

## PROSPECÇÃO GEOFÍSICA POR RESISTIVIDADE ELÉTRICA NO SÍTIO GUAIBITUGUÇU, ALAGOAS, BRASIL: RESULTADOS PRELIMINARES

### GEOPHYSICAL SURVEY USING ELECTRICAL RESISTIVITY AT THE GUAIBITUGUÇU SITE, ALAGOAS, BRAZIL: PRELIMINARY RESULTS

Scott J. Allen<sup>i</sup>

**Resumo:** O sítio arqueológico Guaibituguçu está situado às margens de uma planície de maré, no município de Japaratinga, estado de Alagoas, Nordeste do Brasil. Escavações revelaram um registro arqueológico cronologicamente complexo e fascinante, talvez atestando ao cotidiano de uma comunidade enredada com, e talvez essencial para, a colonização local portuguesa e holandesa. Os membros do Projeto Arqueológico Guaibituguçu estão atualmente realizando análises tipológicas de cerâmica de baixa queima, análises arqueométricas de cerâmica, bem como pesquisas bibliográficas. O levantamento geofísico empregou o método de resistividade elétrica buscando identificar áreas de atividade humana para auxiliar na escavação eficiente do local. A viabilidade do uso deste método era incerta por causa da alta resistência de contato esperada devida à sedimentologia do local consistindo variavelmente em areia grossa e fina. A prospecção de resistividade elétrica teve como alvo três blocos contíguos, fornecendo um mapa geofísico de uma porção do sítio arqueologicamente investigado. Embora as medidas de resistência lidas pelo instrumento e os valores de resistividade aparente tenham sido bastante elevados, como esperado, os resultados obtidos após o processamento dos dados confirmaram a viabilidade de empregar resistividade elétrica no sítio de Guaibituguçu, justificando um futuro levantamento de cobertura total. **Palavras-Chave:** Geofísica Arqueológica, Resistividade Elétrica, Sítio Guaibituguçu – Japaratinga, Alagoas, Brasil

**Abstract:** The Guaibituguçu archaeological site is situated on the margins of a tidal marsh the northeastern state of Alagoas, Brazil. Excavations revealed a chronologically complex and fascinating archaeological record perhaps attesting to the lives of a community entangled with, and perhaps essential to, local Portuguese and Dutch colonization. Members of the Guaibituguçu Archaeological Project are currently undertaking typological analysis of low-fired pottery, archaeometric analyses for chronology and sourcing, as well as continued archival research. Geophysical survey using the method of electrical resistivity seeks to identify activity areas and to aid in the efficient excavation of the site. The viability of using this method was uncertain because of expected high contact resistance owing to the site's sedimentology consisting variously of coarse and fine sand. The electrical resistivity test survey targeted three contiguous grids providing a geophysical map of a an archaeologically investigated portion of the site. While the instrument-read resistance measurements and apparent resistivity values were quite high, as expected, the results obtained after processing the data confirmed the feasibility of employing electrical resistivity at the Guaibituguçu site, justifying future total coverage survey. **Key words:** Archaeological Geophysics, Electrical Resistivity, Guaibituguçu Archaeological Site – Japaratinga, Alagoas, Brazil

---

<sup>i</sup> Departamento de Arqueologia. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Bolsista de Produtividade em Pesquisa, CNPQ, Processo 306602/2019-9 E-mail: scott.allen@ufpe.br

## Introdução

O presente estudo faz parte de um projeto maior de longo prazo, que busca comparar métodos geofísicos em diversos contextos arqueológicos no Nordeste do Brasil, para fins de pesquisa e preservação *in situ* do patrimônio arqueológico<sup>1</sup>. Enquanto nosso grupo de pesquisa emprega magnetometria, resistividade elétrica e radar de penetração no solo (GPR), é este último que tem fornecido os melhores resultados em locais pesquisados até agora, incluindo uma praça em um distrito histórico (Allen et al., 2017), uma senzala associada a um engenho (Allen & Rocha, 2020) e as ruínas da casa grande de outro engenho (Allen & Espínola, 2021). Em nosso esforço para continuar avaliando os métodos em diversos contextos históricos, o sítio Guaibituguçu forneceu um bom, embora desafiador, candidato para o levantamento da resistividade elétrica.

