino Guimarães. Durante o processo de destruição a pá escavadeira mergulhava na terra para retirar o material arqueológico. Após a destruição do sítio restou um imenso buraco no chão que foi coberto com terra e onde hoje está um pasto. Uma visita ao sítio mostrou restos de conchas espalhados pelo chão, próximo a uma lagoinha, conforme descrição em Rohr (1969, 1984).

Observações: Atualmente este sambaqui e o seguinte pertencem ao Sr. Rogério Canto. Está localizado logo no início da comunidade do Arroio da Cruz.

Referência: (ROHR, 1969, 1984).

5.6 *Sambaqui do Olho D'Água II*

Coordenadas geográficas: ?

Outras denominações: SC-J-39-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 24 (ROHR, 1984).

Dimensões: 100 m por 30 m, com 0,5 m de espessura.

Estado atual: Não foi localizado. Aparentemente foi inteiramente destruído.

Referência: (ROHR, 1969, 1984).

5.7 *Sambaqui da Ponta do Morro*

Coordenadas geográficas: ?

Outras denominações: SC-J-51-Sambaqui (ROHR, 1969). Jaguaruna 27 (ROHR, 1984).

Dimensões: 100 m por 50 m de base, com 1 m de espessura.

Estado atual: Não foi localizado.

Referência: (ROHR, 1969, 1984)

APÊNDICE C – Construção dos Mapas no GRASS

O OBJETIVO deste apêndice é descrever com um certo detalhe o processo de construção dos diferentes mapas utilizados neste trabalho, com o propósito de auxiliar um eventual leitor a construir mapas semelhantes. Inicialmente são descritos os vários tipos de mapas com que o GRASS trabalha, bem como sua estrutura de dados. O SIG GRASS é composto por uma série de módulos, que funcionam como verdadeiros programas dentro do SIG. A produção de um determinado mapa pode envolver, e em geral envolve, uma seqüência de comandos. Estes comandos ativam os diferentes módulos que compõem o programa. A interface gráfica, que pode ser iniciada com o comando `tcltkgrass&`, facilita bastante o trabalho com o GRASS, porque evita a necessidade de decorar o nome e forma de usar dos diversos módulos. De qualquer forma, digitando o nome do módulo seguido da seqüência `--help` no *prompt* do GRASS imprime no terminal um auxílio simplificado da forma de uso do módulo.

O sistema operacional Linux, nas suas distribuições mais modernas, já vem com um ambiente gráfico (ou mesmo mais de um) pré-instalado. Embora o gerenciador de ambiente gráfico não seja necessário para a produção dos mapas, o são para a visualização deles. Qualquer gerenciador de ambiente gráfico (Gnome, KDE, Icewm, etc.) pode ser utilizado, porque os comandos descritos aqui são independentes da escolha de ambiente.

C.1 Mapas vetoriais

Um mapa pode ser encarado como um conjunto de polígonos, linhas e pontos. Uma maneira de descrever um ponto é fornecer suas coordenadas num determinado sistema de referência. Uma linha simples pode ser descrita, então, pelo seus ponto

inicial e final. Seguindo este raciocínio, uma linha com múltiplos segmentos pode ser descrita como uma sucessão de pontos. Um polígono é uma linha múltipla onde o último ponto coincide com o primeiro. Usando este esquema, podemos representar qualquer objeto: um ponto para uma localidade, uma linha para um rio, estrada ou fronteira, um polígono para uma área com um determinado tipo de vegetação, por exemplo. A forma dos dados armazenados neste formato é chamada de vetorial. Um mapa produzido como uma reunião de dados deste tipo, então, é um mapa vetorial.

A forma vetorial é a forma padrão de armazenamento de dados de vários SIG comerciais. Uma vantagem deste formato é a precisão de seus dados: não importa a escala utilizada para um determinado mapa, uma linha é sempre uma linha. Desenhar um mapa vetorial é também uma tarefa muito simples, basta desenhar pontos, linhas e polígonos. Para cada feição (ponto, linha, polígono) podemos associar várias propriedades utilizando um gerenciador de banco de dados. Isto faz com que mapas vetoriais sejam muito úteis para análises estatísticas, por exemplo.

A principal desvantagem de um mapa vetorial é a quantidade de espaço necessária para armazenar a informação. Mapas vetoriais podem ser bastante grandes, e dependendo da quantidade de informação, podem se tornar muito difíceis de manipular. Como a quantidade de informação no mapa depende dos objetos que ele contém, o tamanho dos mapas varia de um mapa para outro. Isto pode ser um problema na hora de prever o espaço em disco necessário para armazenar os dados de um projeto.

No GRASS os mapas vetoriais são armazenados em forma binária para economizar espaço. Exportando os mapas vetoriais usando o módulo `v.out.ascii`, obtemos um arquivo que contém todos os pontos, linhas e áreas, rotuladas ou não, que compõem o mapa, na forma de um arquivo de texto padrão. O módulo `v.in.ascii` importa um arquivo de texto padrão e gera um arquivo binário adequado para ser exibido no GRASS.

C.2 Mapas matriciais

Por outro lado, um mapa pode ser interpretado como uma matriz de pontos (*pixels*). O conjunto de pontos forma as várias informações que o mapa possui: um ponto é representado por um *pixel*, uma série de pontos adjacentes forma uma

linha, uma linha fechada forma uma fronteira, o conjunto de pontos dentro de uma fronteira forma uma área, etc. A vantagem de um mapa construído desta maneira é a homogeneidade do tamanho do arquivo formado. Se dois mapas possuem 1000 pontos, o espaço ocupado pelos arquivos depende apenas do número de *bytes* necessários para descrever a informação de cada ponto (isto é, depende apenas da precisão dos dados). Um mapa matricial (*raster*) pode ser interpretado como um conjunto de pontos definidos por duas coordenadas, que indicam qual a posição do ponto na matriz. Um terceiro campo indica o atributo do ponto. Uma fotografia em branco e preto, por exemplo, é formada por pontos distribuídos no papel, cada ponto com um tom de cinza: o conjunto dos pontos lado a lado forma uma imagem com significado. Neste caso a posição do ponto na fotografia são suas coordenadas e o tom de cinza seu atributo.

A desvantagem de um mapa matricial é a mesma que se observa ao ampliarmos demais uma fotografia: a partir de um certo fator a imagem (e portanto a informação) já não pode ser distinguida com precisão. Existe uma relação direta entre número de pontos e a resolução. Quanto mais pontos a matriz tiver, maior será a resolução do mapa. Podemos, então, ficar tentados a construir mapas com um número cada vez maior de *pixels*. No entanto, são necessários alguns *bytes* para armazenar os dados de cada *pixel*. Quanto maior o número de pontos mais *bytes* serão necessários. Um mapa com uma resolução exagerada pode gerar um arquivo com um tamanho tão grande que se torna difícil de trabalhar. Por exemplo, supondo que um mapa seja formado por uma matriz de 1000×1000 pontos e que cada ponto precise de 4 bytes, o tamanho final do arquivo seria de 4 MB. Na prática, a escolha de uma determinada resolução vai depender do objetivo que se quer alcançar com o mapa, ou do tipo de dado de entrada. Por exemplo, mapas de Modelos de Elevação Digital (MED) tem resolução em geral de 30×30 m. Imagens do LANDSAT, bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, possuem resolução de 30×30 m, a banda 8, pancromática, tem resolução de 15×15 m, e as bandas 6a e 6b resolução de 60×60 m.

No GRASS, os mapas matriciais também são armazenados como arquivos binário para economizar espaço. Quanto mais informação possuir o mapa, maior será o arquivo. O módulo `r.to.ascii` exporta o mapa matricial para um arquivo de texto padrão. Cada mapa matricial possui um cabeçalho que informa os limites da região e o número de linhas e colunas do mapa. Supondo que um mapa possua 1000 linhas

e 500 colunas, após o cabeçalho os primeiros 500 números são os atributos dos pontos da primeira linha, os próximos 500 os da segunda linha, até o milésimo conjunto de 500 números para a última linha. O módulo `r.in.ascii` faz a operação inversa.

Um mapa vetorial pode ser transformado em matricial utilizando o módulo `v.to.rast`. As linhas, fronteiras de áreas e curvas de nível de um mapa matricial podem ser transformadas em linhas e polígonos de um mapa vetorial através dos módulos `r.line`, `r.poly` e `r.contour`, respectivamente.

O poder de interpretação do GRASS reside, principalmente, na forma matricial de armazenar os mapas. Armazenando dados nesta forma é possível comparar mapas, usar dados de um mapa para selecionar dados de outro, operar algebricamente sobre mapas, etc. Os mapas vetoriais, por outro lado, como são mais fáceis de desenhar, servem como ponto de partida para a criação de alguns dos mapas matriciais no GRASS.

C.3 Mapas de sítios

Os mapas de sítios característicos do GRASS e são produzidos usando um editor de texto padrão e armazenados no formato de texto padrão. O arquivo é formado por várias linhas do tipo (os campos entre colchetes são opcionais):

```
leste|norte|[z|d4|...][#categoria][%ponto flutuante @cadeia]
```

uma para cada sítio. Cada linha possui duas, três ou mais coordenadas, separadas pelo símbolo “|”. Após este campo, um único campo, começando com “#”, traz o inteiro que especifica a categoria do sítio. Após este campo pode se seguir um número arbitrário de campos começando com “%” (atributo com ponto flutuante) ou “@” (cadeias de caracteres ou *strings*). A cadeia formada por mais de uma palavra deve vir entre aspas.

Os módulos `v.to.sites` e `s.to.vect` transformam um mapa vetorial em mapa de sítios e vice-versa. Os módulos `r.to.sites` e `s.to.rast` transformam um mapa matricial em mapa de sítios e vice-versa.

C.4 O SIG GRASS

Todos os mapas apresentados neste trabalho foram produzidos no GRASS. O objetivo deste apêndice é descrever as etapas de produção destes mapas. Esta descrição procura ser a mais simples possível, para servir como um *tutorial* rápido para um leitor interessado em construir seus próprios mapas.

Está assumido aqui que o leitor possui uma versão operacional do programa GRASS. A versão utilizada aqui é a 5.0.3. Para verificar se o programa está operacional basta abrir um terminal e digitar:

```
grass5
```

na linha de comando. Supondo que o usuário possua um gerenciador de janelas atuando, necessária para visualizar o mapas produzidos, a interface gráfica pode ser iniciada digitando, no *prompt* do GRASS:

```
tcltkgrass&
```

O símbolo `&`, no final do comando, faz com que o programa rode no fundo, devolvendo o controle ao *prompt* de comando. Sempre que alguma coisa der errado, a combinação de teclas Ctrl+c mata a aplicação corrente. Para sair do GRASS basta digitar `exit` na linha de comando.

