

## Capítulo VII

### EMPREGO DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO E DO RADAR DE PENETRAÇÃO DE SOLO (GPR) NO SÍTIO ARQUEOLÓGICO NÁUTICO NAV PEIXE/TAVARES-RS

Iara Laura de Aragão Fernandes  
Jean Marcel de Almeida Espinoza  
Rodrigo de Oliveira Torres  
Miguel da Guia Albuquerque



# EMPREGO DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO E DO RADAR DE PENETRAÇÃO DE SOLO (GPR) NO SÍTIO ARQUEOLÓGICO NÁUTICO NAV PEIXE/TAVARES-RS

Iara Laura de Aragão Fernandes<sup>1</sup> | Jean Marcel de Almeida Espinoza<sup>2</sup> | Rodrigo de Oliveira Torres<sup>3</sup> | Miguel da Guia Albuquerque<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Antropologia- UFPEL- Rua Coronel Alberto Rosa n.º 154-Pelotas, Brasil, CEP 96010-770 E-mail:( iaralaurafernandes@gmail.com),

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina- Campus Caçador, Avenida Fahdo Thimé, 300, Caçador- SC, Brasil, CEP: 89.500-000 E-mail: ( jean.espinoza@ifsc.edu.br)

<sup>3</sup> Universidad de la Republica, Avenida Artigas y Aparicio Saraiva, Maldonado, Uruguay, CEP:20100. E-mail ( arqueonau@outlook.com )

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul-Campus Rio Grande, Rua Engenheiro Alfredo Huch,475, Rio Grande-RS, CEP: 96.201-460. (miguel.albuquerque@riogrande.ifrs.edu.br)–e-mail: (miguel.albuquerque@riogrande.ifrs.edu.br)

**RESUMO:** O emprego das tecnologias de geoprocessamento, em trabalhos de arqueologia, vem auxiliando cada vez mais os profissionais desta área na localização de sítios/artefatos, na qualidade de registro, otimização de tempo e minimização dos danos causados por meio das intervenções. O uso dessas ferramentas tem tido uma grande relevância, muito em função da potencialidade do estudo dos sítios arqueológicos de naufrágios no Brasil. No litoral brasileiro, os sítios arqueológicos costeiros ainda são muito pouco explorados, apesar de sua grande importância. O presente trabalho objetivou o uso de técnicas de geoprocessamento no auxílio da identificação de um sítio arqueológico para mapeamento tridimensional de achados arqueológicos no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. O estudo que foi conduzido no sítio Arqueológico Náutico NAV. Lagoa do Peixe, que constitui um Naufrágio localizado no Município de Tavares, Litoral Sul do Brasil. A partir de dados coletados com radar de penetração do solo (GPR) foi feita a cobertura de uma área de 24m x 12m, sendo possível estimar os destroços presentes no sítio, bem como caracterizar as dimensões das estruturas. A medida das distâncias entre as estruturas e os marcos de referências foi realizada através das coordenadas de localização obtidas com o GPS-RTK. Através de um comparativo com estudos pretéritos foi observada uma alteração das estruturas, muito provavelmente em função das movimentações de sedimentos, e posterior inclinação das estruturas ocasionados pelo peso do solo. Questões relacionadas à dinâmica costeira local também são associadas aos deslocamentos das estruturas. Os resultados do GPR demonstram que as concreções ferruginosas se destacam por apresentarem sinais na forma de ruídos. Esse indicador tem como principal marcador o fato dessas concreções ferruginosas apresentarem uma reflexão linear e estreita enquanto as demais estruturas se mostram na forma de reflexões mais abrangentes e descontínuas. No caso das estruturas de madeira, estas não se diferenciam muito do sinal do solo arenoso. No entanto, a presença de algumas feições lineares e a interrupção na deposição do solo dunar, ou sua compactação, são indicadores de partes da estrutura. A utilização do método geofísico, GPR (Radar de Penetração no Solo), no sítio arqueológico Nav. Lagoa do Peixe contribuiu de maneira relevante no uso do geoprocessamento aliado as práticas de pesquisas arqueológicas, sobretudo de forma não interventiva. Por fim, estudos dessa natureza são de grande relevância, principalmente para contribuir na história dos naufrágios no litoral do Rio Grande do Sul.

**Palavras-chave:** Arqueologia, Geoprocessamento, Prospecção-não-Interventiva, GPR.

## USE OF GEOPROCESSING TOOLS AND GROUND PENETRATION RADAR (GPR) ON THE NAUTIC ARCHAEOLOGICAL SITE- NAV PEIXE/TAVARES-RS

**ABSTRACT:** The use of geoprocessing technologies in archeology works has increasingly helped professionals in this area in locating sites/artifacts, recording quality, optimizing time and minimizing damage caused by interventions. The use of these tools has had great relevance, largely due to the potential of the study of archaeological shipwreck sites in Brazil. On the Brazilian coast, coastal archaeological sites are still very little explored, despite their great importance. The present work aimed to use geoprocessing techniques to help identify an archaeological site for three-dimensional mapping of archaeological findings on the coast of Rio Grande do Sul, Brazil. The study that was conducted at the Nautical Archaeological Site NAV Lagoa do Peixe is a Shipwreck located in the Municipality of Tavares, South Coast of Brazil. From data collected with ground penetration radar (GPR) an area of 24m x 12m was covered, making it possible to estimate the wreckage present at the site, as well as to characterize the dimensions of the structures. The measurement of the distances between the structures and the landmarks was performed using the location coordinates obtained with the GPS-RTK. Through a comparison with past studies, an alteration of the structures was

observed, most likely due to the movement of sediments, and subsequent inclination of the structures caused by the weight of the soil. Issues related to local coastal dynamics are also associated with the displacement of structures. The results of the GPR demonstrate that the ferruginous concretions stand out for presenting signals in the form of noise. This indicator has as its main marker the fact that these ferruginous concretions present a linear and narrow reflection while the other structures are shown in the form of more comprehensive and discontinuous reflections. In the case of wooden structures, these do not differ much from the sign of sandy soil. However, the presence of some linear features and the interruption in the deposition of the dune soil, or its compaction, are indicators of parts of the structure. The use of the geophysical method, GPR (Soil Penetration Radar), at the Nav Lagoa do Peixe archaeological site contributed significantly to the use of geoprocessing combined with archaeological research practices, especially in a non-intervention way. Finally, studies of this nature are of great relevance, mainly to contribute to the history of shipwrecks on the coast of Rio Grande do Sul.

**Keywords:** Archaeology, Geoprocessing, Non-Interventive Prospecting, GPR.

## INTRODUÇÃO

No litoral do estado do Rio Grande do Sul, em decorrência das características geográficas e fenômenos climáticos há uma grande incidência de naufrágios, pouco estudados a partir do âmbito histórico e arqueológico, sendo assim, é neste contexto que se insere o tema pesquisado.

O sítio *NAV Lagoa do Peixe*, foi identificado durante a pesquisa realizada por TORRES (2015) onde buscando sua identificação, uma vez que o nome e histórico da embarcação não foi evidenciada em pesquisas associadas a naufrágios, a estrutura passou por uma escavação com a finalidade de uma detalhada descrição e modelagem tridimensional no qual se identificou entre carvão mineral a presença de concreções ferruginosas oriundas de pregos da estrutura do costado. Após a escavação para evidenciação, foi optado, a fins de uma melhor preservação, que a estrutura fosse novamente enterrada. De acordo com as dimensões TORRES (2015) a associou à uma escuna.

