

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
NÍVEL MESTRADO**

ISMAEL DA SILVA RAUPP

**GEOARQUEOLOGIA NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL:
Contribuições sobre a ocupação humana pré-histórica no Litoral Norte do RS**

**São Leopoldo
2015**

Ismael da Silva Raupp

GEOARQUEOLOGIA NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL:
Contribuições sobre a ocupação humana pré-histórica no Litoral Norte do RS

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geologia, pelo Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes Paim

Co-orientador: Prof. Dr. Jairo Henrique Rogge

São Leopoldo

2015

R247g Raupp, Ismael da Silva.
Geoarqueologia na planície costeira do Rio Grande do Sul : contribuições sobre a ocupação humana pré-histórica no litoral norte do RS / Ismael da Silva Raupp. – 2015.
94 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Geologia, 2015.
"Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes Paim ; co-orientador: Prof. Dr. Jairo Henrique Rogge."

1. Geologia. 2. Arqueologia. 3. Geologia arqueológica.
I. Título.

CDU 55

A dissertação de mestrado

“GEOARQUEOLOGIA NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL: Contribuições sobre a ocupação humana pré-histórica no Litoral Norte do RS”

apresentada por **Ismael da Silva Raupp**

foi aceita e aprovada como atendimento parcial aos requisitos para a obtenção do grau de

MESTRE EM GEOLOGIA pela seguinte banca examinadora:



Prof.^a Dr.^a Marisa Coutinho Afonso
Museu de Arqueologia e Etnologia



Prof. Dr. Francisco Manoel Wohnrath Tognoli
Universidade do Vale do Rio dos Sinos



Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes Paim
Presidente da Banca Examinadora
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

São Leopoldo, 07 de agosto de 2015.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família pelo apoio incondicional a todas as escolhas que fiz. Sem a ajuda deles seria impossível dar qualquer passo adiante...

Agradeço ao Paim por aceitar orientar essa pesquisa um tanto diferente das temáticas que costuma trabalhar. Agradeço pelos ensinamentos, ajudas e compreensão quanto a minha inexperiência em determinados assuntos. Agradeço ao Jairo, amigo de alguns anos, que me mostrou a arqueologia enquanto eu estava na graduação e também me ajudou nesse trabalho.

Agradeço aos meus amigos, que souberam lidar com minha ausência em determinados momentos e que me acolheram com cerveja gelada e papo furado em outros. Aos colegas do PPGEIO que me ajudaram nas dúvidas durante as disciplinas, nas saídas de campo e nas análises dos dados: Raquel, Julierme, Fernando, entre outros. Ao Beto e ao professor Reginaldo, que sempre me ajudaram nas dúvidas que tive sobre o funcionamento dos programas e demais assuntos. Agradeço ao professor Adelir Striedler pelos ensinamentos quanto ao processamento dos dados e ao geólogo Paulo Mendes pelo empréstimo do equipamento e participações em campo. Aos professores do PPGEIO pelos ensinamentos e conversas durante as aulas e fora delas também...

À FINEP pelo apoio financeiro ao projeto MODA - Modelagem Digital de Afloramentos Usando GPU. (MCT/FINEP – Pré-Sal Cooperativos ICT – Empresas 03/2010) que possibilitaram a compra dos equipamentos utilizados nesse trabalho. Ao LASERCA e NEAP por cederem salas e também equipamentos. A CAPES pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos.

A todos que participaram de alguma forma durante a construção desse trabalho, meu muito obrigado!

*“ Minha mãe sempre diz:
‘ A vida é como uma caixa de chocolates,
você nunca sabe o que vai encontrar... ‘ “
(Forrest Gump)*

RESUMO

Este trabalho propôs uma pesquisa interdisciplinar entre a Geologia e a Arqueologia, buscando compreender, a partir de uma perspectiva geoarqueológica, a relação entre a evolução da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) e a ocupação humana pretérita na área. Nossa área de estudo foi o Litoral Norte do estado, nos limites do município de Arroio do Sal, onde utilizamos o Radar de Penetração de Solo (GPR) para adquirir perfis onde foi possível identificar feições pretéritas que indicaram configurações da planície favoráveis à ocupação humana na região. A partir dos dados coletados na PCRS foi realizada uma interpretação do possível cenário no qual antigos grupos humanos viveram, mostrando a presença de antigas lagoas e lagunas hoje colmatadas. A mesma ferramenta geofísica foi utilizada em aquisições no sambaqui Marambaia I (RS-LN-312). Com as informações obtidas, criamos um mapa indicativo de locais propensos à presença de materiais arqueológicos, esperando diminuir assim erros e custos em futuras escavações e manter a integridade do sítio.

Palavras-chave: Geoarqueologia. GPR. Planície Costeira. Sambaqui.

ABSTRACT

This work is an interdisciplinary research between Geology and Archeology. It aims to understand from a geoarchaeological perspective the relationship between the evolution of the northern portion of the coastal plain of the Rio Grande do Sul State (PCRS) and the preterit human occupation in the area. Our study area is located within the limits of the Arroio do Sal municipality. Ground Penetrating Radar (GPR) devices were used to acquire profiles in which were identified past coastal plain features favorable to human occupation of the region. From the data collected an interpretation of the possible scenario in which ancient human groups lived was elaborated, including the presence of currently filled back barrier lakes and lagoons. The same geophysical tool was used for subsurface acquisition in the shell mound named Marambaia I (RS-LN-312). The results have allowed the elaboration of a map of places prone to the presence of archaeological materials, hence hoping to reduce errors and costs in future excavation and therefore to preserve as much as possible the site integrity.

Key-words: Geoarchaeology. GPR. Coastal Plain. Shell mound.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Esquema representando a sequência de formação dos sistemas laguna-barreira do Pleistoceno e Holoceno. <i>Fonte:</i> WAGNER, 2009. p. 114 (modificado de Tomazelli; Villwock, 2005).....	19
FIGURA 2 - Gráfico das curvas isotópicas de oxigênio associadas aos eventos transgressivos-regressivos da linha de costa. No detalhe, os quatro eventos relacionados a formação dos sistemas laguna-barreira. <i>Fonte:</i> Adaptado de Santos, 2014.....	20
FIGURA 3 - I) Artefato lítico encontrado em Sambaquis (quebra coquinho). <i>Fonte:</i> Acervo IAP; II) Artefatos produzidos com ossos (a, b, c, d, f, g, h, i, j e k) e dentes (e) de animais. <i>Fonte:</i> http://br.monografias.com/trabalhos917/arqueologia.html ; III) Exemplo de zoólito encontrado em Sambaquis. <i>Fonte:</i> http://www.mae.usp.br/acervo/arqueologia-brasileira/#	27
FIGURA 4 – Área estudada pelo projeto do IAP (município de Arroio do Sal). <i>Fonte:</i> Google earth.	30
FIGURA 5 - Mapa com a localização dos sítios registrados durante o projeto. Em vermelho, localização dos sítios que tiveram material recolhido para datação. <i>Fonte:</i> Adaptado de Rogge e Schmitz, 2010, p. 169.....	31
FIGURA 6 - Mapa com a localização do sítio Marambaia I. <i>Fonte:</i> Adaptado de Rogge e Schmitz, 2010, p. 167.....	33
FIGURA 7 – Vista nordeste do sítio Marambaia I. Na imagem é possível observar as marcas de pneus deixadas pela ação humana. <i>Fonte:</i> Acervo IAP.	34
Figura 8 – Vista geral do sítio Marambaia I (foto tirada no sentido leste x oeste). <i>Fonte:</i> Acervo do Autor.	35
FIGURA 9 – Croqui do sítio Marambaia I e locais onde foram realizadas as intervenções. <i>Fonte:</i> Rogge e Schmitz, 2010, p. 200.....	36
FIGURA 10 – Escavação na quadrícula 2 e estratigrafia visualizada. <i>Fonte:</i> Rogge e Schmitz, 2010.....	37
FIGURA 11 – Croqui da quadrícula 2, mostrando a complexidade estratigráfica. <i>Fonte:</i> Rogge e Schmitz, 2010.....	37

FIGURA 12 – Locais com maior concentração de estudos sobre as mudanças do nível relativo do mar na costa brasileira. <i>Fonte:</i> Suguio, 2010. p. 202.....	40
FIGURA 13 – Mapa com possíveis localizações das antigas linhas de costa. <i>Fonte:</i> Suguio, 2010, p. 205.	43
FIGURA 14 – Curva com as variações do nível do mar nos últimos 30 mil anos. <i>Fonte:</i> Suguio, 2010, p 206.	44
FIGURA 15 – Princípio da operação do GPR (transmissão e recebimento das ondas pelas antenas). <i>Fonte:</i> Reynolds, 2011.....	47
FIGURA 16 – Tabela com os valores de velocidade, atenuação, constante dielétrica e condutividade elétrica para diferentes meios geológicos, segundo Porsani. <i>Fonte:</i> Adaptado de Porsani, 1999.....	48
FIGURA 17 – Tabela com a relação da frequência e profundidade aproximada de alcance das antenas. <i>Fonte:</i> Adaptado de Porsani, 1999.	50
FIGURA 18 - Aquisições realizadas na PCRS em fevereiro e julho de 2014. <i>Fonte:</i> Acervo do Autor.	51
FIGURA 19 – GPR com antena de 500 Mhz e aquisição dos perfis no sítio. <i>Fonte:</i> Acervo do Autor.	52
FIGURA 20 - GPR com antenas de 250 e 700 Mhz e aquisição dos perfis no sítio. <i>Fonte:</i> Acervo do Autor.	52
FIGURA 21 – VANT e GPS utilizados para o levantamento topográfico do sítio. <i>Fonte:</i> Acervo do Autor.	52
FIGURA 22 – Processamento nos perfis adquiridos no sítio (antena de 500 Mhz). A – <i>move starttime</i> ; B – <i>subtract-mean (dewow)</i> ; C – <i>energy decay</i> ; D – <i>bandpassfrequency</i> ; E – inserção da topografia. <i>Fonte:</i> Do Autor.	54
FIGURA 23 – Distribuição das aquisições na PCRS e localização do sítio. <i>Fonte:</i> Google Earth.	56
FIGURA 24 – Algumas subdivisões do ambiente costeiro, segundo Reading (2008). <i>Fonte:</i> Google Earth.	57
FIGURA 25 - Detalhe das clinofórmias associadas às fácies de <i>shoreface</i> inferior (radarfácies sigmoidal) em <i>downlap</i> sobre refletores horizontalizados da transição para <i>offshore</i> . <i>Fonte:</i> Acervo do autor.....	58
FIGURA 26 – Refletores associados às fácies de <i>shoreface</i> superior, vinculados a zona de surf. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	59

FIGURA 27 – Refletor da alta amplitude no perfil, associado a um seguimento lagunar. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	60
FIGURA 28 – Encontro das três radarfácies identificadas nos perfis das aquisições na PCRS. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	61
FIGURA 29 – Posicionamento e limites das paleolagoas identificadas na seção PCRS I. <i>Fonte:</i> Google Earth.	62
FIGURA 30 – Delineação da Paleolagoa PL I a partir da interpretação e integração de dados de subsuperfície e superfície da linha PCRS I. <i>Fonte:</i> Google Earth.	63
FIGURA 31 – Posicionamento e limites das paleolagoas identificadas na seção PCRS II. <i>Fonte:</i> Google Earth.	65
FIGURA 32 – Acima, refletor do perfil linha PCRS II associado a um paleocanal (em 2670 m); abaixo, exemplo atual associado à feição observada no perfil de GPR. . <i>Fonte:</i> Acervo do autor e Google Earth.	66
FIGURA 33 – Delineação da Paleolagoa PL II e III a partir da interpretação e integração de dados de subsuperfície e superfície da linha PCRS II. <i>Fonte:</i> Google Earth.	67
FIGURA 34 – Posicionamento e limites das paleolagoas identificadas na linha PCRS III. <i>Fonte:</i> Google Earth.	69
FIGURA 35 – Delineação das paleolagoas II e III ao longo da linha PCRS III a partir da interpretação e integração de dados de subsuperfície e superfície correlacionando-as com as mesmas paleolagoas identificadas mais a sul (PCRS II). <i>Fonte:</i> Google Earth.	70
FIGURA 36 - Posicionamento e limites das paleolagoas identificadas na seção PCRS IV. <i>Fonte:</i> Google Earth.	72
FIGURA 37 – Interpretação das paleolagoas identificadas nos perfis. <i>Fonte:</i> Google Earth.	73
FIGURA 38 – Malha de aquisições realizadas no Marambaia I e sentido no qual foram adquiridas. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	74
FIGURA 39 – Perfil de GPR da Aquisição L.12. Marcado em amarelo, o refletor associado à base do sítio ou do pacote arqueológico; em verde, refletor associado ao limite ou topo do pacote arqueológico. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	75
FIGURA 40 – Perfil de GPR da Aquisição L.10. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	76
FIGURA 41 – Perfil de GPR da Aquisição L.04. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	77
FIGURA 42 – Perfil de GPR da Aquisição L.02. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	78

FIGURA 43 – Perfil de GPR da Aquisição L.08. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	78
FIGURA 44 – Interpretação dos dados por Rodrigues. <i>Fonte:</i> Rodrigues, 2009, p. 119.	79
FIGURA 45 - Interpretação dos dados por Attorre. <i>Fonte:</i> Adaptado de Attorre, 2015, p. 108 e 110.	79
FIGURA 46 – Em cima, modelo 3D criado no GOCAD® com o entrecruzamento dos radargramas adquiridos no sítio; abaixo delimitação de alguns refletores a partir da interpretação prévia dos dados e localização das hipérboles identificadas no radargrama. <i>Fonte:</i> do autor.....	80
FIGURA 47 – Mapa indicativo da provável extensão do sítio e locais onde ocorrem hipérboles. <i>Fonte:</i> Acervo do autor.	81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL (PCRS)	15
2.1 GEOLOGIA	15
2.1.1 Primeira Fase	17
2.1.2 Segunda Fase: a proposta atual	18
2.2 ARQUEOLOGIA	24
2.2.1 Arqueologia do Litoral: os sambaquis	25
2.2.2 Arqueologia no Litoral Norte do RS: o projeto Arroio do Sal	29
2.2.2.1– Sítio arqueológico RS-LN-312: Marambaia I	33
3 VARIAÇÕES DE NÍVEL DO MAR	39
3.1 NÍVEL RELATIVO DO MAR (NRM)	39
3.2 SAMBAQUIS COMO INDICADORES DO NRM	44
4 ABORDAGEM METODOLÓGICA	46
4.1 RADAR DE PENETRAÇÃO DE SOLO (GPR)	46
4.1.1 Aquisição dos dados	50
4.1.2 Processamento dos dados	53
5 ANÁLISE DOS DADOS	55
5.1 OS DADOS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL	55
5.1.1 Radarfácies: descrição e interpretação	56
5.1.1.1 <i>Radarfácies sigmoidal</i>	58
5.1.1.2 <i>Radarfácies ondulada/estratificada</i>	59
5.1.1.3 <i>Radarfácies transparente/paralela</i>	60
5.1.2 Linha PCRS I	61
5.1.3 Linha PCRS II	64
5.1.3 Linha PCRS III	67
5.1.4 Linha PCRS IV	70
5.1.5 Considerações gerais	72
5.2 SOBRE OS DADOS DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO MARAMBAIA I	74
5.2.1 Considerações gerais	79
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
REFERÊNCIAS	84
ANEXOS	94

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como proposta a discussão sobre os processos de formação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) no Holoceno e de como a dinâmica costeira interferiu no comportamento dos grupos humanos pré-históricos que ocupavam a região. A partir da relação da bibliografia geológica, das informações arqueológicas e dos dados obtidos nesse trabalho, buscamos uma melhor compreensão sobre a relação da geomorfologia costeira pretérita e o uso desse espaço pelo homem.

Esse trabalho possui dois objetivos: o primeiro objetivo é uma tentativa de reconstruir o cenário geomorfológico (paleogeografia) em uma área específica da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) durante o período inicial da ocupação humana da região após o último grande máximo transgressivo holocênico, a cerca de 5.000 atrás (VILLWOCK; TOMAZELLI, 2000). Buscando, a partir de uma perspectiva geoarqueológica e paleoambiental, compreender como se dava a relação dos grupos humanos com o meio, identificando características paleogeomorfológicas favoráveis à ocupação e como essas feições influenciavam na implantação dos sítios arqueológicos no espaço.

Como segundo objetivo, o trabalho busca avaliar o potencial do uso de métodos geofísicos em pesquisas arqueológicas, pois ao mesmo tempo em que podem fornecer importantes informações de subsuperfície, não alteram fisicamente os sítios arqueológicos, já que são métodos não destrutivos. Pretendeu-se assim, obter indicações mais precisas de locais para demarcação de possíveis escavações futuras.

De forma mais específica, optou-se pelo uso do Radar de Penetração de Solo (*Ground-Penetrating Radar* - GPR), devido às características do terreno (de areias resistivas, onde o equipamento proporciona melhores resultados) bem como sua facilidade e rapidez de uso. O equipamento foi utilizado para responder aos dois objetivos.

Para área de pesquisa, optamos pela região norte da PCRS, onde hoje se situa o município de Arroio do Sal. Essa escolha se deu na tentativa de contribuir ao conhecimento geológico e arqueológico já existente para a região.

Estruturamos nosso trabalho tentando contextualizar os possíveis leitores sobre o cenário geológico e arqueológico da área apresentada. Assim, no segundo

capítulo apresentamos o contexto geológico e arqueológico da região. Na questão geológica, mostramos os diferentes momentos da construção do conhecimento sobre a formação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS). Para a arqueologia, apresentamos um panorama sobre as pesquisas realizadas durante as décadas passadas para o litoral Rio-grandense, assim como o projeto de estudo precedente desse trabalho. No terceiro capítulo abordamos a temática da variação do nível do mar, sobre sua influência na costa e seus principais indicadores.

No quarto capítulo apresentamos a abordagem metodológica utilizada no trabalho. Mostramos o funcionamento da ferramenta escolhida para pesquisa, como se deu a aquisições dos dados, seja na PCRS ou no sítio, e o processamento em laboratório. No quinto capítulo temos a análise e interpretação dos dados. No sexto capítulo, as considerações sobre o trabalho, resultados e objetivos alcançados.

2 PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL (PCRS)

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) tem aproximadamente 600 km de extensão, que se estendem do município de Torres, ao norte, até o Chuí, no extremo sul. Com cerca de 33.000 km², é a mais ampla planície litorânea do Brasil. A linha da costa possui orientação no sentido NE-SW, tendo sua continuidade interrompida em quatro pontos onde se localizam as desembocaduras do rio Mampituba, Laguna de Tramandaí, Laguna dos Patos e Arroio Chuí (SANTOS, 2014).

Ao longo do último século, a PCRS é objeto de interesse científico para diversas áreas do conhecimento. Durante esse tempo, muito se estudou e descobriu sobre sua geologia e geomorfologia, assim como seu valor para a arqueologia. No capítulo que segue pretendemos expor um breve panorama do conhecimento geológico e arqueológico da PCRS construído ao longo do tempo.

2.1 GEOLOGIA

As primeiras tentativas de explicar a sequência dos processos que deram origem à PCRS foram realizadas por naturalistas, intelectuais e viajantes que estiveram durante o século XIX e anos iniciais do XX na região. Foram essas primeiras percepções e impressões que possibilitaram o desenvolvimento de pesquisas posteriores, que hoje tornam os processos formativos da PCRS bastante estudados e mais bem conhecidos.

Segundo Wagner (2009), foi em 1839 que Nicolau Dreys faz uma das primeiras referências ao processo regressivo que teria marcado o surgimento da planície arenosa do Estado. Dreys comenta sobre a formação de bancos de areia na barra de Rio Grande, sendo estes sedimentos originados a partir de rios do interior do continente, das chuvas e também provenientes das partes mais altas adjacentes ao litoral.

Ainda no século XIX, Herrmann Von Ihering fez algumas considerações sobre a PCRS. Seus estudos foram dedicados a descrever a Lagoa dos Patos e o litoral

atlântico, e propôs que o atual estuário do Guaíba teria formado uma espécie de golfo durante a transgressão, atribuindo, ao vale do Rio Jacuí, uma configuração lacustre. Para Ihering (IHERING, 1885[1970])¹, o soerguimento demorado da costa seria responsável pelo surgimento das restingas que gradativamente isolaram as lagoas do litoral, tendo ocorrido o fechamento final das lagoas Mirim e Manguieira bastante recentemente – já em período histórico.

Já no século XX, o estudioso e Padre Jesuíta Balduino Rambo também sugeriu a transgressão das águas oceânicas no interior dos vales dos rios Jacuí, Taquari e Depressão Central do Estado. Rambo apresentou o processo de formação de barras marinhas a partir da sedimentação costeira. As especulações feitas por esse autor são compartilhadas por outros estudiosos, que consideram a zona costeira a mais recente das formações geológicas do Estado e tendo no transporte eólico e na deposição marinha os mecanismos responsáveis pela constituição do litoral (RAMBO, 1956).

Dessa forma, um primeiro momento de estudos sobre a PCRS pode ser identificado a partir das últimas décadas do século XIX até aproximadamente os anos de 1950, como principalmente descritivo. Esse período é representado por trabalhos feitos, basicamente, por naturalistas. É a partir da década de 1950 que as pesquisas são direcionadas para o âmbito acadêmico, coincidentemente com a criação da Escola de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 1957, dando início a um segundo momento de estudos referentes à planície.

Esse segundo momento pode ser dividido em duas fases distintas, tendo como referência os processos de formação da PCRS propostos. Na primeira fase temos a grande síntese publicada por Delaney em 1965, que dá uma amostra das ideias e proposições feitas pelos acadêmicos desse período.

¹ IHERING, H. A Lagoa dos Patos. *Organon*, Porto Alegre, n. 14, p. 101-142, 1885[1970] citado em WAGNER, G. P. *Sambaquis da Barreira de Itapeva. Uma Perspectiva Geoarqueológica*. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2009. (Tese)

2.1.1 Primeira Fase

Inicialmente a PCRS foi estudada a partir de um grande e sistemático projeto de mapeamento, realizado entre as décadas de 1960 e 1970, e tinha como principais objetivos conhecer a evolução geomorfológica e a composição estratigráfica da região. Os métodos utilizados no projeto foram: cadastramento dos dados pré-existentes, interpretação de fotografias aéreas, trabalhos de campo, cortes e/ou coletas de amostras, assim como análises químicas e mineralógicas (TOMAZELLI; VILLWOCK, 2005). Nessa primeira fase foram definidas quatro formações constituintes da PCRS. São elas:

Formação Gravataí: A Formação Gravataí foi definida por Morris em 1963, e é uma unidade lito estratigráfica constituída por conglomerados depositados acima dos terrenos sedimentares da Bacia do Paraná e segue ao longo da atual Bacia do Guaíba até o limite noroeste da PCRS. Para essa formação, Morris atribui idade entre o Terciário Superior e o Quaternário inferior.

Formação Itapoã: Essa formação foi definida por Delaney em 1965. Essa unidade recebeu o nome da península de Itapoã, município de Viamão, por se tratar de uma área onde está bem exposta. A sequência possui aproximadamente 75m de espessura, aflorando sem interrupções por cerca de 75 km de extensão, onde uma zona arenosa recobre a rocha granítica de nordeste a sudoeste e apresenta uma geomorfologia caracterizada por colinas convexas e baixas.

A principal litologia da Formação é composta de areia quartzosa, com granulação de fina a média. Quanto à idade, Delaney propõem que seja a mais antiga da sequência sedimentar do Quaternário da Planície Costeira.

Formação Chuí: A Formação Chuí também foi definida por Delaney em 1965, onde propôs que a mesma caracteriza-se como a mais jovem do Pleistoceno da Planície Costeira. Possui uma espessura média de 25 m e uma das melhores exposições encontra-se nas proximidades da Barra do Chuí (razão pelo nome). Partindo de critérios como tamanho do grão, distribuição estratigráfica, polimento, classificação e arredondamento, Delaney estima que a deposição ocorreu em ambientes de praia ou barra.

Formação Quinta: Formação proposta por Godolphim em 1976. De topografia plana e com pequenas elevações, é composta por um pacote de areias quartzosas finas a muito finas na forma de cunhas, cujas maiores espessuras ocorrem junto à linha de costa. Sobrepõem-se a Formação Chuí e, por vezes à Formação Itapoã (GODOLPHIM, 1976 *apud* WAGNER, 2009). Fazem parte da Formação Quinta outras litologias, como o Diatomito Canoa, Linhito do Pontal das Desertas, com 2.925 ± 125 A.P., e o Linhito Conceição, com 1.975 ± 150 A.P (WAGNER, 2009).

