



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
BACHARELADO EM ARQUEOLOGIA

ELOAH VARGAS RIBEIRO

DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE A TÉCNICA DE PROSPECÇÃO GEOFÍSICA *GROUND-PENETRATING RADAR* (GPR) NAS ESCAVAÇÕES DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO GO-Ja-02: SERRANÓPOLIS.

GOIÂNIA

2021

ELOAH VARGAS RIBEIRO

DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE A TÉCNICA DE PROSPECÇÃO GEOFÍSICA *GROUND-PENETRATING RADAR* (GPR) NAS ESCAVAÇÕES DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO GO-Ja-02: SERRANÓPOLIS.

Monografia apresentada ao Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Arqueologia.

Orientador: Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

GOIÂNIA

2021

ELOAH VARGAS RIBEIRO

**DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE A TÉCNICA DE PROSPECÇÃO GEOFÍSICA
GROUND-PENETRATING RADAR (GPR) NAS ESCAVAÇÕES DO SÍTIO
ARQUEOLÓGICO GO-Ja-02: SERRANÓPOLIS.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso é julgado adequado para obtenção o título de Bacharel em Arqueologia, e aprovado em sua forma final pelo Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás,

em ____/____/____

Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

Banca examinadora:

Prof. Dr. César Ulisses Vieira Veríssimo. Departamento de Geologia.

Universidade Federal do Ceará - UFC

Profa. Dra. Maira Barberi

Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC GO

GOIÂNIA

2021

“I am not so naïve as to believe that this volume will change the course of history or shake the conscience of the world.

Books no longer have the power they once did. Those who kept silent yesterday will remain silent tomorrow.”

Preface, *Night* (1958) Elie Wiesel.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer as duas pessoas que mais me motivam a seguir com meus sonhos dentro da academia, minha mãe Lenísia Vargas e meu Fáfá, Claudio Vargas. Obrigada por lerem tudo que escrevo e por confiarem em mim, vocês são meus maiores exemplos, amo vocês! Eu agradeço a toda minha família, que me ama incondicionalmente e está sempre pronta para fazer um churrasco de comemoração por toda e qualquer conquista, eu amo vocês Vovó Linda e Alva, tia Helena, tio Cloves e tio Cleber (e todos os outros F3 e F4), vocês são meu tudo! Obrigada papai, Euclides Belas Ribeiro, por estar sempre por perto mesmo de longe, você é minha grande saudade.

Gostaria de agradecer inúmeras vezes ao meu queridíssimo orientador Professor Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin, ele que é uma grande inspiração, com seus excelentes conselhos, seu amor pela ciência, sua capacidade inestimável para produção científica, com toda certeza um dos melhores professores que já tive o privilégio de ouvir, seus ensinamentos me guiarão por muito tempo! Muitíssimo obrigada. Agradeço a todo corpo docente do IGPA, em especial ao time feminino e absurdamente competente, Professora Rosiclér, Professora Maira, Professora Loriza, Professora Sibeli e Professora Ludmilia, vocês são excepcionais, obrigada por tanto! Obrigada professor Welitom Rodrigues Borges, por aceitar participar da pesquisa, pela parceria com o IGPA e com a ciência!

Quanto as minhas amigas, agradeço a todos que estiveram comigo nesses momentos, as novas e velhas amigas. Obrigada ao meu G3, Janine, Sarah e Isabella, não teria conseguido metade do caminho sem a ajuda de vocês, tenho certeza que o caminho de vocês é gigante, vou sentir uma falta absurda! Susan e Christiane, vou guardar vocês pra sempre, obrigada por tanto carinho e pelos conselhos. Maria Eduarda (Madu), obrigada por me ouvir e por ser sempre luz, torço pela sua felicidade.

Sempre e nunca menos importante, obrigada aos meus dois melhores amigos do mundo inteiro, Renan e Gabriella, vocês são a minha família, são meus exemplos, obrigada por tanto amor, a minha vida não seria nada se vocês não estivessem no meu caminho, eu os amo incondicionalmente. Não posso deixar de agradecer a minha queridíssima amiga Janaina, parceira e confidente, que tem percorrido essa carreira acadêmica lado a lado comigo, você é gigante, mulher!

Nunca me esquecendo de agradecer meu bonde da Reabilitação (grupo do WhatsApp), obrigada por entenderem que de vez em quando eu tinha que estudar e nunca desistirem de me chamar pra sair, eu as amo muito!

RESUMO

No Sítio arqueológico GO-JA-02 há um pacote de sedimentos de aproximadamente 2,5 metros de espessura com registro de diferentes momentos de ocupação iniciando-se com caçadores-coletores da fase Paranaíba (Schmitz et al, 1980). Este trabalho compara o uso da técnica de prospecção geofísica Ground Penetrating Radar (GPR) em pesquisas arqueológicas e busca justificar sua utilização para o sítio GO-Ja-02, com o intuito de direcionar as escavações dentro da área do abrigo no sítio. O conjunto de dados produzidos pelo GPR possibilita guiar escavações arqueológicas na busca de estruturas de combustão, vasilhames de cerâmica e enterramentos, por exemplo, além de informações sobre a estratigrafia e as camadas de ocupação. Nas primeiras etapas arqueológicas realizadas em 2019, analisaram-se as áreas externa e interna do sítio, constatando-se que elas possuem plenas condições de aplicação do GPR. O trabalho discute algumas questões relacionadas com a aplicação do GPR no sítio, uma vez que acordo como as pesquisas pioneiras, extrapoladas para o GO-JA-01, distante cerca de 500 metros, existem blocos de rochas a partir de 1 metro de profundidade, os quais podem interferir na interpretação das informações produzidas pelo GPR, bem como as duas técnicas complementares mencionadas. Além da identificação de características do solo que caracterizam a região como uma estratigrafia complexa. Os resultados de GPR possibilitarão uma correlação com as camadas identificadas nas escavações de Schmitz et al (1980) e servirá de base para os demais sítios de Serranópolis que apresentam características similares.

ABSTRACT

In the archaeological site GO-JA-02 has a sediment layer approximately 2.5 meters thick with a record of different times of occupation starting with the hunters-collectors of the Paranaíba phase (Schmitz et al, 1980). This work compares the use of Ground Penetrating Radar (GPR) geophysical prospecting technique in archaeological investigations and seeks to justify its use for the GO-Ja-02 site, as the aim of directing the excavations within the shelter area of the site. The set of data produced by GPR makes it possible to guide archaeological excavations in search of combustion structures, ceramic vessels and burials, for example, as well as information on the stratigraphy and the occupation layers. The first archaeological stages carried out in 2019, analyzed the external and internal areas of the site, verifying that they have full conditions of application of the GPR. The work discusses some questions related to the application of the GPR on site, once I agree as the pioneer investigations, extrapolated to GO-JA-01, distant about 500 meters, there are rock blocks from 1 meter deep, You can interfere with the interpretation of the information produced by GPR, as well as the two complementary techniques mentioned. Furthermore, it identifies characteristics that characterize the region as a complex stratigraphy. The GPR results will make possible a correlation with the layers identified in the excavations of Schmitz et al (1980) and will serve as the basis for the other Serranópolis sites that show similar characteristics.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO-----	9
1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA -----	12
1.1- O MÉTODO GPR -----	12
1.2 - AS IMAGENS PRODUZIDAS PELO GPR-----	16
1.3- O GPR NA ARQUEOLOGIA -----	18
1.4 - A GEOARQUEOLOGIA -----	19
2- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO -----	21
2.1- CARACTERIZAÇÃO CULTURAL-----	25
2.1 - O SÍTIO GO-Ja-02 -----	26
3 - MATERIAIS E MÉTODOS -----	31
3.1 - GABINETE-----	31
3.2- ETAPA DE CAMPO -----	32
3.3 - O SÍTIO GO-Ja-02 E O GPR -----	32
4- RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO-----	34
5- CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	42
BIBLIOGRAFIA-----	43

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a arqueologia, com o passar dos anos e com avanços de correntes teóricas, associou-se mais intrinsecamente com novas áreas do “geo” conhecimento, como a geofísica, a geologia, a geoarqueologia, essa associação, corroborou substancialmente com o aprimoramento na obtenção de dados, um aperfeiçoamento da captação de informações e uma maior possibilidade de compor um conhecimento do espaço das pesquisas científicas. Alguns métodos da geofísica, quando associados à arqueologia, possibilitam apreender informações tridimensionais sobre as camadas arqueológicas, permitindo direcionar os pesquisadores para os locais com maior potencial de estudo, e dessa forma, maximizar a captação de informações e a ação dos pesquisadores. Moraes (1999), ressalta as inúmeras possibilidades de relações disciplinares entre a Arqueologia, a Geografia, a Geomorfologia e a Geologia, a partir do conceito de *fator “geo”*. Segundo Emerson Almeida:

"A investigação geofísica rasa assume um papel importante na detecção de estruturas e objetos em subsuperfície, devido ao seu caráter não destrutivo. Por este motivo ela tem sido utilizada em estudos arqueológicos, onde o conhecimento prévio da localização de artefatos auxilia no processo de escavação por permitir a restrição a área a ser escavada e planejar o melhor método para a execução deste procedimento. Do mesmo modo, este tipo de investigação da subsuperfície vem sendo cada vez mais utilizado por arqueólogos e investigadores em casos de ocultação de cadáveres, busca por cemitérios clandestinos e localização de restos mortais". (ALMEIDA, 2016: 1).