Guaibituguçu é um sítio arqueológico de baixa visibilidade e alta densidade, descoberto durante a prospecção de uma área destinada a um projeto habitacional suburbano. A visibilidade de um sítio se refere à facilidade de ser percebido a olho nu. Ruínas de estruturas em alvenaria, as chamadas ‘chãs de cacos’ (amplas distribuições de fragmentos de cerâmica, frequentemente em áreas de cultivo), oficinas líticas em ambientes áridos e sítios com grafismos rupestres são alguns exemplos de sítios de alta visibilidade. A densidade do sítio se refere à concentração de materiais e outras evidências antrópicas em subsuperfície.

O sítio, cobrindo aproximadamente 3 hectares, está situado em uma área elevada a poucos metros acima do mar, no município de Japaratinga, Alagoas. Apesar da presença de falésias na região sul de Japaratinga, na área do sítio há um alargamento da planície costeira sendo os tabuleiros afastados (Figura 1). Encontram-se nessa área um amplo mangue, restinga, riacho e um lago que protegem o sítio de ações erosivas.

---

1 Geofísica Aplicada ao Estudo e Preservação de Sítios Arqueológicos, Bolsa de Produtividade em Pesquisa, CNPQ, processo 306602/2019-9



Figura 1: Sítio Guaibituguçu, sentido Noroeste.

Apesar de não ter sido descoberto documento algum que possa ajudar na compreensão do contexto histórico do local, uma referência indireta contida em um mapa holandês, do século XVII (Figuras 2 e 3), fornece algumas hipóteses criativas, particularmente em associação com evidências arqueológicas até o momento descobertas.

Importante ressaltar que a cartografia holandesa do século XVII objetivava registrar recursos naturais, locais de produção (engenhos e currais), galpões, povoados e instalações militares. Uma trilha situada à margem direita do atual rio Salgado ('Iuparatiba' / 'Juparatiba') termina em ponto desconhecido em uma planície de maré e área de manguezal. Nenhuma estrutura de importância é anotada no mapa, sendo as mais próximas umas casas ou galpões ao sul e o mosteiro São Bento ao norte.

A escala do mapa varia bastante, não sendo muito útil para informações, além das espaciais gerais: por exemplo, o ícone '2' no mapa (Figura 3) é uma fonte de água doce (S. Thomé à época, atualmente Bica das Barreiras do Boqueirão), ainda existente e que fica a 8 km da foz do rio Salgado. Em contraste, o mosteiro São Bento se situa atualmente apenas a 2 km da foz, porém no mapa aparece estar em uma distância bem maior, comparável com a da fonte. Independente dessas falhas e incertezas na cartografia, o que parece evidente é que não haveria uma trilha levando a um local sem importância para os holandeses.



Figuras 2 e 3: Duas versões do mapa, *Brasilia qua parte paret Belgis*, por Georg Marcgraf (1640s). Nota-se diferenças na escrita do riacho Guaibituguçu (acima) e Guaibitnguçu (abaixo). Consultar Barbosa et. al. (2013) por uma ampla discussão e análise do mapa.

Escavações revelaram cerâmica de baixa queima da tradição Tupinambá<sup>2</sup>, bem como artefatos europeus exógenos em associação estratigráfica, além de cerâmica confeccionado localmente. Visando confirmar e/ou problematizar essas associações cronológicas estratigráficas, diversos fragmentos cerâmicos de tecnologia indígena foram selecionados para datação por Termoluminescência (TL).

Os resultados das escavações e a análise preliminar dos artefatos recolhidos mais que justificam a continuação de pesquisas arqueológicas no local. Enquanto análises e interpretações estão ainda em curso, ficando fora do escopo deste artigo, o que fica evidente é que Guaibituguçu promete lançar luz sobre o cotidiano dos habitantes de uma pequena comunidade à margem da sociedade colonial no Nordeste do Brasil.