C.5 A Estrutura de dados no GRASS

Na primeira vez que o usuário entra no programa, ou quando se deseja iniciar um novo banco de dados, são exigidas algumas informações. Estas informações são necessárias porque o software trabalha com uma determinada estrutura hierárquica de dados: no nível mais alto está a região de estudos, então vêm as várias pastas de mapas e finalmente os mapas.

O nível mais alto da estrutura recebe o nome de LOCATION. Ao iniciar um novo banco de dados o usuário deve criar uma nova LOCATION, onde vão estar definidos o sistema de coordenadas utilizado e as coordenadas padrão da região de trabalho. As possibilidades de sistemas de coordenadas são: sistema *xy* (cartesiano), sistema *Latitude-Longitude*, sistema *UTM* e outros sistemas específicos.

Figura 24: Primeira tela do GRASS.

O sistema cartesiano deve ser usado como primeiro passo para inserir imagens escaneadas (fotos, mapas, etc) ou imagens de satélite (como descrito em C.6). Os outros sistemas são os usados para georeferenciar os dados. Uma vez escolhido o sistema de referência, o usuário deve determinar a projeção utilizada, o elipsóide de referência, o *datum*, os limites da área geográfica em estudo, e a resolução da área. Todos estes dados devem ser definidos na primeira vez em que se abre a LOCATION, mas podem ser modificados posteriormente, de modo permanente ou para um conjunto específico de mapas. Por exemplo, um mapa específico pode envolver uma área maior ou menor que a definida na LOCATION, ou pode ter uma resolução diferente da padrão, etc.

Depois de definir a região, o usuário escolhe uma pasta para os mapas em que vai trabalhar, o MAPSET. O nome e o número de MAPSETS são arbitrários. Um usuário pode escolher ter todos seus mapas num único MAPSET, ou pode distribuir seus mapas por diferentes MAPSETS de acordo com temas, tipos, subregiões, etc. Um mapset é sempre criado por padrão, chamado PERMANENT. Como o sistema

UNIX é multiusuário, definindo adequadamente os privilégios de escrita neste MAPSET pode-se evitar que alguns dados sensíveis sejam involuntariamente apagados ou alterados.

GRASS cria no diretório especificado pelo usuário como DATABASE um diretório com o mesmo nome da LOCATION. Os diferentes MAPSETS são gravados como subdiretórios da LOCATION. Dentro destes diretórios estão outros diretórios, tais como: o diretório que contém os mapas matriciais, o que contém os mapas vetoriais, as listas de sítios, as propriedades dos mapas, etc.

A forma dos dados que são introduzidos ou produzidos pelo GRASS e as ferramentas utilizadas dependem do tipo de mapa que estamos interessados em criar.

C.6 Introdução de dados no GRASS

O primeiro passo foi incorporar os mapas do IBGE¹, o mapa geológico de Caruso Jr. (1995), o mapa geomorfológico de Giannini (1993), as fotografias aéreas² e as imagens de satélite³ ao SIG. Uma imagem digitalizada já está na forma matricial, mas os pontos que a formam não estão relacionados a qualquer sistema de referência geográfico. O processo de atribuir uma coordenada geográfica a cada ponto da matriz é chamado de retificação.

A LOCATION que guardará os dados foi chamada de SESC (SudEste de Santa Catarina). As dimensões da área são arbitrárias, e foram escolhidas de modo a incluir todos os sambaquis cadastrados no projeto CAP. Alguns sambaquis, situados ao sul desta região não foram incluídos pelo fato absurdo da folha topográfica correspondente do IBGE (Rincão) não estar mais disponível. O sistema de referência utilizado foi o UTM, devido à facilidade com que as medidas no campo podem ser passadas para o programa (e vice-versa), e ao tamanho reduzido da área. A resolução padrão da área foi definida com base na resolução da imagem escaneada das folhas topográficas do IBGE. As folhas foram escaneadas com uma resolução de 300 dpi, isto é, cada polegada na imagem é formada por 300 pixels. A escala das folhas

¹Folhas topográficas: SH.22-X-B-I-4 (Tubarão), SH.22-X-B-II-3 (Laguna), SH.22-X-B-V-1 (Lagoa de Garopaba do Sul), SH.22-X-B-II-4 (Vila Nova) e SH.22-X-B-IV-2 (Jaguaruna).

²Levantamento Cruzeiro do Sul, 1978.

³Órbita 220.080 do satélite LANDSAT-7 ETM+ de 25/08/1999. Cortesia do Laboratório de Oceanografia Costeira - LOC/GCN/UFSC.

Tabela 12: Especificações da região de estudo

projection:	1 (UTM)
zone:	22
datum:	SAD-69
ellipsoid:	SAm69
north:	6855700
south:	6819200
west:	685800
east:	722300
ns-resolution:	4.23335653
ew-resolution:	4.23335653
rows:	8622
cols:	8622

topográficas é de 1 para 50.000. Portanto, cada 0,0254 m (uma polegada) no mapa corresponde a 1270 m. Dividindo por 300 obtemos 4,2333333 m, que é o tamanho de cada pixel da imagem. O número de colunas e de linhas é obtido dividindo o tamanho da área pela resolução, sendo que o programa aproxima a resolução de modo que o número de linhas e de colunas sejam inteiros. Resumindo, a LOCATION SESC foi criada com as especificações (que podem ser verificadas a qualquer momento usando o módulo `g.region`) contidas na tabela 12.

C.6.1 Introduzindo uma imagem no SIG

Digitalização: é o processo de transformar o mapa impresso em papel num arquivo armazenado no computador, em algum formato de armazenamento de figuras. As cartas topográficas do IBGE foram digitalizadas em um *scanner* para mapas, na Universidade de Brasília, com uma resolução de 300 dpi. As imagens foram salvas no format TIFF, através de um software fornecido pelo fabricante do *scanner*. As fotos aéreas foram escaneadas usando um *scanner* doméstico, marca Agfa, modelo 1212P, em uma resolução de 300 dpi e salvos também no formato TIFF. Os mapas geológico de Caruso Jr. (1995) e geomorfológico de Giannini (1993) foram escaneados com uma resolução de 150 dpi, e salvos também no formato TIFF. As imagens de satélite já vêm no formato GEOTIFF.

Importação: é o processo de inserir o arquivo no formato TIFF dentro do banco

de dados do SIG. Foram criadas duas LOCATION: uma no sistema cartesiano e outra no sistema *UTM*. A LOCATION cartesiana recebe os mapas escaneados através do módulo `r.in.tiff` e é apenas provisória. A LOCATION *utm* (SESC) é a definitiva, que guardará os mapas e onde trabalharemos. O módulo pede o nome do arquivo de origem e o nome do mapa resultante. Ainda dentro desta LOCATION, escolhemos a LOCATION alvo para os mapas quando eles forem retificados. Isto é feito através dos módulos `i.group` e `i.target`. O passo seguinte é marcar alguns pontos nos mapas com as suas coordenadas *UTM* para a retificação, através do módulo `i.points`.

Retificação: este é o processo de atribuir a cada ponto do mapa um par de coordenadas, seja no sistema *Latitude - Longitude*, seja no sistema *UTM*. A retificação é feita na LOCATION cartesiana, usando o módulo `i.rectify`. Como resultado, abrindo SESC, encontramos os mapas já retificados. O processamento da retificação de cada fração de mapa é rápido, leva menos de 1 minuto. O processo inteiro, considerando todas as etapas prévias, para todos os mapas e fotos, leva muitas horas. Usando o módulo `d.rast` com a opção `overlay` selecionada é possível ver o conjunto das quatro folhas do IBGE, lado a lado, no monitor. Por fim, o módulo `r.patch` emenda as várias partes das cartas do IBGE, ou as várias fotos aéreas, para criar um mapa definitivo com o conjunto das folhas topográficas e das fotos.

O processo é o mesmo para a incorporação dos mapas geológico e geomorfológico. A retificação das fotos aéreas foi feita em duas etapas: na primeira as fotos foram retificadas para uma LOCATION ainda em coordenadas cartesianas mas onde as fotos foram dispostas uma em relação às outras, formando um mosaico. Uma retificação posterior, identificando nas fotos pontos reconhecíveis nas folhas do IBGE, levou o mosaico para a LOCATION SESC.

C.6.2 Características das imagens LANDSAT-7 ETM+ adquiridas pelo Laboratório de Oceanografia Costeira - LOC 1 GCN 1 UFSC

Nível de correção 1 G: O nível de correção geométrica 1 G do sistema de imagens LANDSAT-7 corresponde aos níveis 5 e 6 do LANDSAT-5. Uma imagem

com nível 1 G de correção (G de geometric), apresenta correções específicas para orientar a geometria interna da imagem: correção de skew (angulação de rotação), orientação para o norte (por isso ela é inclinada para oeste) e associação a um sistema de projeção cartográfica (UTM no caso). Contudo, as coordenadas geográficas contidas no header da imagem não são precisas em termos locais, já que esses dados são derivados exclusivamente de informações de posicionamento e de dados de efemérides do satélite, sem ação de campo.

Bandas ETM+ 6.1 e 6.2: Essas são as novas denominações das bandas termais do LANDSAT-7. Na verdade são a mesma imagem gravada com calibrações diferentes. Isso permite uma maior diferenciação de alvos com baixa temperatura aparente de brilho em uma "banda" e melhor discriminação de alvos de alta temperatura em outra. Vale lembrar que as bandas termais agora tem resolução de 60m.

Formato Geotiff: O formato TIFF (TAGGED IMAGE FILE FORMAT), como o próprio nome já diz, pode conter internamente vários níveis de informação antes de começar a escrever os dados armazenados. Esses campos predecessores são chamados 'TAG's', e armazenam informações de natureza variada. No caso da variação Geotiff, são acrescentados alguns TAG's que contêm dados sobre coordenadas geográficas, datum, elipsóide, sistema de projeção cartográfica, etc. Se o software de processamento de imagens consegue ler Geotiff (como é o caso do Er-Mapper, Envi, GRASS, entre outros), ao abrir a imagem o usuário terá automaticamente todas essas informações associadas.

Imagem: : A imagem gravada corresponde à órbita 220.080 do satélite LANDSAT-7 ETM+ e foi adquirida em 25 de agosto de 1999. As bandas 1, 2 e 3 cobrem a região espectral do visível e as bandas 4, 5 e 7 o infravermelho refletido. Todas elas possuem resolução espacial de 30. A banda 6 (K/ termal) tem 60 m de resolução espacial e a 8 é uma banda pancromática (próxima ao espectro coberto por uma fotografia preto e branco) e tem resolução espacial de 15 m.