Sendo assim, a escolha da realização dessa pesquisa se deu nesse sítio, em função do conhecimento detalhado de uma estrutura que estava parcialmente encoberta por sedimento, considerando a movimentação de sedimentos e a dinâmica costeira e por saber que as concreções e pregos ali presentes, seriam um alvo facilmente sinalizado no georadar.

Desta maneira o objetivo da prospecção não interventiva do Sítio Arqueológico Náutico Nav. Lagoa do Peixe, com a utilização de métodos geofísicos, no caso, o Radar de Penetração no Solo (GPR) foi o de apontar alternativas metodológicas às práticas de pesquisa arqueológica. A área de localização do sítio Nav. Lagoa do Peixe foi delimitada, com o

auxílio do GPR sob a área demarcada. Com isso, foi possível analisar as respostas ao material presente no subsolo, demarcando a presença de materiais que possuam características eletromagnéticas distintas do solo do entorno. Uma vez que esse sítio arqueológico passou anteriormente por técnicas de escavações e demais intervenções físicas e se encontrava parcialmente encoberto, o uso do GPR contribuiu em um melhor entendimento da atual situação local, sem a necessidade de escavações. A aplicação desta metodologia tem por objetivo expandir as possibilidades de investigação arqueológica, bem como trazer a aproximação entre o geoprocessamento e a arqueologia. Como resultados, após o processamento dos dados obtidos no Sítio, têm-se a elaboração de um Modelo 3D, a criação de ferramenta em SIG e o mapeamento da distribuição espacial das estruturas do Sítio, o que poderá contribuir no estudo da viabilidade de aplicação de tal métodos em trabalhos arqueológicos. A relevância do trabalho arqueológico se torna eficaz justamente nesses estudos de caso, onde poucas ou nenhuma informação histórica é registrada. Desta forma a análise do material contribui para gerar dados que possam ser encontrados em registros históricos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O sítio Arqueológico *NAV Lagoa do Peixe*, é caracterizado por ser um Sítio Náutico de Naufrágio. Está localizado no litoral do município de Tavares – RS nas coordenadas 31°25'24.80" S / 51° 6'27.27" O.

Em seu trabalho de registro, TORRES (2015) instalou ao longo da delimitação da área marcos topográficos com auxílio de uma estação total, para o registro da estrutura que se encontrava parcialmente

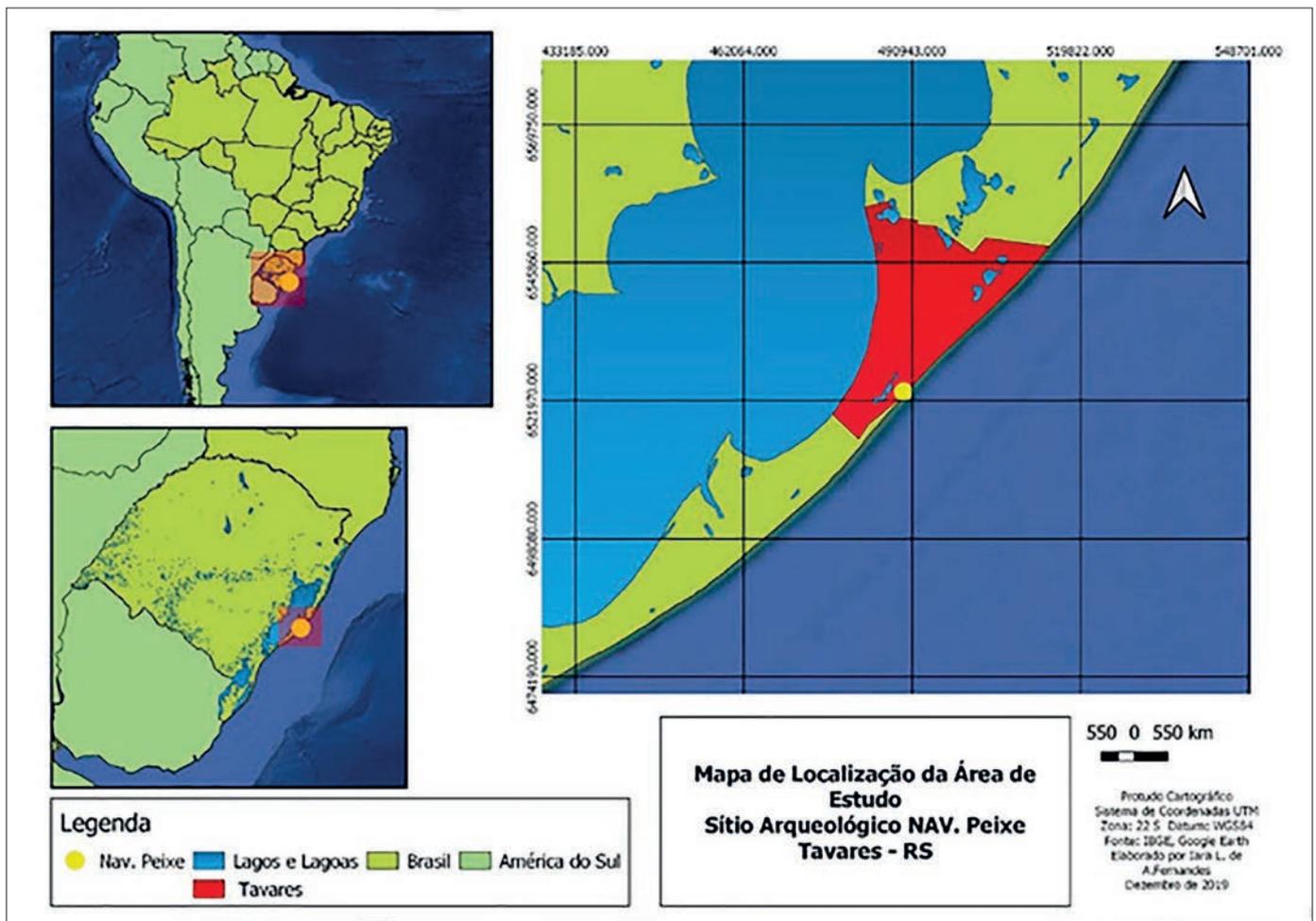


Figura 01 – Mapa da área de estudo.

soterrada, também foi realizada uma varredura através de fotogrametria digital que posteriormente foi utilizada para recriar modelos tridimensionais, o que resultou na reconstrução digital da embarcação.

Os destroços da embarcação estão esparsos em uma área que se estende por pouco mais de um quilômetro quadrado. Sendo denominadas por TORRES (2015) como : E1, E2, E3 e E4. Sendo que a maior parte íntegra da Estrutura corresponde a com a denominação: E1, que apresenta as dimensões: 12,7 X 3,4m. Os materiais que compõem as estruturas são predominantemente madeira com presença de pregos e concessões ferruginosas e fragmentos de carvão mineral, carvão este que provavelmente seja do carregamento da embarcação.

Durante muitas décadas esteve sem identificação, poucos registros deste naufrágio foram encontrados, não se sabia a data do naufrágio, a nacionalidade do navio, quais eram suas reais dimensões e qual era a carga transportada no momento do naufrágio ou encalhe.

O sítio *NAV Lagoa do Peixe* está composto de quatro estruturas de uma embarcação construída em madeira, encontradas parcialmente soterradas e dispostas sobre uma área de aproximadamente 1.200m<sup>2</sup>. Durante os 10 dias da campanha de 2013, a estrutura 1 (E1) foi escavada e documentada em detalhes, enquanto estruturas 3 e 4 (E3 e E4, respectivamente) foram parcialmente escavadas, registradas (TORRES, 2017, p. 05).

Desta forma a análise do material contribuiu para gerar dados que possam ser encontrados em registros históricos.