Embora o sítio esteja protegido pela legislação brasileira, o complexo residencial em construção se situa ao seu lado que certamente levará a impactos negativos. O emprego de métodos geofísicos para realizar uma varredura completa do local busca identificar as áreas mais promissoras para escavações, assim contribuindo para o resgate de áreas em situação de preservação precária. A prospecção por resistividade elétrica no sítio de Guaibituguçu foi planejada para abordar três questões fundamentais: 1) o método é viável para o contexto geológico e sedimentológico do local? 2) quais arranjos (*arrays*) seriam mais informativas no contexto do sítio? e 3) como os dados poderiam ser usados para levantar hipóteses sobre o sítio e formular estratégias de pesquisa futura?

## Metodologia

O princípio básico de prospecção por resistividade elétrica refere-se à passagem de energia por um par de sondas através do subsolo e o registro dos valores de resistência percebidos em outras duas sondas em pontos que formam uma área (bloco) ou seção (perfil) (Figura 4). Em termos gerais, pacotes estratigráficos previamente perturbados (ex., buracos e fossas) apresentam uma resistência abaixo da média do local, enquanto a presença de estruturas de alvenaria, rocha ou compactação sedimentar apresentaria com uma resistência mais elevada da média. Obviamente, as condições locais, clima no decorrer do levantamento e processamento

---

2 Fragmentos do tempo: a cerâmica indígena do sítio Guaibituguçu, Japaratinga, Alagoas. Pesquisa de mestrado em andamento por Lúcio Flávio Santos de Oliveira (PPGARQ, UFPE).

influenciam bastante na qualidade dos dados obtidos (cf., Schmidt, 2013; Carr, 1982; Weymouth & Huggins, 1985).

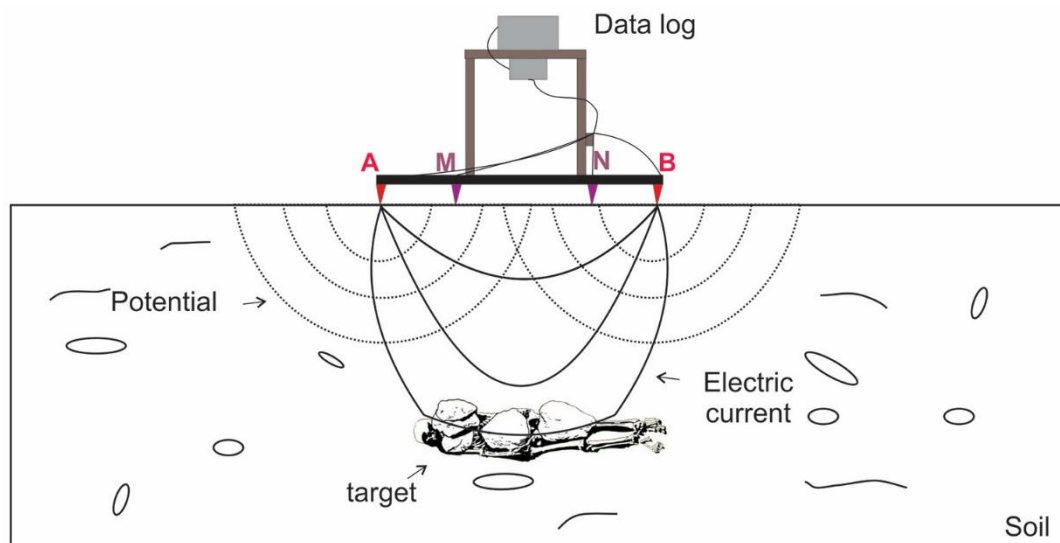


Figura 4: Princípio geral da resistividade elétrica com arranjo Wenner. Fonte: Figura modificada de Allen et al., 2017: 238.

A prospecção geofísica de Guaibituguçu empregou o GEOSCAN RM-15D, acoplado ao MPX15 *multiplexer* para a aquisição e armazenamento das medições. A vantagem do *multiplexer* é a sua capacidade de coletar dados para até oito arranjos (*arrays*) simultaneamente sendo, para essa pesquisa: 6 *twin* (0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,25, 1,5 m), *Wenner* e *Dipole-Dipole*. Os arranjos são nomeados de acordo com a posição das sondas de corrente e potência.