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) busca analisar a utilização de geo-radares, em específico o *Ground-penetrating radar* (GPR). Através da análise das imagens obtidas pelo GPR pode-se perceber estruturas de combustão, vasilhames de cerâmica e enterramentos, por exemplo, além de informações sobre a estratigrafia e a camada de ocupação. Este geo-radar portanto, será utilizado na etapa de delimitação e caracterização preliminar do sítio GO-Ja-02, visando correlacionar com os resultados obtidos nas pesquisas pioneiras em Serranópolis coordenadas por P. I. Schmitz, e, conforme os resultados, propor a aplicação do método GPR para as futuras escavações. Os sítios arqueológicos de Serranópolis apresentam uma significância científica em decorrência da cronologia, cultura material, gravuras e pinturas rupestres em abrigos sob rocha, sendo assim, a aplicação das técnicas da

geofísica à arqueologia (especificamente nos sítios de Serranópolis) apresenta-se como uma ferramenta extremamente útil para subsidiar as ações dos arqueólogos em campo.

As pesquisas na área se iniciaram na década de 1970 a partir da implementação do Programa Arqueológico de Goiás, Projeto Paranaíba, coordenado pelo Dr. Pedro Ignácio Schmitz da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo-RS e pelo Dr. Altair Sales Barbosa da então Universidade Católica de Goiás hoje Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Já a Universidade Federal de Goiás, iniciou o desenvolvimento de suas pesquisas arqueológicas em 1974, executadas através do seu Museu Antropológico; em associação ao Museu Paulista, da USP; e o Instituto Superior de Cultura Brasileira (ISCB), do Rio de Janeiro¹, período em que raramente era aplicado a técnica GPR nas pesquisas arqueológicas brasileiras.

As recentes pesquisas desenvolvidas na região nas últimas décadas, vêm apresentando novas informações acerca dos sítios, a partir de outras perspectivas teóricas e metodológicas, como Rubin e Silva (2006), Lourdeau (2010), Viana (2016), Rubin *et al.* (2016; 2017), Rubin (2017). O uso do GPR em arqueologia é recente, e teve início ainda na década de 1970 com os estudos de Bevan e Kenyon (1975 *apud* Jol, 2009), Bevan (1977 *apud* Jol, 2009) e Kenyon (1977). Já no Brasil, estudos de arqueologia com a utilização do GPR começam a surgir nos anos 1999 e 2000, Barradas (*et al.*, 1999), Rodrigues (*et al.*, 2009); Porsani (*et al.*, 2010) e, mais recentemente, na arqueologia forense por Nascimento, (2009); Borges (*et al.*, 2010) e Almeida (*et al.*, 2016).

O registro estratigráfico do GO-Ja-02, indica um pacote sedimentar predominantemente arenoso com espessura aproximada de 2m sendo que na base, de acordo com Schmitz *et al.*, (1989; 2004), ocorrem blocos de arenito. A questão principal a ser abordada com a utilização do GPR é em relação a definição da espessura do pacote e a indicação ou delimitação dos blocos mencionados. Uma vez que, de acordo com as informações que se tem obtido com trabalhos relacionados a aplicação de GPR na pesquisa arqueológica, "anomalias" no perfil podem ser tanto relacionados a vasilhames cerâmicos enterrados, que já foram encontrados no contexto arqueológico de Serranópolis, como a blocos e matações de rocha.

¹ Rubin, J. C. R., Lorenzo, F. J.C.; Silva R. T.; Correa D. S. Efeitos da erosão e sítios arqueológicos no estado de Goiás: casos de Serranópolis e Palestina de Goiás. *Clio Arqueológica*, 2017.

O objetivo da utilização do GPR no GO-Ja-02 esta relacionada com a necessidade de identificar com melhor precisão as unidades estratigráficas previamente à etapa de escavação e em decorrência da complexidade da estratigrafia do perfil confeccionado nas pesquisas pioneiras conforme evidenciado na figura 1. Como está previsto a utilização de análises micro morfológicas das camadas estratigráficas é necessário uma caracterização detalhada de cada camada, que o resultado da utilização do GPR deverá contribuir de forma significativa. Entretanto, a aplicação da técnica em toda a área do sitio é fundamental para a escolha da área, uma vez que, a dinâmica da parte interna e externa do abrigo são diferentes, como já identificado anteriormente, em etapas de campo anteriores.

Em decorrência do período extraordinário que o mundo está submetido pela pandemia as etapas de campo que envolviam o projeto não puderam ser realizadas e a comparação entre a aplicação do método GPR com as características da estratigrafia e resultados obtidos acerca do sitio GO-Ja-02 serão palco para a discussão e projeção da utilizado desse método em momento futuros.

O TCC está dividido em cinco capítulos. No capítulo 1, é exposta a fundamentação teórica utilizada para a estruturação dessa pesquisa, os conceitos necessários para a compreensão do método geofísico GPR, apontamentos teóricos que envolvem o papel da Geoarqueologia e da Geofísica na Arqueologia. O capítulo 2 é dedicado à caracterização da área de estudo, partindo das informações de todo o complexo arqueológico de Serranópolis até o sitio específico que é o objeto de estudo, GO-Ja-02. Além de conter os apontamentos acerca da caracterização cultural.

O capítulo 3 diz respeito aos materiais e métodos utilizados, informando processos desde a etapa de campo à pesquisa bibliográfica. E as especificações da metodologia que seria usada para a utilização do GPR em campo. No capítulo 4, por sua vez, são colocados os resultados obtidos e a discussão, a partir das idas à campo e das correlações dos dados já obtidos e dados mais recentes acerca do sitio, bem como da bibliografia já produzida. A inferência de hipóteses acerca da utilização do método face à características específicas do sitio e do perfil, também está presente no quarto capítulo. Por fim, o capítulo 5 contém as considerações finais sobre o trabalho, e a importância da relação entre geociências e a arqueologia.

1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo irá tratar de conceitos e noções que são a base para o desenvolvimento do TCC no intuito de selecionar melhores as áreas de escavação, dessa forma, maximiza-se a busca de resultados e otimizar o tempo de pesquisa.

Isto posto, o trabalho em questão fundamenta-se principalmente na área da Geofísica e da Geoarqueologia. Para uma melhor compreensão da origem das bases da geofísica e suas aplicações na arqueologia, faz-se necessário uma breve introdução quanto a sua execução, seus conceitos e os objetivos e utilizações do método GPR.

1.1- O MÉTODO GPR

A geofísica aplicada é a área que estuda as propriedades físicas dos solos, que estão relacionadas a determinados tipos de solos, e/ou materiais enterrados em decorrência de atividades antrópicas. Essas propriedades físicas podem ser identificadas através de técnicas geofísicas que utilizam equipamentos especializados, de modo a responder a um determinado objetivo². A estimada parceria da geofísica com a arqueologia vem permitindo uma grande possibilidade de novos estudos, de forma menos invasiva e mais exata possível, essa relação entre as duas ciências se intensifica cada vez mais ao longo dos anos.



Figura 1: GPR mais atual do mercado, LMX200™. Fonte: Sensors & Software's newsletter for GPR enthusiasts and professionals, 2021.

² NEVES, S. et. al. Magnetometria e georadar aplicados à arqueologia, O caso da Horta da Torre. Lisboa, 2014.

Com a utilização de métodos geofísicos é possível obter informações tridimensionais sobre as camadas arqueológicas, permitindo direcionar os pesquisadores para os locais com maior potencial de estudo, pois, através da análise das imagens obtidas pode-se perceber estruturas de combustão, vasilhames de cerâmica e enterramentos, por exemplo, além de informações sobre a estratigrafia e a camada de ocupação³. Dessa forma, combinar a exatidão desses métodos com a magnificência dos estudos arqueológicos é algo cada vez mais comum. Diante da diversidade de técnicas e procedimentos, essa pesquisa optou pela utilização do radar de penetração em subsuperfície, o GPR (*Ground penetrating radar*).

O método GPR, vale-se da inversão de dados na busca da representação geométrica dos alvos e na estimativa das propriedades elétricas dos materiais a partir do registro do sinal eletromagnético refletido⁴. Ou seja, o radar emite ondas eletromagnéticas em alta frequência para subsuperfície e recebe de volta essas ondas após sofrerem reflexões e interfaces das diferentes propriedades eletromagnéticas presentes no solo, os sinais são registrados em nanossegundos representando o intervalo de tempo da emissão e reflexão dessa onda eletromagnética, os dados são enviados a um computador que por meio de alguns processamentos de dados buscam construir “imagens” desse perfil⁵.

Para compreender melhor a ação desse método é necessário entender duas noções básicas da propagação de ondas eletromagnéticas e suas constantes (Figura 2). Primeiro, a questão da velocidade de propagação da onda. Sabe-se que as propriedades de polarização do meio são responsáveis pela forma de propagação das ondas eletromagnéticas de alta frequência. A permissividade relativa (constante dielétrica)⁶ mede essas propriedades e dessa forma, ela varia de acordo com cada meio por onde as ondas se propagam. Sendo assim, a

³ LUIZ, J. Gouveia. Metodologias geofísicas aplicadas à prospecção arqueológica no estado do Pará. In: PEREIRA, E.; GUAPINDAIA, V. L. C. (Orgs.). Arqueologia Amazônica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi/SECULT/IPHAN, 2010.