### O GPR aplicado à arqueologia – coleta de dados

Considerando as informações obtidas por TORRES (2015) na E1, esta estrutura foi selecionada para a varredura com o GPR sendo que o Radar de Penetração no Solo pode auxiliar as pesquisas arqueológicas durante as etapas de prospecção e localização de um sítio arqueológico. Assim como realizou-se em práticas interventivas com escavações no solo os

indicadores da paisagem e histórico da região também são levados em conta. Com a vantagem que a prospecção com Georadar pode evitar ou minimizar as práticas interventivas.

A Coleta de dados se deu em três momentos: identificação das estruturas E1, E2, E3 e E4 que estavam parcialmente enterradas, após a identificação se deu a delimitação a partir de pontos plotados com o GPS de precisão RTK, e foi efetuada uma testagem do GPR com diferentes antenas, a fim de identificarmos a que melhor responderia ao diferentes materiais da estrutura. As coletas em campo foram realizadas em 26 e 27 de outubro e 23 de novembro de 2019, para identificação e coleta de dados.

No primeiro e segundo dia de coleta de dados foi realizado um caminhamento em pequeno trecho com diferentes antenas acopladas ao GPR respectivamente com frequências de 200MHZ e 400MHZ. Essas antenas possuem uma frequência que melhor se adequam a identificação de materiais a uma baixa profundidade no solo e respeita a integridade do material pesquisado. Após os Testes verificou-se que a antena de 400MHZ apresentava uma melhor leitura do Alvo que se encontrava a menos de 1 m de profundidade do solo. Desta forma toda a coleta se seguiu com antena desta frequência.

A varredura da superfície onde está depositado o destroço do costado da embarcação denominada “Estrutura 1” foi inicialmente sinalizada por balizas e estacas, de forma que a área da malha fosse delimitada. O georadar percorreu a malha em linhas de caminhamento nos sentidos transversal e longitudinal, a cobertura da malha foi realizada através da coleta no sentido “Zigue- Zague”. Foram realizadas varreduras sobre a superfície com o Georadar IDS (Ingenieria del Sistemi).

A malha elaborada para a coleta de dados com o georadar possuía 12 linhas de caminhamento, sendo 7 linhas longitudinais “L”, (L0, L4, L8, L12, L16, L 20, L 24) com espaçamento a cada 4 m. E 5 linhas transversais “T” “T”, (T0, T3, T5, T7, T10) com espaçamento inicial e final de 3 m e espaçamento de 2m entre as linhas T3 e T5 e T5 e T7.

Conforme mencionado anteriormente, a aquisição dos dados foi realizada mediante caminhamento em “Zigue-Zague” em duas etapas. Em um momento o caminhamento em Zigue –Zague seguindo o sentido das linhas transversais e em segundo momento

no sentido das linhas longitudinais, com dois tipos de antena com frequências de 200MHZ e 400MHZ. Essas antenas possuem uma frequência que melhor se adequam a identificação de materiais a uma baixa profundidade no solo e respeita a integridade do material pesquisado.

Uma estação Total foi instalada sobre o marco inserido por TORRES (2015) e com o GPS- RTK foram mapeadas as distancias ente as estruturas a fim de uma comparação com as distancias medidas anteriormente.

### Aplicações de um SIG -WEBSIG

Os sistemas de informação geográfica permitem disponibilizar dentro de uma única ferramenta digital, uma série de produtos digitais de uma determinada área de estudos. Segundo Infantini (2015), os sistemas de informação geográfica são utilizados na arqueologia desde a década de 60, em campos tais como a criação de modelos preditivos de terreno, análises geomorfológicas e hidrológicas de sítios e reconstruções paleoambientais, tais aplicações geram amplos resultados na interpretação dos contextos investigados. **Qgis 3.8 Zanzibar – Versão lançada em 2019:** O Qgis é um programa de SIG (Sistema de Informação Geográfica) que possui código aberto. Seu projeto oficial foi desenvolvido pela Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). O software pode ser utilizado em diversos sistemas operacionais como, por exemplo: Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android. O QGIS permite a elaboração de variados produtos com dados espaciais.

– **Arcmap:** É um componente do software Arcgis de processamento espacial. Desenvolvido pela empresa Esri. O arcmap assim como o Qgis é um programa de SIG que permite a elaboração de dados espaciais como gerenciamento, criação, análise e compartilhamento entre outros. O Arcmap e Qgis foram utilizados na elaboração desse projeto sendo utilizados na geração de mapas georreferenciados da área de estudo para a confecção de um SIG e um *WebSig*.

### Software *GREED 3D/IDS*

O software *GREED 3D*, da marca do Georadar IDS, é através do software que a leitura o tratamento

e processamento e filtragem de dados são realizados. O processo de filtragem de dados é uma importante etapa no processamento, pois, ele irá filtrar o domínio de frequências do radargrama permitindo que distintas feições presentes no subsolo apresentem maior destaque de acordo com suas propriedades dielétricas.

O mesmo proporciona o processo de filtragem dos dados, sendo esses utilizados não somente visando a filtragem no domínio espacial como também no domínio das frequências. O *software GRED 3D* possibilita também, uma estimativa da velocidade de propagação e é usado para executar uma estimativa da velocidade de propagação para o mapa de radar com base na forma de uma hipérbole. (LEMOS, 2018, Pág. 27-28).

Com esse software, foi realizada a aplicação de cinco etapas em cada Radargrama, na seguinte sequência;

**1 – Move Start time:** Ao iniciar a coleta de dados é necessário um tempo de calibração antes de coletar os dados. Com a aplicação desse filtro o que foi obtido nesse tempo inicial é removido da imagem. **2 – Background Removal:** Esse filtro remove do radargrama o fundo que não apresenta dados. **3 – Vertical Bandpass Filter :** Aplica um intervalo de frequência na direção vertical. **4 – Linear Gain:** A aplicação desse algoritmo realça a amplitude de reflexão. **5 – Smoother Gain:** Algoritmo de suavização tem por objetivo a redução de frequências altas, elimina, por exemplo, ruídos proveniente de eletrônicos que possam prejudicar a interpretação dos dados.

A interpretação dos dados foi realizada através do Software GRED 3D. Após a coleta, os radargramas correspondentes ao perfil de cada linha de caminhada da malha foram identificados e tratados, durante a etapa de tratamento de dados foi aplicado em cada radargrama a sequência de filtros e ganhos anteriormente aqui detalhada. Após a aplicação de filtros e ganhos foi realizada a análise de cada radargrama, onde são identificados padrões e geometrias e estes por vez, associados as suas possíveis ocorrências.

Para gerar visualização do radargrama foi utilizado o *software Gaia Spectrum* é um *software* livre, que permite realizar a leitura de dados GeoRadar, além disso, o mesmo permite visualizar e salvar gráficos de propagação dos mesmos.

Os gráficos gerados possibilitam uma leitura da propagação do sinal ao longo do perfil, identificando as trocas de constante dielétricas dos materiais, além



Figura 02 – Componentes do GPR IDS

disso, o *software* proporciona que sejam identificadas as distâncias entre esses. (LEMOS, 2018, Pág. 27-28)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados são a verificação e interpretação dos alvos verificados nos radargramas após passarem por tratamento de filtros e das medições de posicionamento das estruturas em relação as apontadas anteriormente por TORRES (2015).

Através das medidas foi constatado que a extremidade da E1 mais próxima do marco 1 está a uma distância de 10,28 m, considerando que o marco foi instalado a 10 m de distância da mesma em 2011 segundo TORRES (2015), e considerando que a E1 está em desnível onde a parcela mais próxima do marco está com maior deposição no sedimento, isso indica uma movimentação mínima da estrutura que pode ser decorrente de sua inclinação causado por seu peso no solo.