A malha de escavação, com um *datum* designado N500 L500, forneceu o controle espacial para a colocação de três blocos de prospecção: R01 (20 m x 20 m), R02 e R03 (10 m x 20 m cada), estabelecendo assim uma localização precisa para a averiguação dos alvos em futuras escavações. A localização dos blocos procurou fornecer um mapa geofísico de uma parte do local conhecida por ter uma alta concentração de cerâmica, bem como possíveis estruturas de combustão.

As sondas remotas foram fixadas a 30 vezes a separação máxima da sonda de arranjo *twin*, portanto, 45 m para o bloco R01 e 30 m para os blocos R02 e R03. Após algumas tentativas e erros, as configurações do RM-15D que forneceram as leituras mais consistentes foram: 40v, 0,1mA, 137Mhz, ganho de sinal x 1, 13 Hz, 60 Hz rede.

Os dados foram coletados em intervalos amostrais de 1 m ao longo de transectos de também 1 m (Figura 5), resultando em 400 pontos por arranjo para R01 e 200 pontos por arranjo para R02

e R03 cada. O pré-processamento dos dados foi realizado ainda em campo para poder realizar ajustes às configurações dos arranjos (Figura 6). O clima era ensolarado e seco todos os dias durante o levantamento.



Figuras 5 e 6: Levantamento de dados e processamento prévia em campo. Fonte: fotografias do Arquivo Imagético do NEPA e GEAR.

A profundidade da pesquisa varia de acordo com a separação das sondas, embora, em vez de existir um cálculo exato, muitos fatores influenciam a determinação da profundidade de alvos e vestígios porventura presentes no subsolo (ver Oswin, 2009; Bernardo, 2003 para uma discussão detalhada). Estudos geológicos, como levantamentos para mineração e hidrologia, exigem pseudoseções que atingem dezenas de metros de profundidade e sondas separadas a centenas de metros de distância. Neste contexto arqueológico raso, no entanto, e considerando os arranjos empregados, a profundidade varia de alguns centímetros a aproximadamente 1,5 m no máximo. Os resultados mais interessantes, ou nítidos, se apresentaram a menos de 1 m, o que é compatível com a evidência estratigráfica revelada nas escavações.

Como previsto, a alta resistência de contato apresentou dificuldades na aquisição de leituras utilizando configurações que se mostraram eficazes em outros locais pesquisados por nossa equipe. Diversas tentativas de usar o multiplexador para a aquisição de 8 arranjos simultaneamente também apresentaram problemas relacionados à resistência de contato. O terreno plano permitiu a inserção da sonda para a maioria das amostras, mas um número inaceitável de erros de alta resistência ao contato (HCR) foi registrado. As configurações de

tensão, ganho e corrente, ao mesmo tempo em que beneficiaram alguns arranjos, mostraram-se problemáticas para outros (cf ., Pandey et. al., 2015).

Em se visando encontrar um ou mais arranjos que fornecessem dados viáveis, todos os blocos foram prospectados novamente utilizando-se os arranjos *twin* de 0,5, 1,0 e 1,5 m sem uso do multiplexador, pois o processamento preliminar e a visualização indicaram que esses apresentaram o menor número de erros e resultados ‘mais limpos’ (Figura 7). Os valores de resistência adquiridos pelo instrumento foram convertidos em resistividade aparente ( $\Omega\text{-m}$ ) para comparação, embora não tenha havido diferença discernível na representação visual dos valores.