⁴ ALMEIDA, E.R. Análise da tomografia de micro-ondas em dados GPR sob condições controladas: Aplicações em arqueologia e estudos forenses. Brazil, 2016.

⁵ Alguns etapas de processamento de dados que são utilizadas; remoção da resposta transiente de baixa frequência, a aplicação de uma função de ganho adequada para melhorar as reflexões tardias, alinhamento de traços, amostragem de dados e redução de ruído apropriada.

⁶ A permissividade dielétrica (ϵ) é, em termos físicos, a quantidade de energia elétrica armazenada e perdida, através da criação de um campo elétrico interno (entre íons e/ou moléculas), devido a deslocamentos induzidos, quando moléculas e/ou íons são submetidos a um campo elétrico externo variável (Powers, 1997).

velocidade de propagação é reflexo da constante dielétrica do meio⁷. Um outro ponto importante a saber sobre ondas eletromagnéticas é a relação entre frequência e profundidade

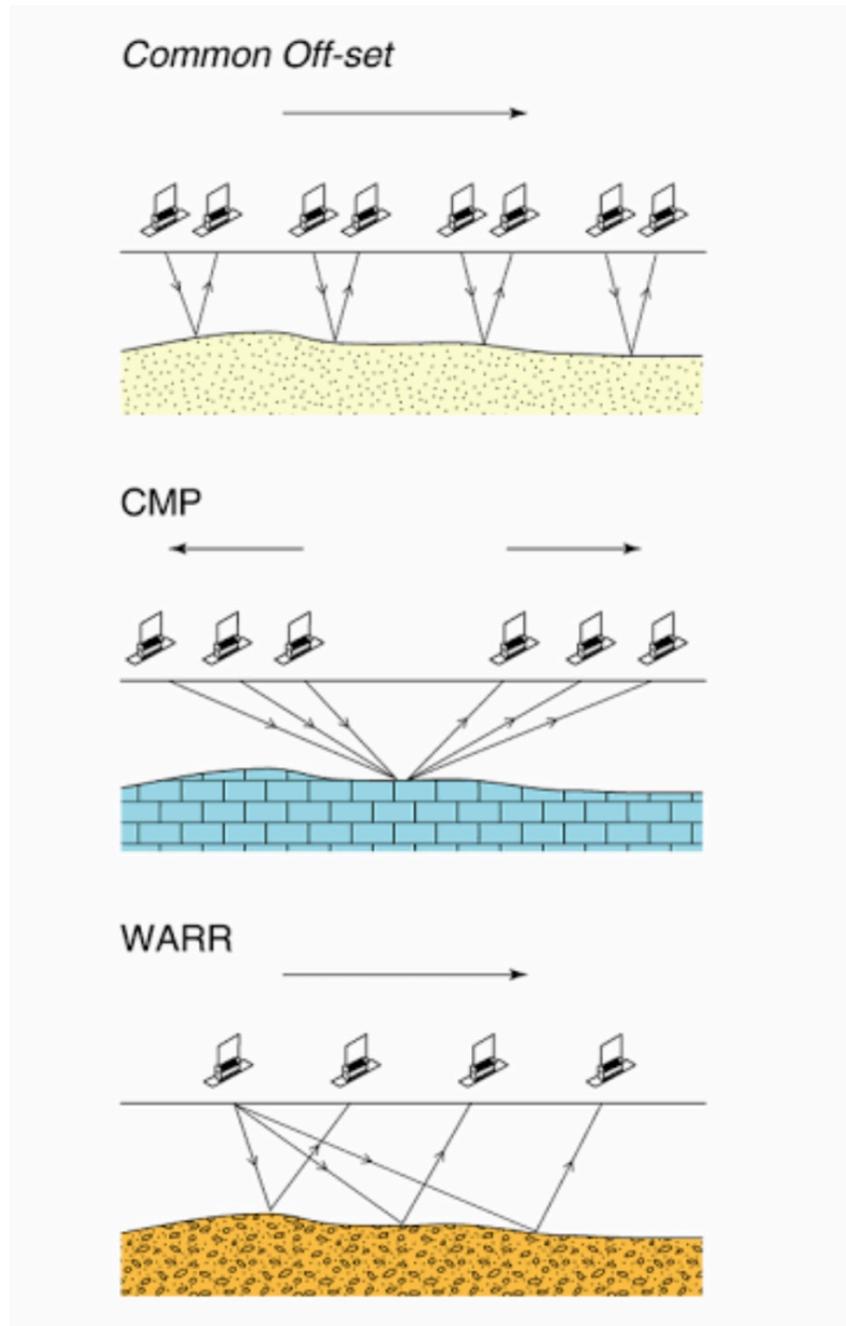


Figura 2: Tipos de arranjos de antenas mais comuns utilizados na aquisição com o GPR.
Fonte: BARBOSA, 1999.

de penetração, visto que, a profundidade de penetração e a resolução do sinal do GPR dependem da frequência da onda eletromagnética emitida e das propriedades do meio. A

⁷ BARBOZA, Eduardo. Terraços da Margem Leste da Laguna dos Patos, Litoral Médio do Rio Grande do Sul: Estratigrafia e Evolução Holocênica, 1999. p.47.

freqüência é inversamente proporcional à profundidade de penetração, mas a resolução é diretamente proporcional à freqüência. Ou seja, quanto menor a freqüência, maior será a penetração e menor a resolução⁸, por isso, utiliza-se as ondas de alta freqüência. Dessa forma, algumas superfícies e especificidades da estratigrafia podem prejudicar a penetração do sinal do radar e conseqüentemente da apreensão dos dados.

Portanto, para se obter a profundidade das interfaces de reflexão e a possibilidade de interpretação do perfil, com a aproximada localização dos alvos, é necessário conhecer, essencialmente, o tempo de trânsito entre o início da propagação e a chegada da onda refletida, e a velocidade de propagação da onda.

Compreendendo essas noções, entende-se portanto, que o método GPR tem por objetivo, obter uma imagem de alta resolução da subsuperfície através da emissão e reflexão de ondas eletromagnéticas de alta freqüência (de 10,0 MHz a 2,6 GHz), que ocorre através de uma antena transmissora, onde permite localizar tanto de objetos antrópicos quanto estruturas e feições geológicas rasas. O pulso eletromagnético é enviado ao solo, e quando encontra diferenças de propriedades elétricas nos materiais enterrados, tem uma parte da energia enviada que é refletida de volta à superfície. São justamente esses sinais refletidos que serão captados por uma antena receptora e registrados em um radargrama através de um computador portátil. Neste radargrama é representada a amplitude do sinal em função do tempo de ida e volta do sinal⁹. Esse sistema pode ser resumido em três blocos principais:

1. uma unidade de controle, responsável pela visualização e armazenamento dos dados;
2. um par de antenas, que podem ser blindadas ou não;
3. um hodômetro e/ou um receptor GPS, responsável por obter a informação de posicionamento do conjunto durante a aquisição do perfil. (ALMEIDA, 2016: 26).

As informações de reflexão obtidas com o GPR, são um conjunto de vários traços individuais. Sendo que, em um traço de reflexão há uma série de ondas, que variam em amplitude dependendo da quantidade e intensidade da reflexão de energia que ocorreu nas interfaces enterradas¹⁰. Em áreas que possuem uma estratigrafia mais complexa, as

⁸ Ibidem, p. 48.

⁹ ALMEIDA, 2016. op. cit. p. 24

¹⁰ PIRO & CAMPANA. GPR investigation in different archaeological sites in Tuscany (Italy). Analysis and comparison of the obtained results. *Near Surface Geophysics*¹⁰, 2012, p. 47.

informações dos elementos enterrados podem ser difíceis de discernir, isso acontece pois as amplitudes específicas dentro de traços individuais com informações de reflexão importantes ficam mais difíceis de visualizar e interpretar, principalmente quando há muita quantidade de elementos nessa estratigrafia. Nesses casos analisa-se a amplitude do sinal em função do tempo de ida e volta da onda eletromagnética, esse é um dos pós-processos aplicados para extrair formas 3D de restos enterrados¹¹. Os radargramas, ou seja, o registro do sinal refletido após ser detectado, digitalizado e armazenado, permitem uma visualização mais limpa da localização, profundidade, tamanho e forma das anomalias enterradas no solo:

“ Os radargramas podem ser criados em vários níveis de tempo de reflexão dentro de um conjunto de dados para mostrar estruturas de radar em um tempo especificado (profundidade) em um local pesquisado. Mapear a energia refletida do radar pode ajudar a criar informações úteis que às vezes podem espelhar o plano geral do sítio arqueológico obtido da escavação invasiva (Leckebusch 2003; Goodman *et al.* 2004; Gaffney *et al.* 2004; Linford 2004). Neste caso, o resultado GPR delinea o layout geral dos vestígios arqueológicos comparáveis ao mapa produzido a partir de escavações invasivas” . (PIRO; CAMPANA. 2012:48).