C.7 Construção dos mapas matriciais

Os mapas recém inseridos nos SIG servem de substrato para a construção da base de dados. Novos mapas matriciais são construídos rasterizando os mapas vetoriais desenhados sobre as imagens retificadas. Os mapas vetoriais são desenhados com o auxílio do módulo `v.digit`.

C.7.1 Mapa geológico

Para construir o mapa geológico, desenhamos, usando o mapa geológico de Caruso Jr. (1995) como base, o contorno das áreas dos diferentes domínios geológicos. Atribuímos em seguida um rótulo numérico aos diferentes domínios: por exemplo, 1 para Granitóides Pedras Grandes, 7 para as Fácies praias marinhas, etc. O uso do módulo `v.to.rast` transforma o mapa vetorial em matricial. Como resultado temos uma mapa matricial onde cada ponto do mapa tem como rótulo a característica geológica deste ponto. Para completar, usando o módulo `r.support` podemos introduzir uma legenda para cada rótulo, e usando o módulo `r.color` atribuímos uma cor a cada rótulo.

C.7.2 Mapa geomorfológico

O mapa geomorfológico, baseado em Giannini (1993), foi construído da mesma maneira que o mapa geológico.

C.7.3 Modelo de Elevação Digital

Um modelo de elevação digital (DEM) é um mapa onde o rótulo de cada ponto é sua altitude em relação ao nível do mar. A produção do mapa se faz a partir de um mapa de curvas de nível digitalizadas, e envolve alguns cálculos: se quisermos calcular a cota de um certo ponto do mapa, determinamos as curvas de nível mais próximas ao ponto e interpolamos seu valor pelo destas cotas. Por exemplo, dois pontos próximos não adjacentes têm cotas 100 m e 120 m, então um ponto intermediário entre eles terá cota 110 m. O GRASS possui vários módulos com a função de construir um DEM. A resolução dos mapas de elevação digital, tradicionalmente, é de 30 m.

- O módulo `r.surf.contour` utiliza o método linear, isto é, interpola o valor de uma célula a partir dos valores das curvas de nível mais próximas (morro acima e morro abaixo). Para cada ponto do mapa, ou por este ponto passa uma curva de nível, e então o programa atribui a este ponto o valor da cota da curva de nível, ou é um ponto intermediário entre duas curvas de nível. Neste caso o programa interpola linearmente entre os valores das cotas.
- O módulo `r.surf.idw2` produz um mapa com valores interpolados, a partir de um mapa matricial de curvas de nível. Os valores são calculados numericamente a partir de um conjunto irregularmente espaçado de pontos. O módulo calcula o valor de um ponto da matriz a partir dos valores das células mais próximas, com o peso inverso da distância.
- O módulo `s.surf.idw2` faz o mesmo da mesma forma, mas utilizando um mapa de sítios.
- O módulo `v.surf.rst` utiliza spline regularizada com tensão (MITASOVA; HOFIERKA, 1993; MITASOVA; MITAS, 1993; MITASOVA et al., 1995) para interpolar um mapa a partir de um mapa vetorial que contenha as curvas de nível.
- O módulo `s.surf.rst` faz o mesmo que o anterior mas utiliza um mapa de sítios como entrada para calcular o DEM.

O processo de construção do DEM pode ser dividido em três etapas. A segunda etapa pode não ser necessária, dependendo do método utilizado:

1. **digitalização das curvas de nível:** as curvas de nível são digitalizadas no módulo `v.digit` e rotuladas de acordo com sua cota. A digitalização pode ser feita usando uma mesa digitalizadora ou desenhando as curvas de nível com o auxílio do *mouse*. O segundo processo, para quem não tem a mesa digitalizadora e que foi utilizado aqui, é muito mais demorado, evidentemente.
2. **rasterização:** a rasterização produz um mapa cujas células tem o valor de uma cota ou nenhum valor, dependendo se pela célula passa uma curva de nível ou não.

3. **interpolação:** o mapa topográfico é construído a partir do mapa de curvas de nível usando um dos módulos descritos acima. O tempo de execução cresce exponencialmente se as curvas de nível estiverem muito separadas uma das outras. Para uma região plana como a do Camacho, o tempo de computação para produzir o mapa topológico, utilizando o módulo `r.surf.contour`, num AMD K6-2 de 333 MHz, chegou a 96 horas!

A região de estudo é muito plana, de modo que nem todos os métodos produzem DEMs confiáveis. O problema maior é a ocorrência de defeitos no mapa devido aos métodos numéricos utilizados. Para cada método são também necessários ajustes nos parâmetros. A seguir são mostrados uma série de mapas de elevação digital produzidos por diferentes métodos no GRASS. Da comparação entre eles deve ser escolhido o método que melhor se adapta à região.

C.7.3.1 Método linear

O método linear produz um mapa que tem poucos defeitos na parte plana. É o mapa que melhor descreve a parte plana, embora produza um efeito degrau acentuado na parte ocupada pelos morros. O método não permite o ajuste de parâmetros.

C.7.3.2 Método do inverso da distância

Com este método, aparecem alguns defeitos na parte plana, que são os triângulos em azul com altitude 5 m na parte plana marron, que tem altitude de 2 m. O método permite o ajuste do número de pontos necessários para a interpolação. Quanto menor este número, menos acentuados são os defeitos. No entanto, a redução do número de pontos de interpolação causa um aumento no efeito degrau.

C.7.3.3 Método da spline com tensão

Descreve muito bem as partes do mapa onde o gradiente de relevo é alto. Aparecem muitos defeitos na parte plana. Os parâmetros utilizados foram:

Parâmetro	Valor
tension	60
smooth	0
segmax	40
npmin	400

A alteração no valor dos parâmetros não causa uma melhora significativa na qualidade do resultado.

C.7.4 Máscara

A parte da região hoje ocupada pelo mar e lagoas possuem cota abaixo de 0 m, e não precisam ter computados sua altitude com relação ao nível do mar. Uma máscara é um mapa matricial que indica para o GRASS quais pontos da região devem ser exibidos e quais não. Alguns módulos não computam resultados para pontos cobertos pela máscara. Outros módulos usam os valores destes pontos para algum cálculo, embora não calculem para estes pontos especificamente. Este mapa foi produzido a partir do desenho das fronteiras do corpos d'água no módulo `v.digit`, definindo as áreas cobertas pelas águas. O módulo `v.to.rast` transforma o mapa vetorial em matricial. O módulo `r.support` permite editar o nome das categorias que compõem o mapa, e o módulo `d.colors` permite alterar as cores das diversas categorias.

C.7.5 Imagens de satélite

Foram incorporados no SIG as imagens de satélite, bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6a, 6b e 8. As bandas 4, 5 e 3 foram combinadas para produzir um mapa em falsas cores. Esta imagem e a da banda 8 permitem uma boa visualização do local onde estão implantados os sítios. O método utilizado para introduzir estas imagens é o mesmo usado para introduzir as folhas topográficas do IBGE.

C.7.6 Mosaico aerofotogramétrico

A fotos aéreas foram escaneadas com resolução de 300 dpi e salvas no formato TIFF. Em seguida foram incorporadas em uma LOCATION no formato xy. Antes

da retificação, no entanto, as fotos foram transferidas para uma nova LOCATION no formato xy, com o objetivo de formar o mosaico. O mosaico resultante foi então retificado na LOCATION SESC.

C.7.7 Mapa de centro regional

Num mapa de centro regional cada pixel é classificado de acordo com sua distância até um conjunto de sambaquis. Considerando que a região foi ocupada desde aproximadamente 5000 anos AP até 2000 anos AP, foram construídos quatro mapas de centro regional, para os períodos de 5.500 até 4.500 anos AP (mapa I), 4.500 até 3.500 anos AP (mapa II), 3.500 até 2.500 anos AP (mapa III) e de 2.500 até 1.500 anos AP (mapa IV dos **mapas de centros regionais**). O processo de construção de cada mapa envolveu várias etapas. A seguir são mostradas as etapas necessárias para a construção do mapa I.

- 1ª etapa:** Para cada sambaqui com data entre 4.500 e 5.500 anos AP foi criado um mapa de sítios contendo as coordenadas do sambaqui, usando um editor de texto. Este mapa de sítios foi transformado em mapa matricial através do módulo `s.to.rast`.
- 2ª etapa:** Com o módulo `r.buffer` foi criado um mapa matricial contendo discos concêntricos de largura 1 km, em torno do sambaqui, para cada mapa da 1ª etapa.
- 3ª etapa:** Com o módulo `r.mapcalc` foi construído um mapa multiplicando por 10 os mapas da etapa anterior. O objetivo desta etapa foi apenas produzir mapas com mais detalhes para as próximas etapas.
- 4ª etapa:** O módulo `r.line` produz um mapa vetorial com círculos concêntricos em torno do sambaqui. Este mapa é rasterizado usando o módulo `v.to.rast`. O círculo mais próximo ao sambaqui tem cota 10, o próximo cota 20, etc..
- 5ª etapa:** Com o módulo `r.surf.contour` são construídos mapas matriciais onde cada ponto do mapa fornece a distância do ponto ao sambaqui.
- 6ª etapa:** Para que os pontos mais perto da sambaqui tenham os maiores valores do mapa, é necessário inverter o mapa. Esta inversão foi feita obtendo o maior

valor de pixel do mapa, usando o módulo `r.info`, e usando `r.mapcalc` para obter:

$$\frac{\text{Max} - A}{\text{Max}}$$

onde A é o mapa a ser invertido e Max é o maior valor de pixel do mapa A . O resultado é um mapa onde o atributo de cada pixel cai linearmente com a distância ao sambaqui.

7ª etapa: Os mapas obtidos na etapa anterior, para cada sambaqui ativo no período, são combinados usando o módulo `r.mapcalc`. Cada sambaqui recebe um peso de acordo com seu tamanho, de acordo com a classificação na tabela 1. O mapa resultante é multiplicado por 10 para realçar os detalhes, usando ainda o módulo `r.mapcalc`.

8ª etapa: Finalmente, com o módulo `r.rescale` é construído um mapa onde cada pixel do mapa está numa classe de um a dez, de acordo com a distância aos sambaquis do período. Dez para os pontos mais próximos dos sambaquis e um para os mais distantes. A fronteira da área de classe dez para os sambaquis do período de 5500 a 4500 anos AP está marcada no mapa I dos **mapas de centros regionais**, sobre o mapa topográfico.

C.7.8 Mapas de visibilidade

Os mapas de visibilidade utilizam o módulo `r.cva` desenvolvido por Lake (LAKE; WOODMAN; MITHEN, 1998), que classifica cada pixel do mapa de acordo com o número de outros pixels de onde ele é visto. O módulo pode, alternativamente, classificar cada ponto do mapa de acordo com o número de pixels vistos a partir deste ponto. O módulo usa o modelo de elevação digital para a região para classificar os pontos. O usuário deve determinar o número de pontos que serão considerados e a até que distância os pontos são visíveis. O uso de recursos da máquina é muito intenso, de modo que o módulo permite que os pontos a serem classificados sejam escolhidos aleatoriamente no conjunto de pontos do mapa.