2.1.2 Segunda Fase: a proposta atual

Com o avanço das pesquisas, o conhecimento sobre a PCRS sofreu inúmeras definições e redefinições que dificultavam a compreensão dos processos evolutivos desta planície (TOMAZZELLI; VILLWOCK, 2000). Com isso, uma nova perspectiva para a interpretação da dinâmica formadora da planície foi proposta (VILLWOCK *et al.* 1987), a qual perdura até os dias de hoje. Nesta nova perspectiva (FIGURA 1) a evolução geológica da PCRS foi condicionada por processos atuantes no interior de dois sistemas deposicionais siliciclásticos: Sistema de Leques Aluviais e Sistema Laguna-Barreira.

O Sistema de Leques Aluviais *“engloba o conjunto de fácies sedimentares resultantes de processos de transportes associados aos ambientes de encosta das terras altas adjacentes à planície costeira”* (TOMAZZELLI; VILLWOCK, 2000. p. 382). O Sistema Laguna-Barreira é composto por aglutinações de areia paralelas a linha de costa, que se elevam acima do nível da maré mais alta. Entre as barreiras ocorrem áreas mais baixa onde há o acúmulo de água e formam sistemas lagunares (onde pode haver lagos, pântanos, canais interlagunares ou deltas intralagunares) (TOMAZZELLI, 1990; TOMAZZELLI; VILLWOCK, 1991). As barreiras representam, basicamente, praias arenosas e campos de dunas eólicas suprajacentes.

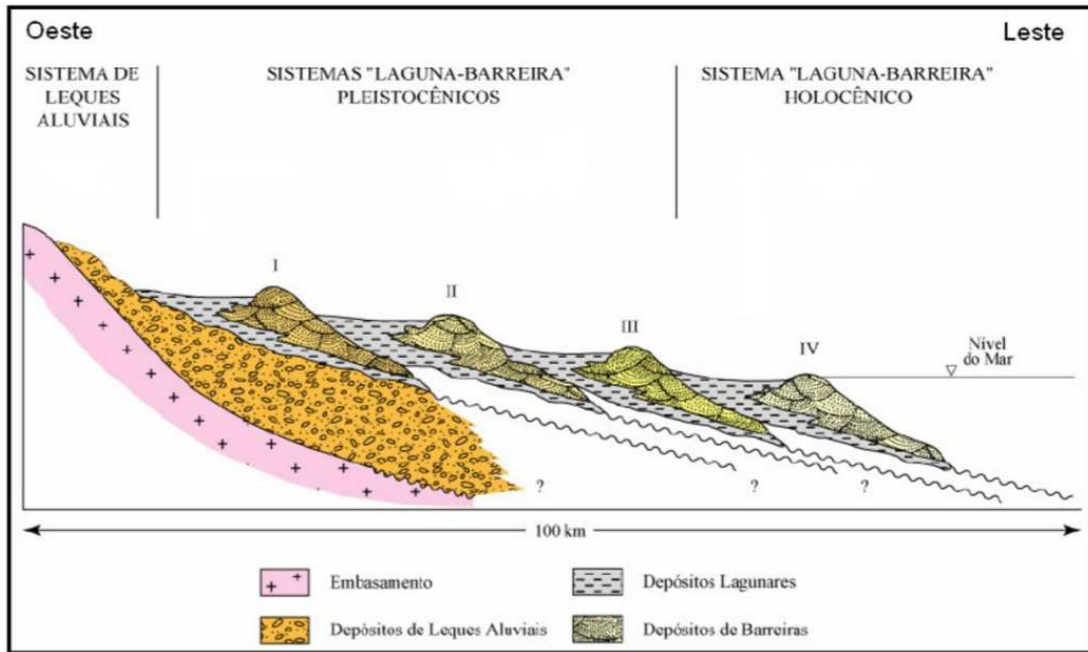


FIGURA 1 - Esquema representando a seqüência de formação dos sistemas laguna-barreira do Pleistoceno e Holoceno. *Fonte:* WAGNER, 2009. p. 114 (modificado de Tomazelli; Villwock, 2005)

Assim, a PCRS se formou de dois processos: O primeiro processo através da deposição, a partir do final do Terciário, de sedimentos clásticos terrígenos em leques aluviais associados aos ambientes de encosta das terras altas. Onde:

“ [...] incluem, na sua parte mais proximal, depósitos resultantes de processos predominantemente gravitacionais como a queda de blocos, o rastejamento e o fluxo de detritos (tálus e coluviões) e que gradam, na sua porção distal, para depósitos transportados e depositados em meio aquoso (aluviões).” (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995. p. 20)

Dentro do sistema, as características composicionais podem variar de acordo com a natureza da área fonte dos sedimentos. Dessa forma, é possível subdividir o sistema de leques aluviais em três subsistemas: alimentados pelo escudo Pré-cambriano, pelo Planalto e pela Barreira I.

O segundo processo se deu com o retrabalhamento das partes mais distais do sistema de leques aluviais por, no mínimo, quatro eventos de transgressão-regressão formando um sistema deposicional tipo Laguna-Barreira. Segundo Villwock e Tomazzelli (1995), esses eventos de transgressão e regressão marinhos

provavelmente foram controlados pela glácio-eustasia e, com isso, é possível aplicar as curvas isotópicas de oxigênio (FIGURA 2) para determinar o período de formação desse sistema.

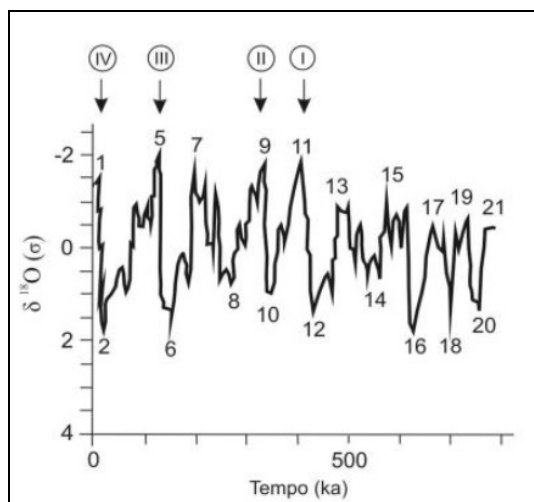


FIGURA 2 - Gráfico das curvas isotópicas de oxigênio associadas aos eventos transgressivos-regressivos da linha de costa. No detalhe, os quatro eventos relacionados a formação dos sistemas laguna-barreira.

Fonte: Adaptado de Santos, 2014.

Tomazelli e Villwock (1995, 2000) caracterizam-no da seguinte forma:

Sistema Laguna-Barreira I

É o mais antigo sistema deposicional desse tipo. Desenvolveu-se a partir de um primeiro evento transgressivo-regressivo pleistocênico, provavelmente correspondente ao estágio isotópico 11 (ver FIGURA 2), conferindo uma idade absoluta para o início da formação do sistema aproximada aos 400 mil atrás (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1995). Apesar de uma provável ampla distribuição original, hoje em dia corresponde apenas à porção noroeste da PCRS, possuindo uma extensão de cerca de 250 km e uma largura entre 5 e 10 km.

Seu desenvolvimento se deu principalmente a partir de sedimentos eólicos depositados sobre os altos do embasamento, representados a nordeste por rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná e, na parte central e sudoeste, pelas

rochas cristalinas do Escudo Pré-Cambriano. Suas fácies sedimentares correspondem a areias quartzo-feldspáticas avermelhadas, com granulação fina a média, bem arredondadas, e apresentam elevado conteúdo em matriz síltico-argilosa de origem diagenética. Esse material certamente foi proveniente das dunas depositadas sobre o embasamento e é característica marcante nos sedimentos da Barreira I.

O Sistema Laguna I ocupou áreas mais baixas entre a Barreira I e os terrenos mais antigos. Essa região sofreu forte influência dos eventos de transgressão-regressão que ocorreram durante o Quaternário, sendo diversas vezes retrabalhados pelos rios que drenavam as áreas mais altas.

Sistema Laguna-Barreira II

Resultado de um segundo evento transgressivo-regressivo pleistocênico, correlacionado ao estágio isotópico 9 (ver FIGURA 2) e a uma idade absoluta aproximada de 325 mil anos atrás (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1995). O sistema é responsável pelo isolamento inicial de um grande corpo d'água, hoje conhecido como Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim, correspondente ao primeiro estágio na evolução da "Barreira Múltipla Complexa" (VILLWOCK, 1977, 1984 *apud* TOMAZELLI; VILLWOCK, 2000). A Barreira II ainda possui preservadas suas fácies praias e eólicas, representadas ao norte como um grande pontal arenoso a leste da Lagoa dos Barros e, na parte sul, um sistema de ilhas-barreiras que isolaram a Lagoa Mirim em um primeiro momento. Seus sedimentos correspondem a areias quartzo-feldspáticas castanho-amareladas, de formas bem arredondadas e envoltas por matriz argilosa de natureza diagenética.

Os sedimentos acumulados no Sistema Laguna II mostram a dinâmica sedimentar presente nos ambientes deposicionais da região mesmo depois do período ativo do Sistema Laguna-Barreira II, durante eventos de transgressão-regressão posteriores. Durante a rápida transgressão, os sedimentos depositados pelos Leques Aluviais foram retrabalhados e formaram um terraço de abrasão, que se estende por grande parte da Planície Costeira.

Sistema Laguna-Barreira III

Associada a um terceiro evento transgressivo-regressivo do Pleistoceno, ainda muito bem preservada nos dias atuais. É correlacionado ao subestágio isotópico 5 (ver FIGURA 2) (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1995), associando ao sistema uma idade aproximada de 120 mil anos.

A Barreira III é a responsável pela implantação final do Sistema Lagunar Patos-Mirim. Tem seus depósitos distribuídos de forma contínua por toda a Planície Costeira. Na parte setentrional, os depósitos de sedimentos encontram-se apoiados na base da escarpa da Serra Geral, indicando que no máximo da transgressão marinha da Barreira III a costa alcançava diretamente esse local. Já na porção média da planície, os sedimentos relativos aos eventos de transgressão-regressão atuaram como barreira que isolou um sistema lagunar muito importante e que hoje é ocupado em sua maior parte pela Lagoa dos Patos.

A Barreira III é constituída por fácies arenosas, de origem praial e marinha rasa, recobertas por depósitos eólicos. Os sedimentos praias são areias quartzosas claras, de granulações finas e bem selecionadas, e os sedimentos de cobertura apresentam uma coloração avermelhada e aspecto maciço.

O Sistema Lagunar III é ocupado, em sua maior parte, por grandes corpos lagunares, precursores do atual Sistema Patos-Mirim. Como ocorrido no sistema Laguna II, a rápida transgressão marinha formou um terraço de abrasão nos depósitos de Leques Aluviais.

Sistema Laguna-Barreira IV

É o mais recente dos sistemas. Desenvolveu-se a partir da última grande transgressão pós-glacial ocorrida no Holoceno, por volta de 5 mil anos atrás. Está correlacionado com o nível isotópico de oxigênio 1 (ver FIGURA 2) (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1995).

Os sedimentos encontrados na Barreira IV são areias quartzosas com granulação muito fina a fina, e em alguns lugares há presença de elevadas concentrações de minerais pesados (VILLWOCK *et al.*, 1979; MUNARO, 1994, *apud* TOMAZZELLI; VILLWOCK, 2000). As dunas eólicas estão situadas em um campo

de largura bem variável (de 2 a 8km) que se estende por quase toda a linha da costa. Essas migram no sentido sudoeste e registram o vento dominante da região que vem de nordeste.

Entre os sedimentos das barreiras III e IV formaram-se inúmeras lagoas de tamanho médio, muitas delas interligadas, que formam o Sistema Lagunar IV, onde podemos destacar as Lagoas Mangueira, a do Peixe e a Lagoa dos Patos, sendo essa a mais importante lagoa da Planície Costeira do RS. Os sedimentos depositados no fundo dessa lagoa seguem uma distribuição muito característica de outros corpos lagunares: fácies arenosas ocupando a parte mais rasa; as fácies sílticas nas partes centrais e profundas; fácies argilosas ocorrem em pequenas zonas nas partes mais profundas e no delta do Camaquã; e as fácies mistas, areno-silto-argilosas, de ocorrência mais restrita, nas profundezas das baías na porção mais meridional da lagoa. De forma geral, os sedimentos acumulados na laguna têm sua fonte nas rochas metamórficas, ígneas e sedimentares provenientes do embasamento cristalino Pré-Cambriano e das rochas vulcano-sedimentares Fanerozóicas da Bacia do Paraná.

O Sistema Laguna-Barreira IV foi amplamente estudado e apresenta um

“conjunto complexo de ambientes e subambientes deposicionais que incluem: corpos aquosos costeiros (lagos e lagoas), sistemas aluviais (rios meandранtes e canais interlagunares), sistemas deltaicos (deltas flúvio-lagunares e deltas de ‘maré lagunar’) e sistemas paludais (pântanos, alagadiços e turfeiras).” (TOMAZZELLI; VILLWOCK, 2000. p. 393).

Esse grande número de ambientes coexistiram um ao lado do outro, ou gradaram temporal e/ou espacialmente uns sobre os outros. Segundo os autores, a passagem temporal gradativa “*laguna-lago-pântano*”, marca a tendência evolutiva desses variados componentes do sistema, sendo essas transformações controladas por quatro mecanismos principais: variações do nível de base regional, incluindo o lençol freático, que acompanharam as mudanças do nível relativo do mar (NRM); avanço progressivo da vegetação marginal dos corpos aquosos; aporte dos sedimentos clásticos transportados pelos cursos fluviais; e a migração das dunas eólicas livres, avançando pelo leste desses ambientes. Dessa forma, não apenas o tempo em que ocorrem as transformações desses ambientes, mas também a

natureza textural e composicional das fácies acumuladas são controladas por esses mecanismos.

2.2 ARQUEOLOGIA

No Rio Grande do Sul, uma das primeiras áreas que recebeu maior atenção arqueológica foi o litoral. Diversos estudos ao longo da PCRS foram desenvolvidos a partir das décadas de 1950 e 1960. Nessa época, desenvolvia-se no Brasil o Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas (PRONAPA)². Esse programa foi responsável pelo levantamento e registro de uma grande quantidade de sítios arqueológicos, não apenas no litoral, mas em todo o território brasileiro.

De norte a sul da PCRS temos, além dos trabalhos realizados pelo PRONAPA, diversas pesquisas arqueológicas realizadas em sítios próximos as lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira. Podemos destacar as de Schmitz (1976), Brochado (1969) e Rüttschilling (1989). Mais recentemente temos pesquisas entre os municípios de Rio Grande e Mostardas (MENTZ RIBEIRO; CALIPPO, 2000; MENTZ RIBEIRO *et al.*, 2002; CARLE, 2002; MILHEIRA, 2008), entre outros. Na região de Balneário Quintão, mais na área central da planície, no município de Palmares do Sul, o Instituto Anchietano de Pesquisas (IAP) executou um amplo projeto de pesquisa entre 1996 e 2003, cujo objetivo era estudar a diversidade de formas de implantação e exploração do ambiente litorâneo por diferentes populações pré-históricas (ROGGE, 1999; ROGGE, 2004; ROGGE, 2005; BRENTANO *et al.*, 2006; SCHMITZ *et al.*, 2006).

Na parte mais ao norte da PCRS, as primeiras pesquisas sistemáticas iniciaram na década de 1950 (FREDIANI, 1952; SCHMITZ, 1958). Durante os anos de 1970 e 1980 houve uma diminuição no ritmo das pesquisas, destacando-se

² O Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas (1965-1970) foi idealizado por Betty Meggers e Clifford Evans, e buscou a identificação do quadro arqueológico no Brasil. Nele, eram localizados os sítios arqueológicos, feito coletas dos materiais (na superfície ou, quando possível, realizado escavações) na tentativa de elaborar uma sequência relativa para o desenvolvimento cultural e conhecimento definitivo das direções de influência, migração e difusão da cultura. (EVANS, 1967: 8). Alguns participantes do Programa foram: Eurico Th. Miller, no Rio Grande do Sul; Walter F. Piazza, em Santa Catarina; José Wilson Rauth e Igor Chmyz, no Paraná; Fernando Altenfelder, em São Paulo; Ondemar F. Dias, no Rio de Janeiro; Valentin Calderón, na Bahia; Nássaro A. de Souza Nasser, no Rio Grande do Norte; Mário Simões no Mato Grosso. Alguns outros pesquisadores foram agregados ao Programa posteriormente: José J. P. Brochado, no Rio Grande do Sul; Celso Perota, no Espírito Santo e Sílvia Maranca, em São Paulo.

alguns trabalhos com escavações (KERN, 1970, 1984; MENTZ RIBEIRO, 1982; KERN *et al.*, 1985) e análises de vestígios faunísticos (JACOBUS; GIL, 1987; GAZZANEO *et al.*, 1989) realizados em sambaquis, assim como levantamentos posteriores ao longo das lagoas (BECKER, 2007, 2008)

Foram realizados, também, trabalhos no âmbito empresarial, ligados às obras da RS-486 (Rota do Sol) que atingiram o município de Terra de Areia, localizado na margem ocidental da Lagoa da Itapeva (HILBERT *et al.*, 2000) e, referentes às obras de duplicação da BR-101, atingindo uma extensa área entre os municípios de Osório e Torres (MONTICELLI, 2003). Em 2004 Wagner realizou um estudo sobre os sistemas de assentamento de povos pré-históricos no litoral norte do Estado, representantes de grupos culturais portadores de cerâmica, baseando-se em dados produzidos em pesquisas das décadas de 1960 e 1970. O mesmo autor realizou posteriormente um estudo sobre a relação dos sambaquis e a formação da paisagem litorânea (WAGNER, 2009).

Os diferentes trabalhos realizados ao longo da PCRS durante os últimos 50 anos buscaram compreender o uso do espaço e a forma como os vários grupos culturais ocuparam a região. Foram citados apenas alguns deles, para uma breve contextualização do cenário arqueológico que abrange a região. Nos próximos tópicos abordaremos de forma mais específica os grupos que ocuparam a porção norte da planície, por se tratar da região de estudo do projeto, e os sítios arqueológicos conhecidos como sambaquis.

2.2.1 Arqueologia do Litoral: os sambaquis

Ao longo do tempo, diferentes populações ocuparam pontos do litoral do Rio Grande do Sul, de diferentes etnias e culturas. Em termos arqueológicos, três dessas populações identificadas na região norte da PCRS são: a cultura sambaquiana, a Tradição Taquara³ e a Tradição Tupiguarani⁴ - as duas últimas,

³O termo tradição Taquara identifica um grupo cultural, caracterizado a partir do uso de cerâmica pequena, composta de potes e tigelas, com decoração impressa variada, onde são facilmente distinguíveis negativos de cestaria, depressões regulares produzidas por pontas de vários formatos, ou das unhas, incisões lineares etc. Esse grupo possui também como característica marcante seus trabalhos de engenharia de terra. Nela se encontram casas subterrâneas, galerias nas encostas dos morros, taipas fechando espaços à semelhança de fortificações, terraços de terra e pedra, além de montículos mortuários e/ou cerimoniais (SCHMITZ; BASILE BECKER, 2006).

respectivamente, são consideradas antecessoras dos Kaingang e Guarani atuais que ainda viviam no litoral até o século XVII.

Os Sambaquis (ou concheiros) são acúmulos de conchas e ossos de animais encontrados nas regiões mais litorâneas, de norte a sul do Brasil. Geralmente restam apenas pequenas partes deles devido às ações antrópicas, seja pela destruição para a produção de cal (usado na construção civil), seja pela ocupação das áreas onde eles se encontram e/ou pelo desconhecimento do valor histórico, configurando no descaso da população.

Costumam estar localizados sobre uma pequena elevação - que pode ser um cordão litorâneo ou um afloramento rochoso - e próximos a um corpo d'água no período de ocupação. Para Prous (1992), o local ideal para implantação de um Sambaqui seria próximo ao mangue, em um lugar mais elevado e seco. Na região sul, os maiores exemplares desse tipo de sítio estão localizados em Santa Catarina (GASPAR, 2000).

Essas estruturas são associadas à ocupação pré-histórica humana do litoral por grupos especializados na exploração desse tipo de nicho. Os Sambaquis podem formar acumulações de até 30 metros de altura, onde podemos encontrar vestígios alimentares dessas populações como carapaças de moluscos, crustáceos, ossos de peixes (do mar e/ou água doce), ossos de mamíferos, de aves marinhas, sementes de frutos, etc. Estudos zooarqueológicos mostram que a pesca era a principal atividade desses grupos como fonte de proteínas, e a coleta de moluscos servia como complemento para a dieta (OLIVEIRA, 2000).

Além dos vestígios alimentares são encontrados nos Sambaquis artefatos com indícios de uso e/ou manufatura antrópica, produzidos a partir de ossos, conchas e pedras (SCHMITZ, 2006). Entre esses artefatos que permanecem no registro arqueológico, podemos identificar blocos rochosos junto à praia com sulcos ou depressões circulares e/ou elípticas associadas à preparação de instrumentos de uso, quebra-coquinhos (FIGURA 3 - I); ossos usados para a fabricação de pontas-

⁴A tradição arqueológica Tupiguarani foi estabelecida com o propósito de reunir fases cerâmicas dos grupos com atividades horticultoras e que tivessem algumas características gerais como: sítios superficiais resultantes das aldeias de curta duração ocupacional, situadas em áreas de vegetação florestal; possuir sepultamentos secundários utilizando urnas e praticados no sítio ou em suas proximidades; artefatos típicos, compreendendo lascas, talhadores, abrasadores e grandes bifaces polidos; uso de tembetá e cachimbo. (SCATAMACCHIA, 1981).

de-flecha, anzóis, furadores, agulhas e objetos de adorno; dentes de animais usados para fazer adornos e instrumentos (FIGURA 3 - II); conchas utilizadas em colares ou transformadas em facas e raspadores. Devido às condições do clima e ao material utilizado, muitos artefatos ainda não recuperados certamente faziam parte do cotidiano desses grupos, como redes para a pesca, cestos, esteiras, cordas, trançados, armas e canoas, além das estruturas do acampamento como cabanas, giraus, cercas, estendedores e bancos (SCHMITZ, 2006).



FIGURA 3 - I) Artefato lítico encontrado em Sambaquis (quebra coquinho).

Fonte: Acervo IAP;

II) Artefatos produzidos com ossos (a, b, c, d, f, g, h, i, j e k) e dentes (e) de animais.

Fonte: <http://br.monografias.com/trabalhos917/arqueologia.html>;

III) Exemplo de zoólito encontrado em Sambaquis.

Fonte: <http://www.mae.usp.br/acervo/arqueologia-brasileira/#>.

Outros objetos, encontrados em menor proporção, que chamam a atenção pela qualidade de sua manufatura são os zoólitos. Eles são esculturas feitas em pedra e/ou osso de baleia, representando uma diversidade de formas de animais, com cavidades na parte ventral ou lateral que, à primeira vista, sugere função de almofariz. As peças mais antigas datadas são de 2.000 anos A.C. e o maior número delas foi encontrado em Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul. Os tamanhos podem variar bastante, sendo de 7 a 77 cm e com o peso variando de 40 a 5.000 gramas (PROUS, 1992). Os animais representados nos zoólitos são, geralmente, aves, peixes, cetáceos, quadrúpedes e raros antropomorfos (FIGURA 3 - III).