O GPR pode ser empregado com diversos tipos de arranjos, mas principalmente a partir de três tipos de técnica de levantamento. O modo mais comum, que seria utilizado nas etapas de campo dessa pesquisa, é conhecido como afastamento constante de antenas ou *Common Off-set*, nessa técnica, as antenas receptora e transmissora, possuem uma separação fixa entre si e são deslocadas de forma simultânea. É muito utilizado para se obter uma seção contínua em profundidade. Os outros dois métodos são o WARR, onde a antena transmissora é fixa e a receptora é movida lateralmente; e o CMP, onde as duas antenas são deslocadas uma para cada lado simultaneamente (figura 2).

1.2 - AS IMAGENS PRODUZIDAS PELO GPR

As reflexões das ondas ao serem captadas pelo radar formam uma hipérbole. Isso acontece pois a energia emitida pelo GPR no solo não é completamente refletida de volta quando encontram os objetos. As ondas são enviadas em todas as direções, e muitas vezes a energia refletida é medida antes que o equipamento esteja diretamente sobre o objeto, por isso formam hipérboles¹² (figura 3).

¹¹ Ibidem, p. 47.

¹² Mesquita, M. J. L. Estimativas de Umidade no Solo Usando GPR. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geofísica, Universidade Federal do Pará. Belém, 2011.

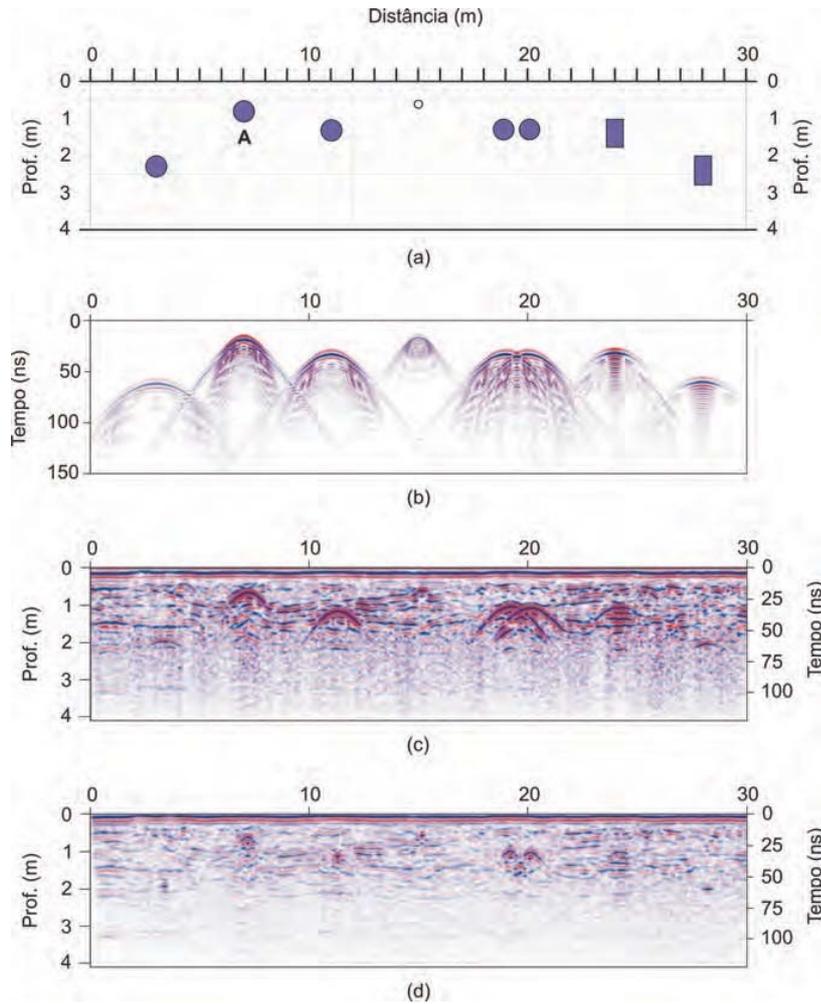


Figura 3: a) Distribuição espacial dos tambores metálicos vazios instalados na Linha 4 do SCGR-IAG; b) Perfil GPR sintético de 250 MHz resultante da modelagem numérica 2D; c) Perfil GPR de 250 MHz antes da migração; d) Perfil GPR de 250 MHz migrado com velocidade constante de 0,065 m/ns. Fonte: Porsani et. al 2006.

Visto que a interpretação de dados de GPR é baseada na imagem, é necessário, portanto, compreender a natureza e origem das reflexões para compreender e interpretar de forma válida. As reflexões de radar fornecem uma imagem baseada nos padrões de reflexão que os estratos em subsuperfície apresentam¹³. As fácies de radar mostram as diferenças que podem ser identificadas nos padrões de reflexão de uma seção de GPR. Dessa forma, feições texturais, estruturas em subsuperfície, são responsáveis por alterações nas respostas do radar e produzem efeitos característicos passíveis de serem identificados. São os chamados "elementos de fácies de radar". Os mais comuns, segundo Van Overmeren (1998) são: 1)

¹³ VAN OVERMEREN, R. A. Radar Facies of unconsolidated sediments in the Netherlands: a radar stratigraphy interpretation method for hydrogeology. *Journal of Applied Geophysics*, 1998.

amplitude da reflexão; 2) continuidade da reflexão; 3) configuração da reflexão; e 4) geometria.¹⁴

1.3- O GPR NA ARQUEOLOGIA

Dessa forma, o método GPR vem se mostrando cada vez mais pertinente para a arqueologia, são muitos os benefícios que ele pode oferecer, como a qualidade das informações, por ser um método não invasivo e principalmente pela sua rapidez na aquisição de dados e a alta resolução das imagens. Segundo Bristol (2016), o GPR é usado principalmente para estudos estratigráficos, onde perfis quase contínuos de alta resolução ajudam a determinar: arquitetura estratigráfica, geometria do corpo de areia e correlação e quantificação de estruturas sedimentares. Contudo, os dados obtidos não podem ser totalmente validados e interpretados como verdades, em alguns casos, é necessária a associação a outros tipos de dados, como de furos ou afloramentos, corroborando assim, com os resultados de um levantamento GPR. A aplicação do GPR vem ganhando cada vez mais espaço e está se expandindo rapidamente, reflexo da qualidade das imagens de alta resolução da subsuperfície rasa, fornecidas por esse método não destrutivo, que não podem ser obtidas por qualquer outro (sem ser de forma invasiva). As informações com o GPR podem permitir uma avaliação mais quantitativa da geometria e arquitetura do corpo de areia, ou seja, elas vão além de apenas uma caracterização de ambientes por padrões de reflexão de fácies de radar¹⁵.

O GPR se faz muito importante para prospecções e escavações arqueológicas pois direciona o pesquisador e maximiza a apreensão de dados. Com ele é possível identificar fragmentos de cerâmica, restos de fogueiras, ossos e material orgânico, pois apresentam diferentes constantes dielétricas quando comparadas às do solo. Segundo Almeida, a identificação desses objetos no solo se dá pela interpretação dos perfis resultados da aplicação do método:

¹⁴ O autor também enfatiza alguns fatores que particularizam as fácies de radar de fácies sísmicas: 1) o nível freático que separa duas zonas distintas, a não saturada e a saturada; 2) existe mais dispersão de sinal no terreno ou acima dele; 3) as difrações são mais proeminentes; 4) a profundidade de investigação é muito menor; 5) a atenuação em materiais condutivos é muito severa; e 6) o comprimento de onda é menor. (VAN OVERMEREN, 1998)

¹⁵ BRISTOW, C. S., JOL, H. M. An introduction to ground penetrating radar (GPR) in sediments. The Geological Society of London 200, 2016.

"As anomalias podem ser observadas como hipérbolas de difração no perfil de reflexão, chamado *radargrama*. Embora o método GPR seja capaz de detectar com facilidade as anomalias relacionadas a objetos em subsuperfície, o tamanho e geometria dos mesmos não podem ser estimados com a mesma facilidade a partir dos radargramas. Além disso, diferentes objetos podem gerar resultados visualmente similares. Esta é a principal causa de ambiguidade neste método, uma vez que diferentes interpretações podem ser elaboradas a partir de um mesmo conjunto de dados" (ALMEIDA, 2016).

É evidente, portanto, que as técnicas geofísicas propiciam à arqueologia uma certa facilidade na obtenção de informações importantes para a localização das estruturas arqueológicas, para além disso, permitem a gestão das operações de escavação, direcionando as áreas de estudo, reduzindo os custos, e desenvolvendo metodologias que podem ser aplicadas à arqueologia. É importante ressaltar, que as estruturas arqueológicas estão em constante processo de risco, seja pela deteriorização natural ou pela ação antrópica (agricultura, catástrofes, ou urbanização de perímetros), a geofísica pode auxiliar portanto nos estudos, nas pesquisas, na compreensão das anomalias geofísicas, na interpretação geo-arqueológica dessas estruturas, permitindo que pesquisadores colham uma quantidade de dados significativa que ajudam a manter o estudo e compreensão do sítio.