Mapa de visibilidade (distância) - I: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 5 km a partir de todos os outros pontos do terreno.

Mapa de visibilidade (distância) - II: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 10 km a partir de todos os outros pontos do terreno.

Mapa de visibilidade (distância) - III: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 15 km a partir de todos os outros pontos do terreno.

Mapa de visibilidade (posição) - I: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 10 km a partir de todos os pontos do terreno.

Mapa de visibilidade (posição) - II: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 10 km a partir dos pontos do terreno que estão situados numa altitude menor que 20 m.

Mapa de visibilidade (posição) - III: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 10 km a partir dos pontos do terreno que estão situados numa altitude maior que 20 m.

Mapa de visibilidade (sambaquis datados) - I: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 10 km a partir dos sambaquis com datas em torno de 5.000 anos AP.

Mapa de visibilidade (sambaquis datados) - II: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 10 km a partir dos sambaquis com datas em torno de 4.000 anos AP.

Mapa de visibilidade (sambaquis datados) - III: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 10 km a partir dos sambaquis com datas em torno de 3.000 anos AP.

Mapa de visibilidade (sambaquis datados) - IV: Mapa dos pontos da região que são visíveis até uma distância de 10 km a partir dos sambaquis com datas em torno de 2.000 anos AP.

C.7.9 Outros mapas

Outros mapas podem ser confeccionados cruzando informações de dois ou mais mapas. Por exemplo, o mapa **Terras abaixo de 20 m**, usado para produzir alguns

dos mapas de visibilidade, foi criado cruzando dados de mapa **Modelo de Elevação Digital** e o **Mapa dos grandes corpos d'água**.

C.8 Mapas vetoriais

Além dos mapas vetoriais construídos com o objetivo de obter mapas matriciais, alguns mapas vetoriais são usados neste trabalho. São mapas com os rios e estradas que cortam a região, com o contorno das lagoas, etc. O contorno dos centros (mapas I, II III e IV dos **mapas de centros regionais** foram produzidos no módulo `v.digit` e superpostos ao mapa topográfico.

C.9 Mapas de sítios

São mapas formados por uma lista de pontos com suas coordenadas e algumas propriedades dos pontos. Foram feitos mapas de sítios para sambaquis, cidades e vilas da região. Assim como os mapas vetoriais, podem ser superpostos a qualquer mapa matricial.

O mapa com a **distribuição espacial dos sambaquis**, onde eles estão representados por círculos de diâmetro proporcional ao tamanho do sambaqui, como determinado na tabela 1, foi construído usando o módulo `v.bubble`.

C.9.0.1 Mapa de sambaquis

```
name|sambaquis
desc|todos os sambaquis do relatorio deblasisetal99 mais os meus
time|16 03 2004
labels|Leste Norte Elevacao ID Tamanho Grupo Nome Data

#Grupo 1
718350|6849060|0.0|#50 %5 @1 @"Caieira" @?
703768|6830622|0.0|#1 %5 @1 @"Encantada I" @?
703290|6830555|0.0|#2 %2 @1 @"Encantada II" @?
703708|6830544|0.0|#3 %2 @1 @"Encantada III" @4020
703859|6831546|0.0|#4 %3 @1 @"Encantada IV" @?
698317|6827692|0.0|#5 %5 @1 @"Figueirinha I" @?
698387|6828061|0.0|#6 %4 @1 @"Figueirinha II" @?
```

698006|6827646|0.0|#7 %4 @1 @"Figueirinha III" @4240
716427|6838183|0.0|#8 %5 @1 @"Galheta I" @?
716334|6838181|0.0|#9 %4 @1 @"Galheta II" @?
706046|6831728|0.0|#10 %6 @1 @"Garopaba do Sul" @3450
717908|6841334|0.0|#11 %4 @1 @"Ilhote" @?
716237|6840176|0.0|#12 %5 @1 @"Lagoa dos Bixos" @?
702120|6829608|0.0|#13 %5 @1 @"Laranjal I" @?
702289|6829823|0.0|#14 %4 @1 @"Laranjal II" @?
702826|6830328|0.0|#14 %3 @1 @"Laranjal III" @?
715591|6839212|0.0|#16 %4 @1 @"Padre" @?
712148|6834089|0.0|#17 %4 @1 @"Santa Marta I" @?
713236|6833590|0.0|#18 %4 @1 @"Santa Marta II" @?
711542|6834937|0.0|#19 %4 @1 @"Santa Marta III" @?
711493|6835068|0.0|#20 %3 @1 @"Santa Marta IV" @?
713192|6834760|0.0|#21 %4 @1 @"Santa Marta V" @?

#Grupo 2

712512|6852195|0.0|#22 %5 @2 @"Cabecuda" @4120
713930|6841010|0.0|#23 %6 @2 @"Carnica I" @3370
714520|6840920|0.0|#24 %4 @2 @"Carnica II" @?
714519|6840380|0.0|#25 %3 @2 @"Carnica III" @?
714426|6840502|0.0|#26 %3 @2 @"Carnica IV" @?
694930|6843010|0.0|#27 %5 @2 @"Congonhas I" @3350
695603|6840160|0.0|#28 %4 @2 @"Congonhas II" @2835
694320|6838450|0.0|#29 %4 @2 @"Congonhas III" @2115
697334|6837666|0.0|#30 %6 @2 @"Jaboticabeira I" @4185
699489|6835694|1.5|#31 %5 @2 @"Jaboticabeira II" @2880
697690|6837162|0.0|#32 %3 @2 @"Jaboticabeira III" @?
698773|6842162|0.0|#33 %5 @2 @"Mato Alto I" @2535
698590|6842450|0.0|#34 %4 @2 @"Mato Alto II" @4685
699360|6840440|0.0|#35 %4 @2 @"Morrote" @2075
690106|6832373|0.0|#49 %3 @5 @"Ponta do Morro Azul" @?
695467|6835304|0.0|#36 %6 @2 @"Porto Vieira I" @?
695483|6836206|0.0|#37 %5 @2 @"Porto Vieira II" @?
693949|6830053|0.0|#51 %1 @2 @"Riachinho" @?
714769|6838887|0.0|#52 %1 @2 @"Santa Marta Pequeno" @?

#Grupo 3

687376|6820113|0.0|#38 %3 @3 @"Arroio da Cruz I" @?
689331|6821398|0.0|#39 %3 @3 @"Campo Bom" @?

#Grupo 4

698320|6827226|0.0|#40 %2 @4 "Figueirinha IV" @?
697876|6826980|0.0|#41 %2 @4 "Figueirinha V" @?

```
#Grupo 5
678217|6815654|0.0|#42 %3 @5 @"Arroio da Cruz II" @?
#    ?|    ?|0.0|#43 %3 @5 @"Arroio da Cruz de Dentro" @?
687152|6824099|0.0|#44 %3 @5 @"Morro Grande I" @?
687187|6823636|0.0|#45 %1 @5 @"Morro Grande II" @?
681220|6817360|0.0|#46 %3 @5 @"Olho D'Agua I" @?
#    ?|    ?|0.0|#47 %3 @5 @"Olho D'Agua II" @?
#    ?|    ?|0.0|#48 %3 @5 @"Ponta do Morro" @?
```

C.10 Outros módulos

Um dos objetivos deste trabalho é construir o modelo de elevação digital para a região usando pontos de controle para que a representação do relevo esteja a mais fiel possível. Para isto foi executado um levantamento parcial de campo, utilizando uma estação total, que mediu a altitude da Lagoa da Garopaba do Sul e da base do sambaqui da Jaboticabeira, entre outros pontos do terreno.

O cálculo do número de pontos necessários para um levantamento topográfico completo em toda região leva em consideração que a área de estudo tem aproximadamente 450 km² de terras com menos de 20 metros de altura. Porém, uma parte destas terras baixas é muito plana e não mostra nenhum sítio arqueológico. As áreas de maior interesse serão aquelas que estão em torno dos sambaquis, entre os vários sambaquis, e entre os sambaquis e os morros e dunas. O módulo `r.stats` fornece estatísticas sobre os mapas. Por exemplo: o mapa **Terras abaixo de 20 m** mostra a área ocupada pelo mar e lagunas, pelas terras abaixo de 20 m e pelas terras acima de 20 m; podemos comparar com as áreas ocupadas por sedimentos do quaternário como definido no **Mapa Geomorfológico**. O resultado é mostrado usando o módulo `r.report`. A saída do módulo é mostrada a seguir:


```

+-----+
|LOCATION: sesc          RASTER MAP CATEGORY REPORT  Mon Apr 19 16:55:03 2004|
+-----+
|      north:    6855700    east:    722300    |
|REGION  south:    6819200    west:    685800    |
|      res:    29.99178307    res:    29.99178307    |
+-----+
|MASK: none|
+-----+
|MAPS: Mapa das terras planas (agua.plano.morro in andreas)|
|      Mapa geomorfologico de Giannini 93 (geomorfologia in andreas)|
+-----+
|      Category Information      | square |
| #|description                  |kilometers|
+-----+
| 2|Terra abaixo de 20 m      | 539.43348|
+-----+
|  | 1|Sistema planicie costeira - Holoceno . . . . . | 14.23290|
|  | 2|Sistema planicie costeira - Pleistoceno. . . . . | 7.41644|
|  | 3|Sistema barra-barreira - Holoceno. . . . . | 4.18541|
|  | 4|Sistema lagunar - Holoceno . . . . . | 391.27387|
|  | 5|Sistema eolico (Geracao 4, ativa) - Holoceno . . . . . | 47.27269|
|  | 6|Sistema eolico (Geracao 3, < 5100 anos, inativa) - Holoceno. | 5.50498|
|  | 7|Sistema eolico (Geracao 2, > 5100 anos). . . . . | 26.19095|
|  | 9|Sistema eolico (Geracao 1, > 35000 anos, e Geracao 2). . . . | 0.19609|
| 10|Sedimentos continentais indiferenciados - Quaternario. . . . | 16.02382|
| 11|Sedimentos continentais indiferenciados - Terciario. . . . . | 11.77185|
| 13|Rochas igneas e metamorficas - Pre-Cenozoico . . . . . | 14.93811|
| 20|Agua . . . . . | 0.42637|
+-----+
| 3|Terra acima de 20 m      | 252.28924|
+-----+
|  | 1|Sistema planicie costeira - Holoceno . . . . . | 0.42637|
|  | 2|Sistema planicie costeira - Pleistoceno. . . . . | 0.55949|
|  | 3|Sistema barra-barreira - Holoceno. . . . . | 0.03328|
|  | 4|Sistema lagunar - Holoceno . . . . . | 5.82431|
|  | 5|Sistema eolico (Geracao 4, ativa) - Holoceno . . . . . | 4.85284|
|  | 7|Sistema eolico (Geracao 2, > 5100 anos). . . . . | 67.28223|
|  | 9|Sistema eolico (Geracao 1, > 35000 anos, e Geracao 2). . . . | 0.62066|
| 10|Sedimentos continentais indiferenciados - Quaternario. . . . | 9.85500|
| 11|Sedimentos continentais indiferenciados - Terciario. . . . . | 2.83435|
| 13|Rochas igneas e metamorficas - Pre-Cenozoico . . . . . | 159.17947|
| 20|Agua . . . . . | 0.82125|
+-----+
|20|Agua      | 540.52728|
+-----+
|  | 1|Sistema planicie costeira - Holoceno . . . . . | 0.00090|
|  | 4|Sistema lagunar - Holoceno . . . . . | 0.04318|
|  | 5|Sistema eolico (Geracao 4, ativa) - Holoceno . . . . . | 0.04498|
|  | 7|Sistema eolico (Geracao 2, > 5100 anos). . . . . | 0.00180|
| 13|Rochas igneas e metamorficas - Pre-Cenozoico . . . . . | 0.05757|
| 20|Agua . . . . . | 540.37886|
+-----+
|TOTAL      |1332.25000|
+-----+