Segundo Schmitz (2006), apesar de numerosas pesquisas realizadas, ainda não é claro se os sambaquis surgiram da mera sobreposição de ocupações, a partir do lixo acumulado ao redor das choupanas (fabricadas com palha e madeira), ou se o acúmulo era com intenção de elevar a área ocupada ou mesmo para destacar uma área utilizada para fins religiosos (sepulturas). Quanto aos sepultamentos, são duas as maneiras que se apresentam na forma de enterrar os mortos:

“completamente dobrados, provavelmente envoltos em esteiras como os fardos mortuários peruanos; ou estendidos, de bruços ou de costas, provavelmente também envoltos. A cova podia ser um simples buraco no meio das conchas, ou dos ossos de peixes; ela podia ter um revestimento de conchas, de areia branca ou de argila. Frequentemente se fazia um revestimento de ossos de baleia e, ao menos num caso, o morto estava num sarcófago de argila endurecida, com desenhos vermelhos na tampa. Frequentemente o morto vinha coberto de ocre. Objetos de uso pessoal são muitas vezes encontrados sobre o esqueleto; podem ser colares de conchas ou dentes, pingentes em osso ou pedra, pontas de flecha em osso, seixos, lâminas de machado ou esculturas em pedra.” (SCHMITZ, 2006. p. 22)

Com relação ao tamanho dos grupos que ocupavam os sambaquis, acredita-se que a média seja entre 50 a 100 indivíduos – número relacionado a sítios de tamanho médio. Para sítios grandes, o número poderia chegar a 600 indivíduos. Apesar dos relativos números nos darem uma ideia de grande densidade populacional, é preciso considerar que se trata de uma longa sucessão de ocupações (aproximadamente 4.500 anos) e que os sítios individualmente não costumam apresentar um total de ocupação maior que 300 anos (GASPAR, 2000).

Dessa forma, possivelmente poucos deles eram ocupados de forma simultânea (SCHMITZ, 2006).

Esses grupos sambaquianos que ocupavam o litoral estavam isolados das demais populações do interior devido a Serra do Mar, e podiam se dedicar à caça, à pesca e à coleta por toda a região. Foi aproximadamente a partir de 800 D.C., que os moradores do Planalto (tradição Taquara) invadiram o litoral e, na sequência, os grupos Guarani (tradição Guarani) colonizaram o litoral – esses últimos mais voltados para as terras cultiváveis e não tanto para os recursos do mar. Assim, é comum encontrarmos sambaquis pré-cerâmicos, sobrepostos por camadas de ocupação associadas a esses dois grupos ceramistas posteriores.

Um fato curioso é que não se conhece ao certo o que ocorreu com os grupos sambaquianos após o contato com essas outras culturas. Os registros indicam que relações de troca foram estabelecidas entre eles e os novos grupos do interior do continente – o que explica a presença de cerâmica em níveis mais recentes de alguns sambaquis. Levando em consideração os relatos europeus sobre os povos encontrados no litoral no momento do “descobrimento” e pós, é possível pensar que os sambaquianos tenham sido incorporados e/ou eliminados pelos outros grupos indígenas (GASPAR, 2000).

2.2.2 Arqueologia no Litoral Norte do RS: o projeto Arroio do Sal

Entre os anos de 2006 e 2011, foi desenvolvido pelo Instituto Anchieta de Pesquisas (IAP) o projeto intitulado “Arroio do Sal: a ocupação indígena pré-histórica no litoral norte do RS”. O objetivo desse projeto foi estudar a diversidade das formas de ocupação, assentamento e de exploração pelas diferentes sociedades indígenas pretéritas na região norte da PCRS, dentro dos atuais limites geopolíticos do município de Arroio do Sal. A região estudada no projeto, com cerca de 115 km² de área, compreende uma faixa ao longo do litoral com aproximadamente 23 km de extensão por 5 km de largura (FIGURA 4). Ela limita-se com as localidades de Torres, ao norte; Capão da Canoa, a sul; Três Cachoeiras e a Lagoa da Itapeva, a oeste; e com o Oceano Atlântico na direção leste.

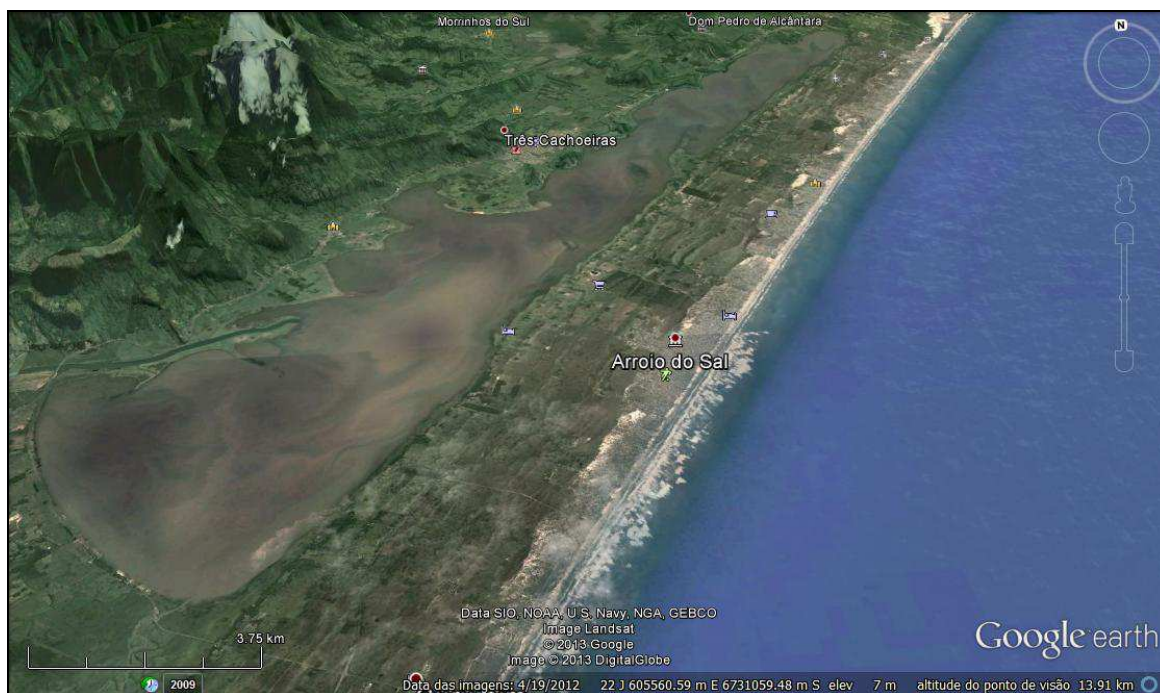


FIGURA 4 – Área estudada pelo projeto do IAP (município de Arroyo do Sal).
Fonte: Google earth.

Segundo Rogge e Schmitz (2010), no decorrer do projeto foram localizados 61 sítios arqueológicos (FIGURA 5), relacionados a diferentes contextos culturais e variadas formas de implantação no ambiente. Do total de sítios identificados, temos:

- 21 sambaquis pré-cerâmicos;
- 16 sambaquis com componente inferior pré-cerâmico e um componente superficial com cerâmica da tradição Taquara e/ou Tupiguarani;
- 16 sítios lito-cerâmicos Taquara;
- 6 sítios lito-cerâmicos Tupiguarani;
- 2 sítios “históricos” com presença de vidros e louça.

Em três sítios foram realizadas datações com material recolhido da base dos concheiros, através do método Carbono 14, que resultaram nas seguintes datas: 3.050 ± 40 A.P. (Beta-247954), 3.310 ± 40 A.P. (Beta-263433) e 3.660 ± 40 A.P. (Beta - 263432). Essas datas juntas com datações realizadas em outros trabalhos próximos a área em questão, como o de Wagner (2009), indicam uma ocupação inicial por volta dos 3.500 A.P para a área.

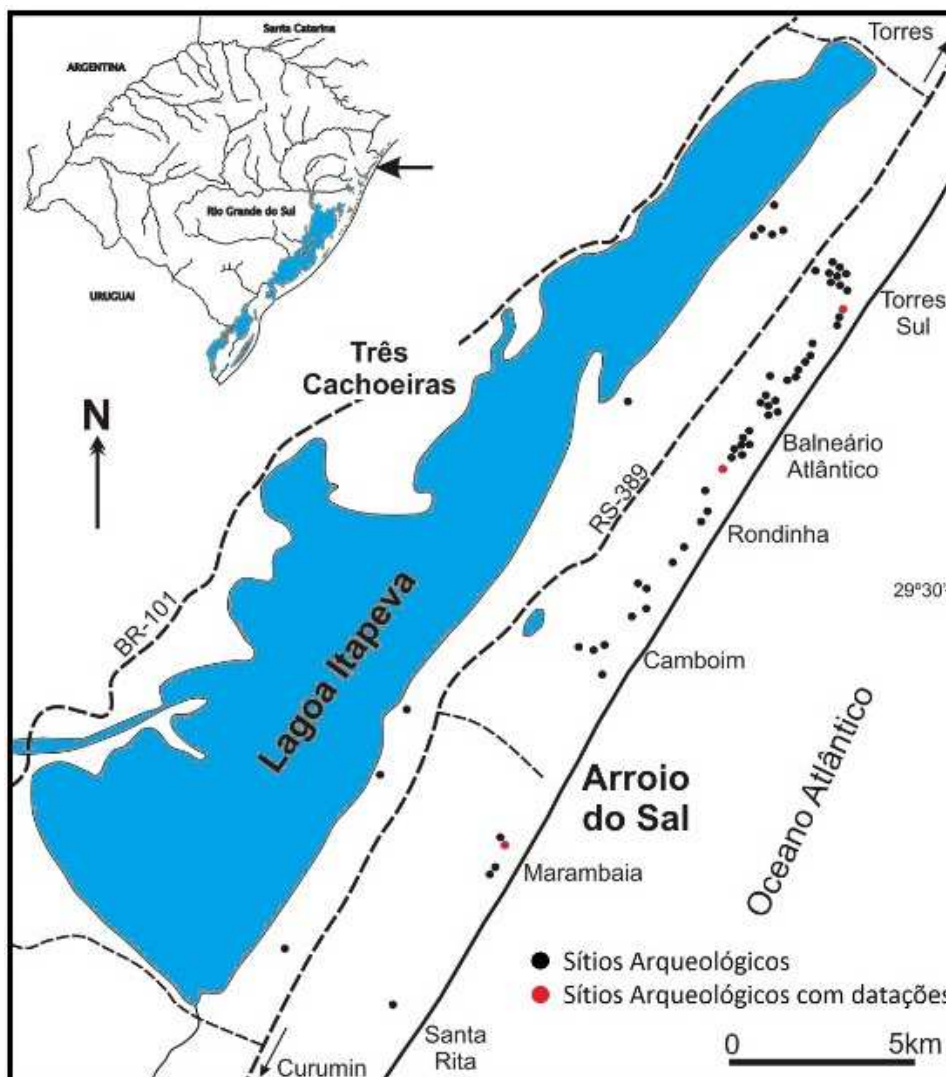


FIGURA 5 - Mapa com a localização dos sítios registrados durante o projeto. Em vermelho, localização dos sítios que tiveram material recolhido para datação.
Fonte: Adaptado de Rogge e Schmitz, 2010, p. 169.

A pesquisa realizada usou como premissa conceitual a noção de “sistema de assentamento” de Forsberg (1985)⁵. Onde o

“estudo de um sistema de assentamento deve levar em conta que os sítios arqueológicos relacionados a uma determinada sociedade, em um determinado tempo e lugar possuem distribuições, formas, funções e hierarquias diferenciadas que refletem a organização de um grupo humano

⁵ FORSBERG, Lars L. Site Variability and Settlement Patterns. Umea: University of Umea, Department of Archaeology, Archaeology and Environment, n. 5, 1985. (citado por ROGGE, J.; SCHMITZ, P. I. Projeto Arroio do Sal: a ocupação indígena pré-histórica no litoral norte do RS. In: SCHMITZ, P. I. (org.) Pesquisas, Antropologia. V. 68. p. 167 – 225, 2010).

ao longo de um ciclo anual. Tais diferenças na organização do espaço territorial estariam sujeitas, especialmente: a) à variação sazonal de recursos, o que implicaria em mudanças nas áreas de captação, de acordo com as variações anuais; b) ao uso dos assentamentos para diferentes propósitos, dentro do sistema econômico, social ou simbólico do grupo e c) à ocupação dos assentamentos por segmentos sociais distintos de um mesmo grupo, levando ao estabelecimento de diferenças no tamanho e na estrutura dos mesmos”; e com relação ao aspecto funcional ocorrem “duas grandes categorias: a) assentamentos residenciais, caracterizados por áreas relativamente amplas, geralmente de caráter multifuncional e refletindo um alto grau de permanência e b) assentamentos de exploração, caracterizados por espaços mais restritos, relacionados à realização de atividades específicas e de caráter temporário. A distinção entre esses dois tipos de assentamentos é feita a partir de critérios tais como seu tamanho, diversidade de artefatos e estruturas associadas, restos alimentares e estratigrafia”. (FORSBERG, 1985).

O projeto seguiu métodos e técnicas de campo e laboratório amplamente utilizadas na arqueologia. Em campo, as atividades desenvolveram-se em levantamento, prospecção e escavação em momentos distintos. Durante o levantamento foram localizados e registrados os sítios arqueológicos, sendo os mesmos descritos e georeferenciados. Na prospecção, foram realizadas coletas superficiais sistemáticas e, em alguns casos, feitas pequenas intervenções subsuperficiais através de quadrículas de 1x1 m. Em apenas um sítio foram realizadas escavações com cortes maiores (duas escavações de 2,0 x 1,0m).

Já em laboratório, o material foi analisado a partir de métodos e técnicas referentes às diferentes categorias de vestígios: líticos, cerâmicos e ósseos/malacológicos que envolvem o estudo tecno-tipológico e zooarqueológico.

Com o estudo realizado foi possível compreender como se dava e por quais motivos as diferentes populações indígenas ocuparam a região, assim como as relações mantidas entre elas e

“com os diferentes nichos ecológicos locais, envolvendo também a perspectiva de suas formas de organização territorial em um contexto mais amplo, no sentido da integração de tal ocupação litorânea dentro de um sistema de assentamentos, que no caso dos portadores das tradições Taquara e Tupiguarani, incluía o planalto e os vales fluviais do interior” (ROGGE; SCHMITZ, 2010. p. 168).

2.2.2.1– Sítio arqueológico RS-LN-312: Marambaia I

O sítio RS-LN-312 (também chamado de Marambaia I) é o mais expressivo sítio arqueológico identificado na área do projeto, por seu tamanho e importância. Ele encontra-se a aproximadamente 3 km ao sul do centro do município de Arroio do Sal, sobre um extenso cordão arenoso, por volta de 700 m de distância da linha atual da costa, na borda de um pequeno campo de dunas.

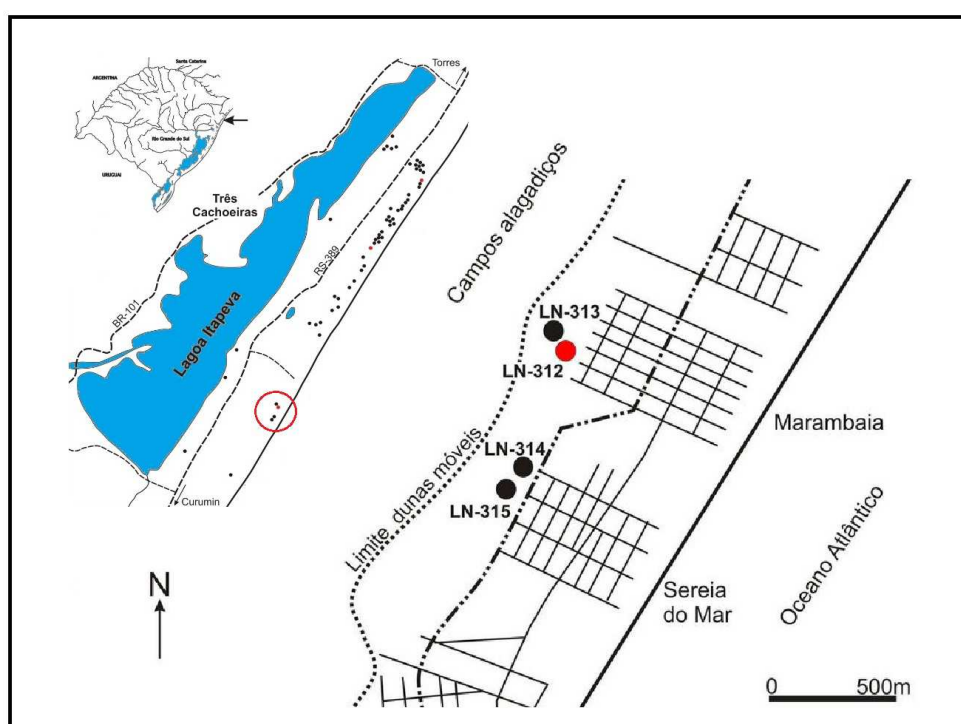


FIGURA 6 - Mapa com a localização do sítio Marambaia I.
 Fonte: Adaptado de Rogge e Schmitz, 2010, p. 167.

O sítio tem uma área de aproximadamente 2.000 m², com uma altura aproximada de 3 m a partir do terreno circundante, e é principalmente formado por conchas de *Mesodesma mactroides* e *Donax hanleyanus*. Como se localiza em uma área bastante urbanizada e de fácil acesso sofre diretamente com a ação antrópica, principalmente durante os meses de verão, que são mais quentes e o número de pessoas aumenta no litoral, impactando em muito o sítio.



FIGURA 7 – Vista nordeste do sítio Marambaia I. Na imagem é possível observar as marcas de pneus deixadas pela ação humana.

Fonte: Acervo IAP.

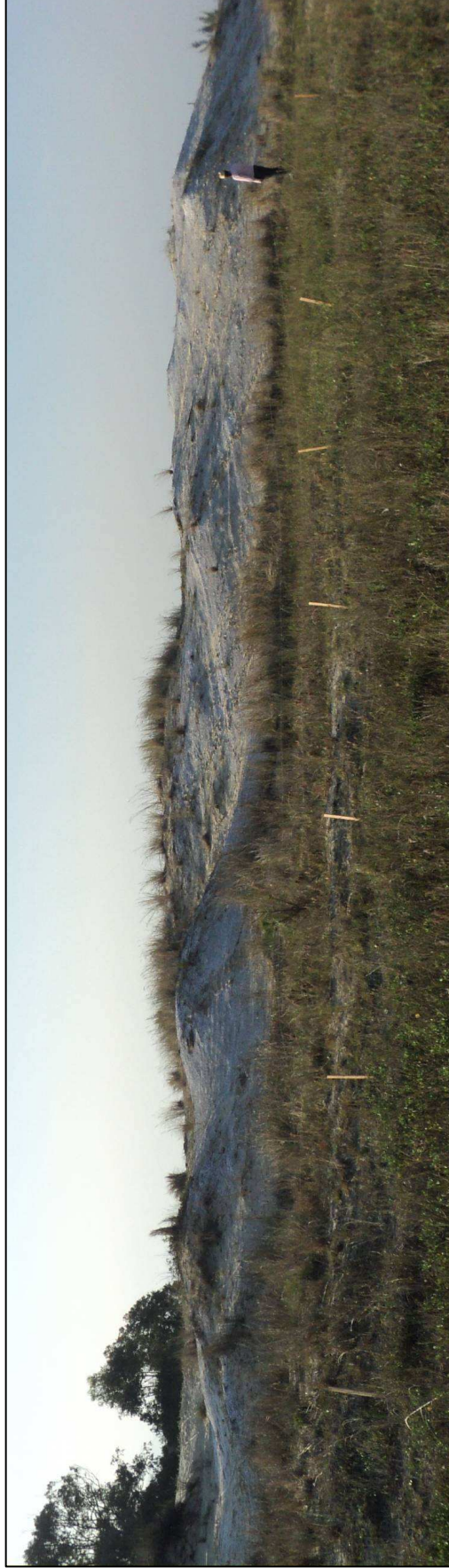


FIGURA 8 – Vista geral do sítio Marambaia I (foto tirada no sentido leste x oeste) Fonte: Acervo do Autor.

Durante o ano de 2008 foram realizadas algumas intervenções subsuperfície no sítio. Foram escavados um total de 4 m², em dois pontos distintos: a quadrícula 1 (Q1), com 2x1 m, feita no flanco superior SE, próximo ao ponto mais alto do sítio; e a quadrícula 2 (Q2), com a mesma proporção de tamanho, feita no flanco NO (aproximadamente a 10 m da quadrícula 1) (FIGURA 9).

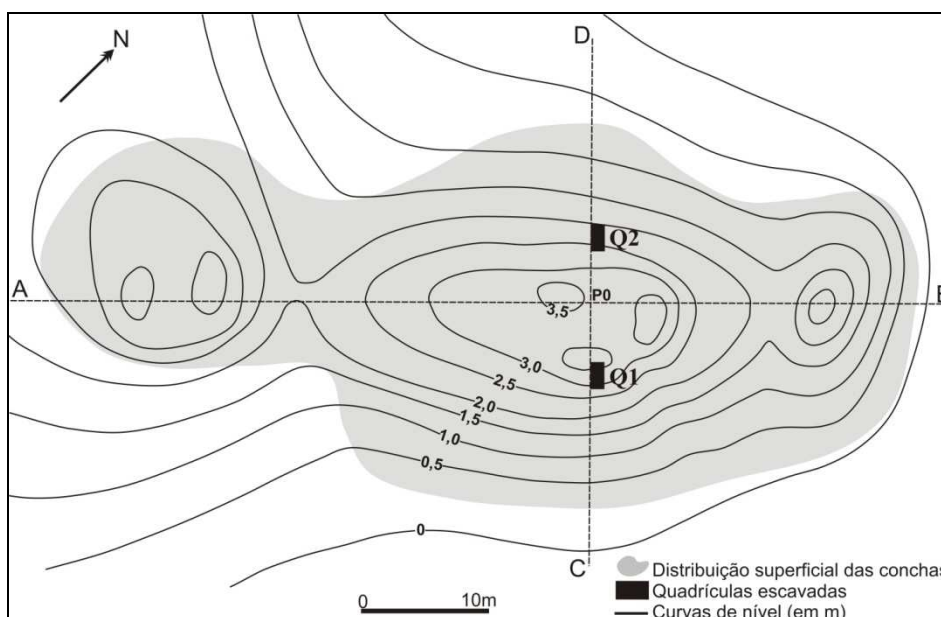


FIGURA 9 – Croqui do sítio Marambaia I e locais onde foram realizadas as intervenções. *Fonte:* Rogge e Schmitz, 2010, p. 200.

Na primeira quadrícula não houve ocorrência significativa de vestígios arqueológicos, nem camadas de ocupação bem definidas. A profundidade da escavação foi de 1,5 m, encerrando-se na areia clara estéril.

Na segunda quadrícula foi escavado até a profundidade de 2 m, onde foi possível visualizar uma estratigrafia bastante complexa com até 1,3 m de espessura (FIGURA 10). Nela foi possível observar uma sequência ocupacional sucessiva, marcada por vários episódios de ocupação, onde temos um período de grupos pré-cerâmicos longo, sobreposto por um momento marcado pela presença de cerâmica, mais recente e pouco espesso (FIGURA 11).



FIGURA 10 – Escavação na quadrícula 2 e estratigrafia visualizada.
Fonte: Rogge e Schmitz, 2010.

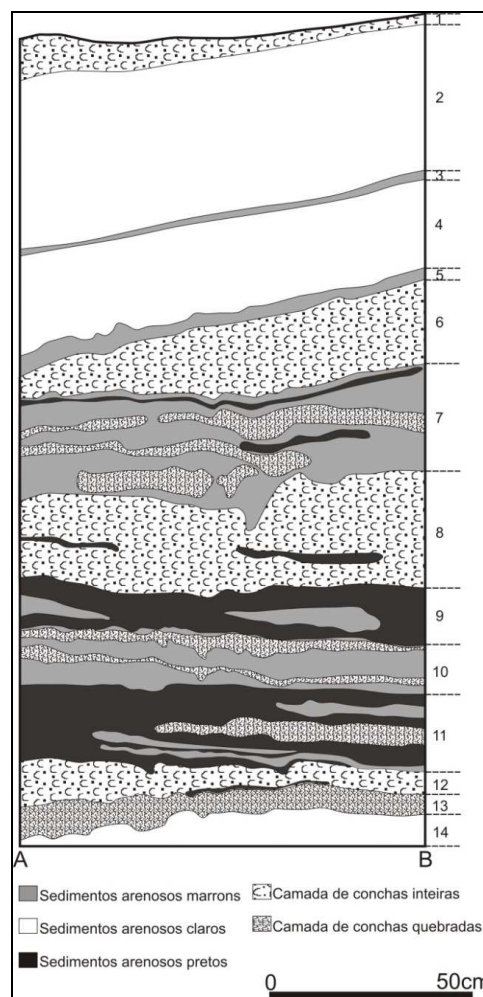


FIGURA 11 – Croqui da quadrícula 2, mostrando a complexidade estratigráfica.
Fonte: Rogge e Schmitz, 2010.