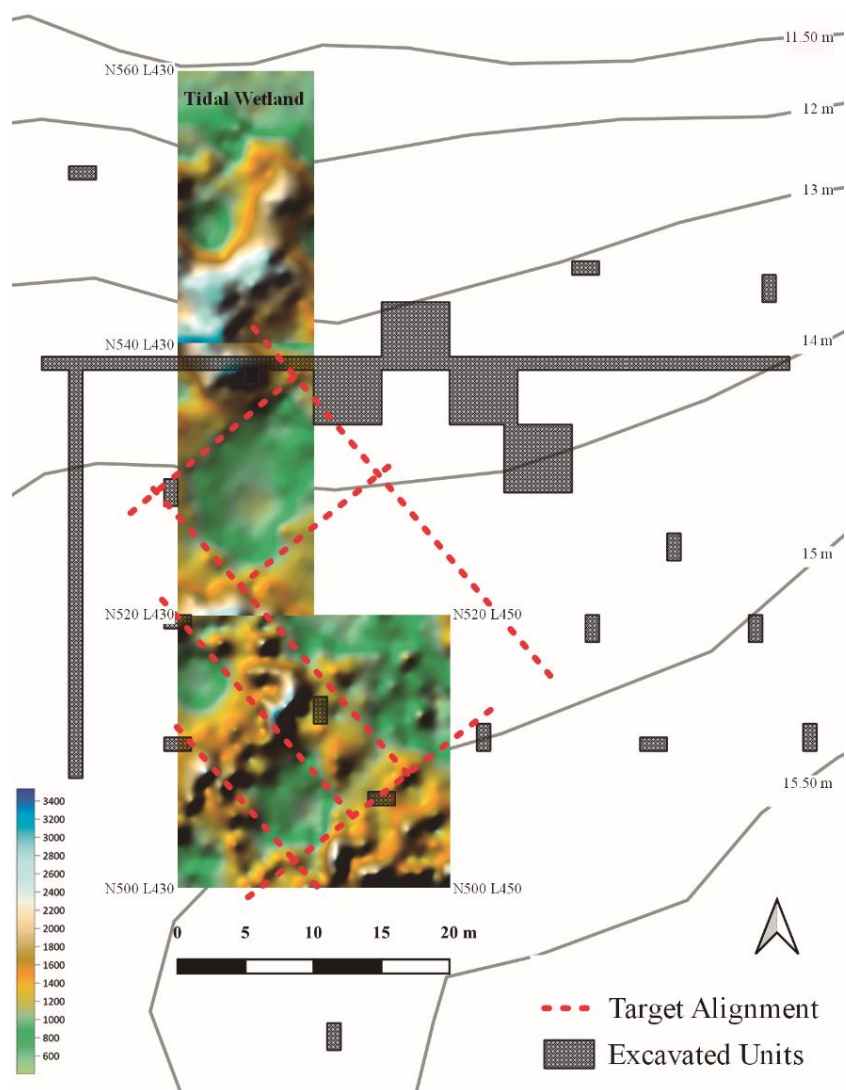


Figura 7: Resultados obtidos com delimitação e projeções de possíveis áreas de atividade e circulação. Fonte: imagem gerada no Surfer, georeferenciada no QGIS e editado no Photoshop; Arquivo Imagético do NEPA e GEAR.

## Discussão dos Resultados

Os objetivos da prospecção geofísica no Guaibituguçu versaram sobre a utilidade dos resultados quanto à interpretação do sítio, a viabilidade do método naquele contexto, bem como a utilidade prática de resultados para futuras investigações geofísicas e arqueológicas, quer metodológicas quer estratégicas.

Em se percebendo na Figura 7 que os resultados já instigam interpretação e investigação mais profundas, faz-se importante notar que as áreas de alta resistência, formando indiscutivelmente um padrão geométrico, não são fundações estruturais, como parece ser o caso à primeira vista. O “quadrado” de baixa resistência no Bloco R01 cobre aproximadamente 25 m<sup>2</sup> e a largura das linhas paralelas e perpendiculares de alta resistência varia de cinco a sete metros. Essa geometria alvo é bastante intrigante e se encaixa bem em especulações sobre as possibilidades espaciais no local. Se o local foi usado principalmente para a captação e troca de provisões marítimas, então os alvos lineares podem representar áreas de circulação (alta resistência) entre abrigos temporários (baixa resistência) feitos de material perecível.

Como mencionado anteriormente, se esperava leituras de baixa resistência em contraste com a matriz sedimentar circundante às trincheiras escavadas antes do levantamento geofísico (Figura 7). O Bloco R02 inclui 10 m da trincheira que corre de leste a oeste, mas nenhum remanescente geofísico discernível é evidente. Além do mais, o padrão geométrico parece se manter, embora haja um problema de interpolação entre R02 e R03. Levanta-se a hipótese de que, diferente de um sedimento argiloso, o preenchimento das quadriculas escavadas anteriormente com sedimento arenoso teria facilitado a drenagem, aumentando assim a resistência nesses locais. O efeito das áreas previamente escavadas nas medições de resistência tornar-se-á mais claro, uma vez que a cobertura total seja concluída, particularmente a partir das áreas de 5 m x 5 m.