```

A listagem acima mostra alguns resultados interessantes. A área total da região de estudo é de pouco mais de 1300 km², mas destes 540 km² estão cobertos por água (mar e lagunas). Um resultado que nos interessa aqui é o que compara a área de terra abaixo de 20 m em com os terrenos do quaternário. Esta análise mostra que a área básica de pesquisa para levantamento da altitude é de aproximadamente 150 km². Esta área é demasiado grande para uma cobertura minuciosa. Para uma comparação, uma das áreas de estudo em Chapman e Noort (2001) tinha aproximadamente 300.000 m² e a densidade de pontos levantados foi de 184 por hectare. A área de trabalho aqui é muito maior, mas o nível de detalhamento é bem menor. Chapman e Noort (2001) estavam interessados na microtopografia da região, o que pede alta densidade de pontos. Tal não é caso aqui. Além disto, como a área de estudo é muito plana, em determinados trechos a densidade de pontos pode ser muito baixa. Uma estimativa de 15 dias de levantamento, com uma média entre 500 e 800 pontos por dia, ao longo de linhas previamente definidas, devem produzir dados suficientes para a construção de um modelo de elevação digital bastante fidedigno.

APÊNDICE D – Lista de programas

LISTA de programas utilizados neste trabalho, junto com sua autoria, quando conhecida.

D.1 Programas livres

Existem vários SIG's no mercado. Eles, em geral, se prestam a vários fins, de modo que são bastante completos. O fato de serem multiuso traz em si, no entanto, uma desvantagem: não são muito ágeis para a aplicação em problemas muito particulares. O ideal seria um programa que pudesse ser adaptado a uma finalidade específica através de uma alteração no seu código fonte. Programas comerciais em geral não trazem esta possibilidade. Os SIG's comerciais são, também, muito caros. Além disto, um programa deve rodar sob um determinado sistema operacional. Se esta plataforma for, ela mesma, um produto comercial, então o custo para operar e manter um SIG funcionando pode se tornar proibitivo para um pesquisador. Uma solução barata é utilizar programas de código aberto, ou livres.

Programas livres são desenvolvidos por programadores em vários lugares do mundo e colocados à disposição da comunidade sem ônus. Programas livres são distribuídos sob licença GNU GPL (*General Public Licenses*). Esta licença garante que o *software* é livre, isto é, pode ser gratuitamente copiado e livremente distribuído (a distribuição, no entanto, pode ser cobrada). Além disto, a licença garante que o código fonte está disponível e que qualquer pessoa pode modificá-lo ou mesmo aproveitar partes dele para desenvolver novos programas, desde que o novo produto também seja distribuído como *software* livre. Com exceção do Paintbrush (Windows) utilizado para fazer o desenho dos perfis 1 e 2 do Sambaqui da Ponta do Morro Azul, são de livre uso todos os programas utilizados neste estudo. O sistema operacional

que foi utilizado é o Red Hat Linux 9.0. O SIG utilizado é o GRASS. É também livre o programa de manipulação de arquivos gráficos (o GIMP), o programa (XFig) utilizado para a produção das diversas figuras, assim como os programas usados para produzir este texto (T_EX, L^AT_EX, BiB_TE_X). O uso de *softwares* livres, devido à base solidária sobre a qual são desenvolvidos, é uma das sugestões da UNESCO para ajudar a diminuir a distância tecnológica que separa os países ricos dos pobres.

Neste capítulo são descritos os vários *softwares* que foram utilizados no desenvolvimento deste trabalho. O leitor interessado pode encontrar textos mais aprofundados na rede. Na seção D.4 está uma lista com os *softwares* utilizados neste trabalho e seus autores e o endereço das páginas na *net* que trazem informações sobre estes programas.

D.2 Linux

O sistema operacional GNU Linux é uma adaptação do sistema UNIX desenvolvido para rodar em computadores pessoais (PC's). A origem do Linux remonta ao início dos anos 90, e foi uma iniciativa de um estudante da Universidade de Helsinki, Finlândia, chamado Linus Torvalds. A versão 1.0 do kernel (o núcleo do sistema operacional) foi apresentada em 1994. A versão mais recente, que está sendo usada aqui, é a 2.4, apresentada em janeiro de 2001. O GNU Linux é um sistema operacional que não precisa de uma máquina moderna, rodando satisfatoriamente tanto em computadores do tipo Pentium como em antigos 486. Evidentemente a rapidez com que as tarefas são processadas vai depender do tipo e velocidade do processador.

Um computador para ser útil, no entanto, não pode ter apenas o sistema operacional. São necessários editores de texto, planilhas, gerenciadores de banco de dados, *web browsers*, etc. *Softwares* destes tipos foram desenvolvidos para Linux por programadores independentes ou mesmo por empresas comerciais interessadas em expandir sua base entre os utilizadores de *software* livre (caso, por exemplo, da Sun Microsystems e seu StarOffice, ou mesmo da Corel, produtora do CorelDraw, que recentemente lançou o CorelLinux).

O crescente interesse e o aumento na base de uso do GNU Linux fez com que algumas empresas passassem a reunir pacotes com estes *softwares*, que foram colocados a disposição dos usuários. Estes pacotes são chamados distribuições (ou

simplesmente *distro*'s) e contém tudo o que se supõe que um usuário médio necessite no seu dia a dia. Estas distribuições podem ser baixadas gratuitamente da rede ou mesmo vir em CD's de brinde em algumas revistas. O lucro destas companhias vem do suporte e manuais que oferecem junto com suas *distro*'s. As distribuições usadas neste trabalho ao longo do tempo foram as versões 7.0, 8.0 e 9.0 do Red Hat Linux, mas quaisquer outras, respeitadas suas diferenças de organização interna, poderiam ter sido usadas.

D.3 GRASS

O SIG utilizado neste estudo, conhecido pela sigla GRASS (Geographic Resources Analysis Support System), foi inicialmente desenhado e desenvolvido por pesquisadores do Exército americano (USACERL – U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory) como um instrumento para organizar, analisar e produzir mapas de dados espaciais digitalizados. Desde que surgiu a primeira versão, em 1985, o interesse pelo seu uso cresceu de tal forma que o projeto foi repassado a um grupo de desenvolvimento liderado pela Universidade Baylor, nos Estados Unidos, e pela Universidade de Hannover, na Alemanha. O software é distribuído com o código fonte sob licença GNU GPL, de modo que os usuários podem livremente copiar e adaptar o sistema a seus próprios requerimentos. Atualmente a versão estável é a 5.0.3, mas GRASS 4.2 ainda está disponível e pode ser utilizada. A vantagem da versão 5.0.3 sobre a 4.2 é que a primeira é capaz de realizar operações com ponto flutuante, além de outras implementações.

O GRASS pode trabalhar com dados na forma vetorial e matricial. Possui ferramentas tanto para construir e exibir mapas e imagens na tela do monitor como em papel. É capaz de importar e exportar dados na forma padrão dos mais importantes softwares comerciais de manipulação de dados. Como o código fonte é livre, os usuários podem ajustar as ferramentas para que estejam adequadas às suas próprias necessidades, fazendo uso das inúmeras bibliotecas disponíveis. O GRASS possui duas interfaces, uma por linha de comando e uma interface gráfica baseada em Tcl/Tk. Praticamente todas as ferramentas podem ser rodadas por qualquer uma das duas interfaces. Existem alguns manuais de GRASS que podem ser obtidos no site oficial. Estes manuais permitem que um leigo adquira rapidamente desenvoltura no uso do *software* (LANGFORD; WOOD, 1995; NETELER, 1998).

D.4 Lista de programas utilizados

D.4.1 Sistema operacional

O sistema operacional utilizado foi o Linux. Inicialmente o trabalho foi desenvolvido com a versão 7.1 do Red Hat. Com a finalidade de obter algumas das vantagens de correção de falhas e extensão de potencialidades do sistema operacional, foram feitas várias atualizações durante o decorrer deste trabalho, todas da Red Hat: versões 8.0 e 9.0.

Desenvolvido pela Red Hat. Pode ser comprado, o que dá direito a suporte e assistência técnica, ou ser obtido livremente em:

<http://www.redhat.com>

D.4.2 Sistema de Informações Geográficas

O SIG utilizado foi o GRASS, inicialmente na versão 4.2 e posteriormente nas versões 5.0.1, 5.0.2, e finalmente na 5.0.3. A vantagem das versões 5.0.x é que podem trabalhar com atributos com ponto flutuante.

Desde 1998 é desenvolvido por Marcus Neteler e um grande time de voluntários (LANGFORD; WOOD, 1995). Pode ser obtido livremente em:

<http://grass.itc.it>

D.4.3 Composição gráfica

Um editor de texto como o Microsoft Word, por mais recurso que tenha, é pouco mais que a simulação de uma máquina de escrever no computador. Alguns programas fazem mais do que isso, permitindo que o computador funcione como um verdadeiro centro de editoração. Um programa de uso livre é o T_EX, desenvolvido por Knuth (1991). A implementação para Linux utilizada aqui é a TeT_EX. A implementação para Windows utilizada em algumas situações foi a MikT_EX.

O L^AT_EX é uma macro desenvolvida por Lamport (1986) que automatiza certos procedimentos do T_EX.

BiB $\text{\TeX}$ é um programa para manipular bibliografia no $\text{\TeX}$ (PATASHNIK, 1988).