Entre a E1 e a E2 existe uma distância de 19,8m atualmente, o que mostra um afastamento de 1,8m dos extremos medidos em 2002. A medida pode ser decorrente dos desgastes nas estrutura são decorrentes do longo do tempo e da movimentação do solo causada pelas dinâmicas litorâneas.

Já as medida de distância entre a estrutura E2 e as Estruturas E3 e 4 que se encontram quase sobrepostas e tiveram os pontos plotados em conjunto,

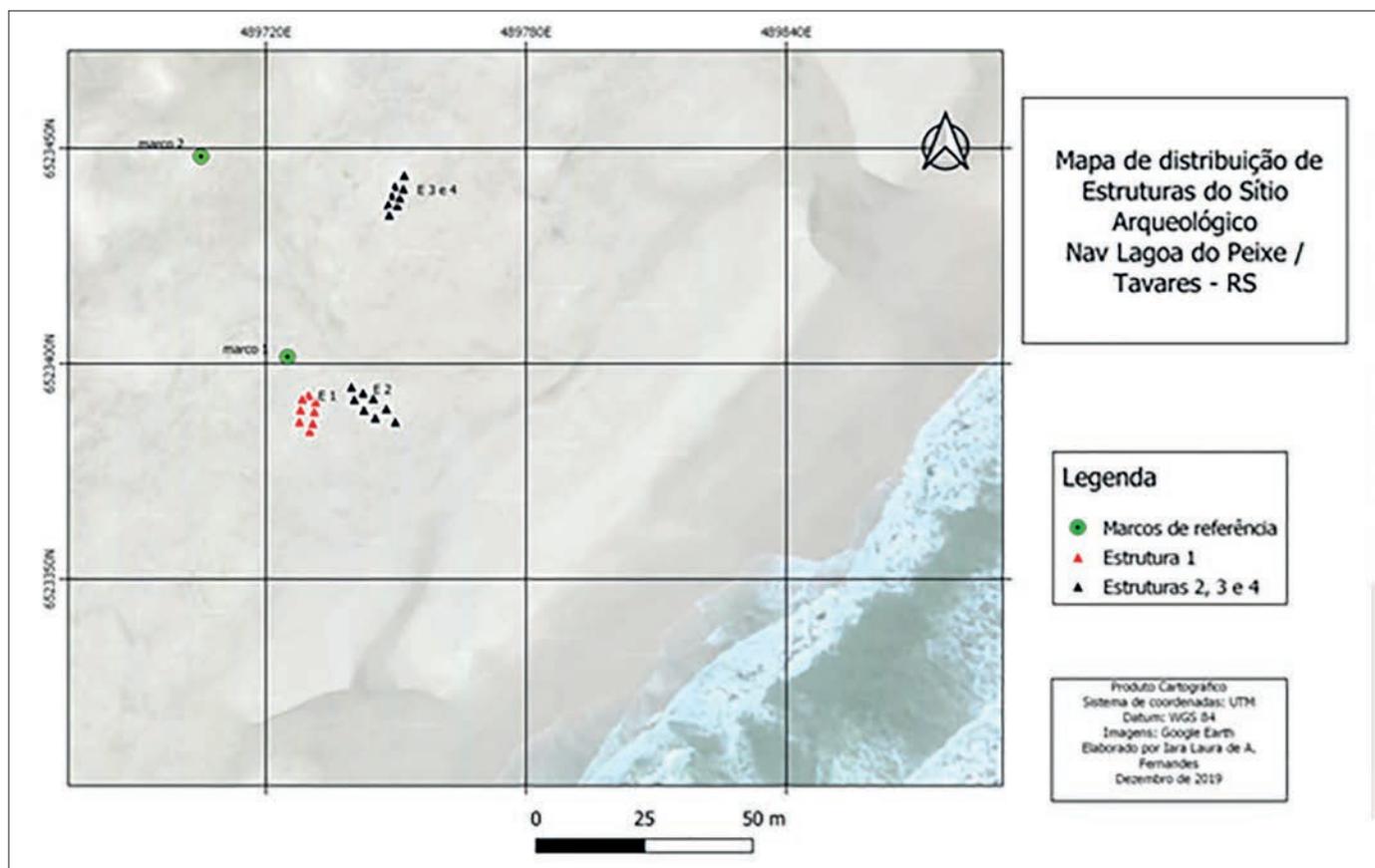


Figura 03 – Mapa de distribuição de estruturas.

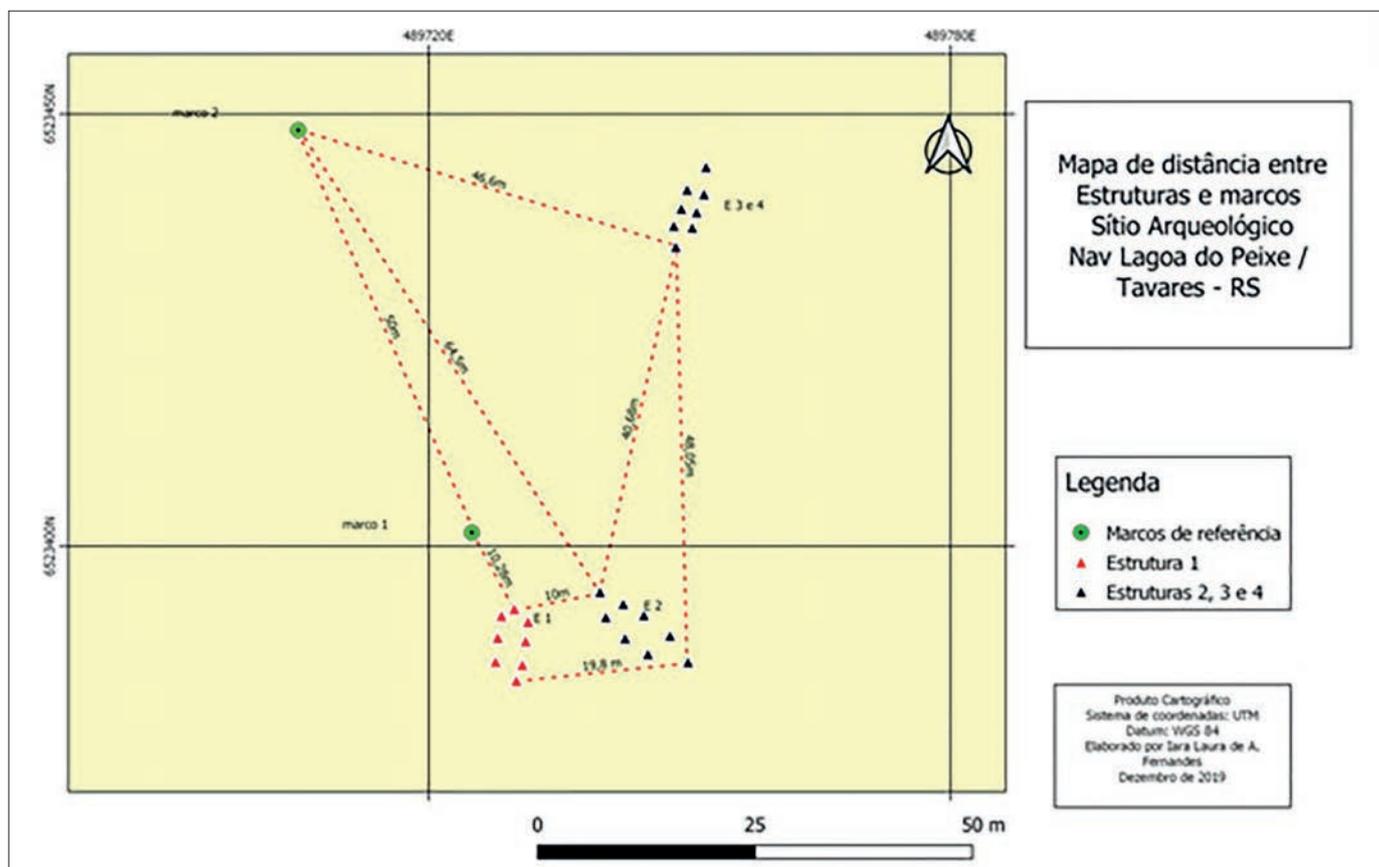


Figura 04 – Mapa de localização da Área de Estudo. Distâncias entre estruturas.