Vestígios faunísticos foram coletados e já estão sendo analisados, mas os resultados ainda não foram publicados. A partir de amostras recolhidas da camada inicial de ocupação foi possível realizar uma datação através de carbono 14, que resultou em 3.050 ± 40 A.P. (Beta-247954). Essa data coincide com outras realizadas em sítios da área de pesquisa e próximos a ela, e marcam o período de ocupação inicial aparente da região.

3 VARIAÇÕES DE NÍVEL DO MAR

Durante a formação da PCRS nos últimos 400 mil anos, houve quatro grandes eventos transgressivo-regressivos que caracterizaram a morfologia atual da planície, alterando o nível do mar na região e implantando o Sistema Laguna-Barreira. Variações globais no nível do mar interferem no posicionamento da linha de costa e podem ocorrer

“em função de fatores tectônicos, oceanográficos (correntes, marés) meteorológicas (ventos, pressão atmosférica), terrestres (descarga fluvial) e geofísicos (anomalias do geóide causadas pela distribuição de densidade das rochas no interior da terra)” (NETO; PONZI; SICHEL, 2004.p. 179)

Da mesma forma, as mudanças de linha de costa (sendo elas subida e/ou descida) sofrem com fatores locais e regionais, podendo aumentar ou diminuir os efeitos globais da variação do nível do mar. Assim, a junção entre os fenômenos globais e locais ditam o comportamento do Nível Relativo do Mar (NRM) em cada região.

3.1 NÍVEL RELATIVO DO MAR (NRM)

As pesquisas relacionadas à variação do NRM no Brasil, segundo Suguio (2010), eram bastante escassas até a metade do século XX, e estudos mais sistemáticos apenas tiveram início nas décadas de 1960 e 1970 através de trabalhos conduzidos por Laborel e colaboradores (ANGULO; LESSA; SOUZA, 2005). Para a costa central do litoral brasileiro, diversos trabalhos realizados a partir de 1974 aperfeiçoaram o conhecimento sobre as mudanças do NRM, principalmente no que se refere aos últimos 7 mil anos (SUGUIO, 2010).



FIGURA 12 – Locais com maior concentração de estudos sobre as mudanças do nível relativo do mar na costa brasileira. *Fonte:* Suguio, 2010. p. 202.

Para Angulo *et al* (2005), é necessário um olhar crítico sobre essas informações existentes quanto ao NRM da costa brasileira, pois muitos dos dados obtidos durante as últimas décadas são questionáveis devido à *“má qualidade de muitos paleo-indicadores do nível do mar combinados com abordagens divergentes às suas interpretações”*⁶ (ANGULO; LESSA; SOUZA, 2005, p. 486). Alguns desses indicadores mais utilizados podem ser agrupados da seguinte forma (OLIVEIRA, 2000; SUGUIO, 2010; ANGULO *et al.*, 2005):

⁶ No original “poor quality of many paleo-sea-level indicators combined with divergent approaches to their interpretations”.

Indicadores geológicos:

- terraços de construção marinha: são depósitos sedimentares marinhos acima do atual nível do mar. Não são considerados bons indicadores devido às limitações impostas pela energia ambiental, granulometria das fácies praias e aporte eólico.
- terraços de abrasão marinha: superfícies erosionais sustentadas pelas rochas do embasamento cristalino ou sedimentar. São resultado da ação das ondas, formando entalhes marinhos que podem progredir para cavernas marinhas.
- arenitos de praia: são sedimentos de antigas praias. A partir deles é possível indicar os subambientes praias onde foram sedimentados, através do estudo granulométrico e estratigráfico dessas rochas.

Indicadores biológicos:

- tocas de ouriços: cavidades arredondadas encontradas nas costas rochosas. São escavadas por equinodermos litófagos.
- vermetídeos: são responsáveis pela construção de recifes e permitem determinar, com erro aproximado de meio metro, os paleoníveis marinhos.
- bancos de moluscos: bastante usados nas geociências como indicadores de NRM, porém não são muito confiáveis devido ao efeito de transporte que sofrem *post-mortem*.
- tubos biogênicos de crustáceos: orifícios tubulares com dimensões e ramificações distintas, atribuídos ao crustáceo *Callichirus major* (corrupto). Para esses, a parte superior das galerias seriam correspondentes à posição do nível do mar na época de construção dos tubos.

Indicadores pré-históricos:

Para os países europeus, diferentes tipos de sítios arqueológicos podem ser utilizados para reconstrução de NRM ou das paleolinhas de costa. Com relação à costa do litoral brasileiro, esse número é bem menor, limitando-se a utilização dos sambaquis para esse tipo de inferência.

“Em geral, os sambaquis fornecem somente informações sobre a posição limite da paleolinha da costa, podendo caracterizar períodos de nível do mar mais alto que o atual. Por exemplo, os sambaquis situados muito afastados do mar (20 km a 30 km ou mais), no interior do continente e nas margens de paleolagunas sugerem períodos de nível do mar mais alto.” (SUGUIO, 2010. P. 210)

Esses autores apontam algumas características que tornam não confiáveis alguns desses indicadores utilizados nas pesquisas, sugerindo que as inferências mais confiáveis para as mudanças do NRM são possíveis através dos vermetídeos (moluscos bioconstrutores).

Para o Rio Grande do Sul, diversos estudos proporcionaram um reconhecimento dos indicadores de antigos níveis do mar, tornando a PCRS uma das mais bem detalhadas áreas com relação ao último grande evento transgressivo iniciado por volta de 17,5 mil anos atrás. Corrêa (1996)⁷ propôs um máximo para a regressão holocênica, onde a linha de costa estaria cerca de 130 metros abaixo do nível atual (FIGURA 13).

⁷ CORRÊA, I. C. S. Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP: l'exemple de la plateforme continentale du Rio Grande do Sul – Brésil. Marine Geology, 130, 1996. (citado por SUGUIO, K. Geologia do Quaternário e mudanças ambientais, passado + presente = futuro?. São Paulo: Paulo's Ed, 1999).

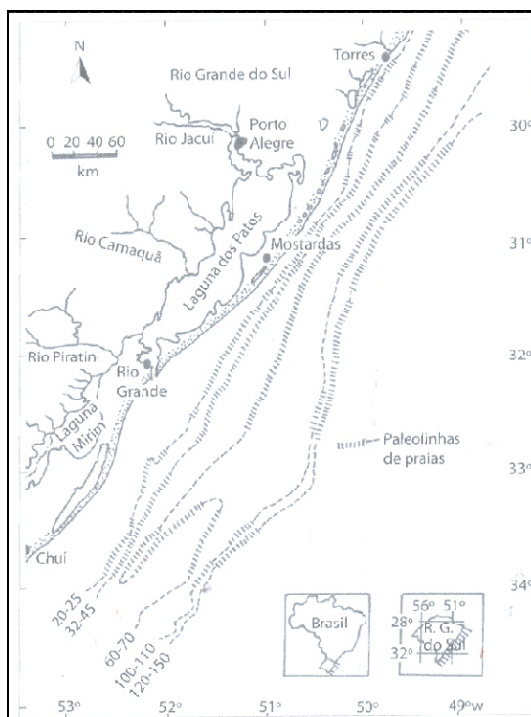


FIGURA 13 – Mapa com possíveis localizações das antigas linhas de costa.
Fonte: Suguio, 2010, p. 205.

Ao longo dos 11 mil anos posteriores, a linha de costa teria subido cerca de 100 metros do seu ponto inicial, caracterizada por três fases (SUGUIO, 2010):

- De 17,5 a 16 mil anos: o NRM estaria cerca de 130 metros abaixo do nível atual, deixando exposta praticamente toda a plataforma continental sob intensa erosão. Nesse intervalo, o nível do mar subia a taxas altas de 2 cm ao ano e estabilizou-se há cerca de 16 mil anos.
- De 16 a 11 mil anos: com taxas de elevação de cerca de 0,6 cm ao ano, essa fase é representada litologicamente por areias lamosas de ambiente pré-litorâneo, situadas entre a plataforma média e externa. O nível do mar entre 60 e 70 metros corresponderia ao início do Holoceno, onde o clima já havia se tornado mais ameno e houve aceleração na subida do NRM.
- De 11 a 6.5 mil anos: nesse momento, as taxas de elevação do nível do mar eram de 1,6 cm por ano, e ocorreram duas estabilizações entre 30 e 45 metros e entre 20 e 25 metros.

Esses três momentos podem ser observados na figura 14, assim como as variações de alta frequência do NRM para os últimos 6,5 mil anos na PCRS:

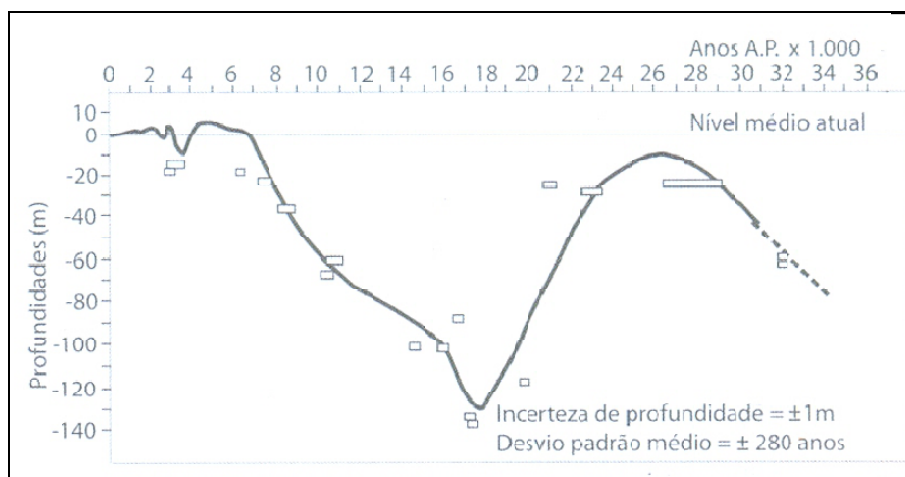


FIGURA 14 – Curva com as variações do nível do mar nos últimos 30 mil anos.
Fonte: Suguio, 2010, p 206.

3.2 SAMBAQUIS COMO INDICADORES DO NRM

Muitos estudos buscam relacionar as mudanças ocorridas no nível do mar, durante o Holoceno, com os vestígios pré-históricos da ocupação humana no litoral. Estudos como os de Bigarella (1976), mostraram haver uma concordância entre a distribuição e idades dos Sambaquis com as oscilações pretéritas da linha da costa.

Partindo da premissa de que os antigos povos que habitavam o litoral buscavam assentar-se em locais favoráveis ambientalmente e que proporcionasse o abastecimento do grupo com o menor custo energético possível (DE MASI, 2001; GASPAR, 2003; SCHMITZ, 2006), a equiparação com a linha de costa no momento da formação do Sambaqui parece ser uma inferência bastante plausível. Fairbridge (1976)⁸ sugere ser uma característica dos locais onde deveriam ser realizadas as construções dos concheiros uma boa drenagem, indicando ser até um metro acima

⁸ FAIRBRIDGE, R. W. 1976. Shellfish-Eating Preceramic Indians in Coastal Brazil: Radiocarbon Dating of Shell Middens Discloses a Relationship with Holocene Sea Level Oscillations. *Science*, 191:353-359. (citado por OLIVEIRA, 2000).

da maré alta a distância ideal de afastamento para que o assentamento não fosse atingido pela água em momentos de marés excepcionais.

Apesar das possíveis relações de NRM pretérito a partir do uso dos Sambaquis, algumas inconsistências nos dados adquiridos fazem com que seja necessário um olhar ponderado sobre esses indicadores. Para Angulo e Lessa (1997) e Angulo, Lessa e Souza (2005), a validade da utilização dos Sambaquis é bastante questionável, pois se desconhece “os motivos que teriam feito uma cultura desconhecida iniciar a construção de ‘montes’ sob a água”⁹ (ANGULO, LESSA. 2005, P. 496).

Na área de estudo do presente trabalho, os sítios arqueológicos encontram-se cerca de 10 metros acima do atual nível do mar e afastados 800 metros em direção ao interior do continente. Suguio (2010) indica que à aproximadamente 3.600 anos atrás – período que se assemelha ao início da ocupação da área – o NRM estaria de 2 a 3,5 m acima do nível atual. Santos, Lavina e Paim (2014), em estudos mais recentes realizados nas regiões de Osório e Cidreira, afastadas cerca de 70 km de Arroio do Sal, também demonstram essa variação da linha de costa para o período.

Nesse caso, a utilização dos Sambaquis localizados em Arroio do Sal para demonstrar as oscilações do NRM parece não ser indicada. Os mesmos estariam muito próximos à linha de costa pretérita, porém a uma distância suficiente para que a água do mar não os atingisse e posicionados em local que facilitasse o acesso aos meios de subsistência.

⁹ No original “*the various possibilities that could have led an unknown culture to initiate a mound underwater*” (tradução nossa).

4 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Nas últimas décadas, os métodos geofísicos têm encontrado grande espaço de aplicação em estudos e pesquisas de diversas áreas (geologia, arqueologia, engenharia civil, construções, etc.). Com o aperfeiçoamento e popularização de algumas técnicas, suas aplicações tornaram-se amplas e multidisciplinares, favorecidas pelas características dos métodos: não são invasivos, ou seja, não alteram fisicamente o meio investigado; tempo investido para aplicação é menor comparado a outros métodos; e a grande área de cobertura que pode ser abrangida.

4.1 RADAR DE PENETRAÇÃO DE SOLO (GPR)

Para este trabalho, que visou uma relação interdisciplinar entre a geologia e a arqueologia, baseou-se na utilização desses métodos geofísicos para um melhor entendimento sobre a ocupação humana pretérita da PCRS. Especificamente, optou-se pelo uso do Radar de Penetração de Solo (GPR)¹⁰ ou Georradar, devido a algumas características dessa técnica.

O GPR é um método baseado na reflexão de ondas eletromagnéticas de alta frequência, com comprimentos de onda pertencentes ao intervalo entre 10 MHz e 2000 MHz. Segundo Striedler (2004):

“O georradar é um dispositivo que, através de uma antena emissora, gera ondas eletromagnéticas, as quais são refletidas e/ou refratadas pelo meio geológico até alcançarem uma outra antena ligada a um receptor. Esse receptor processa eletronicamente os sinais captados pela antena e torna-os visíveis, através de uma tela de computador. [...] A propagação das ondas de radar depende das propriedades elétricas dos meios que elas atravessam. Os contrastes das propriedades elétricas entre os meios atravessados implicarão nos fenômenos de propagação de onda (reflexão e refração),” (STRIEDLER, 2004. p. 2)

¹⁰ A sigla GPR é a contração do termo *Ground-Penetrating Radar* (do inglês). Nesse trabalho, iremos nos referir à técnica/equipamento apenas com a sigla GPR ou Georradar.

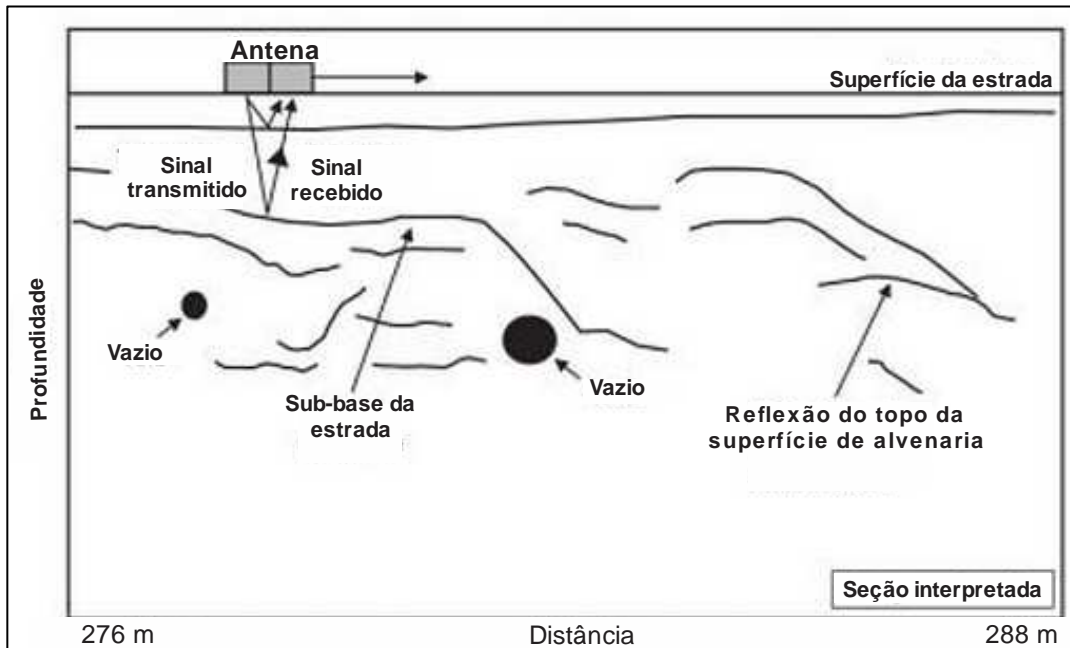


FIGURA 15 – Princípio da operação do GPR (transmissão e recebimento das ondas pelas antenas). *Fonte:* Reynolds, 2011.

A profundidade de alcance e a propagação das ondas eletromagnéticas (OE) estão diretamente relacionadas à frequência do sinal emitido e das características dos materiais em subsuperfície, como a condutividade elétrica, permeabilidade magnética e permissividade dielétrica. Nos dados, o tempo de ida e volta das OE ficam representadas no perfil, sendo necessária durante o processamento dos dados a transformação do tempo de percurso em profundidade real do perfil. A figura abaixo mostra a tabela com os valores de velocidade, atenuação, constante dielétrica e condutividade elétrica para diferentes meios geológicos, segundo Porsani (1999).

MATERIAL	VELOCIDADE (m/ns)	ATENUAÇÃO (dB/m)	CONSTANTE DIELÉTRICA	CONDUTIVIDADE ELÉT. (mS/m)
Ar	0,3	0	1	0
Água (destilada)	0,033	0,002	81	0,01
Água (doce)	0,033	0,01	81	0,5
Água (do mar)	0,01	1000	81	3000
Arenito seco	0,15	0,01	2 – 6	0,01
Arenito saturado	0,06	0,03 – 0,3	20 – 30	0,1 – 1
Calcário	0,12	0,4 – 1	4 – 8	0,5 – 2
Folhelhos	0,09	1 – 100	5 – 15	1 – 100
Siltíto	0,07	1 – 100	5 – 30	1 – 100
Argila	0,06	1 – 300	4 – 40	2 – 1000
Granito	0,13	0,01 – 1	5 – 7	0,01 – 1
Sal	0,13	0,01 – 1	5 – 6	0,01 – 1
Solo arenoso seco	0,18	0,14	2,6	0,14
Solo arenoso saturado	0,06	2,25	25	6,9
Solo argiloso seco	0,19	0,28	2,4	0,27
Solo argiloso saturado	0,07 – 0,09	21	15	50

FIGURA 16 – Tabela com os valores de velocidade, atenuação, constante dielétrica e condutividade elétrica para diferentes meios geológicos, segundo Porsani.

Fonte: Adaptado de Porsani, 1999.

Em um primeiro momento, o GPR foi desenvolvido para fins militares e para detecção de minas em subsuperfície. Foi apenas depois da década de 1970 que o equipamento passou a ter utilização comercial efetiva (STRIEDLER, 2004).

Em estudos geológicos, a primeira utilização do Georradar foi em 1929 com a finalidade de determinar a profundidade de uma geleira. Os primeiros trabalhos em ambientes sem gelo “enfocaram aplicações de mapeamento de subsuperfície para determinar a profundidade do nível de água” (STRIEDLER, 2004. p. 3). Atualmente,

o GPR é bastante utilizado em pesquisas e trabalhos geológicos, tendo sua aplicação direcionada para a identificação de estruturas no subsolo, propriedades das camadas, transformações pedogeomorfológicas (MARTIN, et al., 2010), contaminações de lençóis freáticos (SOUZA, 2009) e de outros elementos localizados em subsuperfície (OLIVEIRA, 2009), apresentando bons resultados.

Na arqueologia, o uso dessa ferramenta é menos comum. Apesar disso, os resultados obtidos através dela são bastante significativos. No Brasil, as primeiras pesquisas arqueológicas que envolveram métodos geofísicos iniciaram na década de 1970, com José Seixas Lourenço e sua equipe, que atuaram no Estado do Pará. A partir dessas pesquisas, foi elaborada a primeira dissertação de mestrado que utilizou técnicas geofísicas em sítios arqueológicos do País. Alves (1979) utilizou métodos magnéticos e de resistividade elétrica em dois sítios no Pará, onde pode identificar locais de queima de argila, antigos fornos, uma urna funerária dentro de uma camada espessa de argila e a profundidade da camada de ocupação no sítio.

Na época de Alves, o uso desses tipos de métodos geofísicos era inexistente no campo da Arqueologia Brasileira. Enquanto no velho mundo técnicas de investigação em subsuperfície faziam parte do cotidiano da pesquisa arqueológica (principalmente em pertencentes à Idade Média europeia), no Brasil essas abordagens eram desconhecidas pela grande maioria dos pesquisadores (ALVES, 1979).

Atualmente, diferentes trabalhos vêm sendo realizados com a contribuição dos métodos da Geofísica nas pesquisas arqueológicas. A principal ferramenta utilizada é o GPR, o qual tem mostrado bastante empatia com os mesmos. Rodrigues (2009) aplicou o método do GPR em seis Sambaquis costeiros do litoral centro-sul de Santa Catarina, buscando mapear alguns locais que pudessem apresentar materiais de interesse arqueológico nos sítios e estruturas estratigráficas que auxiliassem na compreensão dos processos construtivos e funcionais presentes nos sítios. Rodrigues *et al.* (2009) identificaram, em alguns dos perfis, sepultamentos e acúmulos de cerâmica, confirmados com escavações *in situ*; Wagner (2009), em sua tese de Doutorado, fez o uso do GPR para identificar feições que indicassem antigos recursos de água associados a um Sambaqui no litoral norte do Rio Grande do Sul; Gonçalves (2013) fez uso do método para melhor definir abordagens metodológicas de prospecção em sítios de Portugal; Attorre (2015) buscou evidências de ocupações sambaquieiras fora dos sambaquis, buscando eventos que

indicação a ocupação do espaço no entorno dos concheiros, mas relativos a eles. Esses trabalhos demonstram as variadas formas de utilização do recurso geofísico e seu resultado positivo para a arqueologia.

4.1.1 Aquisição dos dados

Para nosso trabalho optou-se por realizar aquisições com o GPR na PCRS (na Barreira IV) buscando uma maior visualização de feições geomorfológicas subsuperfície na área, e no sítio RS-LN-312 (Marambaia I) para observar o potencial do recurso para a arqueologia e delimitar áreas mais relevantes para escavações futuras. Assim, as informações geológicas da planície costeira e os dados arqueológicos para área poderiam ser relacionados, sendo possível obter resultados mais significativos.

Foram utilizadas antenas blindadas com diferentes frequências de pulso emitido (100, 250, 500 e 700 MHz). Elas se diferenciam quanto à resolução espacial e profundidade de investigação, onde: quanto maior a frequência, maior é a resolução, porém menor o alcance de profundidade; e quanto menor a frequência, menor a resolução e maior a profundidade de investigação.

FREQUÊNCIA CENTRAL (MHz)	PROF. MÁXIMA DE PENETRAÇÃO (metros)
1000	1
400	2
200	4
100	25
50	30
25	40
10	50

FIGURA 17 – Tabela com a relação da frequência e profundidade aproximada de alcance das antenas. *Fonte:* Adaptado de Porsani, 1999.

Para as aquisições na PCRS foi utilizado o georradar RAMAC/GPR, da marca Mala® GeoScience, operando com uma antena blindada de 100Mhz da mesma fabricante. Foram realizadas aquisições imediatamente atrás da antiga linha de praia ocupada pelos grupos indígenas sambaquianos, em dois momentos distintos: em uma primeira saída a campo, no mês de fevereiro de 2014, foram realizados alguns testes com o equipamento e a aquisição da Linha PCRS II; e na segunda, já no mês de julho de 2014, foram realizados alguns testes com o equipamento e as aquisições das Linhas PCRS I, III e IV.