Todos estes programas podem ser obtidos livremente em:

<http://www.ctan.org>

A classe para edição de trabalhos acadêmicos seguindo as normas da ABNT, incluindo a bibliografia, foi desenvolvida pelo grupo de trabalho “ABN $\text{\TeX}$ ” (ABsurds Norms for $\text{\TeX}$), e distribuída de acordo com a licença LPPL ($\text{\LaTeX}$ Project Public License) que diz, basicamente, que se você modificar os arquivos (mesmo que apenas em seu computador) DEVE renomeá-los. O site para o texto completo da licença é:

<http://www.latex-project.org/lppl.html>

O endereço para obter cópia da classe ABN $\text{\TeX}$ é:

<http://abntex.codigolivres.org.br>

D.4.4 Programas gráficos

Para a manipulação de imagens gráficas, na edição de arquivos no formato TIFF ou *postscript*, os programas utilizados foram:

- O GIMP – *Gnu Image Manipulation Program*. Em geral faz parte das distribuições, mas pode também ser obtido livremente em:

<http://www.gimp.org>

- Xfig, para a construção dos gráficos de variação do nível do mar. Distribuído junto com as principais distribuições de Linux.

D.4.5 Programa para calibrar as datas

CALIB, versões 4.1, 4.3 e 4.4 para Linux – Programa para calibrar datas radio-carbônicas. Pode ser obtido livremente em:

<http://depts.washington.edu/qil/>

Referências

- AB'SABER, A. N. Tipos de habitat do homem do sambaqui. *Revista de Pré-história*, v. 6, p. 121–123, 1984.
- AFONSO, M. C.; DE BLASIS, P. A. D. Aspectos da formação de um grande sambaqui: alguns indicadores em Espinheiros II, Joinville. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 4, p. 21–30, 1994. USP, São Paulo.
- ALLEN, K. M. S. Manipulating space: a commentary on GIS applications. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 197–200.
- ALLEN, K. M. S. Modelling early historic trade in the eastern Great Lakes using geographic information systems. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 307–329.
- ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. Interpreting space. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 383–386.
- ALTSCHUL, J. H. Red flag models: the use of modelling in management contexts. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 226–238.
- ANGULO, R. J.; GIANNINI, P. C.; SUGUIO, K.; PESSEDA, L. C. Relative sea-level changes in the last 5500 years in southern Brazil (Laguna-Imbituba region, Santa Catarina State) based on vermetid ^{14}C ages. *Marine Geology*, v. 159, p. 323–339, 1999.
- ANGULO, R. J.; GIANNINI, P. C. F.; SUGUIO, K.; PESSEDA, L. C. R. Variação do nível relativo do mar nos últimos 5550 anos na região de Laguna-Imbituba (Santa Catarina), com base em datações radiocarbônicas de tubos de vermetídeos. *Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 5, Simpósios*, Salvador, Bahia, p. 281–284, 1996.
- ANGULO, R. J.; LESSA, G. The brazilian sea level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá e Cananéia regions. *Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 5, Simpósios*, Salvador, Bahia, p. 285–288, 1996.
- BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. *Interactive spatial data analysis*. Harlow: Prentice Hall, 1995.

- BANDEIRA, D. da R. *Arqueologia pré-colonial do litoral norte de Santa Catarina*. setembro 1997. Trabalho apresentado na IX Reunião da Sociedade de Arqueologia Brasileira. Rio de Janeiro.
- BECK, A. Os sambaquis do litoral de Laguna. *Resumos, Ciência e Cultura*, v. 21, n. 2, p. 316, 1969.
- BECK, A. *A variação do conteúdo cultural dos sambaquis do litoral de Santa Catarina*. Tese (Doutorado) — FFLCH/USP, São Paulo, 1972.
- BECK, A. A pré-história de Portugal - os concheiros de Muge. *Anais do Museu de Antropologia*, v. 6, p. 9–24, 1973. UFSC, Florianópolis.
- BEHLING, H. Late glacial and Holocene vegetation, climate and fire history inferred from Lagoa Nova in the southeastern Brazilian lowland. *Vegetation History and Archaeobotany*, v. 12, p. 263–270, 2003.
- BIGARELLA, J. Considerações a respeito das variações de nível do mar e datações radiométricas. *Cadernos de Arqueologia*, v. 1, p. 105–117, 1976. UFPR, Paranaguá.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos de Pernambuco (Grupo Barreiras). *Arquivos do Instituto de Ciências da Terra*, v. 2, p. 2–14, 1964.
- BINFORD, L. R. Archaeology as anthropology. *American Antiquity*, v. 28, p. 217–225, 1962.
- BINFORD, L. R. Archaeological perspectives. In: BINFORD, S. R.; BINFORD, L. R. (Ed.). *New Perspectives in Archaeology*. Chicago: Aldine, 1970. p. 5–32.
- BINFORD, L. R. *An Archaeological Perspective*. Londres e Nova Iorque: Seminar Press, 1972.
- BINFORD, L. R. *Working at archaeology*. Nova Iorque: Academic Press, 1983.
- BINFORD, L. R. *Debating archaeology*. Nova Iorque: Academic Press, 1989.
- BINFORD, L. R. The New Archaeology, then and now. In: LAMBERG-KARLOVSKI, C. C. (Ed.). *Archaeological thought in America*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- BISSA, W. M.; YBERT, J.-P.; CATHARINO, E. L. M.; KUTNER, M. Evolução paleoambiental na planície costeira do baixo Ribeira durante a ocupação sambaquieira. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia da USP*, v. 10, p. 89–102, 2000.
- BRANDON, R. J.; KLUDT, T.; NETELER, M. Archaeology and GIS – the Linux Way. Publicado na WEB. abril 1994. Disponível em: <<http://www.linux-journal.com/article.php?sid=2983>>.

- BRYAN, A. L. Resumo da arqueologia do sambaqui do Forte Marechal Luz. *Arquivos do Museu de História Natural (UFMG)*, v. 2, p. 9–30, 1977.
- BRYAN, A. L. The sambaqui at Forte Marechal Luz, State of Santa Catarina, Brazil. In: BRYAN, A. L.; GRUHN, R. (Ed.). *Brazilian Studies*. Corvallis: Oregon State University, 1993.
- BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, A. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- CARMICHAEL, D. L. GIS predictive modelling of prehistoric site distribution in Central Montana. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 216–225.
- CARUSO JR., F. Mapa geológico e de recursos minerais do sudeste de Santa Catarina. In: *Programa cartas de síntese e estudos de integração geológica*. [S.l.]: DNPM/MME, 1995. v. 1.
- CHAPMAN, H. P.; NOORT, R. van de. High-resolution wetland prospection, using GPS and GIS: landscape studies at Sutton Common (South Yorkshire), and Meare Village East (Somerset). *Journal of Archaeological Science*, v. 28, p. 365–375, 2001.
- CLAASSEN, C. Normative thinking and shell-bearing sites. In: SCHIFFER, M. B. (Ed.). *Archaeological Method and Theory*. Tucson: University of Arizona Press, 1991. v. 3.
- CLARKE, D. L. Spatial information in archaeology. In: CLARKE, D. L. (Ed.). *Spacial archaeology*. New York: Academic Press, 1977. p. 1–34.
- CRAIG, H. The geochemistry of the stable carbon isotopes. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 3, p. 53–92, 1953.
- CRAIG, N. Real-time GIS construction and digital data recording of the Jiskairumoko excavation, Peru. *Bulletin of the Society for American Archaeology*, v. 18, n. 1, p. 25–28, 2000.
- CRUZ, O. *A ilha de Santa Catarina e o continente próximo: um estudo de geomorfologia costeira*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.
- DE BLASIS, P. A. D. *Projeto Temático*. [S.l.], 2001.
- DE BLASIS, P. A. D.; FISH, P.; FISH, S.; EGGERS, S.; LAHR, M. M.; FIGUTI, L.; AFONSO, M. C.; GASPAR, M. D. Padrões de assentamento e formação de sambaquis em Santa Catarina. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 8, p. 319–321, 1998. USP, São Paulo.
- DE BLASIS, P. A. D.; FISH, S.; GASPAR, M. D.; FISH, P. R. Some references for the discussion of complexity among the sambaqui mound-builders from the southern shores of Brazil. *Revista de Arqueología Americana*, v. 15, 1998.

- DE BLASIS, P. A. D.; FISH, S.; GASPAR, M. D.; FISH, P. R.; AFONSO, M. C.; EGGERS, S.; FIGUTI, L.; KLÖKLER, D. M.; PILLES, P. J.; Sanches-Carpenter, G.; WORTHINGTON, A. *Projeto arqueológico Camacho*. São Paulo, 1999. Processo FAPESP nº 98/8114-3: Relatório Final.
- DE MASI, M. A. N. *Prehistoric hunter-gatherer mobility on the southern Brazilian coast: Santa Catarina Island*. Tese (Doutorado) — Stanford University, 1999.
- DE MASI, M. A. N. Pescadores coletores da costa sul do Brasil. *Pesquisas (Série Antropologia)*, p. 136, 2001.
- EASTOE, C. J.; FISH, S.; FISH, P.; GASPAR, M. D.; LONG, A. Reservoir corrections for marines samples from the South Atlantic coast. *Radiocarbon*, v. 44, p. 145–148, 2002.
- ERLANDSON, J. M.; RICK, R. C.; VELLANOWETH, R. L.; KENNETT, D. J. Maritime subsistence at a 9300 year old shell midden on Santa Rosa Island, California. *Journal of Field Archaeology*, v. 26, p. 255–265, 1999.
- FAIRBRIDGE, R. Shellfish-eating preceramic indians in coastal Brazil. *Science*, v. 191, p. 353–359, jan 1976.
- FIGUTI, L. *Les sambaquis COSIPA (4200 á 1200 ans BP): étude de la subsistance chez les peuples préhistoriques de pêcheurs-ramasseurs de bivalves de la côte centrale de l'état de São Paulo, Brésil*. Tese (Doutorado) — Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 1992. 212 p.
- FIGUTI, L. O homem pré-histórico, o molusco e o sambaqui: considerações sobre a subsistência dos povos sambaquieiros. *Revista do Museu Arqueologia e Etnologia*, v. 3, p. 67–80, 1993. USP, São Paulo.
- FIGUTI, L.; KLOKLER, D. M. Resultados preliminares dos vestígios zoo-arqueológicos do sambaqui Espinheiros II (Joinville, SC). *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 6, p. 169–188, 1996. USP, São Paulo.
- FISH, S.; DE BLASIS, P. A. D.; GASPAR, M. D.; FISH, P. Incremental events in the construction of sambaquis, southeastern Santa Catarina. In: *Anais da VIII Reunião da Sociedade de Arqueologia Brasileira*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1997.
- FISH, S. K.; DE BLASIS, P. A. D.; GASPAR, M. D.; FISH, P. R. Eventos incrementais na construção de sambaquis, litoral sul do Estado de Santa Catarina. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 10, p. 69–87, 2000. USP, São Paulo.
- FISHER, P.; FARRELLY, C.; MADDOCKS, A.; RUGGLES, C. Spatial analysis of visible areas from the Bronze Age Cairns of Mull. *Journal of Archaeological Science*, v. 24, p. 581–592, 1997.
- GAPLAN/SC. *Atlas de Santa Catarina*. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