1.4 - A GEOARQUEOLOGIA

Evidenciadas, as noções de Geofísica, pretende-se agora explicar melhor sobre o papel da Geoarqueologia. Esta abordagem surge a partir da segunda metade do século XX, é uma vertente do processualismo, e se desenvolve graças à aceitação profícua de adeptos a abordagem do reconstrucionismo, que tem por objetivo, explicar o passado de forma detalhada. Reconstruir padrões ou modelos comportamentais relacionando-os aos remanescentes arqueológicos encontrados, compostos majoritariamente por pedras e outros artefatos não orgânicos, foi um ponto importante para essa abordagem. Sendo assim, a descrição intensa e compreensão do registro arqueológico foi o meio encontrado pelos pesquisadores para buscar as respostas do passado¹⁶. Essa análise dos padrões de assentamento, e a compreensão do conjunto de sítios como uma rede, difere-se da visão

¹⁶ ARAUJO, A. G. de M. **As geociências e suas implicações em teoria e métodos arqueológicos**. São Paulo: Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia, Suplemento 3, 1999.

histórico-cultural, que caracterizava cada sítio como único e representativo de uma cultura individual¹⁷.

A Nova Arqueologia foi resultado do interesse, por parte dos arqueólogos, no tocante a adaptação cultural e relações congêneres ente ser-humano e ambiente, a partir da década de 1960. Lewis Binford, elucidou estudos etnográficos e foi o grande precursor dessa corrente teórica. Rompendo com abordagens Histórico-Culturalistas, abandonando particularismos descritivos que buscavam explicar a evolução cultural. A Nova Arqueologia, estipulou como método científico, leis comportamentais gerais, que poderiam ser aplicadas a qualquer cultura, reiterando o positivismo das ciências naturais¹⁸.

A Geoarqueologia é, portanto, o campo de estudo na arqueologia que trabalha os sítios a partir de conceitos e métodos das geociências, analisando os aspectos paleoecológicos, geomorfológicos, geológicos, etc. Sendo assim, ela busca entender a formação do registro arqueológico, consolidando os estudos paleoambientais na Arqueologia¹⁹. A definição clássica, mais coesa e simples quanto à abordagem da Geoarqueologia, é atribuída por “investigação arqueológica que utiliza métodos e perspectivas das geociências”, dessa forma evita a confusão entre as definições de Geoarqueologia e de “geologia arqueológica”²⁰. Com o auxílio de elementos como a sedimentologia e a arqueostratigrafia, o estudo do processo de formação de sítios torna-se facilitado com a ajuda da Geoarqueologia²¹

¹⁷ TRIGGER, B. G. História do pensamento arqueológico. São Paulo: Odysseus Editora, 2004.

¹⁸ GONZÁLEZ-RUIBAL, A.; VILA, X. A. **Arqueologia**: una introducción ao estudio de la materialidad del pasado. Madrid: Alianza Editorial, 2018.

¹⁹ BITENCOURT, A. L. V. Princípios, Métodos e Algumas Aplicações da Geoarqueologia. Goiânia, 2008.

²⁰ BUTZER, Karl. (1982) apud BICHO, N. F. **Manual de Arqueologia Pré-histórica**. Lisboa, Edições 70 Ltda. Portugal, 2006. p. 35.

²¹ PROCEDINO, P. M. O. A. Formação e preservação do registro arqueológico: processos naturais- culturais no sítio GO-Ja-02, Serranópolis, Goiás. Goiânia, 2019a.

2- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para tratarmos a utilização do método GPR, deve-se conhecer as características geológicas, espaciais e culturais encontradas no Sítio GO-Ja-02, que será submetido a esse método. Como dito anteriormente, as pesquisas nos sítios arqueológicos de Serranópolis se iniciaram na década de 1970. Os resultados dessas pesquisas apresentaram uma significância científica muito grande, em decorrência da cronologia, cultura material, gravuras e pinturas rupestres nos abrigos sob rocha. Os sítios de Serranópolis pesquisados por Schmitz e colaboradores (1989, 1997 e 2004) se localizam no vale do rio Verde, entre as cotas de 500m e 700m (Figura 4).

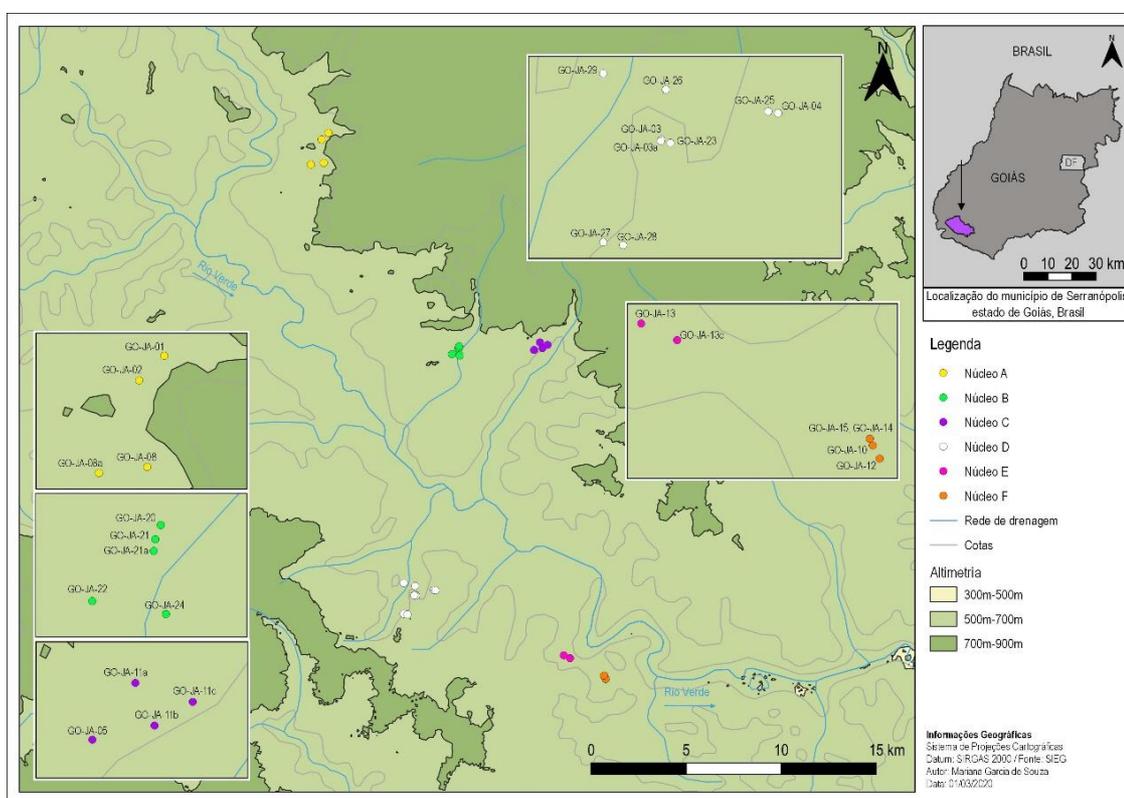


Figura 4: Mapa altimétrico mostrando a localização dos sítios arqueológicos. Fonte de dados cartográficos: SIEG (2005; 2014). Autor: M. Souza, 2020.

Serranópolis está na unidade geológica da Bacia do Paraná, sendo que, na região goiana a bacia abrange uma área estimada em 92.500m² e ao menos quatro formações geológicas²²: Botucatu, Cachoeirinha, Serra Geral, Vale do Rio do Peixe, além de Coberturas

²² LACERDA FILHO, J. F. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. Goiânia, 1999.

Detrito-Lateríticas Indiferenciadas²³ que ocorrem nas proximidades do sítio GO-Ja-02. Os sítios arqueológicos indicados na Figura 3 estão inseridos no contexto envolvendo as Formações Botucatu (arenitos) e Serra Geral (basaltos), como evidenciado na Figura 5.

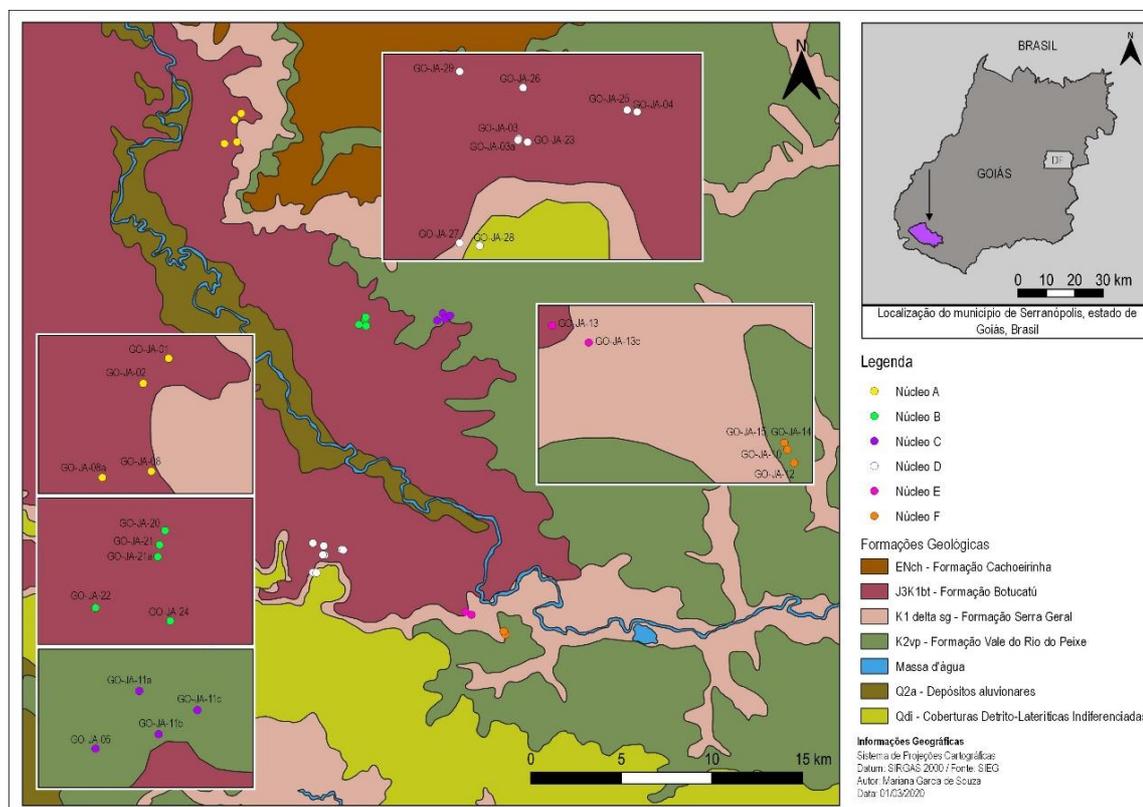


Figura 5: Mapa geológico mostrando a localização dos sítios arqueológicos. Fonte de dados cartográficos: SIEG, 2009. Autor: M. Souza, 2020.