Quando à viabilidade do método neste sítio, o procedimento de tentativa-e-erro na configuração dos arranjos e prospecções, discutidos acima, mostraram que os resultados obtidos foram razoavelmente consistentes (Figura 8). A replicação de alvos com diferentes arranjos, independentemente da falta de resolução desejada, indica que o método pode ser utilizado com grande vantagem mesmo nessas condições de solo. Essa consistência de alvos e geometria, embora necessite ser observado e confirmada em futuras prospecções, proporciona certa confiança na aplicação do método.

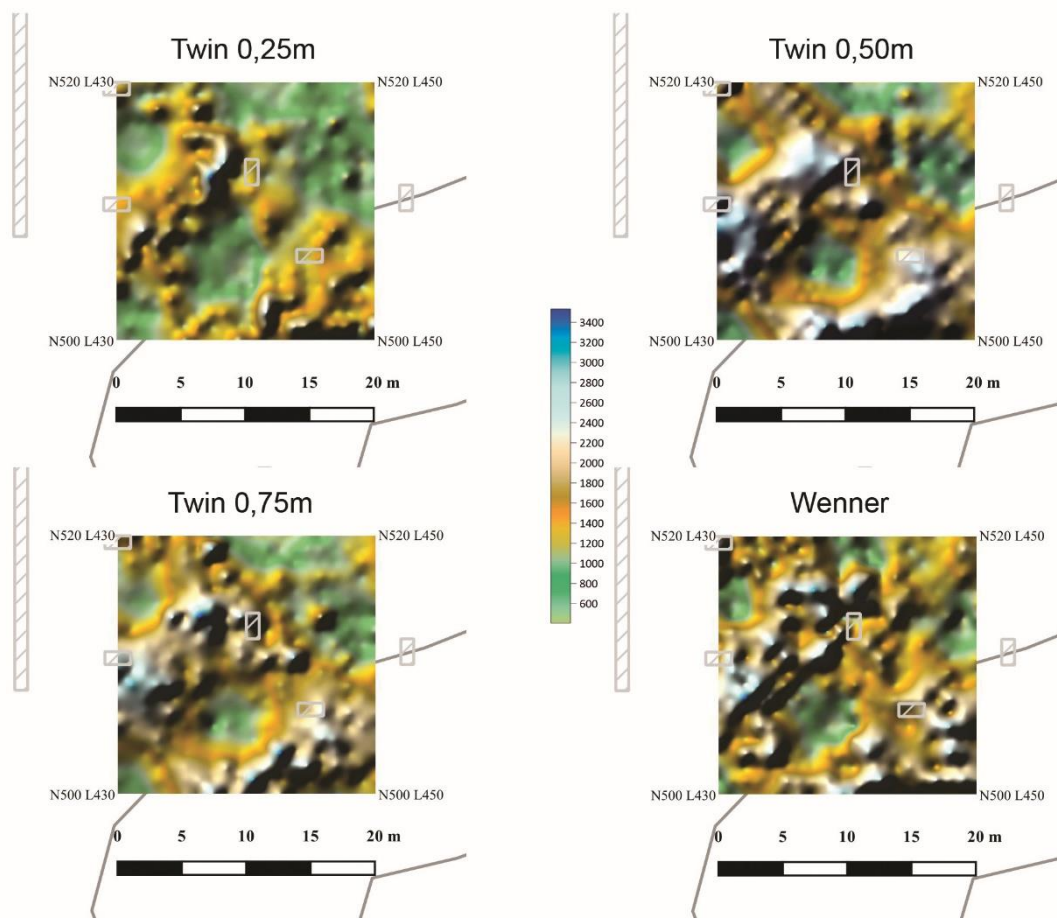


Figura 8: Comparação de arranjos e profundidade do Bloco R01. Fonte: imagem gerada no Surfer, georeferenciada no QGIS e editado no Photoshop; Arquivo Imagético do Nepa e Gear.