- GARCIA, C. Sítios arqueológicos costeiros e flutuações do nível marinho. *Revista de Pré-história*, v. 6, p. 124–126, 1984.
- GARCIA, C. D. Nova datação do sambaqui Maratúá e considerações sobre as flutuações eustáticas propostas por Fairbridge. *Revista de Pré-história*, v. 1, p. 15–30, 1979.
- GASPAR, M. D. *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*. Tese (Doutorado) — Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - USP, São Paulo, 1990.
- GASPAR, M. D. Espaço, ritos funerários e identidade pré-histórica. *Revista de Arqueologia*, v. 8, n. 2, p. 221–237, 1994–95. São Paulo.
- GASPAR, M. D. Datações, construção de sambaqui e identidade cultural dos Pescadores, Coletores e Caçadores. *Coleção Arqueologia*, v. 1, p. 377–398, 1995/96. EDIPUCRS, Porto Alegre.
- GASPAR, M. D. Território de exploração e tipo de ocupação dos pescadores, coletores e caçadores que ocuparam o litoral do Estado do Rio de Janeiro. *CLIO - Série Arqueologia*, v. 11, p. 153–174, 1996.
- GASPAR, M. D. Considerations of the *sambaquis* of the Brazilian coast. *Antiquity*, v. 72, p. 592–615, 1998.
- GASPAR, M. D. Os ocupantes pré-históricos do litoral brasileiro. In: TENÓRIO, M. C. (Ed.). *Pré-História da Terra Brasilis*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1999. p. 159–169.
- GASPAR, M. D. Aspectos da organização social de pescadores-coletores: região compreendida entre a Ilha Grande e o delta do Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. *Pesquisas (Série Antropologia)*, v. 59, p. 163, 2003.
- GASPAR, M. D. Análise das datações radiocarbônicas dos sítios de pescadores, coletores e caçadores. Estudo relacionado com os projetos de pesquisa “Estudo e Cadastro dos testemunhos Pré-históricos dos pescadores coletores e caçadores ribeirinhos e costeiros - Caracterização das diferentes províncias brasileiras”, CNPq/MN e “O aproveitamento ambiental das populações pré-históricas do Estado do Rio de Janeiro”, FINEP/FUJB/MN. s.d.
- GASPAR, M. D.; DE BLASIS, P. A. D. Construção de sambaquis. *Anais da VI Reunião Científica da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, p. 811–820, 1992.
- GIANNINI, P. C. F. *Sistemas deposicionais no quaternário costeiro entre Jaguaruna e Imbituba, SC*. 439 p. Tese (Doutorado) — Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

- GILLINGS, M. Flood dynamics and settlement in the Tisza valley of north-east Hungary: GIS and the Upper Tisza project. In: LOCK, G.; STANCIC, Z. (Ed.). *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective*. Londres: Taylor and Francis, 1995. p. 171–185.
- GREEN, S. W. Sorting out settlement in southeastern Ireland: landscape archaeology and geographic information systems. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 356–363.
- GUERRA, A. Apreciações sobre o valor dos sambaquis como indicadores de variações do nível dos oceanos. *Boletim Geográfico*, v. 91, p. 850–853, 1950.
- GUILLOT, D.; LEROY, G. The use of GIS for archaeological resource management in france: the SCALA project, with a case study in Picardie. In: LOCK, G.; STANCIC, Z. (Ed.). *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective*. Londres: Taylor and Francis, 1995. p. 171–185.
- HAINING, R. Designing spatial data analysis modules for geographical information systems. In: FOTHERINGHAM, S.; ROGERSON, P. (Ed.). *Spatial analysis and GIS*. Londres: Taylor and Francis, 1994, (Technical Issues in Geographical Information Systems). cap. 3, p. 45–63.
- HURT, W. R. *The interrelationship between the natural environment and four sambaquis, coast of Santa Catarina, Brazil*. 1974. Occasional Papers and Monographs, Bloomington, 1, Indiana University Museum.
- HURT, W. R.; BLASI, O. O sambaqui do Macedo - S.52/3. *Arqueologia (UFPR)*, v. 2, p. 98, 1960.
- KNEIP, A. *A ocupação do litoral sul e sudeste brasileiro por povos pescadores, coletores e caçadores pré-históricos*. 1997. Não publicado.
- KNEIP, L. M.; FERREIRA, A. M. M.; MUEHE, D. Contribuição ao estudo da pré-história e do paleoambiente da região entre Cabo Frio e Guaratiba, RJ. In: TENÓRIO, M. C.; FRANCO, T. C. (Ed.). *Seminário para a implantação da temática Pré-História brasileira no ensino de 1º, 2º e 3º*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ, 1994. p. 127–133.
- KNUTH, D. E. *The T_EX book*. Reading: Addison-Wesley, 1991.
- KRONE, R. *Exploração ao rio Ribeira de Iguape. Informações ethnográficas do Vale do rio Ribeira de Iguape*. São Paulo: Typographia Brazil de Rothschild e Cia, 1908. Comissão Geográfica do Estado de São Paulo: 23-24.
- LABOREL, J. Fixed marine organisms as biological indicator for the study of recent sea level and climatic variations along the Brazilian tropical coast. In: IGCP/PROJECT 61. *Proceedings of the International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, 1978*. São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1979. p. 193–211.

- LAKE, M. W.; WOODMAN, P. E.; MITHEN, S. J. Tailoring GIS software for archaeological applications: an example concerning viewshed analysis. *Journal of Archaeological Science*, v. 25, p. 27–38, 1998.
- LAMPORT, L. *TEX: A Document Preparation System*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1986.
- LANGER, J. Os sambaquis e o Império: escavações, teorias e polêmicas, 1849-1889. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 10, p. 35–53, 2001. USP, São Paulo.
- LANGFORD, M.; WOOD, J. *GRASS Seeds: A Beginner's Tutorial*. Leicester, 1995. Versão 2.1.
- LLAGOSTERA, A. M. 9,700 years of maritime subsistence on the Pacific: an analysis by means of bioindicators in the north of Chile. *American Antiquity*, v. 44, p. 309–324, 2 1979.
- LLOBERA, M. Building past landscape perception with GIS: understanding topographic prominence. *Journal of Archaeological Science*, v. 28, p. 1005–1014, 2001.
- LORSCHUITTER, M. L. Paleoambientes do sul do Brasil no quaternário através da palinologia: revisão dos resultados obtidos. *Revista Universidade de Guarulhos*, II, n. número especial, p. 197–199, 1997.
- MAACK, R. Espessura e sequência dos sedimentos quaternários no litoral do Estado do Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v. 4, p. 271–286, 1949.
- MADRY, S. L. H.; CRUMLEY, C. L. An application of remote sensing and GIS in a regional archaeological settlement pattern analysis: the Arroux River valley, Burgundy, France. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 364–380.
- MANGERUD, J. Radiocarbon dating of marine shells, including a discussion of apparent ages of recent shells from Norway. *Boreas*, v. 1, p. 143–172, 1972.
- MARCUS, L. F.; NEWMAN, W. S. Homind migrations and the eustatic sea level paradigm: a critique. In: MASTER, P. M.; FLEMING, N. C. (Ed.). *Quaternary coastlines and marine archaeology*. London: Academic Press, 1983. p. 63–85.
- MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; SUGUIO, K. Consequence of relative sea-level changes during the Quaternary on sandy coastal sedimentation: examples from Brazil. In: RABASSA, J. (Ed.). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. Rotterdam: A. A. Balkema, 1986. v. 4, cap. 7, p. 119–135.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K. Excursion route along the Brazilian coast between Santos (state of São Paulo) and Campos (north of state of Rio de Janeiro). *Special Publication*, n. 2, p. 1–136, 1989. International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary. São Paulo.

- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.-M. Le quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananéia (SP) et Barra de Guaratiba (RJ). In: *Proceedings of the 1978 International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary*. São Paulo: [s.n.], 1979.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.-M. Informações adicionais fornecidas pelos sambaquis na reconstrução de paleolinhas de praia quaternária: exemplos da costa do Brasil. *Revista de Pré-história*, v. 6, p. 128–147, 1984.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.-M. Relative sea-level reconstruction during the last 7,000 years along the States of Paraná and Santa Catarina coastal plains: additional information derived from shell-middens. In: RABASSA, J. (Ed.). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. Rotterdam: A. A. Balkema, 1986. v. 4, cap. 11, p. 219–236.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.-M.; AZEVEDO, A. *Mapa geológico do quaternário costeiro dos estados do Paraná e Santa Catarina*. 1988. Série Geologia nº28, Seção Geologia Básica nº18. DNPM/MME.
- MENDONÇA DE SOUZA, S. M. F. Estresse, doença e adaptabilidade. *Resumos*, v. 8, p. 50–51, 1995. Reunião Científica da Sociedade de Arqueologia Brasileira, Porto Alegre.
- MENDONÇA DE SOUZA, S. M. F. Anemia e adaptabilidade em um grupo costeiro pré-histórico: uma hipótese panocenótica. In: TENÓRIO, M. C. (Ed.). *Pré-História da Terra Brasilis*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1999. p. 171–188.
- MITASOVA, H.; HOFIERKA, L. Interpolation by regularized spline with tension: II. application to terrain modeling and surface geometry analysis. *Mathematical Geology*, v. 25, p. 657–669, 1993.
- MITASOVA, H.; MITAS, L. Interpolation by regularized spline with tension: I. theory and implementation. *Mathematical Geology*, v. 25, p. 641–655, 1993.
- MITASOVA, H.; MITAS, L.; BROWN, W.; GERDES, D.; KOSINOVSKY, I. Modeling spatially and temporally distributed phenomena: new methods and tools for GRASS GIS. *International Journal of Geographic Information Systems*, v. 9, n. 4, p. 433–446, 1995. Special issue on Integration of GIS and Environmental Modeling.
- MITROVICA, J. X.; MILNE, G. A. On post-glacial sea level: I. General theory. *Geophysical Journal International*, v. 154, n. 2, p. 253–267, August 2003.
- MITROVICA, J. X.; PELTIER, W. R. Pleistocene deglaciation and the global gravity field. *Journal of Geophysical Research*, v. 94, p. 13651–13671, 1989.
- MITROVICA, J. X.; PELTIER, W. R. On postglacial geoid subsidence over the equatorial oceans. *Journal of Geophysical Research*, v. 96, p. 20053–20071, 1991.
- MORAIS, J. L. de. A Arqueologia e o fator geo. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia da USP*, v. 9, p. 3–22, 1999.