FIGURA 18 - Aquisições realizadas na PCRS em fevereiro e julho de 2014.
Fonte: Acervo do Autor.

Dessa forma, foram realizadas quatro aquisições na PCRS, entre a lagoa da Itapeva e o oceano Atlântico. As informações provenientes dessas aquisições buscaram contextualizar paleogeograficamente o local onde os sítios estão localizados, bem como identificar possíveis corpos lagunares pretéritos.

As aquisições no sítio arqueológico foram realizadas no mês de agosto de 2014, e foram utilizados dois diferentes equipamentos: o georradar RAMAC/GPR, da marca Mala® GeoScience, operando com uma antena blindada de 500 Mhz (FIGURA 19); e um georradar da marca IDS de dupla frequência, com antenas de 250 e 700 MHz (FIGURA 20). As aquisições foram feitas no mês de agosto de 2014. Também foi realizado o levantamento topográfico do sítio e seu entorno próximo com o auxílio de um VANT Swinglet CAM da marca Sense Fly®, e as coordenadas UTM obtidas com um GPS Hiper Lite, da marca TOPICON® (FIGURA 21).



FIGURA 19 – GPR com antena de 500 Mhz e aquisição dos perfis no sítio.
Fonte: Acervo do Autor.



FIGURA 20 - GPR com antenas de 250 e 700 Mhz e aquisição dos perfis no sítio.
Fonte: Acervo do Autor.



FIGURA 21 – VANT e GPS utilizados para o levantamento topográfico do sítio.
Fonte: Acervo do Autor.

Foi realizada uma malha de aquisições no sítio com espaçamento de 3 x 3 metros entre as linhas, sendo quarenta e oito aquisições com cada antena (30 transversais e 18 longitudinais com relação ao maior comprimento), totalizando cento e quarenta e seis linhas com o GPR.

4.1.2 Processamento dos dados

Em laboratório foi utilizando o *software* REFLEX® para o processamento dos dados. As etapas realizadas para as aquisições na PCRS foram: 1 – *move starttime*, para ajuste do tempo zero; 2 – *subtract-mean (dewow)*, para eliminação de ruídos de baixa frequência; 3 – *energy decay*, para ganho no sinal dos refletores; e 4 – *bandpassfrequency*. Por se tratar de uma planície onde a topografia é bastante plana, optou-se por não aplicar a correção topográfica nos perfis das linhas na PCRS acreditando não causar perdas significativas nas interpretações.

No processamento dos dados obtidos para o sítio Marambaia I, foi seguida a mesma sequência de tratamento, porém com o acréscimo da aplicação topográfica. Para essa etapa foram utilizados os dados topográficos obtidos em campo, e preparados em laboratório através dos softwares AutoCAD® e Posição®, gerando os pontos x, y e z de cada perfil. Após, foi gerado uma tabela em *Excel* com todos os pontos e a mesma inserida no programa REFLEX®.

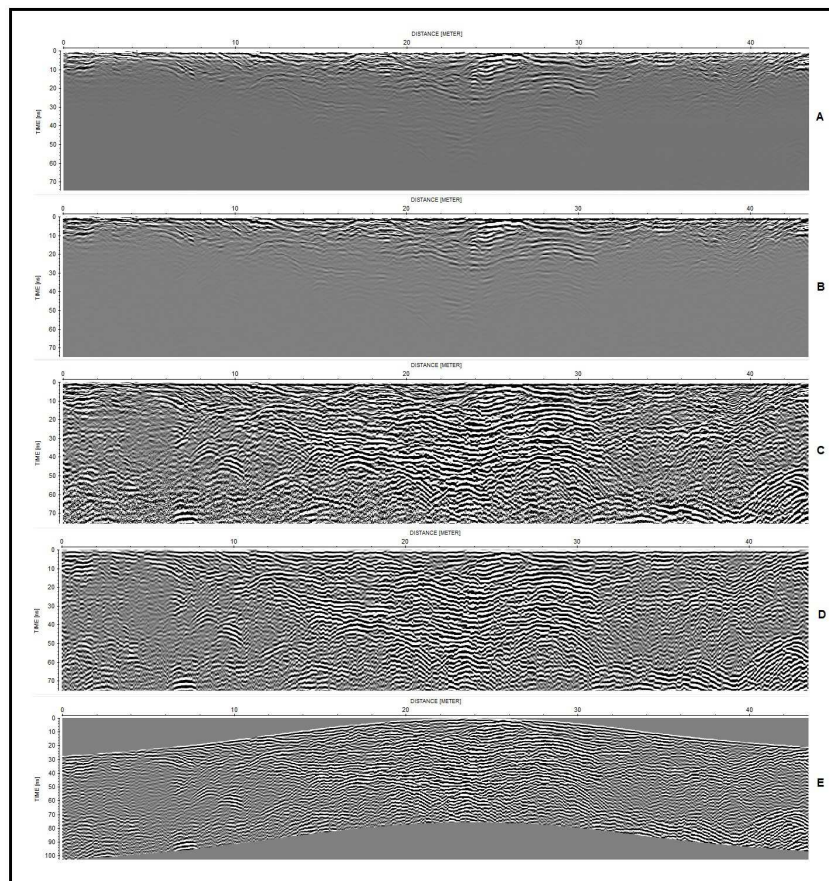


FIGURA 22 – Processamento nos perfis adquiridos no sítio (antena de 500 Mhz).
A – *move starttime*; B – *subtract-mean (dewow)*; C – *energy decay*; D –
bandpassfrequency; E – inserção da topografia. *Fonte: Do Autor.*

5 ANÁLISE DOS DADOS

Nesse capítulo iremos apresentar, analisar e interpretar os dados obtidos com o GPR através de imagens de satélite (GoogleEarth) e realizadas com o VANT, para a PCRS e o sítio arqueológico. Buscou-se assim responder aos dois objetivos propostos no início da pesquisa: caracterização paleomorfológica da área ocupada por antigos grupos humanos e o potencial do uso do GPR na delimitação do sítio e na prospecção arqueológica e construção de um mapa com a localização de pontos favoráveis a escavações.

5.1 OS DADOS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Foram levantadas quatro linhas quilométricas com o GPR na PCRS utilizando uma antena blindada de 100 MHz. Estas aquisições ocorreram entre a Lagoa de Itapeva e o Oceano Atlântico e foram realizadas em Fevereiro e Julho de 2014. Optou-se pela utilização da antena com frequência de 100 MHz, devido à profundidade de alcance da mesma, e o local definido para cada aquisição se deu em função da localização do sítio Marambaia I.

As linhas foram distribuídas conforme mostra a figura 23, tentando contemplar de forma mais ou menos uniforme a área adjacente ao sítio e a mostrar a paleomorfolologia do entorno. Foi adotada uma distância média de 7,5 km entre as linhas levantadas, e as mesmas foram nomeadas mantendo uma lógica, no sentido sul x norte, independente do momento da aquisição.



FIGURA 23 – Distribuição das aquisições na PCRS e localização do sítio.
Fonte: Google Earth.

5.1.1 Radarfácies: descrição e interpretação

As figuras (ver ANEXO I e II) apresentam as linhas de GPR interpretadas em termos de delimitação dos principais refletores visualizáveis. Como um todo, percebe-se a repetição de três radarfácies (sigmoideal, ondulada/estratificada e transparente/paralelo), que se dispõem verticalmente de forma similar em todas as linhas. A sucessão vertical analisada deve representar variações laterais de fácies (Lei de Walther) passíveis de serem identificadas na linha de costa atual, local onde as linhas finalizaram.

Deste modo, abaixo é feita uma descrição dos padrões internos e terminações dos refletores que caracterizam as distintas radarfácies encontradas nos dados e uma interpretação das mesmas levando em consideração não apenas tais características, mas também as possíveis analogias com os ambientes deposicionais modernos e que devem se suceder verticalmente nesta linha de costa

regressiva. Para identificação e nomenclatura das fácies seguimos as subdivisões de praia segundo Reading (2008).

O *Offshore* é zona situada a partir do limite de atuação das ondas no fundo marinho. Durante tempo bom, os grãos finos ficam em suspensão e os sedimentos do fundo são bioturbados. O *shoreface* se estende do local onde as ondas, em tempo bom, tocam o fundo até o nível mais baixo de água. É nessa zona que ocorre a maior movimentação de sedimentos. Tempestades, correntes marinhas erodem os sedimentos, principalmente no *shoreface* superior (zona de surf, onde ocorrem as ondas de arrebentação). Esses sedimentos são levados para a praia ou transportados para offshore, onde sedimentam. Em tempo bom, as correntes de retorno e as longitudinais também podem trabalhar, de forma menos significativa, os sedimentos das barras de areia na linha costeira. O *shoreface* inferior se estende do fim da zona de arrebentação até o início do *offshore*, e os processos atuantes nos sedimentos são as ondas oscilatórias (águas profundas e rasas) e de translação.

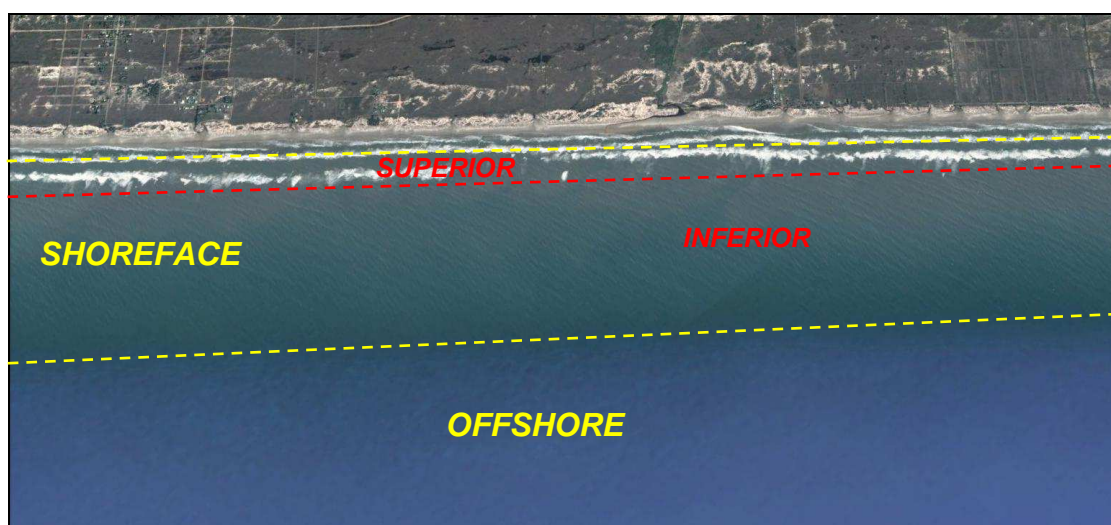


FIGURA 24 – Algumas subdivisões do ambiente costeiro, segundo Reading (2008).

Fonte: Google Earth.

5.1.1.1 Radarfácies sigmoidal

A base do pacote analisado é caracterizada por um intervalo com cerca de 4 a 8 m de espessura o qual compreende refletores sigmoidais¹¹ que mergulham sistematicamente para leste, em direção a presente linha de costa e em *downlap*¹² sobre uma superfície horizontal mal definida. Considerando sua posição inferior na sucessão regressiva e a geometria regular, suave e inclinada de seus refletores, essas sismofácies foram relacionadas à regressão das fácies de *shoreface* inferior por sobre os depósitos horizontalizados de *offshore*. A Figura 25 mostra um trecho do radargrama onde estas sismofácies estão bem definidas.



FIGURA 25 - Detalhe das clinofórmias associadas às fácies de *shoreface* inferior (radarfácies sigmoidal) em *downlap* sobre refletores horizontalizados da transição para *offshore*. Fonte: Acervo do autor.

O aparente *downlap* à cerca de 10 m de profundidade nas linhas de GPR sugere uma transição *shoreface inferior-offshore* a uma profundidade em torno de 12 e 15 m de profundidade. Este valor é compatível com os dados oceanográficos atuais que indicam comprimento de onda (λ) máximo próximo de 200 m no litoral Rio-grandense (Absalonsen 2006), e assim a formação de ondas de águas rasas em torno de 10 m ($1/20$ do λ).

As ondas de água rasa se caracterizam pelo início da assimetria que ocorre no final da zona de transição e provoca um transporte residual em direção ao litoral.

¹¹ “As clinofórmias sigmoidais caracterizam-se pela disposição lateral das reflexões em forma de ‘S’, através de uma construção progressiva em superfícies que mergulham suavemente para águas profundas.” (SEVERIANO RIBEIRO, 2001, p. 84).

¹² “ [...] quando uma reflexão/estrato, inicialmente inclinada, termina mergulho abaixo contra uma superfície originalmente horizontal ou inclinada.” (SEVERIANO RIBEIRO, 2001, p. 78).

A área de *shoreface* inferior é caracterizada pela passagem das ondas de oscilação, anterior a quebra das mesmas (zona de arrebatamento), onde elas movem o fundo de forma suave (READING, 2008). Dessa forma, geram feições deposicionais de pequeno porte (ondulações por ondas) imperceptíveis na escala da aquisição (refletores planos) e eventuais truncamentos (superfícies de reativação) associados a episódios de tempestades. A passagem superior para a sismofácies representativa da zona de arrebatamento e *shoreface* superior é relativamente abrupta e ocorre entre 5 e 6 m de profundidade.

5.1.1.2 Radarfácies ondulada/estratificada

A radarfácies que sucede verticalmente a sigmoidal é a radar fácies ondulada / estratificada. Seguindo a lógica do ambiente atual, acima do *shoreface* inferior deve ocorrer à zona de arrebatamento, com barras e cavas associadas, e as fácies de *shoreface* superior, local onde as ondas de translação dominam.

Em função da intensa energia desprendida pelas ondas na zona de arrebatamento, intensas correntes oscilatórias tendem a produzir desde refletores ondulados, côncavos/convexos, com comuns feições erosivas, até refletores mais inclinados e assimétricos (SUGUIO, 2003). Onde domina a acumulação formam-se as barras de arrebatamento, essas caracterizadas por uma morfologia externa convexa bem desenvolvida.

Já os depósitos vinculados às ondas de translação da zona de surf (*shoreface* superior), com correntes de deriva litorânea associadas, devem incluir estratificações cruzadas vinculadas a migração de dunas subáqueas. Todas essas feições são visíveis nesta sismofácies (FIGURA 26).

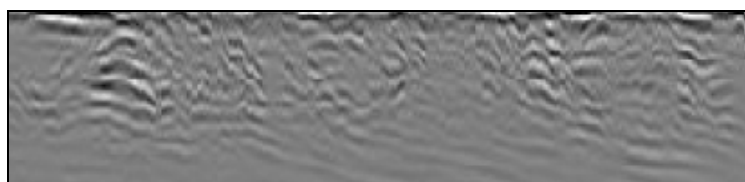


FIGURA 26 – Refletores associados às fácies de *shoreface* superior, vinculados a zona de surf. *Fonte:* Acervo do autor.

Conforme já mencionado anteriormente, o contato basal com as fácies de *shoreface* inferior é abrupto e vinculado aos processos erosivos associados à alta energia que caracteriza a zona de arrebentação (SUGUIO, 2003). Já o contato com a radarfácies acima, é delineado na maioria dos casos por um refletor de alta amplitude, sugerindo uma importante mudança litológica. Ocorre tanto na vertical como na lateral, nesse caso, sempre associado a acumulações de areia com geometria externa convexa, vinculadas às barras de arrebentação.

5.1.1.3 Radarfácies transparente/paralela

Essa radarfácies tem algumas particularidades que permitem sugerir tratar-se de seguimentos lagunares e paleocanais colmatados. Essas feições lagunares foram vinculadas a paleolagoas maiores, enquanto os paleocanais foram associados às feições menores desenvolvidas no interior, mas na parte superior das paleolagoas (FIGURA 27).

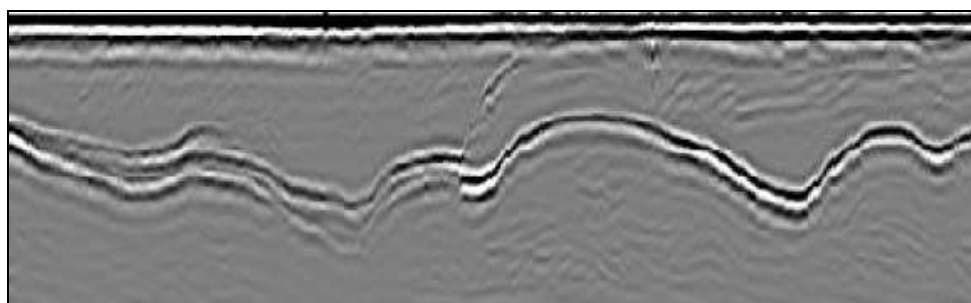


FIGURA 27 – Refletor de alta amplitude no perfil, associado a um seguimento lagunar. *Fonte:* Acervo do autor.

O aspecto interno desta radarfácies é comumente transparente, indicando homogeneidade litológica. A geometria dos refletores, quando visíveis, denotam algum acamadamento horizontal e em *onlap*¹³ sobre a superfície basal, o que sugere ambiente deposicional de baixa energia (SUGUIO, 2003). O contato basal é

¹³ “[...] quando uma reflexão/estrato, inicialmente horizontal, termina deposicionalmente contra uma superfície inicialmente inclinada ou quando uma reflexão/estrato com uma certa inclinação termina deposicionalmente mergulho acima contra uma superfície de maior inclinação [...]” (SEVERIANO RIBEIRO, 2001, p. 78)

côncavo, gerando uma morfologia externa lenticular, e pode ser bastante irregular. Esse contato é bastante visível nas seções de GPR pela alta amplitude da onda refletida, o que sugere um contato entre litologias bastante contrastantes.

Conforme acima mencionado, essa radarfácies ocorre, em geral, associada com corpos convexos de areia vinculados a radarfácies ondulada/estratificada e interpretados como barras de arrebentação. Em conjunto, tais características sugerem depósitos lamosos a areno-lamosos colmatando lagoas de relevo irregular formadas imediatamente ao lado das barras de arrebentação emergentes durante a regressão da linha de costa. Essas lagoas correspondem a antigas cavas, isoladas ou amalgamadas lateralmente, desenvolvidas junto às barras de arrebentação mais ou menos preservadas.

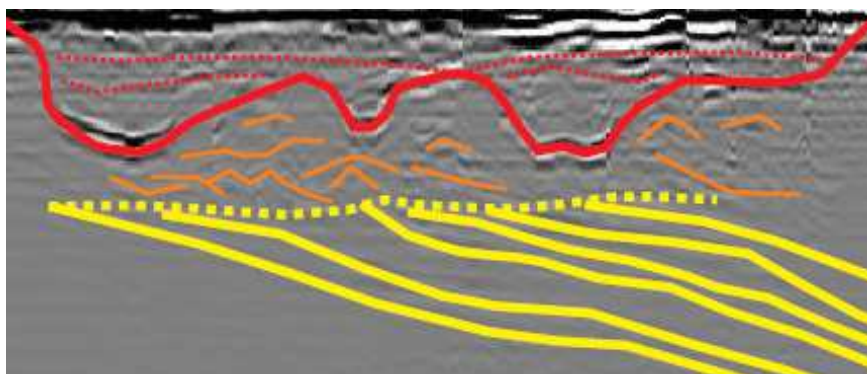


FIGURA 28 – Encontro das três radarfácies identificadas nos perfis das aquisições na PCSRS. Fonte: Acervo do autor.

5.1.2 Linha PCSRS I

A linha foi adquirida na segunda ida a campo (Julho de 2014). Foi realizada ao longo da avenida principal do município de Arroio Teixeira, em caminho asfaltado, iniciando próximo ao atual cordão de dunas costeiro e seguindo em direção a Estrada do Mar (sentido leste x oeste). Possui 1.620 m de extensão e é a menos extensa. Situa-se a cerca de 9 km do sítio e é a mais meridional das quatro aquisições. Suas coordenadas UTM são: inicial 601740 / 6719980 e final 599987 / 6720655. Nela foi possível obter imagens de subsuperfície até uma profundidade de aproximadamente 12 m, onde observamos a presença das três sismofácies descritas e interpretadas anteriormente (ANEXO I).

Os seguimentos lagunares foram categorizados a partir da sua largura. Foram identificados dois maiores, com aproximadamente 360 (**A I**) e 320 (**B I**) m de largura, e localizados de 470 a 830 m e de 1240 a 1560 m na seção, respectivamente (FIGURA 29). A segunda feição parece representar a amalgamação lateral de dois corpos parcialmente isolados por uma barra de arrebentação localizada em torno de 1450 m na linha do GPR. Esses corpos d'água alcançavam uma profundidade máxima de 4 m, valor esse compatível com as lagoas atuais na região (IVANOFF; TOLDO Jr.; FIGUEIRA, 2014).



FIGURA 29 – Posicionamento e limites das paleolagoas identificadas na seção PCRS I. *Fonte: Google Earth.*

Corpos lagunares menores (60 a 90 m de largura) localizados entre 120 e 180 (**C I**) e 920 e 1010 m (**D I**), também são visíveis e, apesar de pequenos, atingiam profundidades entre 2 e 3 m. Por fim, um possível paleocanal, com aproximadamente 1,5 m de profundidade e largura menor que 30 m, situado entre 70 e 100 m na seção, também foi visualizado.

Após essa identificação inicial, buscamos correlacionar os dados mais superficiais do GPR com a morfologia do terreno, fazendo uso das imagens de satélite disponibilizadas no Google Earth. Foi possível perceber uma correlação do

seguimento lagunar identificado na porção mais a oeste da linha PCRS I (**C I**), situado em área não urbanizadas, assim passível de ser interpretada, em vista aérea, com feições morfológicas no terreno.

Esta, localiza-se em uma área ampla, mais baixa, e limitada externamente por duas feições lineares mais altas, sendo uma delas correspondente aos limites leste e oeste dos seguimentos lagunares **CI** e **AI**, respectivamente.

A zona deprimida interna corresponde a uma área com refletores superficiais predominantemente horizontais que deve corresponder a uma paleolagoa cuja base não está clara na linha PCRS I. Desse modo, o seguimento lagunar **C I**, bem como a área mais baixa do entorno, foram vinculadas a uma paleolagoa maior (**PL I**). A **PL I** apresenta orientação NNE e largura de cerca de 720 m (extensão relacionada às feições visualizadas em vista aérea), situada desde a borda oeste do seguimento lagunar **C I** até quase a borda leste da **A I** (FIGURA 30).

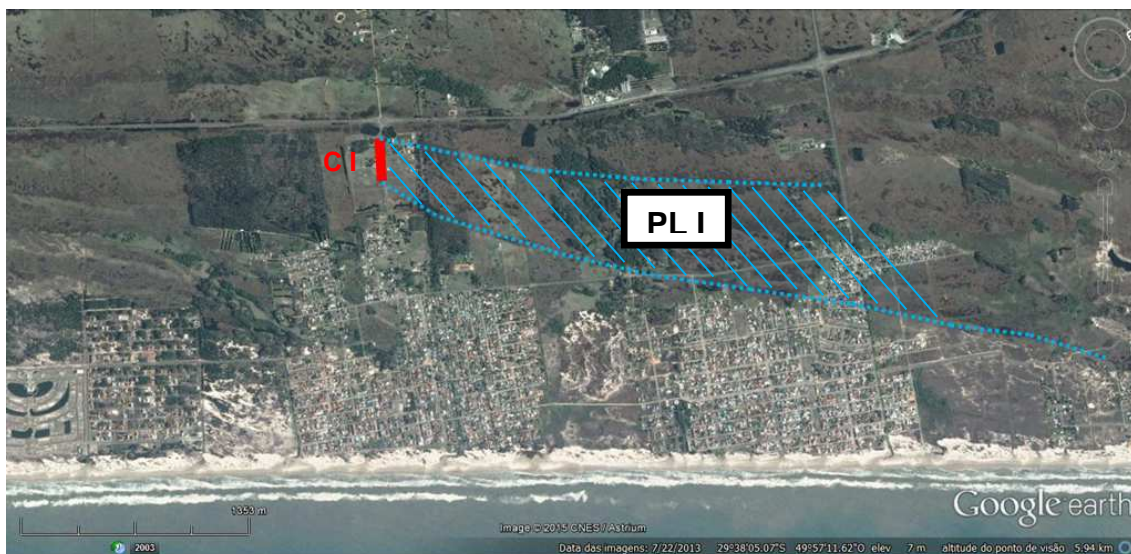


FIGURA 30 – Delineação da Paleolagoa PL I a partir da interpretação e integração de dados de subsuperfície e superfície da linha PCRS I. *Fonte:* Google Earth.