indicam uma maior movimentação em relação à medida passada. Em 2002 a distância estimada entre as estruturas era de 32 m, enquanto atualmente é de 48,5 m. Por constituírem porções menores, estas estruturas podem estar mais suscetíveis a sofrerem alterações da dinâmica litorânea. As Estruturas 3 e 4 também são as que possuem menor deposição no solo, apesar de serem menores que as estruturas 1 e 2 são as que apresentam maior visibilidade em imagens de satélite.

Nos radargramas apresentados foi possível verificar que as concreções ferruginosas ou pregos se destacam bastante, em alguns casos apresentando muitos ruídos nas imagens. É possível diferenciar os pregos das concreções uma vez que os pregos apresentam reflexão linear e estreita enquanto as concreções se mostram na forma de reflexões mais abrangentes e descontínuas.

Em alguns radargramas é possível verificar partes da estrutura em madeira. O sinal da madeira não se diferencia muito do sinal do solo arenoso, no entanto, a presença de algumas feições lineares e a interrupção na deposição do solo duna ou sua compactação são indicadores de partes da estrutura.

As concreções ferruginosas agiram como um grande indicador na localização da estrutura, podendo, em pesquisas posteriores, apontar onde se localizam outras partes do naufrágio que se encontram em sub-superfície, já a madeira se destacou em algumas feições, mas com menor frequência já que não apresenta ruídos distintos do solo no radargrama. Em muitas feições não foi possível visualizar a madeira, mas sim identificá-la mediante as alterações na compactação do solo dunar causado pela deposição da estrutura. Dessa forma em pesquisas como esta, alterações nos padrões de compactação do solo devem ser interpretados com maior atenção.

A coleta dos dados em malha evidenciou através da reconstrução em 3D alguns pontos que estavam em maior profundidade abaixo das dunas. Foi gerado um Websig com as informações coletadas:

Os pregos e concreções por possuírem uma alta reatividade enquanto alvo, ao mesmo passo que auxiliam na identificação da estrutura também podem conduzir a equívocos no momento de sua delimitação o que sugere que a delimitação final não deve ser constatada apenas pelo GPR, mas que

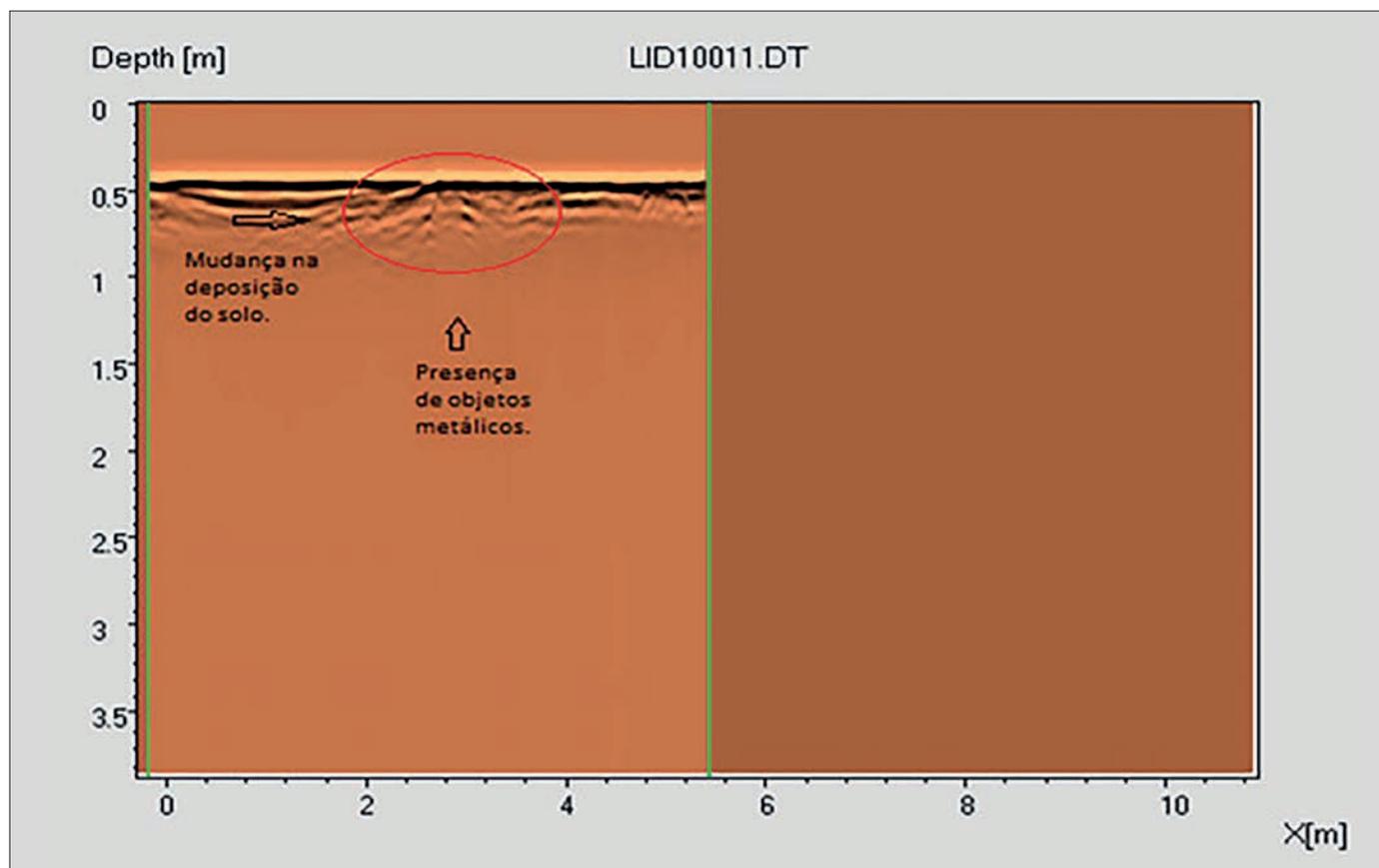


Figura 05 – Radargrama da linha L16 sem tratamento de dados.