- MÖRNER, N. A. Eustasy and geoid changes. *Journal of Geology*, v. 84, p. 123–151, 1976.
- MÖRNER, N. A. Changes in the coastal sedimentary environments. The South American case and implications on global changes. *Special Publication*, n. 1, p. 216–220, 1989. International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary.
- MUEHE, D.; KNEIP, L. M. O sambaqui de Camboinhas e o de Maratúá e as oscilações relativas do nível do mar. *Documento de Trabalho*, v. 3, p. 75–82, 1995. Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- NETELER, M. *Introduction to GRASS GIS software*. 2. ed. Hannover - Alemanha, 1998.
- NEVES, W. A. Incidência e distribuição de osteoartrites em grupos coletores de moluscos do litoral do Paraná: uma abordagem osteobiográfica. *CLIO*, v. 6, p. 47–62, 1986. Recife, Universidade Federal de Pernambuco (Série Arqueologia 1).
- NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421 p.
- NUNEZ, M.; VIKKULA, A.; KIRKINEN, T. Perceiving time and space in an isostatically rising region. In: LOCK, G.; STANCIC, Z. (Ed.). *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective*. Londres: Taylor and Francis, 1995. p. 171–185.
- O'KELLY, M. E. Spatial analysis and gis. In: FOTHERINGHAM, S.; ROGERSON, P. (Ed.). *Spatial analysis and GIS*. Londres: Taylor and Francis, 1994, (Technical Issues in Geographical Information Systems). cap. 3, p. 45–63.
- OLIVEIRA, M. S. C. *Os sambaquis da planície costeira de Joinville, litoral norte de Santa Catarina: geologia, paleogeografia e conservação in situ*. Dissertação (Mestrado) — Centro de Filosofia e Ciências Humanas - UFSC, Florianópolis, 2000.
- OLIVEIRA, M. S. C.; HORN FILHO, N. O. De Guaratuba a Babitonga: uma contribuição geológico-evolutiva ao estudo da espacialidade dos sambaquianos no litoral norte catarinense. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 10, p. 55–75, 2001. USP, São Paulo.
- PATASHNIK, O. BibT_EXing. Documentation for general BibT_EX users. jan. 1988.
- PIAZZA, W. F. Estudos de sambaquis. *Série Arqueologia*, v. 2, 1966. Instituto de Antropologia, UFSC, Florianópolis.
- PIAZZA, W. F. O sambaqui de Ponta das Almas. *Série Arqueologia*, v. 2, 1966. Instituto de Antropologia, UFSC, Florianópolis.
- PIAZZA, W. F. Dados à arqueologia do litoral norte e do planalto de Canoinhas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Pub. Avul.*, v. 26, 1974. PRONAPA 5.

- POPP, A. F. d. *Geologia Geral*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 1988.
- PROUS, A. *Arqueologia brasileira*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1992.
- PROUS, A.; PIAZZA, W. F. *L'Etat de Santa Catarina: documents pour la préhistoire du Brésil Méridional*, 2. 1977. Cahiers (Paris), 4.
- RAUTH, J. W. Nota prévia sobre a escavação do sambaqui do Porto Maurício. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Pub. Avul.*, v. 6, 1967. PRONAPA 1.
- RAUTH, J. W. Nota prévia sobre a escavação do sambaqui do ramal. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Pub. Avul.*, v. 15, 1967. PRONAPA 1.
- ROHR, J. A. Os sítios arqueológicos do município sul-catarinense de Jaguaruna. *Pesquisas (Antropologia)*, v. 22, p. 1–39, 1969.
- ROHR, J. A. Sítios arqueológicos de Santa Catarina. *Anais do Museu de Antropologia*, v. 17, p. 70–167, 1984. UFSC, Florianópolis.
- ROOSEVELT, A. C. Arqueologia Amazônica. In: CUNHA, M. (Ed.). *História dos Índios no Brasil*. São Paulo: Companhia das Letras/ FAPESP/ Secretaria Municipal de Cultura de São Paulo, 1992. p. 53–86.
- SANDWEISS, D. H. Terminal Pleistocene through Mid-Holocene archaeological sites as paleoclimatic archives for the Peruvian coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 194, p. 23–40, 2003.
- SAVAGE, S. L. Modelling the Late Archaic social landscape. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 330–355.
- SCARRE, C. Archaeology and sea-level in west-central France. *World Archaeology*, v. 16, p. 98–107, 1984.
- SCHEEL-YBERT, R. Paleoambiente e paleoetnologia de populações sambaquieiras do sudeste do Estado do Rio de Janeiro. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia da USP*, v. 9, p. 43–59, 1999.
- SCHEEL-YBERT, R. Man and vegetation in southeastern Brazil during the late Holocene. *Journal of Archaeological Science*, v. 28, p. 471–480, 2001.
- SCHMITZ, P. I. Prehistoric hunters and gatherers of Brazil. *Journal of World Prehistory*, v. 1, p. 53–126, 1987.
- SCHMITZ, P. I. Acampamentos litorâneos em Içara, SC. Um exercício em padrão de assentamento. *CLIO - Série Arqueologia*, v. 11, p. 99–118, 1996.
- SCHMITZ, P. I. Continuidade e mudança no litoral de Santa Catarina. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 8, p. 25–31, 1998. USP, São Paulo.

- SILVA, C. de C. *Herança geológica para a prospecção de sambaquis no litoral norte do estado da Bahia: o exemplo do sambaqui da Ilha das Ostras*. Dissertação (Mestrado) — Instituto de Geologia/UFBA, Salvador, BA, 2000.
- SPIKINS, P. GIS models of past vegetation: an example from Northern England, 10,000-5000 BP. *Journal of Archaeological Science*, v. 27, p. 210–234, 2000.
- STORTO, C.; EGGERS, S.; LAHR, M. M. Estudo preliminar das paleopatologias da população da sambaqui Jaboticabeira II, Jaguaruna, SC. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia da USP*, v. 9, p. 61–71, 1999.
- STRAHLER, A. N. *Geografia Física*. Barcelona: Omega, 1977. 767 p.
- STRAUS, L. G.; CLARK, G. A.; ALTUNA, J.; ORTEA, J. A. Ice-age subsistence in northern Spain. *Scientific American*, v. 242, p. 120–129, 1980.
- STUIVER, M.; BRAZIUNAS, T. F. Modeling atmospheric ^{14}C influences and ^{14}C ages of marine samples back to 10,000 BC. *Radiocarbon*, v. 35, p. 137–189, 1993.
- STUIVER, M.; PEARSON, G. W.; BRAZIUNAS, T. F. Radiocarbon age calibration of marine samples to 10,000 bc. *Radiocarbon*, v. 28, p. 980–1021, 1986.
- STUIVER, M.; REIMER, P. J. Extended ^{14}C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, v. 35, p. 215–230, 1993.
- STUIVER, M.; REIMER, P. J.; BARD, E.; BECK, J. W.; BURR, G. S.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; MCCORMAC, F.; PLICHT, J. v. d.; SPURK, M. INTCAL98 Radiocarbon age calibration 24,000 - 0 cal BP. *Radiocarbon*, v. 40, p. 1041–1083, 1998.
- STUIVER, M.; REIMER, P. J.; BRAZIUNAS, T. F. High-precision radiocarbon age calibration for terrestrial and marine samples. *Radiocarbon*, v. 40, p. 1127–1151, 1998.
- SUESS, H. E. Zur Chronologie des alten ägypten. *Zeitschrift für Physik*, v. 21, p. 1–7, 1967.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.; DOMINGUEZ, J.; FLEXOR, J.-M.; AZEVEDO, A. Flutuações do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 15, p. 273–286, 1985.
- TENÓRIO, M. C. *O lugar dos Aventureiros: identidade, dinâmica de ocupação e sistema de trocas no litoral do Rio de Janeiro à 3.500 anos antes do presente*. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em História da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

THOMAZ, R. C. C. *O uso de SIG na predição da localização de sítios arqueológicos: um estudo de caso na Bacia do Paraná superior*. Tese (Doutorado) — Museu de Arqueologia e Etnologia e Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

TINDALE, N. B. The Woakwine Terrace in the south east of South Australia and indications of the very early presence of man. In: MASTER, P. M.; FLEMING, N. C. (Ed.). *Quaternary coastlines and marine archaeology*. London: Academic Press, 1983. p. 583–600.

TOMAZELLI, L. J. *Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos no nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul – Com ênfase no sistema eólico*. Tese (Doutorado) — Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. Processos erosivos atuais na costa do Rio Grande do Sul, Brasil: evidências de uma provável tendência contemporânea de elevação do nível relativo do mar. In: ABEQUA. *Anais do II Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*. Rio de Janeiro, 1989.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A.; DILLENBURG, S. R.; BACHI, F. A.; DEHNHARDT, B. A. A transgressão marinha atual na costa do Rio Grande do Sul. *Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia*, Salvador, Bahia, p. 296–299, 1996.

WARREN, R. E. Predictive modelling of archaeological site location: a case study in the Midwest. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 201–215.

WASELKOV, G. A. Shellfish gathering and shell midden archaeology. In: SCHIFFER, M. B. (Ed.). *Advances in Archaeological Method and Theory*. Orlando: Academic Press, 1987. v. 10, p. 93–210.

WEB-INFO, R. Radiocarbom. Publicado na WEB. s.d. Disponível em: <<http://www.c14dating.com/frac.html>>.

WHEATLEY, D. Cumulative viewshed analysis: a GIS-based method for investigating intervisibility, and its archaeological application. In: LOCK, G.; STANCIC, Z. (Ed.). *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective*. Londres: Taylor and Francis, 1995. p. 171–185.

WHEATLEY, D. A view from across the water: the North American experience in archaeological SIG. In: LOCK, G.; STANCIC, Z. (Ed.). *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective*. Londres: Taylor and Francis, 1995. p. 171–185.

WILLIAMS, I.; LIMP, W. F.; BRIUER, F. L. Using geographical information systems and exploratory data analysis for archaeological site classification and

analysis. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 307–329.

YESNER, D. R. Maritime hunter-gatherers: ecology and prehistory. *Current Anthropology*, v. 21, n. 6, p. 727–750, 1980.

ZUBROW, E. B. W. Modelling and prediction with geographic information systems: a demographic example from prehistoric and historic New York. In: ALLEN, K. M. S.; GREEN, S. W.; ZUBROW, E. B. W. (Ed.). *Interpreting space: GIS and archaeology*. London: Taylor and Francis, 1990. p. 307–318.