A princípio, essa paleolagoa seria mais jovem e não teria ligação com as outras identificadas nas demais linhas de GPR. Os seguimentos lagunares **DI** e **BI**, não tiveram seus limites identificados através da análise da imagem de satélite devido à falta de visibilidade no local (área urbana de Arroio Teixeira).

5.1.3 Linha PCRS II

A linha PCRS II foi adquirida na primeira saída de campo (Fevereiro de 2014) ao longo de um trecho, em sentido oeste x leste, desde a Estrada do Mar até o cordão atual de dunas na beira da praia. É a aquisição na PCRS situada mais próxima ao sítio arqueológico, a cerca de 2 km ao sul do mesmo, e, portanto, a que melhor caracteriza o entorno imediato do mesmo. Foi adquirida em estrada não pavimentada, em sua maior extensão, e pavimentada com calçamento de paralelepípedos na área urbana situada a leste. Possui uma extensão de 3.135 m e coordenadas UTM inicial 602447 / 6727460 e final 605004 / 6726095.

Foi possível obter sinal de boa qualidade até uma profundidade de aproximadamente 13 m (ANEXO I). Outra vez pode-se observar a presença das três sismofácies descritas e interpretadas nos itens 5.1.1. Assim, foram identificadas e mapeadas as radarfácies atribuídas a depósitos de *shoreface* inferior (clinofomas mergulhantes para leste na base da seção), de *shoreface* superior (refletores ondulados e estratificados da porção média/superior da seção) e de lagoas e paleocanais (refletores horizontais ou transparentes na forma de corpos lenticulares na porção superior da seção).

Foram identificados seis seguimentos lagunares de portes variados e, em muitas vezes, limitadas por refletores convexos relacionados a barras de arrebentação que emergiram ao longo da regressão Holocênica. No que diz respeito a essas feições, foram delineadas três de tamanho maior: **A II** com 670 m de largura e situada entre 300 e 970 m na linha levantada; **B II** com 740 m de largura, situada entre 1060 e 1800 m da linha, e que inclui na porção superior de seu registro feições vinculáveis a seguimentos lagunares menores e paleocanais desenvolvidas durante suas fases finais de colmatação.

Além desses corpos lagunares maiores, foram também identificadas quatro de menor porte (excluindo aquelas associadas ao preenchimento final da CII): **C II** com 280 m de largura e situada entre 0 e 280 m da linha levantada; **D II** com 50 m de largura e localizada entre 2330 e 2380 m da linha; **E II** com cerca de 120 m de largura situada entre 2410 e 2530 m; e **F II** com 50 m de largura e situada entre 2770 e 2820 m da linha. A profundidade desses refletores alcançava de 6 a 7 m, podendo-se considerar como profundas para a região (exemplo a 685 e 805 m na linha).

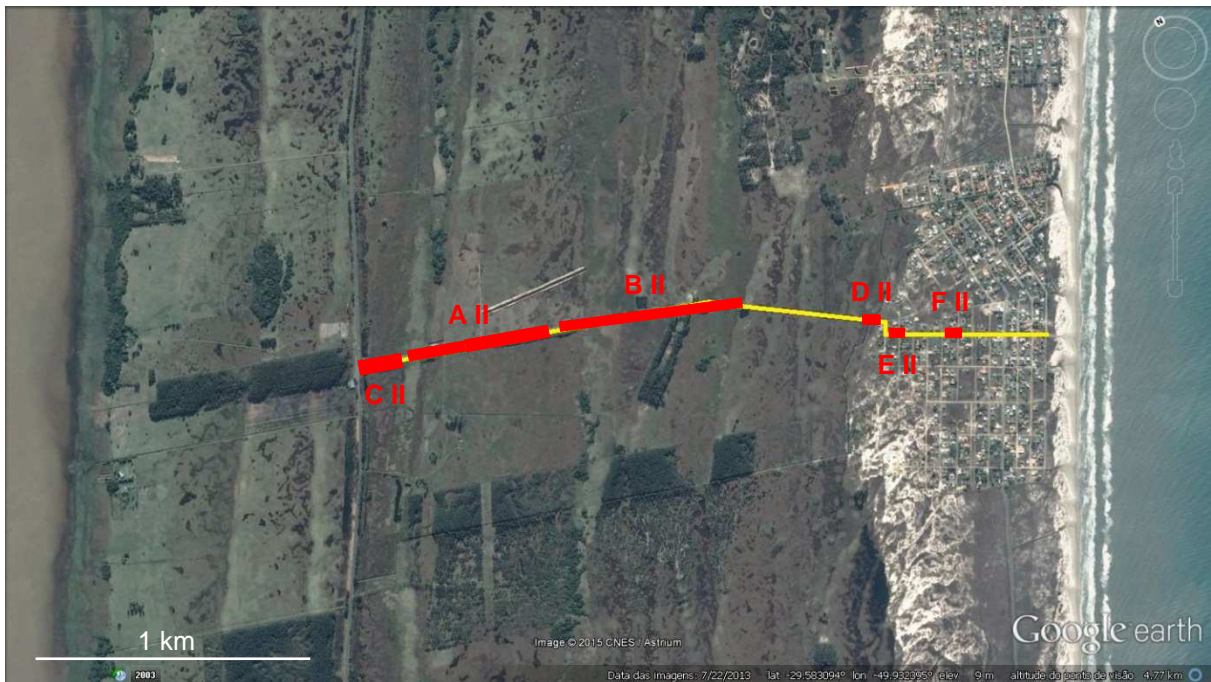


FIGURA 31 – Posicionamento e limites das paleolagoas identificadas na seção PCRS II. *Fonte:* Google Earth.

Associados aos seguimentos lagunares observados na linha PCRS II têm-se exemplos de barras de arrebentação que foram totalmente (30, 290, 350, 620, 2400 e 2760 m da linha) ou parcialmente (735 e 860 m da linha) preservadas durante a fase regressiva holocênica posterior ao máximo transgressivo. Feições singulares, mas ao mesmo tempo similares às barras de arrebentação, ocorrem na forma de uma série de cristas e cavas menores que ocorrem no topo da maior feição identificada (**B II**). Enquanto sua geometria convexa aponta para barras de arrebentação, sua posição representando a colmatação final de uma ampla paleolagoa sugere espigões e feixe de cordões praias lagunares, respectivamente, que passaram a subdividi-la durante as fases finais de sua evolução, fato esse comum nas lagoas atuais.

Paleocanais isolados ou representando fases finais de assoreamento dos corpos lagunares também são comuns (FIGURA 32). Como exemplo aponta-se as feições identificadas a 700, 960, 1800, 1850, 1910, 1930, 1960, 2150, 2195, 2270, 2540, 2680, 2730, 2900 e 2935 m de distancia na linha levantada. Esses

paleocanais possuíam em torno de 1 m de profundidade, em média, raramente alcançando 2 m, e largura entre 10 e 30m.

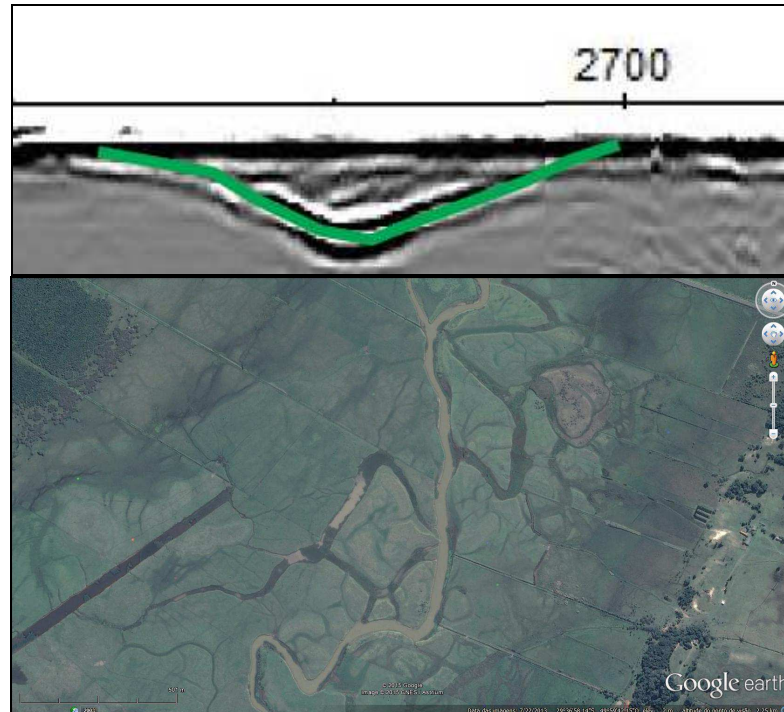


FIGURA 32 – Acima, refletor do perfil linha PCRS II associado a um paleocanal (em 2670 m); abaixo, exemplo atual associado à feição observada no perfil de GPR. .
Fonte: Acervo do autor e Google Earth.

Seguindo a mesma lógica da linha anterior, buscaram-se correlacionar as radarfácies mais superiores do radargrama com a morfologia do terreno a partir das imagens de satélite. Assim, foi sugerida a existência pretérita de duas lagoas de grande extensão longitudinal. Uma primeira (**PL II**), mais estreita e coincidente com o seguimento lagunar **C II**, correlaciona-se ao norte com **A III** e **D III**, e seu limite ao sul não foi possível definir. A segunda paleolagoa (**PL III**) abrangendo **A II**, parcialmente segmentado por cordões lagunares (como também visto em subsuperfície), associada também a o seguimento lagunar **B III**. As feições **E II**, **F II** e **G II** não foram passíveis de interpretação através das imagens de satélite por estarem localizadas em área urbanizada.

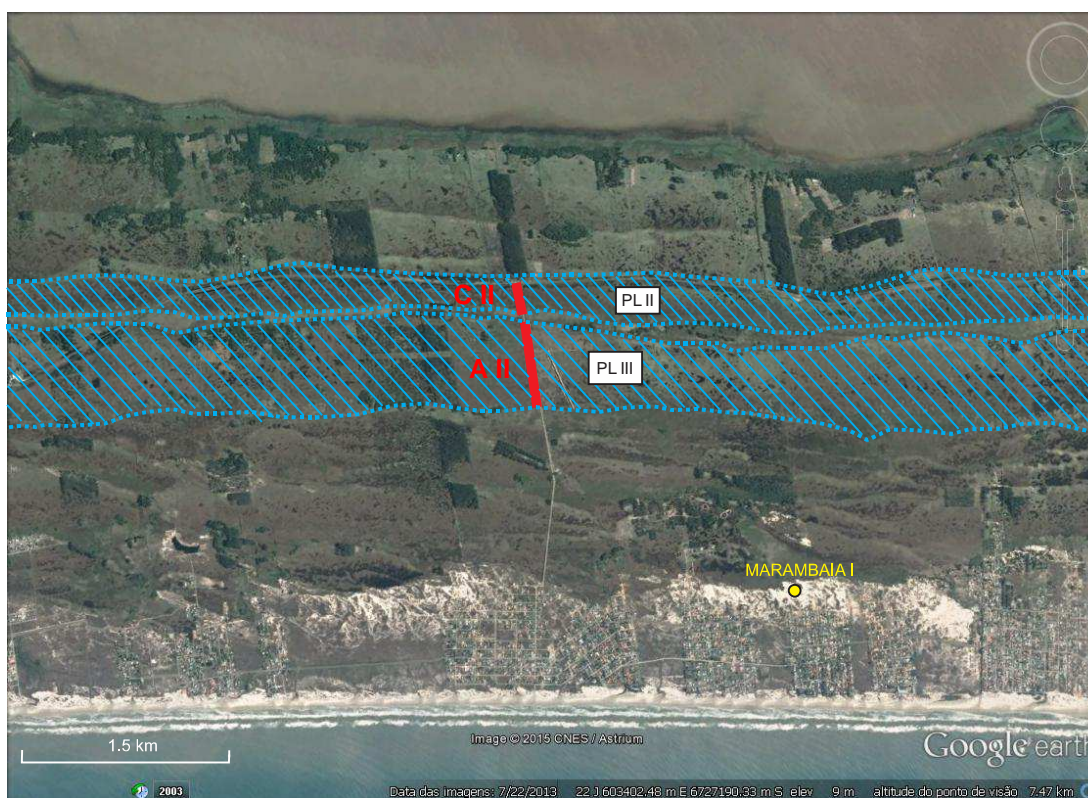


FIGURA 33 – Delineação da Paleolagoa PL II e III a partir da interpretação e integração de dados de subsuperfície e superfície da linha PCRS II. *Fonte:* Google Earth.

5.1.3 Linha PCRS III

A linha PCRS III foi adquirida em uma rua paralela à principal do município de Arroio do Sal, durante a segunda saída a campo (Julho de 2014). A aquisição ocorreu ao longo de uma estrada não pavimentada, no geral, mas com calçamento (paralelepípedos) na parte urbanizada, situada a leste. O caminhamento se deu de oeste para leste, desde a Estrada do Mar até o cordão atual de dunas na beira da praia. Esta linha encontra-se situada a cerca de 5 km para o norte do sítio arqueológico. Possui 3.335 m de extensão e coordenadas UTM inicial 606618 / 6734406 e final 609151 / 6732258.

A profundidade de visualização em subsuperfície foi de cerca de 10 m (ANEXO II). Apesar de apresentar uma qualidade levemente inferior em relação à seção anterior, as três sismofácies descritas e interpretadas nos itens 5.1.1 estão

claramente discerníveis. Assim, foram identificadas e delineadas as radarfácies relacionadas a processos deposicionais de *shoreface* inferior (clinoformas mergulhantes para leste na base da seção), de *shoreface* superior (refletores ondulados e estratificados da porção média/superior da seção) e de lagoas e, nesse caso, de raros paleocanais (refletores horizontais ou transparentes na forma de corpos lenticulares na porção superior da seção).

Dois grandes seguimentos lagunares foram identificados na linha PCRS III: **A III**, com cerca de 510 m de largura e localizada entre 500 e 1010 m na seção, e **C III**, a qual parece ser a junção de duas lagoas menores que, em conjunto, possuem cerca de 680 m de largura posicionadas entre 2000 e 2680 m na seção e incluem um pequeno canal raso (aproximadamente 1m de profundidade máxima) que recorta sua superfície (2030 m na seção).

Foram também identificadas dois de tamanho médio, o primeiro (**D III**) com largura de 220 m e posicionada entre 10 e 240 m e o segundo (**B III**) com 330 m de largura, situado entre 1160 e 1490 m e incluindo o desenvolvimento de um pequeno paleocanal raso com cerca de 1m de profundidade máxima (1440 m na seção) durante sua fase final de evolução. Por fim, foi também discriminado um menor (**E III**), com 80 m de largura e localizada entre 1260 e 1340 m, mas que apenas representa uma fase final de colmatação do seguimento **B III** (FIGURA 34).

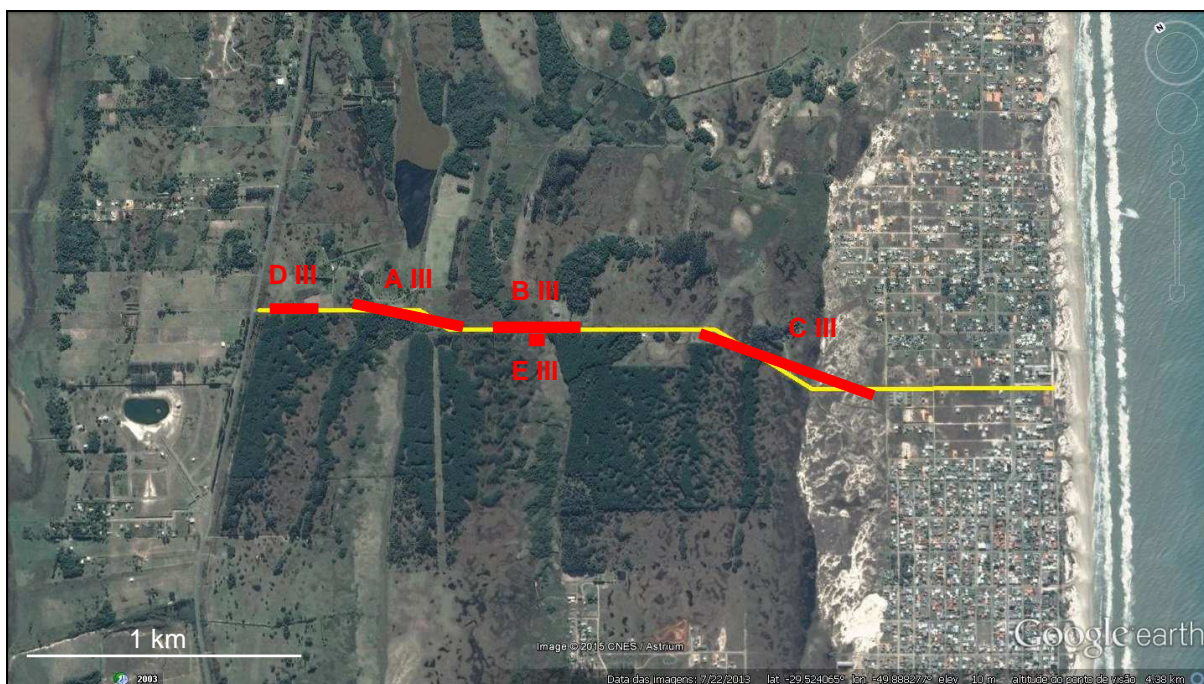


FIGURA 34 – Posicionamento e limites das paleolagoas identificadas na linha PCRS III. *Fonte: Google Earth.*

Apenas de forma rara foram identificados refletores convexos relacionados a barras de arrebenção que ficaram apenas parcialmente emersas durante a regressão Holocênica (exemplo a 2590 m na seção). A profundidade máxima das feições varia de 4 a 5 m, similar ao diagnosticado na seção PCRS I.

Ao correlacionar as radarfácies mais superiores do radargrama com a morfologia do terreno visível nas imagens de satélite pode-se observar a continuação desde a PCRS II até a PCRS III das paleolagoas II e III, estas associadas aos seguimentos lagunares **D III**, **A III (PL II)**, **B III (PL III)**, respectivamente identificadas na seção GPR (FIGURA 35). As paleolagoas não tiveram seus limites norte definidos, pois não houve aquisição subsuperfície que complementassem a interpretação, apesar das feições em superfície mostrarem continuidade.



FIGURA 35 – Delineação das paleolagoas II e III ao longo da linha PCRS III a partir da interpretação e integração de dados de subsuperfície e superfície correlacionando-as com as mesmas paleolagoas identificadas mais a sul (PCRS II).
Fonte: Google Earth.

Na interpretação das duas paleolagoas foi identificada uma feição indicativa de ligação com o mar, onde a lagoa poderia receber água do mar e/ou vice-versa.

5.1.4 Linha PCRS IV

A linha PCRS IV é a mais setentrional das quatro linhas levantadas com a antena blindada de 100 MHz. Esta seção foi adquirida durante a segunda saída a campo (Julho de 2014), partindo da Estrada do Mar até o cordão de dunas da atual linha de costa. Como nos casos anteriores, compreende uma parte oeste adquirida ao longo de uma estrada não pavimentada, e uma parte leste adquirida em rua pavimentada com paralelepípedos. Possui comprimento total de 1765 m, e dista do

sítio cerca de 12 km. Suas coordenadas UTM são 611995 / 6740093 (inicial) e 613478 / 6739072 (final).

A profundidade de visualização em subsuperfície alcançou um máximo de 8 m (ANEXO II) e de modo geral a imagem gerada é de qualidade inferior às demais. De qualquer forma, as três sismofácies descritas e interpretadas no item 5.1.1 estão presentes e são suficientemente distintas. Assim, outra vez foram identificadas e delineadas as radarfácies associadas à *shoreface* inferior (clinoformas com mergulho para leste na base da seção), *shoreface* superior (refletores ondulados e estratificados da porção média/superior da seção), e feições lagunares e raros paleocanais (refletores horizontais ou transparentes na forma de corpos lenticulares na porção superior da seção).

Um expressivo seguimento lagunar foi identificado (**A IV**) e possui largura em torno de 560 metros, situa-se entre 380 a 940 m da aquisição e apresenta profundidade máxima em torno de 5 m. Foi também reconhecido outro (**B IV**) de tamanho médio (largura de 200 m) e mais raso (profundidade máxima de cerca de 3 m) que se situa entre 1180 a 1380 m da linha e inclui uma barra de arrebentação (1340 m) que a subdivide parcialmente em duas porções. Foram identificados dois pequenos canais localizados nas metragens 1440 e 1460 m da seção (FIGURA 36). As radarfácies da PCRS IV não foram possíveis de associar a feições, como feito nas outras linhas.

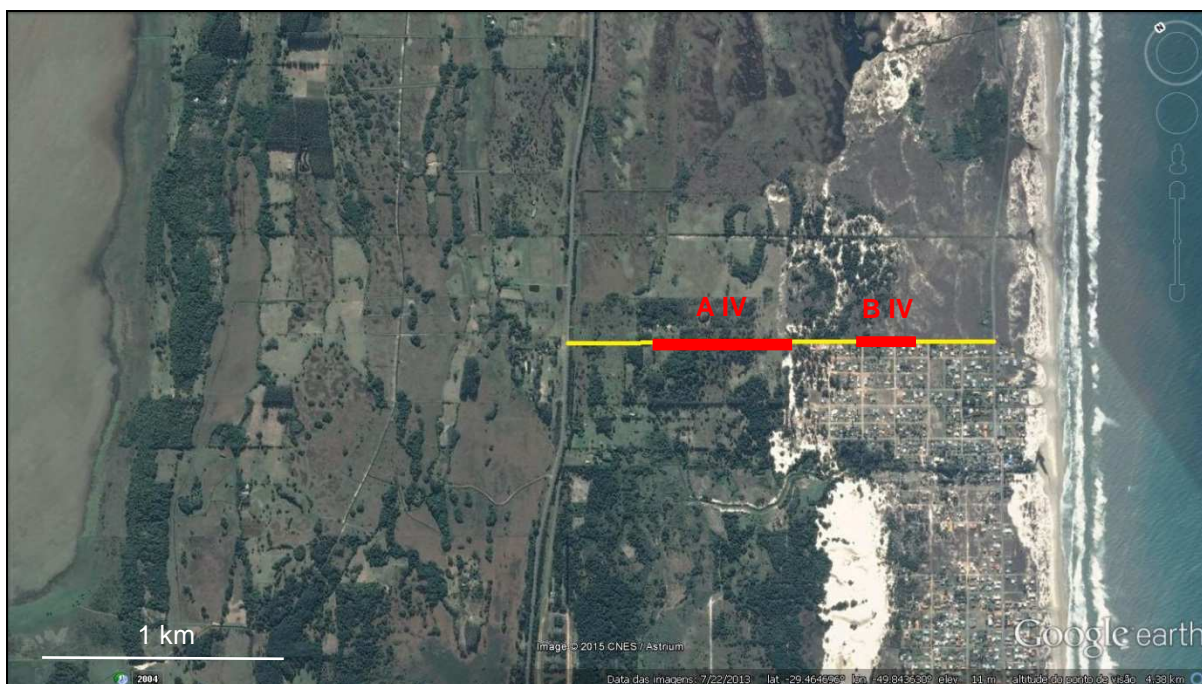


FIGURA 36 - Posicionamento e limites das paleolagoas identificadas na seção PCRS IV. Fonte: Google Earth.

5.1.5 Considerações gerais

De forma geral, as linhas adquiridas com o georradar na PCRS são muito similares. Todas apresentam radarfácies que registram a contínua regressão ocorrida após o máximo transgressivo holocênico. Essa regressão ficou registrada pela superposição de radarfácies relacionadas a contextos deposicionais de *shoreface* inferior, *shoreface* superior, incluindo barras de arrebentação que se associam lateralmente a lagoas, raras praias lagunares e esporões, e pequenos canais fluviais.

Utilizando as imagens disponibilizadas no *Google Earth*, principalmente nas áreas sem ocupação urbana, observam-se feições que são passíveis de correlação com o topo do registro de subsuperfície do GPR. Essas feições foram utilizadas para avaliar possíveis conexões, continuidade, direção, forma e tamanho de feições lagunares visualizadas nos radargramas. Nesse contexto, alguns foram considerados como continuação mais ou menos isolados de um seguimento lagunar maior (exemplo **B II**, **C II** e **D II** na linha PCRS II).