Todos os abrigos são formados a partir do arenito Botucatu, resultante da erosão ou desgaste diferenciado da rocha e da queda de blocos em decorrência dos planos de fraturamentos e da estratificação. A Formação Botucatu se caracteriza pelos arenitos eólicos, avermelhados e, por vezes, silicificados sotopostos ao basalto da Formação Serra Geral²⁴.

Sabe-se que o basalto também foi fundamental na estruturação dos abrigos e na modelagem do relevo, uma vez que, conforme mencionado acima, em contato com o arenito resultou em um metaformismo de contato que propiciou a formação de arenito silicificado ou quartzito, dependendo do autor, mais resistente ao intemperismo que o arenito pouco cimentado. No topo do afloramento onde se encontra o sítio é possível constatar o contato entre as duas litologias.

²³ MOREIRA, M. L. O *et al.* Geologia do estado de Goiás e Distrito Federal. Goiânia: CPRM/SIC – FUNMINERAL, 2008.

²⁴ *Ibidem.*

A vegetação original da área é do bioma Cerrado. O cerrado é composto por uma vegetação muito antiga, que se delimita basicamente à região central do Brasil. Sua formação



Figura 6: Vista da paisagem a partir do topo do talude onde se encontra o sítio GO-Já-02. Fonte: Acervo Projeto Serranópolis. Autor: J. Rubin, 2019.

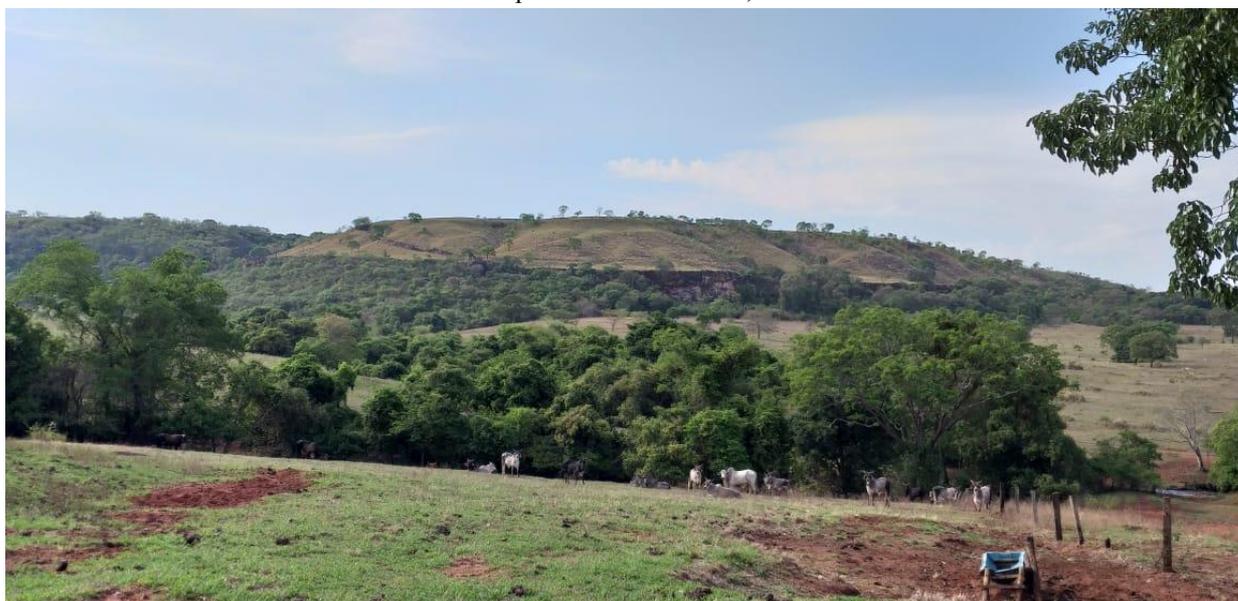


Figura 7: Ao fundo, talude ou escarpa onde estão os sítios GO-Ja-01 e GO-Ja-02. Fonte: Acervo Projeto Serranópolis. Autor: J. Rubin, 2019.

inicia-se no quaternário tardio e só se estabelece definitivamente a cerca de 2.000 AP, quando se instaura condições climáticas e tipos vegetacionais semelhantes aos atuais²⁵. O clima é Tropical Úmido, marcado por invernos secos e verões chuvosos, e pela média de precipitação

²⁵ BARBERI, M.; LIMA-RIBEIRO, M. S. Evolução da Paisagem nas Áreas de Cerrados. In: GOMES, H (Coor.) Universo do Cerrado. Goiânia: Ed. PUC Goiás, 2008.

anual estar na faixa de 1.500 mm, variando de 750 mm a 2.000 mm ²⁶, a região é classificada como uma savana. A vegetação se caracteriza por ser arborícola e arbustiva espaçada sobre um estrato gramíneo e sem formação dossel contínua. As savanas obedecem uma norma de fatores de formação como: clima, solo, hidrologia, geomorfologia, topografia, ocorrência de queimadas e pastejo. Sendo os mais determinísticos, o clima e o solo²⁷. No caso do Planalto Central, os solos existentes, são caracterizados como distróficos, com alto teor de acidez e de alumínio. Sua grande profundidade possibilita a retenção temporária de águas pluviais, em grande quantidade, isso contribui para a sobrevivência da própria vegetação pois posteriormente, em estações mais secas, essa água armazenada evapora de forma gradual e lenta²⁸.

As pesquisas de Schmitz *et al.* (1989, 1997 e 2004), e seus resultados, ajudaram na compreensão e estudo do sítio. A primeira escavação ocorre entre os anos de 1979 e 1980, no sítio GO-Ja-01, sendo escavado 40m². Os vestígios encontrados com essa escavação foram sustentáculo para definir os períodos culturais dos demais sítios. Houve uma revisita da região nos anos de 1982 e em 1999, onde outros sítios foram reconhecidos.

Dessa forma, os trabalhos desenvolvidos em Serranópolis entre as décadas de 1970 e 1990 revelaram um de total de 44 sítios arqueológicos, os quais foram agrupados em seis núcleos de sítios: A, B, C, D, E e F, sendo que o GO-Ja 02 integra o Núcleo A²⁹. A Figura 5 exhibe os seis núcleos, definidos por Schmitz *et al.* (1989 e 2004). É possível identificar e aferir a disposição espacial dos sítios, que atualmente encontram-se circunvalados por áreas de agricultura, de pecuária e da indústria sulcroalcooleira, e identificar a área onde encontra-se o GO-Ja-02.

O Núcleo A portanto, está localizado na margem esquerda do rio Verde, onde foram encontrados ao menos 10 abrigos, situados de 2 a 3 km do rio. Os abrigos estão circunscritos sob um paredão de arenito da Formação Botucatu e os sítios relacionados ao Núcleo A são:

²⁶ RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fotofisionomias do bioma Cerrado. EMBRAPA-CPAC. Planaltina, 1998.

²⁷ BARBERI, M.; LIMA-RIBEIRO, M. S. op. cit.

²⁸ Ibidem.

²⁹ SCHMITZ, P. I., A. O. ROSA y A. L. V. BITENCOURT. Arqueologia nos Cerrados do Brasil Central. Serranópolis III. Revista Pesquisas. Antropologia, n.60, São Leopoldo/RS: Instituto Anchieta de Pesquisas, 2004. p. 69.

GO-Ja-01, GO-Ja-02, GO-Ja-08 e GO-Ja-08a³⁰. A respeito da paisagem que envolve o Núcleo A, deve-se evidenciar a chapada, com quase 1.100 m de altitude, plana, pouco drenada. Devido a estrutura de sua borda e por possuir muitas nascentes, o espaço compreende um numero significativo de córregos. Entre a chapada e o fundo do vale se destaca uma rampa ou talude, com declividade entre 70° e 90°, e cota variando de 500 a 700 m³¹. Esse talude é formado por arenito, com diferenciada intensidade de silicificação, o que favoreceu o processo erosivo e formação dos abrigos. Deve-se considerar também que os planos de estratificação e de fraturamentos também contribuíram para a formação dos mesmos. A encosta a partir dos abrigos até o rio verde apresentam uma baixa declividade³².