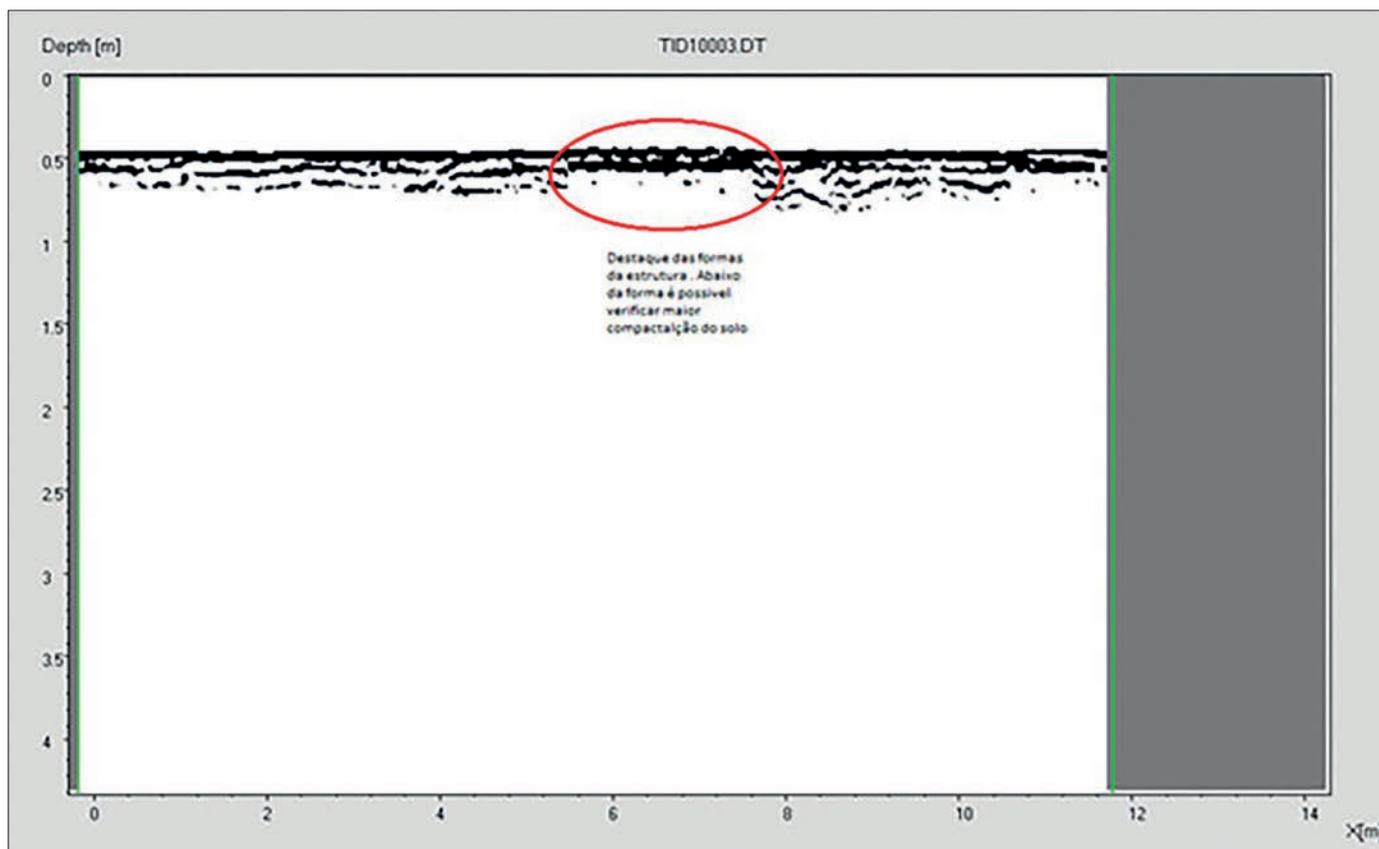


Figura 06 – Radargrama da linha T5 após tratamento de dados e com mudança na paleta de cores.

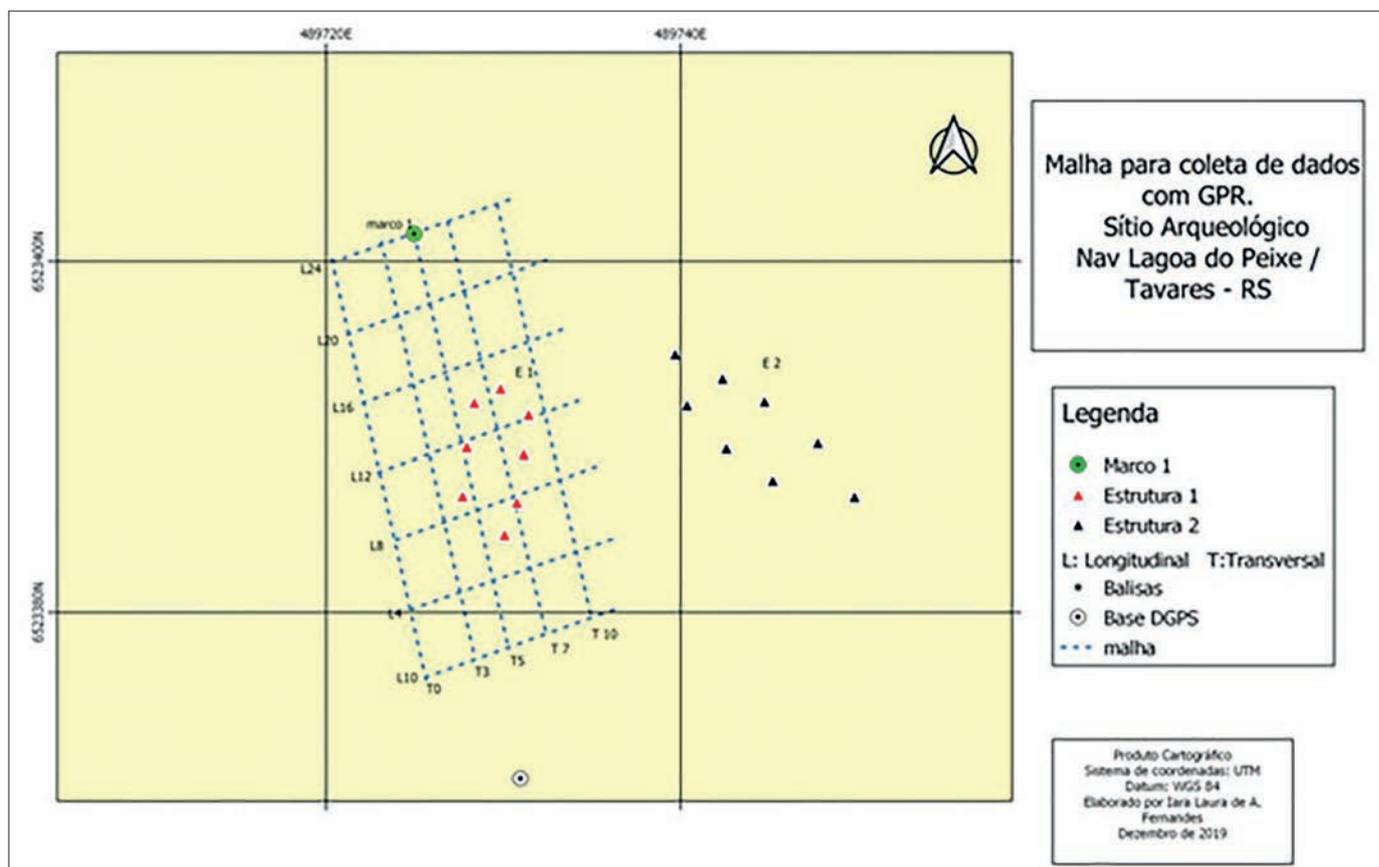


Figura 07 – Mapa de malha para coleta de dados com GPR.