Dessa forma, na área de entorno do sítio interpretou-se a existência de três grandes lagoas ou lagunas mais destacadas (**PL I, II e III** – FIGURA 37). Esse conjunto formaria um cenário com lagoas alongadas no sentido da linha de costa atual, com variadas profundidades, largura de várias centenas de metros e comprimento de dezenas de quilômetros, além de outras lagoas menores.

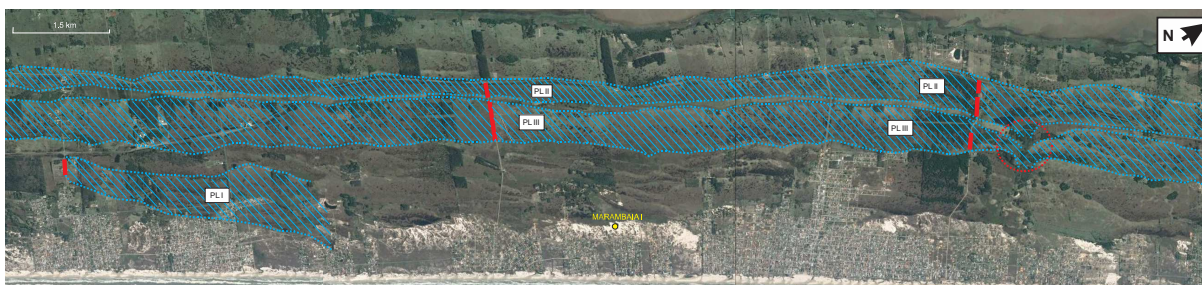


FIGURA 37 – Interpretação das paleolagoas identificadas nos perfis.
Fonte: Google Earth.

Essas lagoas ou lagunas facilitariam à ocupação humana, pois permitiriam o uso de diferentes fontes de recursos para a sobrevivência do grupo em um espaço relativamente pequeno. Os sítios arqueológicos situados na área de estudo encontram-se sobrepostos a cordões de dunas, aproveitando a altitude dos mesmos em meio à planície costeira em evolução.

A atual Lagoa de Itapeva dista cerca de 4 km dos sítios. Considerando o porte das lagoas mais próximas, pode-se estimar que estas também possibilitassem a pesca e a caça. Animais de pequeno e médio porte frequentariam o entorno das lagoas para se alimentar e tomar água, fornecendo assim aos grupos humanos uma fonte de alimento rico em proteínas. Além disso, o oceano Atlântico, um local onde era possível realizar a coleta de moluscos na beira da praia, assim como a caça de aves e outros animais da orla marinha, estaria muito mais próximo aos sítios na época de sua ocupação.

A pesca em alto mar poderia ser outra forma de exploração desse ambiente. Provavelmente com pequenas embarcações, de tecnologia simples, esses grupos poderiam acessar certa distância dentro do mar, caracterizando uma fonte inesgotável de recursos (GASPAR, 2003).

Assim sendo, os corpos de água identificados no estudo completariam o cenário ambiental da região. Relativamente mais próximos aos sítios eles seriam, além de provável fonte de alimento, também fonte de água consumível. Tendo que “o local do sítio é considerado como o resultado de uma escolha cultural e está relacionado diretamente à estratégia de sobrevivência do grupo” (GASPAR, 2003. p. 106), a configuração ambiental tornava favorável à instalação e sobrevivência de grupos humanos na região. Fato esse corroborado pela quantidade de sítios localizados dentro dos atuais limites do município de Arroio do Sal e arredores, demonstrando a grande ocupação durante o Holoceno na área.

5.2 SOBRE OS DADOS DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO MARAMBAIA I

No sítio arqueológico foi realizado um *grid* de aquisição, com espaçamento entre as linhas de 3 x 3 metros, com três antenas de diferentes frequências (250, 500 e 700 MHz), totalizando 48 linhas com cada antena. Para um maior aproveitamento de tempo em campo, as aquisições dos perfis no sítio foram realizadas nos dois sentidos: linhas longitudinais (**L**), sendo as ímpares (ex. L.01, L.03, L.05, etc.) em sentido LA x LB e as linhas pares (ex. L.02, L.04, L.06, etc.) na direção LB x LA; linhas transversais (**T**) ímpares (ex. T.07, T.09, T.11, etc.) em sentido TA x TB e linhas pares (ex. T.08, T.10, T.12, etc.), a direção da aquisição foi TB x TA.

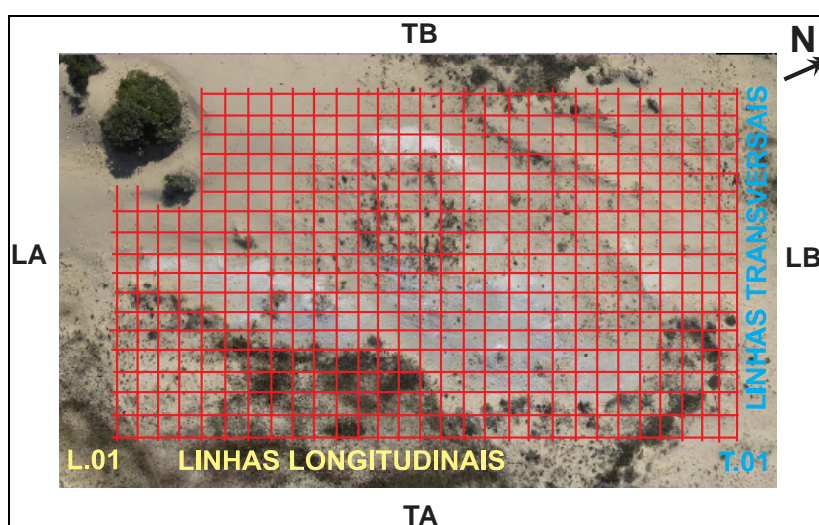


FIGURA 38 – Malha de aquisições realizadas no Marambaia I e sentido no qual foram adquiridas. *Fonte:* Acervo do autor.

Todos os dados obtidos em campo para o sítio sofreram alguma interferência. Em todas as aquisições, observamos algum tipo de “ruído” que prejudicou a plena visualização dos perfis. Como esses dados foram obtidos com três antenas de diferentes frequências, optou-se por utilizar apenas os dados adquiridos a partir da antena de 500 MHz, pois foi à frequência que apresentou menor número de interferências, diminuindo os erros na interpretação, e assim, trazendo melhores resultados para o objetivo do trabalho. Os perfis apresentam uma configuração bastante complexa e com refletores, muitas vezes, confusos. As interferências, por vezes, dificultaram a interpretação, porém foi possível obter algumas informações a partir dos dados. As aquisições foram realizadas em Agosto de 2014.

Foram selecionadas, primeiramente, linhas longitudinais para uma ideia geral do sítio. Essa escolha se deu a partir de duas premissas: em processamento prévio, identificou-se uma maior concentração de feições (refletores) que, em nossa interpretação, indicariam possíveis locais para escavações nesses perfis selecionados; e considerou-se também o alcance de prospecção do método utilizado em comparação a metodologias comuns na arqueologia. Após, as linhas transversais foram interpretadas.

Inicialmente, algumas considerações que puderam ser feitas estão relacionadas à extensão e verticalidade do sítio. É possível indicar áreas com maior propensão de ocorrência de camadas arqueológicas e sugerir limites desses pacotes, assim como inferir a base do sítio em determinados pontos dos perfis. Essa interpretação é corroborada com as duas escavações realizadas anteriormente (ROGGE; SCHMITZ, 2010), onde foram alcançadas profundidades de 1,5 e 2 metros nas quadrículas 1 e 2, respectivamente.

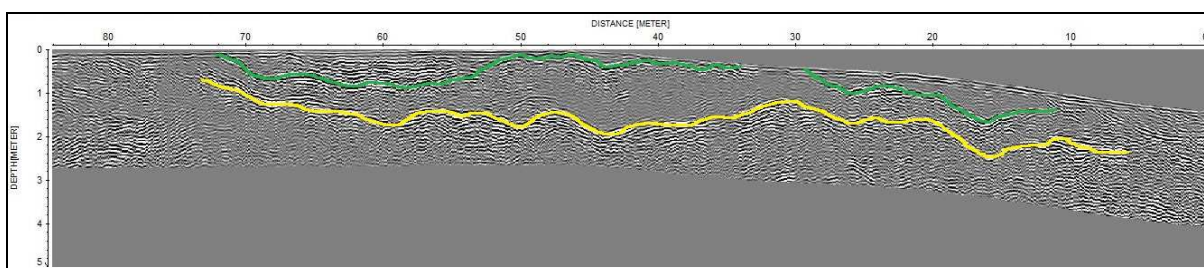


FIGURA 39 – Perfil de GPR da Aquisição L.12. Marcado em amarelo, o refletor associado à base do sítio ou do pacote arqueológico; em verde, refletor associado ao limite ou topo do pacote arqueológico. *Fonte:* Acervo do autor.

O perfil L.12 foi adquirido próximo ao centro do sítio, em seu eixo longitudinal. Podemos observar refletores que indicam áreas distintas ao restante. Marcado em amarelo, um refletor bastante irregular, com profundidades que variam de 1 metro até quase 2,5 metros ao longo do perfil, sendo visível entre o espaço da aquisição de 6 metros a 74 metros. Esse refletor foi associado à base do sítio ou ao limite entre o cordão de dunas fixo e o início da deposição/acúmulo de sedimentos e conchas.

Em verde, no mesmo perfil, duas áreas que indicam os prováveis topos das zonas de contexto arqueológico. Esses refletores formam estruturas semelhantes a “bolsões”, onde, na base dos mesmos, identificamos um refletor de alta amplitude, sinalizando a mudança de propriedade dos sedimentos no local com relação ao entorno, assim como o preenchimento dessas estruturas com camadas bastante horizontais e paralelas. Essas áreas estão entre 10 a 30 metros e 40 a 70 metros da aquisição. Essas áreas marcadas com a cor verde, também são perceptíveis a partir de uma visão aérea do sítio, pois estão associadas às camadas de conchas que afloram entre os sedimentos.

Alguns perfis não se mostraram claros quanto à profundidade do sítio, sendo difícil relacionar refletores a uma possível base do mesmo. Porém, ainda assim foram identificadas áreas em destaque, relacionadas a prováveis zonas arqueológicas. O perfil L.10 (FIGURA 40) é um exemplo.

Não foi possível associar nele refletores que indicassem um limite para o sítio, mas a presença de uma estrutura destacada em relação ao entorno, é perceptível. Ela deve ser a continuação da área indicada no perfil L.12 e nessa área chega quase aos 3 metros de profundidade com relação ao topo do sítio.

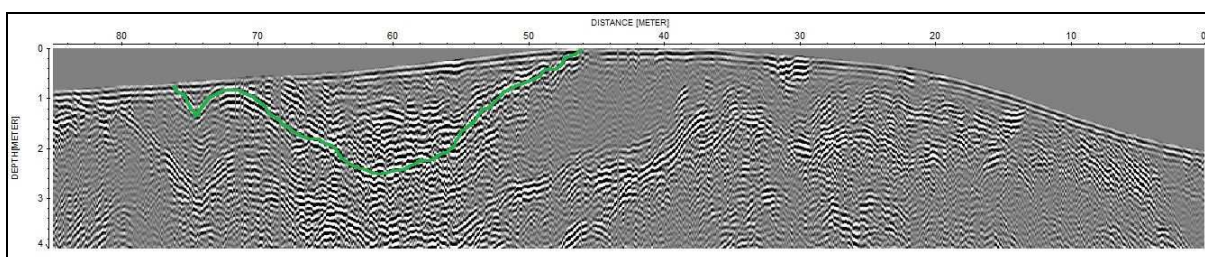


FIGURA 40 – Perfil de GPR da Aquisição L.10. *Fonte:* Acervo do autor.

Outra situação observável nas aquisições ocorreu no perfil L.04 (FIGURA 41). Nele vimos um refletor presente desde o início da linha até aproximadamente os 50 metros, com uma profundidade de no máximo 1,5 m em alguns pontos, com relação ao topo do sítio. Quando observado em vista aérea o local onde foi realizada a aquisição, percebemos que as camadas de conchas afloradas correspondem ao refletor presente no perfil. Esse refletor pode estar associado ao topo do pacote arqueológico na área.

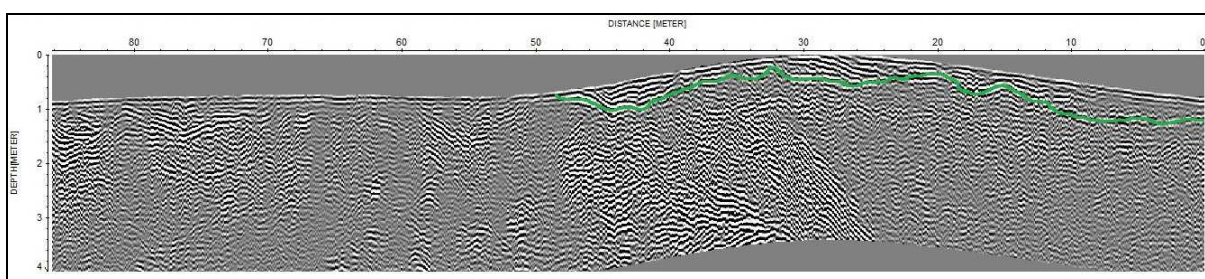


FIGURA 41 – Perfil de GPR da Aquisição L.04. *Fonte: Acervo do autor.*

Outro aspecto importante que foi identificado durante o processamento dos perfis foram às hipérboles. As hipérboles se originam do fenômeno chamado difração, que é quando a Onda eletromagnética (OE) sofre

“ [...] um desvio na sua trajetória ao passar por um obstáculo [...]. As microondas e, portanto, as OE geradas pelo georradar, sofrem difração em pequenas não homogeneidades, pequenos objetos e pontas agudas comparáveis. Nos radargramas, a difração aparece como hipérboles. Por exemplo: canos enterrados, ou corpos esféricos, ou pontas aparecem como hipérboles, cujo vértice corresponde ao ponto mais agudo ou ao mais próximo da superfície. “ (STRIEDLER, 2004, p. 26).

De forma bastante pontual, essas hipérboles podem ser utilizadas como indicativos de locais propícios para escavações, uma vez que são geradas a partir de objetos em subsuperfície, que se diferem do entorno na sua constituição. Assim, as chances de encontrar artefatos arqueológicos nesses locais são bastante grandes. Um exemplo é o perfil L.02 (FIGURA 42) onde temos a presença de uma hipérbole.

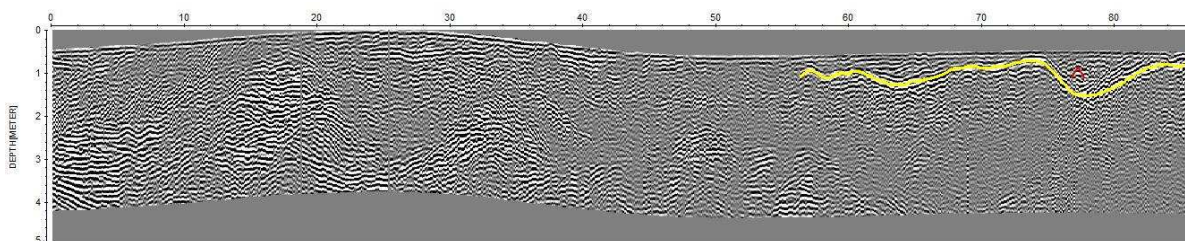


FIGURA 42 – Perfil de GPR da Aquisição L.02. *Fonte:* Acervo do autor.

A mesma configuração se repete no perfil L.08, onde temos a presença de duas hipérbolas (FIGURA 43). Uma delas, localizada mais no início da aquisição, aproximadamente a 1 metro de profundidade do topo do sítio. Outra, mais ao fim do perfil (detalhe na esquerda) e próxima à superfície, aparentemente sem um refletor de alta amplitude associado no perfil.

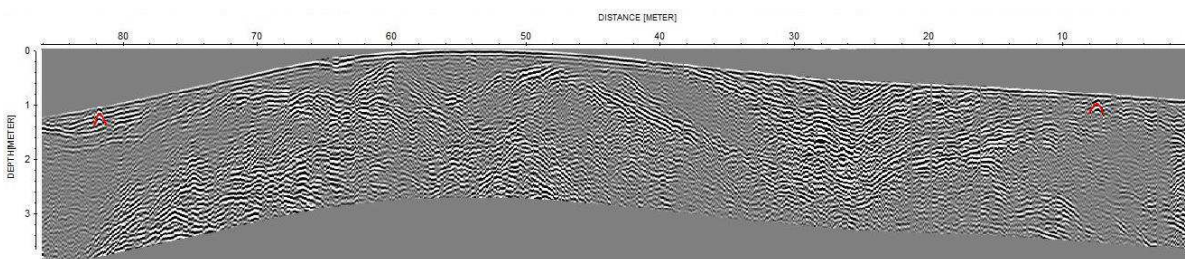


FIGURA 43 – Perfil de GPR da Aquisição L.08. *Fonte:* Acervo do autor.

Outros trabalhos que fizeram uso do GPR em sítios costeiros, como o de Rodrigues (2009), também sugerem a indicação de zonas arqueológicas e base de sambaquis a partir de refletores nos perfis. A autora, em sua tese de doutorado sobre sítios costeiros de Santa Catarina, interpretou nos perfis de GPR distintas zonas que também associou aos refletores de maior amplitude, indicando a base dos sítios.

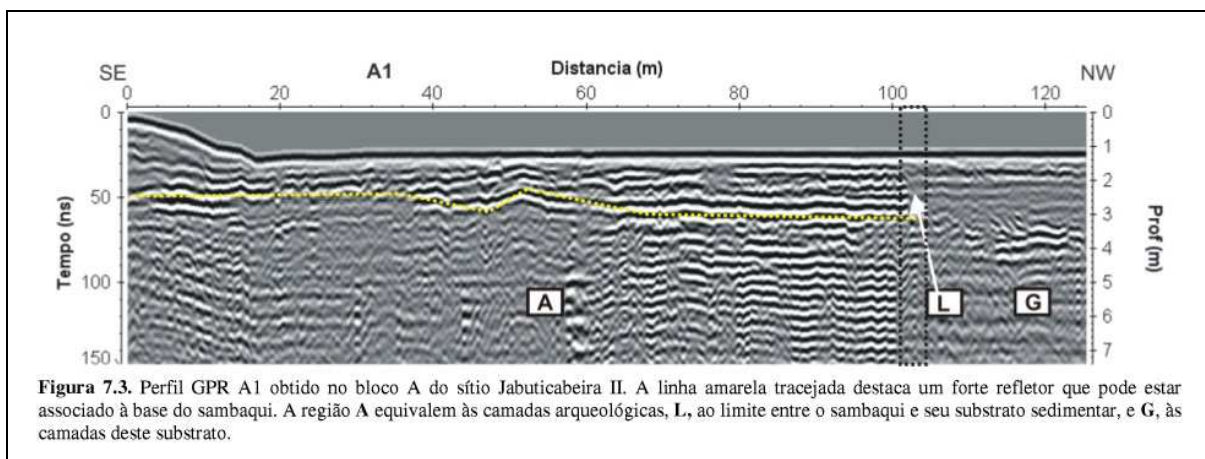


FIGURA 44 – Interpretação dos dados por Rodrigues.
Fonte: Rodrigues, 2009, p. 119.

Da mesma forma, Rodrigues *et al* (2009) e Attorre (2015) utilizaram as ocorrências de hipérbolas nos perfis para indicar pontos de escavação. Através dessa abordagem, obtiveram bons resultados nas escolhas das intervenções em sítio.

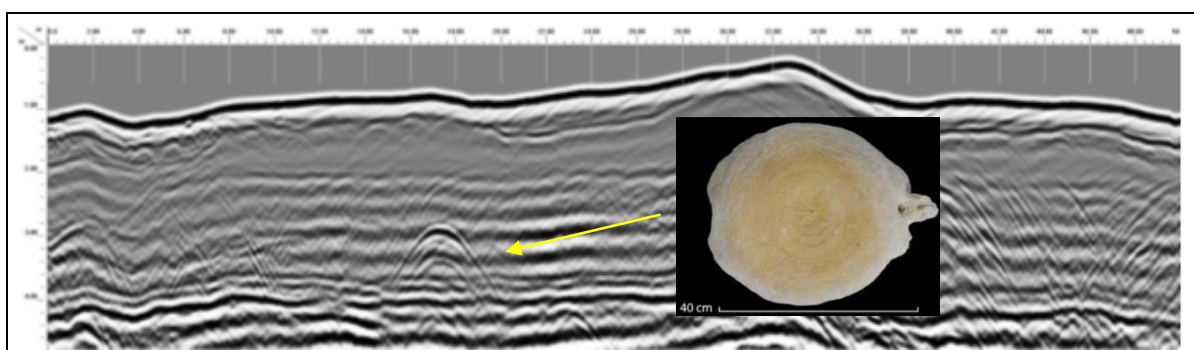


FIGURA 45 - Interpretação dos dados por Attorre.
Fonte: Adaptado de Attorre, 2015, p. 108 e 110.

5.2.1 Considerações gerais

A partir da análise dos perfis, foi possível distinguir determinadas feições que podem ser utilizadas como indicadores para a base do sítio ou início da camada de ocupação. Essas feições se distribuem ao longo do sítio, tornando possível delimitar aproximadamente sua extensão, reduzindo as chances de erro nas intervenções

arqueológicas. Com o processamento dos dados também foi possível identificar, a partir da análise das hipérbolas, pontos onde provavelmente ocorram objetos em subsuperfície e assim criar um mapa com pontos e áreas para futuras escavações.

Buscando uma interpretação mais fidedigna a realidade do sítio, tentamos criar, a partir do entrecruzamento dos dados, um modelo 3D das aquisições. Para isso foi utilizado o *software* GOCAD®, onde foram importados alguns dados processados e previamente interpretados. Juntamente com as outras informações disponíveis para o sítio Marambaia (resultados das pesquisas durante o Projeto Arroio do Sal, escavações anteriores, análise dos dados, etc.), foi possível associar diferentes refletores nos radargramas à base do sítio. A partir das nossas interpretações, geramos um mapa com indicação da possível extensão do sítio.

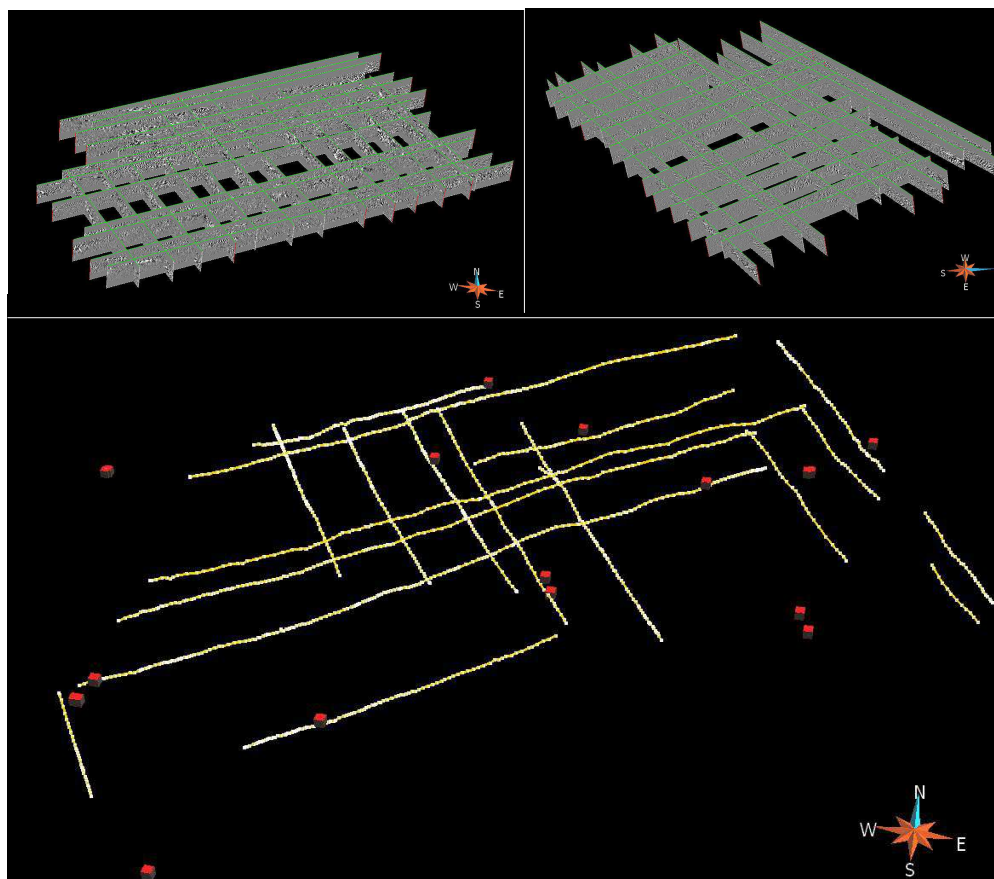


FIGURA 46 – Em cima, modelo 3D criado no GOCAD® com o entrecruzamento dos radargramas adquiridos no sítio; abaixo delimitação de alguns refletores a partir da interpretação prévia dos dados e localização das hipérbolas identificadas no radargrama. *Fonte:* do autor.