Um dos benefícios metodológicos mais imediatos percebidos através desse levantamento se deve aos resultados obtidos pelo arranjo Wenner. Esse arranjo pode ser realizado sem o uso de sondas remotas e extensos cabos, reduzindo assim consideravelmente o tempo da prospecção. Percebe-se na Figura 8 que, apesar do arranjo Twin 0,25 fornece a melhor resolução do Bloco R01, os demais arranjos também revelaram os alvos, sendo perceptíveis as formas geométricas discutidas acima. A rapidez do levantamento com o arranjo Wenner justifica seu uso para uma varredura do sítio inteiro como um primeiro passo, seguido por uma investigação geofísica mais detalhada com arranjos múltiplos em determinados locais.

Em conclusão, este breve relatório de pesquisa em andamento é apenas o primeiro passo na continuação das investigações geofísicas e arqueológicas do sítio Guaibituguçu. Os resultados confirmaram a viabilidade de se empregar o levantamento de resistividade elétrica no local, justificando assim, o levantamento da cobertura total, levando à formulação de hipóteses

quanto a padronização espacial das áreas de atividade, bem como a elaboração de estratégias de escavação para a próxima temporada de campo.

#### Agradecimentos

Devo agradecimento especial à participação do Waldimir Maia Leite Neto, Cristiano Barbosa de Lima e Lúcio Flávio Santos Oliveira que se dispuseram a realizar um trabalho de campo em condições menos que favoráveis devido à pandemia. Essa pesquisa foi viabilizada, em parte, pelo CNPQ (processo 306602/2019-9), o Núcleo de Ensino e Pesquisa Arqueológico (NEPA/UFAL) e o Laboratório de Geofísica Arqueológica (GEAR/UFPE).

#### Declaração de disponibilidade de dados

Todos os dados geofísicos utilizados neste estudo estão arquivados no Laboratório de Geofísica Arqueológica (GEAR), Departamento de Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil (contato: scott.allen@ufpe.br), e todos os dados materiais arquivados no Núcleo de Ensino e Pesquisa Arqueológico (NEPA), Setor de Arqueologia, Museu de História Natural, Universidade Federal de Alagoas (contato: coordenador.nepa@gmail.com).

#### Referências

ALLEN, S. J. & ROCHA, A. C., 2020. Interpretación de las estructuras arquitectónicas de la vivienda de esclavizados en el sitio arqueológico Ingenio Monjoepe. *Revista de Arqueologia Historica Argentina y Latinoamericana*, V14(2), p. 65-90

ALLEN, S. J. & ESPINOLA, C. S. 2021. Arqueologia Histórica no Engenho do Meio Pesquisa, Ensino e Extensão Comunitária no Campus da UFPE – Relatório Técnico preparado para IPHAN, 61p

ALLEN, S. J.; PORSANI, J. L. & POLUHA, B. 2017. Geofísica arqueológica no ambiente da Arqueologia Urbana. *Revista de Arqueologia*. V30(1): 235-254

BARBOSA, B. F.; PEINADO, J. L.; CESPEDES, R. P. & ALLEN, S. J. 2013. Afroindigenous Spaces on the Map Brasilia Qua Parte Paret Belgis. 1. ed. Barcelona: Vanguard Grafic

BERNARDO, J. 2003. Breve nota sobre a profundidade da investigação de métodos elétricos. Orléans, França: Iris Instruments

CARR, C. 1982. Handbook on Soil Resistivity Surveying: Interpretation of Data from Earthen Archeological Sites. Centro de Imprensa Americana de Arqueologia, Evanston, Illinois

OSWIN, J. 2009. Um Guia de Campo para Geofísica em Arqueologia. Chichester, Reino Unido: Praxis Publishing Ltd

PANDEY, L.; SHUKLA, S. & HABIBI, D. 2015. Electrical resistivity of sandy soil. *Géotechnique Letters* 5, 178–185

SCHMIDT, A. 2013. *Earth Resistance for Archaeologists*. New York: Altamira Press

WEYMOUTH, J. W. & HUGGINS, R. 1985. Geophysical Surveying of Archaeological Sites. In: George R. Rapp, Jr. e J Gifford (orgs.) *Archaeological Geology*. New Haven: Yale University Press, 191-235