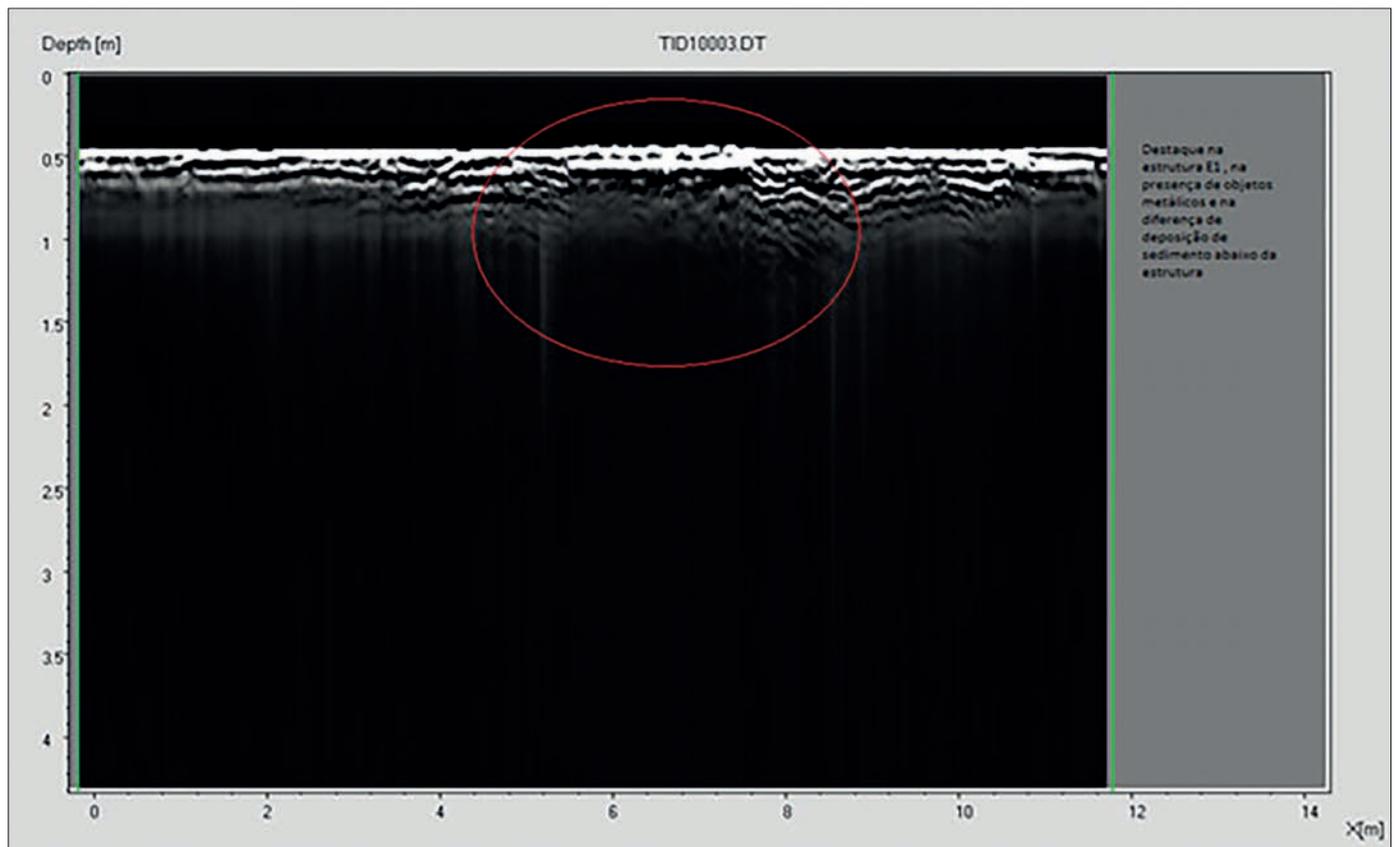


Figura 08 – Radargrama da linha T5 após tratamento de dados e com mudança na paleta de cores.

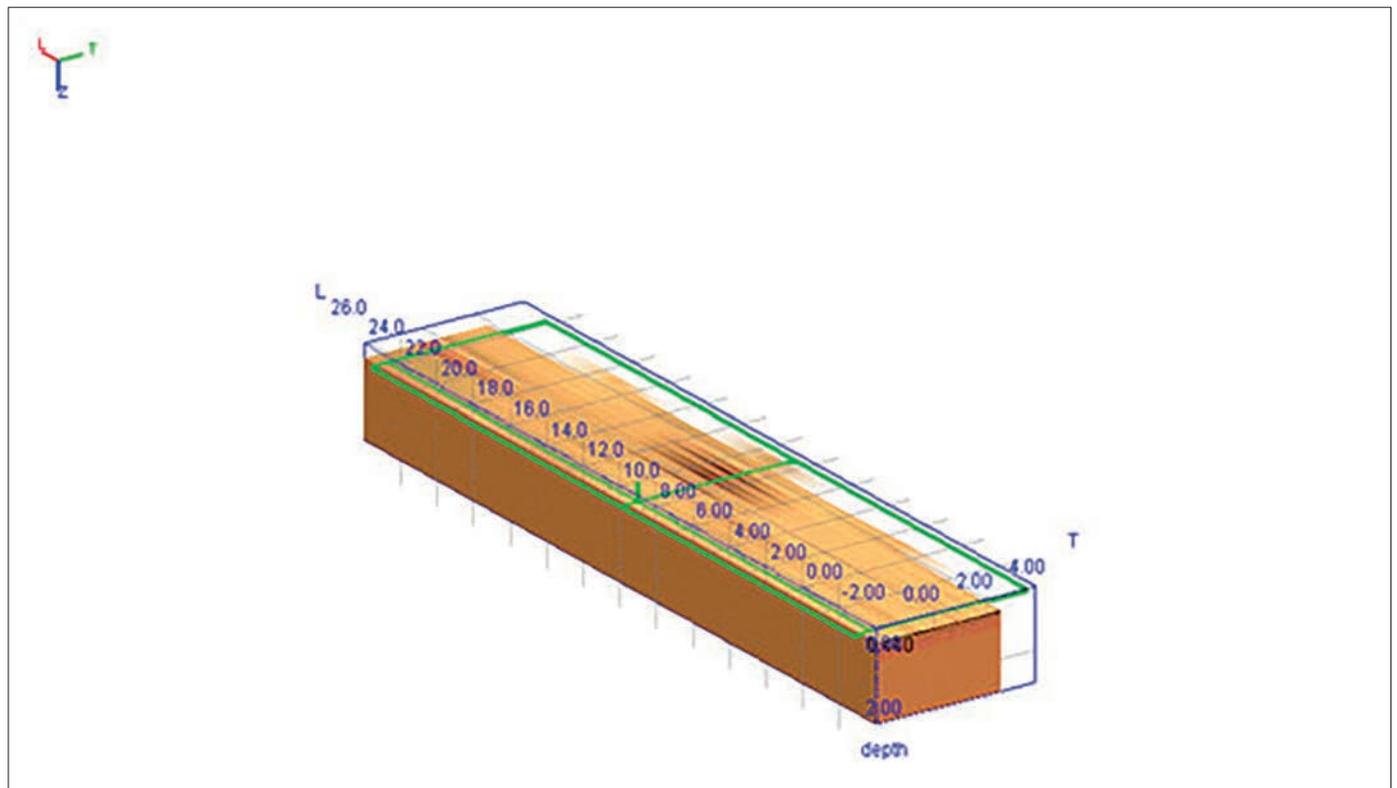


Figura 09 – Linhas L a 44cm de profundidade.