No mapa arqueológico (FIGURA 48), estão marcados em vermelho os pontos de ocorrência de hipérbolas nos perfis e em amarelo está marcada a área

interpretada como extensão do contexto arqueológico no sítio. Para maiores informações sobre o mapa arqueológico ver ANEXO III, onde constam os pontos e suas coordenadas UTM correspondentes.

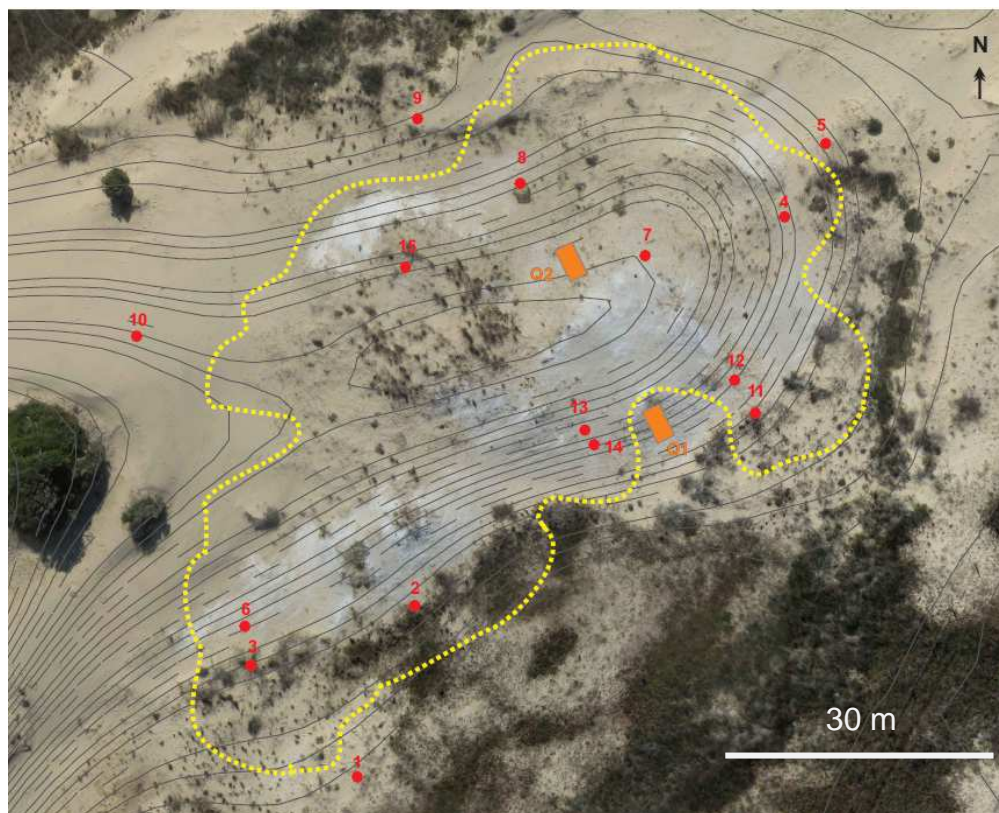


FIGURA 47 – Mapa indicativo da provável extensão do sítio e locais onde ocorrem hipérboles. *Fonte: Acervo do autor.*

Seja para a delimitação de áreas mais amplas (a partir dos refletores) ou de locais mais pontuais (a partir de hipérboles) para a realização de intervenções arqueológicas subsuperfície, o uso do GPR se mostrou fundamental: por ser uma ferramenta não invasiva mantendo o sítio intacto na fase de prospecção, sem o risco de impactá-lo, fazendo também com que o planejamento de uma escavação arqueológica possa ser mais bem executado.

Além disso, apesar do elevado custo para a aquisição do equipamento, a velocidade e facilidade com que se obtém e se avaliam os dados gerados, desonerando os altos custos de uma escavação, já que essa pode ser melhor planejada, faz com que tal investimento em ferramentas geofísicas possa ser viável e totalmente recuperado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, o trabalho apresentou bons resultados. Com o uso de ferramentas Geofísicas foi possível alcançar os dois objetivos propostos para a pesquisa. Para o primeiro objetivo, onde buscamos uma reconstrução paleomorfológica da PCRS durante o Holoceno, as aquisições com o GPR e a associação com feições em superfície indicaram a presença de diversas paleolagoas e corpos d'água na área.

Essa configuração seria ideal para a sobrevivência dos grupos humanos que ocuparam a região. Essas populações tinham acesso fácil ao oceano, onde poderiam pescar e coletar moluscos; à lagoa Itapeva, a qual forneceria o recurso da pesca e caça de animais do entorno; assim como as paleolagoas, onde poderiam utilizar a água para consumo. O grande número de sítios na área fortalece essa interpretação.

No segundo objetivo, que buscamos identificar o potencial do uso da Geofísica para estudos arqueológicos e construção de um mapa para escavações a partir da interpretação dos dados. Para isso, os métodos utilizados mostraram-se bastante promissores, pois, a velocidade e facilidade com que os dados são adquiridos, em comparação aos métodos habituais utilizados na arqueologia, são bastante superiores.

Corroborado com outros trabalhos que também fizeram uso dessa ferramenta, o GPR mostra-se indicado para as pesquisas arqueológicas em sítios costeiros (sambaquis). Sendo possível estimar a extensão e verticalidade do sítio, áreas de propensão arqueológicas, locais com objetos subsuperfície e base da primeira camada, o planejamento dos locais onde realizar as escavações torna-se mais adequado. Porém, é importante salientar que se faz necessário à realização de mais escavações *in situ* para a averiguação das interpretações feitas, para assim confirmá-las.

Após a realização desse trabalho pode-se considerar que o conhecimento do cenário paleomorfológico do litoral norte do Rio Grande do Sul, fundamental para entender de forma mais precisa o ambiente com o qual os grupos que ocuparam a planície costeira conviveram, foi enriquecido com o aporte de informações preservadas no subsolo e acessadas através do uso de métodos geofísicos. Da mesma forma, o potencial do uso do GPR em estudos arqueológicos foi confirmado,

sendo o uso desse equipamento indicado para pesquisas posteriores em sambaquis.

REFERÊNCIAS

ABSALONSEN, L. *A influência da inflexão costeira na praia de Mostardas-RS sobre as variações da linha de praia*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2006. (Dissertação)

ALVES, J. J. A. *Métodos geofísicos aplicados à arqueologia no estado do Pará*. Universidade Federal do Pará, 1979. (Dissertação)

ANGULO, R. J., LESSA, G. C. *The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions*. Marine Geology, 140: 141-166, 1997.

ANGULO, R.; LESSA, G.; SOUZA, M. C. *A critical review of Mid- to Late-Holocene sealevel fluctuations on the eastern Brazilian coastline*. Quaternary science reviews, n. 25, p. 486-506, 2005.

ARLSAN, E. et al. Geophysical investigations of the Olonium Roman site northern/Como lake. Journal of Applied Geophysics, vol. 41, p. 169 – 188, 1999.

ATTORRE, T. *Por uma arqueologia marginal: as ocupações Peri-sambaquianas no entorno do sambaqui da Figueirinha II, Jaguaruna-SC, examinadas através do radar de penetração de solo*. São Paulo: MAE/USP, 2015.

ATYA, M. A. et al. Complementary integrated geophysical investigation around Al-Wadi Al-Jadded (New Valley), Egypt. Archaeological Prospection. Vol. 12, p. 177-189, 2006.

BARRADAS, J. A. et al. Levantamento Geofísico para Arqueologia em Trancoso, Porto Seguro-BA. In.: 7th International Congresso f the Brazilian Geophysical Society, Salvador. CDROM.

BECKER, J. *O homem pré-histórico no litoral norte, RS, Brasil - de Torres a Tramandaí*. V.1. Três Cachoeiras: Editora TC, 2007.

BECKER, J. *O homem pré-histórico no litoral norte, RS, Brasil - de Torres a Tramandaí*. V.3. Três Cachoeiras: Editora TC, 2008.

BENTRANO, C. *et al. Uma abordagem zooarqueológica do sítio RS-LC-97*. São Leopoldo: Pesquisas, Antropologia, 63, 2006.

BEVAN, B. The search for graves. *Geophysics*. Vol. 56, p. 1310 – 1319, 1991.

BROCHADO, J. J. *Histórico das pesquisas arqueológicas no Estado do Rio Grande do Sul*. Iheringia, Antropologia, Porto Alegre, n.1, p. 3-42, 1969.

CARLE, M. B. 2002. *Investigação arqueológica em Rio Grande: uma proposta da ocupação guarani pré-histórica no Rio Grande*. Porto Alegre, PUCRS (Dissertação).

CEZAR, G. *et al.* Two Brazilian archaeological sites investigated by GPR: Serrano and Morro Grande. *Journal of Applied Geophysics*, vol. 47, p. 227-240, 2001.

CONYERS, L. B.; GOODMAN, D. *Ground penetrating radar: an introduction for archaeologists*. Boston: Rowman & Little Publishers, 1997.

CORRÊA, I. C. S. *Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP: l'exemple de la plateforme continentale du Rio Grande do Sul – Brésil*. *Marine Geology*, 130, 1996.

DE MASI, M. A. *Pescadores coletores da costa sul do Brasil*. Pesquisas, Antropologia n. 57, 2001.

DEBLASIS, P. A.; KNEIP, A.; SCHEEL-YBERT, R. *Sambaquis e paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral sul do Brasil*. *Arqueologia Suramericana*, v. 3, n.1, 2007.

DELANEY. *Fisiografia e geologia de superfície da planície costeira do Rio Grande do Sul*. (Publicação especial n.º 6). Porto Alegre: UFRGS, 1965.

EVANS, Clifford. *Introdução*. In: SIMÕES, Mário F. (coord.) *Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas – Resultados Preliminares do Primeiro Ano 1965 - 1966*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. Publicações Avulsas n. 6, 1967.

FISH, S.; *et al.* *Eventos incrementais na construção de sambaquis, litoral sul do Estado de Santa Catarina*. Revista do MAE, n. 10, 2000.

FORSBERG, L. *Site Variability and Settlement Patterns*. Umea: University of Umea, Department of Archaeology, Archaeology and Environment, n. 5, 1985. (Tese)

FREDIANI, A. *Os sambaquis e o litoral de Torres*. Revista do Museu Júlio de Castilhos e Arquivo Histórico do Rio Grande do Sul, 1(1). 1952.

GASPAR, M. *Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2000.

_____, M. *Aspectos da organização social de pescadores-coletores: região compreendida entre a Ilha Grande e o delta do Paraíba do Sul, Rio de Janeiro*. Pesquisas, São Leopoldo, Antropologia n. 59, 163 p. 2003.

GAZZANEO, M.; *et al.* *Sondagens no sítio arqueológico de Xangrilá: uma experiência didática em arqueologia de salvamento*. Revista do IFCH 13, p. 85-110, 1985.

GAZZANEO, M. *et al.* *O uso da fauna pelos ocupantes do sítio da Itapeva (Torres, RS)*. *Arqueologia do Rio Grande do Sul, Brasil*. Documentos 3. São Leopoldo: UNISINOS, 1989.

GIBSON, P. J; GEORGE, D. M. Geophysical investigations at the site of the Farmer Monastic Settlement, Clonard, County Meath, Ireland. *Archaeological Prospection*, vol. 13, p. 45-46, 2006.

GODOLPHIM, M. *Geologia do Holoceno costeiro do município de Rio Grande - RS*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1976. (Dissertação)

GOMES, M. J. S. Utilização de métodos geofísicos em sambaquis fluviais, região do Vale do Ribeira de Iguape – SP/PR. Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas. Museu de Arqueologia e Etnologia, USP, São Paulo, 2003. (Dissertação).

GONÇALVES, L. M. B. *Estudo geoarqueológico com Georadar. Aplicação aos contextos arqueológicos da Pré-história recente à Proto-história do NW de Portugal*. Universidade do Minho, 2003. (Tese)

IHERING, H. *A Lagoa dos Patos*. Organon, Porto Alegre, n. 14, p. 101-142, 1885[1970].

IVANOFF, M. D; TOLDO Jr., E. E; FIGUEIRA, R. C. L. *Sedimentação da lagoa Itapeva, RS, Brasil*. Porto Alegre: Pesquisas em Geociências, 41(1): 03-13, jan./abr. 2014.

JACOBUS, A.L. & GIL, R. C. *Primeira comunicação sobre os vestígios faunísticos recuperados no sítio de Itapeva (Torres, RS)*. Veritas, 32(125):115-119. 1987

JOST, Hardy. *O Quaternário da Região Norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul – Brasil*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1971. (Dissertação)

KERN, A. A. *Escavações em sambaquis do Rio Grande do Sul*. Estudos Leopoldenses, 15, 1970.

_____, A. A. *Aplicação dos métodos estratigráficos e de decapagem no sítio litorâneo de Itapeva (Torres, RS)*. Revista de Pré-História 6, p. 163-166, 1984.

KNEIP, A. *O povo da lagoa: uso do sig para modelamento e simulação na área arqueológica do Camacho*. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2004. (Tese)

LEUCCI, G. Contribution of GPR and Electrical Resistivity Tomography to identify the cavity and fractures under the main Church Botrugno. *Journal of Archaeological Science*, vol. 33, p. 1194-1204, 2006.

LUIZ, J. G. et al. Levantamento Geofísico para Arqueologia no Outeiro da Glória, Porto Seguro-BA. In.: 7th International Congresso f Brazilian Geophysical Society. Salvador, CDROM.

MARTIN, J.; VILAS, G.; HADLICH, G. M. *O uso do Radar de Penetração no Solo na Investigação dos processos de transformação pedogeomorfológica*. *Revista Brasileira de Geomorfologia* - v. 11, nº 1, 2010.

MILHEIRA, R. G. 2008. *Território e estratégia de assentamento Guarani na planície sudoeste da Laguna dos Patos e Serra do Sudeste-RS*. São Paulo, USP (Dissertação).

MENTZ RIBEIRO, P. A. *Breve notícia sobre ocorrência de zoólito no sambaqui de Xangrilá, RGS*. *Revista do CEPA*, 24(26) p. 35-44, 1982.

_____, P. A. et al. *A ocorrência de zoólitos no litoral centro e sul do Rio Grande do Sul, Brasil*. Rio Grande, FURG. Série Documento, nº 11. 2002.

MENTZ RIBEIRO, P. A. & CALIPPO, F. R. 2000. *Arqueologia e história pré-colonial*. In: *Arqueologia, História e Socioeconomia da Restinga da Lagoa dos Patos*. (P. R. Tagliani, P. A. M. Ribeiro, L. H. Torres, F. das N. Alves, Orgs.). Rio Grande, FURG, p. 13-40.

MILLER, E. *Pesquisas arqueológicas efetuadas no nordeste do Rio Grande do Sul*. In: *Programa nacional de pesquisas arqueológicas resultados preliminares do primeiro ano 1965-1966*. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, (Publicações Avulsas n. 6), p. 15-38, 1967.

_____, E. *Pesquisas Arqueológicas em Abrigos-sob-rocha no Nordeste do Rio Grande do Sul*. *Programa nacional de pesquisas arqueológicas resultados*

preliminares do quinto ano 1969-1970. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, (Publicações Avulsas n. 26), p. 11-24, 1974.

NEAL, A. *Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress*. Earth-Science Reviews, 66, 2004.

NETO, J. A. B.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E. (Org.) *Introdução à geologia marinha*. Editora Interciência, 2014.

OLIVEIRA, M. S. C.; *Os sambaquis da planície costeira de Joinville, litoral norte de Santa Catarina: geologia, paleogeografia e conservação in situ*. Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. (Dissertação)

OLIVEIRA, M. G. *O uso do método GPR para mapear interferências no subsolo urbano e diagnosticar a contaminação ambiental de vazamentos de óleo em cabos elétricos subterrâneos*. Revista Brasileira de Geofísica, vol.27 no.2 São Paulo Apr./June, 2009.

OLIVEIRA, P.; BEHLING, H.; LEDRU, M. P. *et al. Paleovegetação e paleoclimas do Quaternário no Brasil*. In: SOUZA, C. L.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. *et al.* (Orgs.) Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos, p. 52-74, 2005.

PEREIRA, A.; GAMBÔA, L.; SILVA, M. A. *et al. A utilização do Ground Penetrating Radar (GPR) em estudos de estratigrafia na praia de Itaipuaçú - Maricá (RJ)*. Revista Brasileira de Geofísica, v. 21, n. 2, p. 163-172, 2003.

PORSANI, J. L. *Ground Penetrating Radar (GPR): Proposta metodológica de emprego em estudos geológico-geotécnicos nas regiões de Rio Claro e Descalvado – SP*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 1999.

PROUS, A. *Arqueologia brasileira*. Brasília: UNB, 1992.

QUINN, R. *et al. Integrad Geophysical Surveys of French frigate La Surveillante (1797), Bantry Bay, CO, Cork, Ireland*. Journal of Archaeological Science, vol. 29, p. 413-422, 2002.

RAMBO, B. *A fisionomia do Rio Grande do Sul, ensaio de monografia natural*. Porto Alegre: Selbach, 1956.

REGINATO, P. *Geologia e Evolução Holocênica da Região Norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

READING, H. G. *Sedimentary Environments: processes, facies and stratigraphy*. Oxford: Blackwell Publishing, 3rd edition, 2008.

RODRIGUES, S. I. *Contribuições dos métodos GPR e Eletromagnéticos Indutivo em estudos de sítios arqueológicos de sambaquis costeiros no Estado de Santa Catarina*. São Paulo: USP, 2009. (Tese).

RODRIGUES, S.; PORSANI, J. L.; SANTOS, V. R. N.; et al. *GPR and inductive electromagnetic surveys applied in three coastal sambaqui (shell mounds) archaeological sites in Santa Catarina state, South Brazil*. *Journal of Archaeological Science*, v. 36, p. 2081–2088, 2009.

ROGGE, J. H. *Assentamentos litorâneos da Tradição Tupiguarani: Projeto Quintão*. *Revista do CEPA*, 23(29): 215-217, 1999.

_____, J. H. *Fenômenos de Fronteira. Um estudo das situações de contato entre os portadores das tradições cerâmicas pré-históricas no Rio Grande do Sul*. São Leopoldo: Pesquisas, Antropologia 63, 2005.

ROGGE, J.; SCHMITZ, P. I. *Projeto Arroio do Sal: a ocupação indígena pré-histórica no litoral norte do RS*. In: SCHMITZ, P. I. (org.) *Pesquisas, Antropologia*. V. 68. p. 167 – 225, 2010.

RUBIN, J. C. R.; SILVA, R. T. (Org.) *Geoarqueologia*. Goiânia: Editora da PUC Goiás, 2013.

RUTSCHILLING, Ana L. *Pesquisas arqueológicas no Baixo Rio Camaquã. Arqueologia do Rio Grande do Sul, Brasil*. São Leopoldo: UNISINOS, Documentos 3, 1989.

SANTOS, N. B. *Evolução de cordões litorâneos lagunares holocênicos: caso de estudo nas lagoas do Gentil, das Malvas e Pinguela, região de Osório e Cidreira, RS*. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2014. (Dissertação)

SANTOS, N. B.; LAVINA, E.; PAIM, P. S. G. *High-resolution stratigraphy in Holocene lagoon terraces in the municipalities of Osorio and Cidreira, southern Brazil*. Quaternary Research, 2014.

SCATAMACCHIA, M. C. M. *Tentativa de caracterização da tradição Tupiguarani*. São Paulo: Departamento de Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia USP, 1981. (Dissertação)

SCHMITZ, P. I. *Paradeiros guaranis em Osório (Rio Grande do Sul)*. Pesquisas, 2. p. 113-143, 1958.

_____, P. I. *Sítios de pesca lacustre em Rio Grande, RS, Brasil*. São Leopoldo, Instituto Anchietano de Pesquisas, 1976.

_____, P. I. *Caçadores e Coletores da Pré-História do Brasil*. São Leopoldo: UNISINOS, 1984.

_____, P. I. *Considerações sobre a ocupação pré-histórica do litoral meridional do Brasil*. São Leopoldo: Pesquisas, Antropologia 63, p. 355-362, 2006.

_____, P. I. *Pré-história do Rio Grande do Sul*. Documentos 5. São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas, 2006.

_____, P. I. (Coord.). *A ocupação pré-histórica do litoral meridional do Brasil*. São Leopoldo: Pesquisas, Antropologia, 2006.

SCHMITZ, P. I; BASILE BECKER, I, I. *Os primitivos engenheiros do Planalto e suas estruturas subterrâneas: a tradição Taquara*. In.: SCHMITZ, P. I. (Coord.). *Pré-história do Rio Grande do Sul*. São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas, Documentos 5, 2006.

SEVERIANO RIBEIRO, H. J. (coord.). *Estratigrafia de Sequências – fundamentos e aplicações*. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2001.

SOUZA, A. C. *Uso do GPR na caracterização da pluma de contaminação gerada por hidrocarbonetos a partir de um posto de combustível na praia de Búzios, RN*. UFRN, 2009. (Dissertação)

STRIEDLER, A. *Pesquisas geofísicas: métodos eletromagnéticos – o georradar e as suas aplicações em investigações de subsolo*. UFRGS, 2004. (Apostila)

SUGUIO, K. *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais, passado + presente = futuro?*. São Paulo: Paulo's Ed, 2010.

_____, K. *Geologia Sedimentar*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2003.

TOMAZELLI, L. J. *Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul - com ênfase no sistema eólico*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990. (Tese)

_____, L. J. *O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil*. Pesquisas, v. 20, n. 1, p. 18-26, 1993.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. *Processos erosivos na costa do Rio Grande do Sul, Brasil: evidências de uma provável tendência contemporânea de elevação do nível relativo do mar*. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 2, 1989, Rio de Janeiro, 1989, p. 16.

_____, L. J.; VILLWOCK, J. A. *Geologia do sistema lagunar holocênico do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil*. Pesquisas, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 13-24, 1991.

_____, L. J.; VILLWOCK, J. A. *O Cenozóico no Rio Grande do Sul: geologia da planície costeira*. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000, p. 375-406.

_____, L. J.; VILLWOCK, J. A. *Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Gravel, n. 3, p. 109-115, 2005.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A.; LOSS, E. L. *et al. Aspectos da Geomorfologia Costeira da Região de Osório-Tramandaí, Rio Grande do Sul*. In: CONGRESSO DA ABEQUA. *Aspectos da Geomorfologia Costeira da Região de Osório-Tramandaí, Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1987 p. 141-153.

VILLWOCK, J. A. *Contribuição a geologia do Holoceno da província costeira do Rio Grande do Sul – Brasil*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1972. (Dissertação)

VILLWOCK, J. A.; TOMAZZELI, L. J. *Geologia costeira do Rio Grande do Sul, Notas técnicas*. Porto Alegre, n. 8, p. 1 - 45 p, 1995.

VILLWOCK, J. A.; LESSA, G.; SUGUIO, K. *et al. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras*. In: SOUZA, C. L.; SUGUIO, K., OLIVEIRA, A. M. *et al.* (Orgs.) *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, p. 94-113, 2005.

WAGNER, G. *Ceramistas pré-coloniais do litoral norte*. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2004. (Dissertação)

WAGNER, G. P. *Sambaquis da Barreira de Itapeva. Uma Perspectiva Geoarqueológica*. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2009. (Tese)

ANEXOS