2.1- CARACTERIZAÇÃO CULTURAL

Os estudos acerca da cultura material, lítico, dos sítios de Serranópolis, colocaram em destaque os achados do sítio GO-Ja-01, distante aproximadamente 500 metros do GO-Ja-02 (Figura 8) visto que foi um dos sítios identificado com estratos mais antigos do início do Holoceno e ocupação entre 925+/- 60 A.P. (SI-3690) e 10.580+/-115 AP. Os materiais líticos encontrados, identificados algumas pontas bifaciais e, instrumentos unifaciais denominados de “lesmas”, são pertencentes à fase Paranaíba datada de 11.500 a 8.500 AP³³. A fase Serranópolis foi definida pela sequência cultural que permeia entre de 8.500 e 6.500 AP (Holoceno Médio). A industria lítica, é caracterizada pela recorrência de instrumentos pouco elaborados e confeccionados por esquemas técnicos diferentes do período anterior.

Para além disso, com a análise das sequências estratigráficas da fase Serranópolis do sítio GO-Ja-01, é possível identificar que há uma ampliação do volume das camadas de cinzas das fogueiras dos abrigos. Isso pode ser resultado de um maior tempo de ocupação ou uma

³⁰ Este sítio citado por Schmitz *et al.* (2004) não mais existe, sendo o local atualmente ocupado por pastagem na fazenda Sem Tinta. Por outro lado, foi encontrado um matacão com pintura, cerca de 250m do sítio GO-Ja-08 (Resende 2019 *apud* Rubin *et. al.* 2020).

³¹ Schmitz *et al.* 2004

³² SCHMITZ, *et al.* 2004. *op.cit.* p. 69

³³ SCHMITZ, 1989; 2004. *op. cit.* & FOGAÇA, Emílio & LOURDEAU, Antoine. Uma abordagem tecnofuncional e evolutiva dos instrumentos plano-convexos (lesmas) da Transição Pleistoceno-Holoceno do Brasil Central. FUMDHAMENTOS, 2008.

grande quantidade de indivíduos presentes na ocupação do sítio. Outrossim, conforme já mencionado, foram identificados alguns sepultamentos, o que não ocorreu na fase anterior³⁴.

Durante as etapas de campo das pesquisas pioneiras, foram realizadas coletas superficiais e cortes estratigráficos. Além da identificação e catalogação, através de um registro sistemático, de todas as pinturas e gravuras identificadas na época. Outro ponto analisado durante essas primeiras pesquisas foi acerca do material faunístico, dessa forma, Schmitz e colaboradores buscaram entender e identificar quais espécies animais estavam presentes na área³⁵. Ao todo, foram reconhecidos 51 sítios, dentre as mais diversas caracterizações, abrigos sob rocha, abas nos paredões, blocos caídos e voçorocas com cultura material. Apenas 28 sítios foram estudados³⁶.

2.1 - O SÍTIO GO-Ja-02

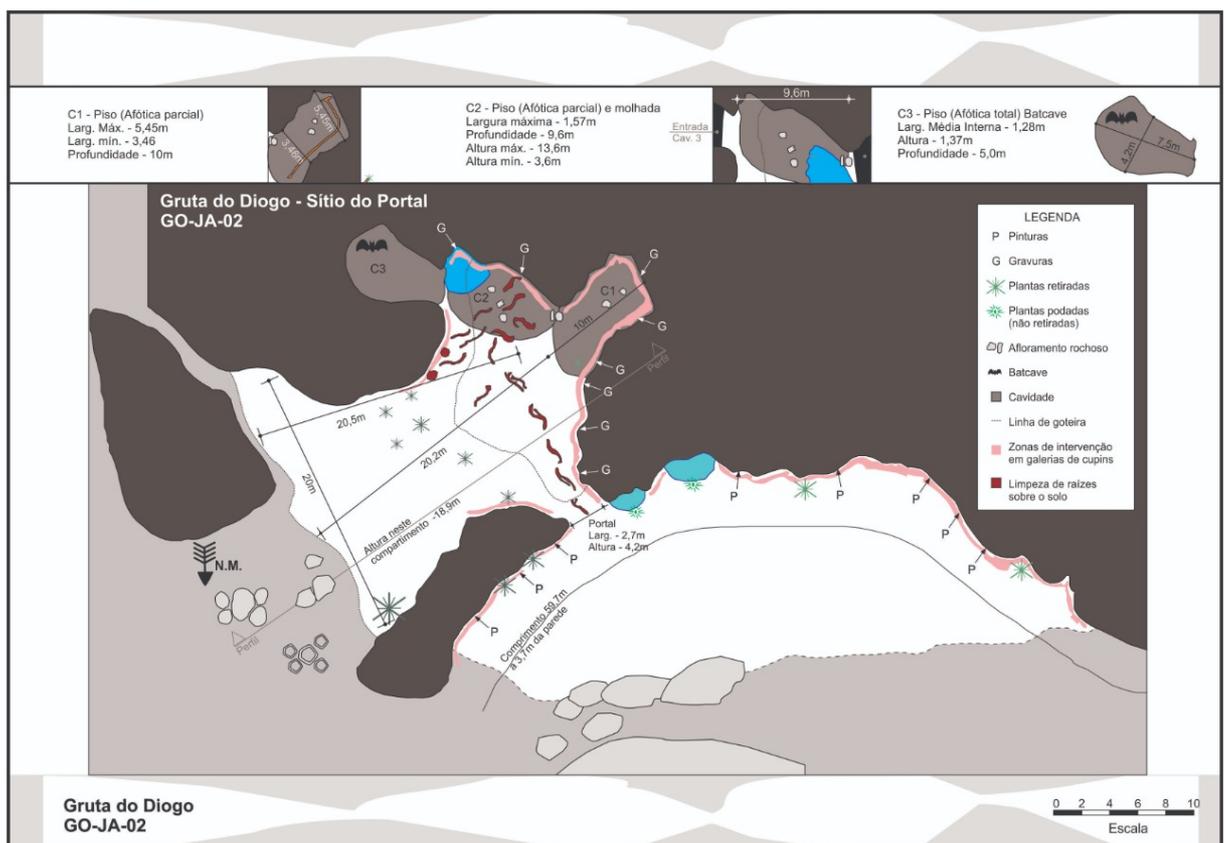


Figura 8: croqui do sítio GO-Ja-02. Fonte: Resende *et al.* 2019.

³⁴ Schmitz (1980) e Barbosa (1981; 1982).

³⁵ SCHMITZ, et. al. 2004 op.cit.

³⁶ Ibidem.

O sitio GO-Ja-02 encontra-se no mesmo paredão de arenito que o GO-Ja-01, 500 m para a direita, conforme mencionado anteriormente. Portanto, abrigos sob-rocha com intercalações de arenitos pouco e bem silicificados, pelo contato com o basalto. Possui 1.226m² ao todo, na parte interna, poucos blocos caídos e o piso é bem aplanado, facilitando a locomoção. Está escavado num talude ou paredão³⁷ e foi dividido em duas partes: A e B (Figura 8).

A parte “A” do sitio (Figura 9), é o que podemos chamar de parte aberta. Possui 43 m de boca e 13 m de profundidade, um teto muito alto, possibilitando uma boa iluminação natural, até a parte mais funda, essa parte inclusive é a mais cotada para ser escavada, por facilitar a visualização. Nessa área há presença de pinturas rupestres, duas pinturas geométricas pequenas que já encontram-se bem apagadas. Durante as pesquisas pioneiras na área duas coletas superficiais foram realizadas, e um corte estratigráfico de 2 x 2 m³⁸.



Figura 9: Parte externa do abrigo GO-Ja-02, Parte A. Fonte: Acervo Projeto Serranópolis. Maira B, 2019.

³⁷ Ibidem, p. 69.

³⁸ Ibidem.

A parte “B” está separada da parte “A” por um portal natural com comprimento de 280 cm e altura de 4 m (Figura 10). A parte “B”, portanto, possui 29 m de profundidade e 23 m de boca. O teto também é muito alto e no período da manhã o sol consegue iluminar uma boa parte do sítio, mas não completamente³⁹. Na parte mais ao fundo há um gotejamento que pela sua constante atividade formou um pequeno lago (raso). Também foram identificadas nas paredes uma maior quantidade de gravuras e, no alto, uma pequena pintura a carvão⁴⁰.



Figura 10: Parte interna do abrigo GO-Ja-02, Parte B. Fonte: Acervo Projeto Serranópolis. Maira B, 2019.

Conforme os dados coletados por Schmitz *et al.* (1989, 1997 e 2004), tanto o sítios GO- JA-01 quanto o sítio GO-Ja-02 são abrigos com ótimas condições para uma ocupação, com um grande espaço de circulação. Foi identificado uma quantidade significativa de material arqueológico, detectado na superfície e até 2 metros de profundidade. A escavação no sítio GO-Ja-02, na área externa “A”, foi realizada por níveis artificiais de 10 centímetros,

³⁹ Dessa forma, caso os dados obtidos com o GPR indiquem vantagens em escavar essa parte seria necessário a utilização de iluminação artificial com a ajuda de geradores.