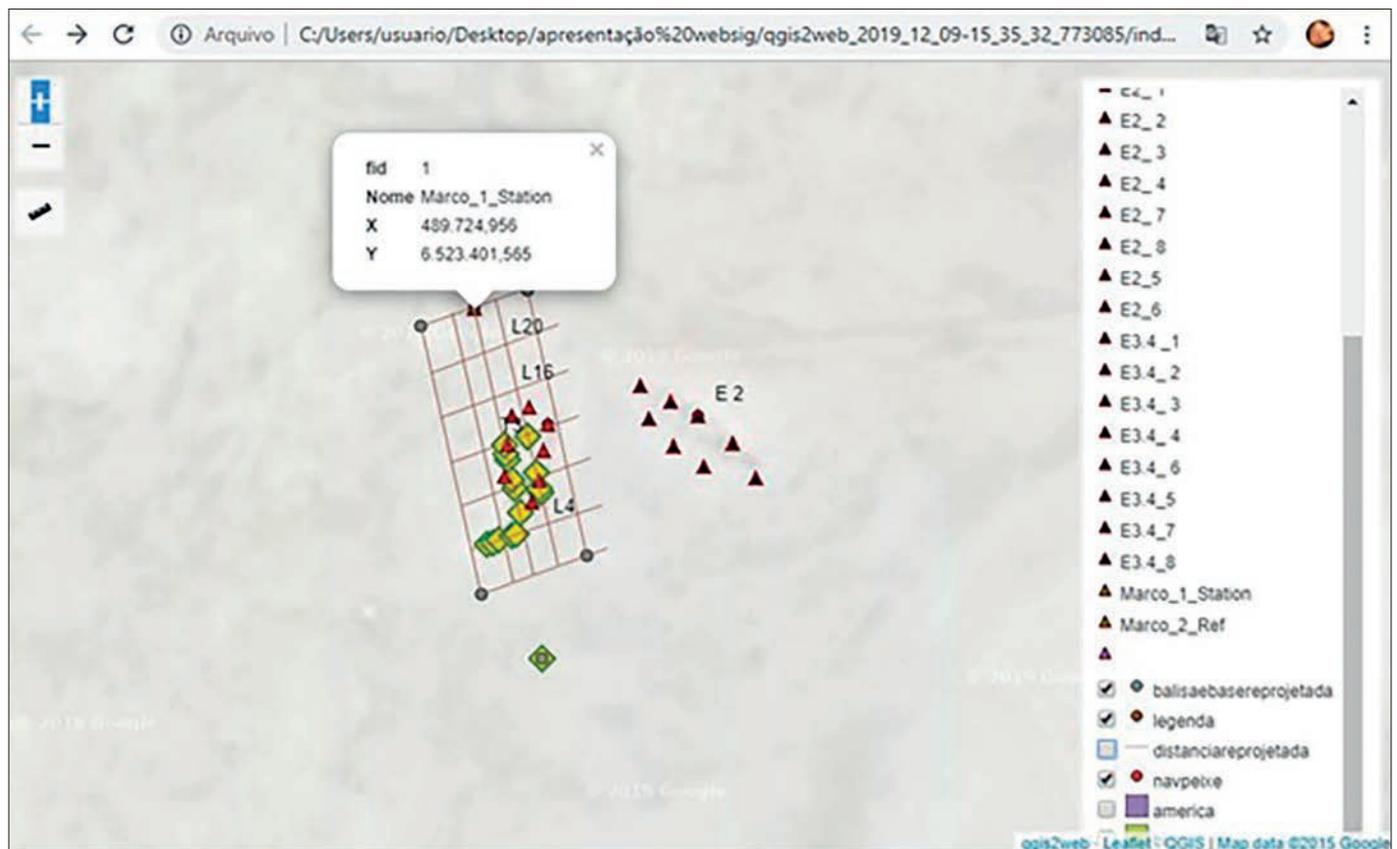


Figura 10 – Websig da área de estudo.

este deve auxiliar como indicador de áreas com um maior potencial.

As frequências de GPR indicadas para pesquisas arqueológicas se estendem entre 250MHZ e 500MHZ, considerando que os dados obtidos com a aplicação de 400MHZ de frequência foram mais satisfatórios em detrimento da antenna de 200MHZ é aconselhável a aplicação em pesquisas posteriores na mesma profundidade de uma antenna entre 400MHZ e 500MHZ até para um melhor detalhamento da estrutura de madeira.

## CONCLUSÃO

Apesar de uma prospecção realizada em ambiente litorâneo ser caracterizada por apresentar grande instabilidade na aplicação do Georadar, em função da salinidade, os dados obtidos se mostraram satisfatórios em relação ao que já se conhecia da estrutura.

A prospecção com GPR aliada a coleta de dados com o GPS geodésico RTK, permitiu e possibilitará maior precisão para monitorar posteriormente a movimentação das estruturas dentro da dinâmica

característica dos sítios litorâneos. Uma vez que já foi possível calcular a movimentação das estruturas nos últimos anos.

Talvez em pesquisas posteriores a utilização de uma antenna de maior frequência seja ideal para detectar essas feições com mais detalhes uma vez que a estrutura estava a pouca profundidade, foi percebido que as concreções ferruginosas também apresentaram muitos ruídos no radargrama esses ruídos foram causados por sua proximidade com a antenna.

Por estar a baixa profundidade o sinal não sofreu alterações do lençol freático talvez algum material a uma maior profundidade possa sofrer alteração no radargrama em função da salinidade.

A partir medição das distâncias entre as estruturas foi possível verificar que as mesmas estão mais distantes umas das outras o que pode indicar a ação de alguma interferência antrópica nas estruturas ou uma tendência a maior dispersão ao longo da costa.

## REFERÊNCIAS

### Artigos

- GASPAR, M. D. 2003. História da construção da Arqueologia Histórica brasileira. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, [S. l.], n. 13, p. 269-301. (doi:10.11606/issn.2448-1750.revmae.2003.109496). (disponível em <https://www.revistas.usp.br/revmae/article/view/109496>.)
- INFANTINI, L. 2015. Sistemas de Informação Geográficos (SIG) em Arqueologia. *Revista Arqueologia Pública*, Campinas, SP, v. 9, n. 3[13], p. 114–121. (doi:10.20396/rap.v9i3.8641308).(disponível em <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rap/article/view/8641308>.)
- TORRES, R. O. 2017. Náutica no Sul do Brasil: Relatório de Escavação Sítios NAV INÉDITO e NAV LAGOA DO PEIXE. *Cadernos do LEPAARQ- UFPEL*, vol XIV n°27.p 332-365 Pelotas, (ISSN:1806 9118). (disponível em <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/lepaarq/article/view/10616/7329>)

### Anais de eventos

- CARVALHO, D.S.; ZANETTINI P.E. CASTRO, G. 2007. Prospecção arqueológica não invasiva por meio de GPR (ground penetrating radar). *Anais do XIV Congresso da Sociedade Brasileira de Arqueologia*, Florianópolis, Santa Catarina.

### Teses

- AGUIAR, J. C.M. 2005. *Radar de Penetração no Solo (GPR): Aspectos Geofísicos e Geodésicos, Processamento e Análise em Pavimento Flexível*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.128 p.
- GONSALVES, C. S. 2015. *Utilização de Geotecnologias no diagnóstico e gestão de sítios arqueológicos pré-coloniais da Restinga Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande – Rio Grande, Brasil.77 p.
- LEMOS, A. S. 2018. *Utilização do Radar de Penetração do Solo (GPR) para prospecção não- Invasiva do Monumento Túmulo de Bento Gonçalves da Silva na Cidade do Rio Grande- RS Trabalho de Conclusão de Curso*. – Instituto Federal do Rio Grande do Sul- Campus Rio Grande, Rio Grande, Brasil. 40 p.
- PORSANI, J. L. 1999. *Ground Penetrating Radar (GPR): Proposta metodológica de emprego em estudo geológico-geotécnicos nas regiões de Rio Claro e Descalvado – SP*. Tese de Doutorado, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil. 145 p.
- TORRES, R. O. 2015. *The Archaeology of shore stranded shipwrecks of Southern Brazil*. Tese de Doutorado, Texas A&M University, Texas, Estado Unidos.180 p.