⁴⁰ Ibidem, 2004.

obtem-se nove camadas. Foram identificadas 132 peças, sendo que 128 (96,96%) são de quartzito ou arenito silicificado, 1 (0,76%) de calcidônia e 3 (2,27%) de basalto. Não houve recorrência de materiais cerâmicos na superfície, apesar de existirem, em pouca quantidade, em algumas camadas mais profundas do corte. A divisão realizada no material encontrado na escavação foi proposta a partir de 3 grupos, dessa forma, foi possível realizar uma análise mais detalhada e estipular a fase correspondente aos vestígios culturais encontrados. “O primeiro grupo, englobava o níveis de 1 a 5, correspondentes à camada 1, atribuída à fase Jataí; O segundo grupo, albergava os níveis de 6 a 20, correspondentes às camadas 2 a 7, atribuídos à fase Serranópolis; e por fim, o terceiro grupo, incluía os níveis de 21 a 29, correspondentes às camadas 8 e 9, atribuídos à fase Paranaíba”⁴¹.

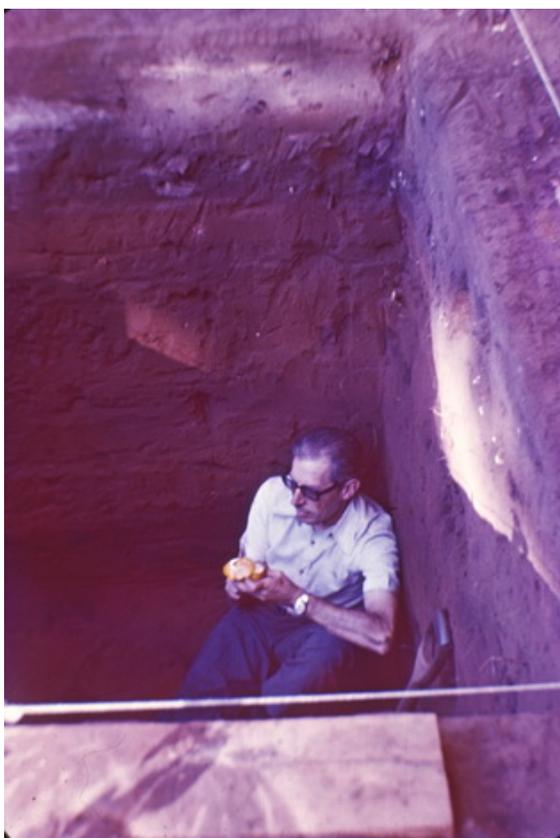


Figura 11: Professor Schmitz na escavação da parte externa do abrigo GO-Ja-02. Fonte: Acervo Projeto Serranópolis. Doação de P. I. Schmitz.

É importante destacar, para justificar mais uma vez o potencial do sítio GO-Ja-02 e as possibilidades de descobertas que o circundam, que Schmitz *et al.* (1989 e 2004)

⁴¹ Ibidem, 2004, p. 105.

identificaram em suas primeiras pesquisas, para além das evidências de cultura material, um sepultamento humano. Foram encontrados dois crânios, a cerca de 70-80 cm de profundidade⁴², correspondente as camadas 2 e 3. Em decorrência das características estratigráficas das camadas não foi possível constatar se era um sepultamento primário ou secundário⁴³.

Confirma-se portanto, que o sítio GO-Ja-02 oferecia boas condições para a ocupação humana. Sendo que, na parte “A” foi possível identificar um assentamento mais efetivo em relação à quantidade de material encontrado, mesmo que na parte “B”, seja o lugar onde encontram-se as gravuras, ou seja, o sítio como um todo possui traços e sinais de que a apropriação se dava de forma a aproveitar todos os espaços do abrigo. Conforme os dados pode-se inferir que a ocupação refere-se à um pequeno grupo e o lago de água límpida e permanente seria um atrativo e uma vantagem a mais do sítio, que já possui uma estrutura muito favorável⁴⁴. Por outro lado, no texto original (Schmitz *et al.* 2004) não há uma definição do que seria pequeno, médio ou grande grupo, e o que abarcaria a elucidação de um lugar “muito favorável”. Os termos utilizados são relativos e não há uma explicação específica.

Conforme as informações supracitadas, durante as pesquisas realizadas em 1989 e 2004, Schmitz executou dois cortes estratigráficos no sítio GO-Ja-02. Que resultaram na coleta de uma quantidade significativa de material das 3 fases ocupacionais e um sepultamento humano duplo da fase Jataí. Em vista do potencial informativo do sítio, evidenciado pelos dados obtidos com as pesquisas pioneiras, no ano de 2017, o prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin conseguiu financiamento da FAPEG e do CNPq para efetuar a escavação do GO-Ja-02. E dessa maneira, retomou as pesquisas em Serranópolis através do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia (IGPA), que deu possibilidade para a execução dessa pesquisa.

⁴² Um deles estava completo, mas profundamente deteriorado, e indicava um adulto jovem ou adolescente, deitado sobre o lado direito, com a boca voltada para o ocidente. Ao lado, correspondente à parte inferior do occipital, foram encontrados elementos de outro crânio com dentes de leite (os definitivos já estavam por debaixo); além dos dentes estava conservada a parte da mandíbula. Nada se encontrou dos outros ossos dos dois esqueletos. (SCHMITZ, 1989: 50).

⁴³ SCHMITZ, I. *et al.* Arqueologia nos cerrados do Brasil Central. Serranópolis I. Revista Pesquisas, Antropologia, n.44, São Leopoldo/RS: Instituto Anchieta de Pesquisas, 1989, p. 50.

⁴⁴ *Ibidem*, 2004, p. 109.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa precisou ser readaptada para se adequar aos percalços suscitados pela pandemia. A proposta inicial previa pesquisas de gabinete, com levantamento bibliográfico, estudos de caso e etapa de campo, que proporcionaria as imagens da estratigrafia pelo GPR, possibilitando a compreensão e estudo das mesmas, relacionando-as à escolha do melhor lugar para executar as futuras escavações. Entretanto, a etapa de campo não pode ser realizada.

Os métodos utilizados buscaram formas de compreender a utilização do modelo de prospecção de subsuperfície em correlação com os dados já obtidos acerca do sítio GO-Ja-02, com as antigas pesquisas. Portanto, a metodologia se enraíza nas discussões acerca do método geofísico e da relação e utilização do mesmo na arqueologia.

3.1 - GABINETE

A pesquisa se limitou à etapa de gabinete e de projeção de inferências e hipóteses. Dessa forma, realizou-se a releitura dos perfis estratigráficos descritos por Schmitz et. al (1989, 1997) principalmente Schmitz et. al (2004), por ser um conglomerado das informações dos 30 anos de pesquisa. Associado a isso, a compreensão do método geofísico que iria ser empregado, as imagens que são produzidas por ele, e estudo de outras pesquisas que utilizam o método GPR, na tentativa de comparar ou correlacionar com o perfil estratigráfico e características do sítio GO-Ja-02. Em um primeiro momento, portanto, como já citado anteriormente, foram analisados conceitos básicos de geofísica, geoarqueologia, e outros pertinentes ao tema. Dentre os conceitos, o de radar de penetração em subsuperfície, ondas eletromagnéticas de alta frequência, constante dielétrica de materiais, refração e reflexão de ondas eletromagnéticas.

O segundo momento da pesquisa se concentrou em comparar outras pesquisas arqueológicas que utilizaram o método GPR para prospecção de subsuperfície dos sítios na tentativa de identificação de estruturas, materiais, ossos, etc. A busca por uma correlação entre essas pesquisas e as possíveis projeções de como seria a sua utilização no sítio GO-Ja-02 foi o objetivo para esse segundo momento da pesquisa. Visto que, com os resultados dos estudos

anteriores, já se tinha uma ideia e alguns dados acerca da estratigrafia do sítio, da predisposição de materiais arqueológicos, possibilitando a comparação e estudo.

3.2- ETAPA DE CAMPO

Em 2019, entre os dias 7 de setembro e 8 de setembro, foi realizada a primeira etapa de campo, que consistiu em um caminhamento para fazer o reconhecimento da área. A equipe caminhou da sede da fazenda até os abrigos, passando por toda a área compreendida entre os sítios GO-Ja-01 e G0-Ja-02. Essa etapa foi muito importante, pois permite a observação da área do sítio de forma integral, e dessa forma, compreender o objeto de estudo (estratigrafia) e os agentes envolvidos: rochas, compartimentação do relevo, solos, processos geoquímicos, intemperismo, bioturbação etc.

3.3 - O SÍTIO GO-Ja-02 E O GPR

No Sítio arqueológico GO-Ja-02 há um pacote de sedimentos de aproximadamente 2,5 metros de espessura com registro de diferentes momentos de ocupação iniciando-se com caçadores-coletores da fase Paranaíba (Schmitz *et al.* 1980). Dessa forma, utilizar o método do radar de penetração no solo (GPR) no sítio tem como principal objetivo direcionar as novas escavações dentro de uma área de 25 m².

Na etapa de geofísica, caso houvesse a possibilidade de ir a campo, seria utilizado um sistema de GPR com antenas blindadas de 900MHz e de 400MHz. As aquisições aconteceriam no modo Constant-offset, conforme citado acima, com o registro de seções de GPR a cada 10 cm. O conjunto de dados permitiria uma elaboração de volumes da resposta do GPR em seções 2D e em cortes em profundidade. Estas informações permitiriam as escavações arqueológicas na busca de estruturas de combustão, vasilhames de cerâmica e enterramentos, por exemplo, além de informações sobre a estratigrafia e as camadas de ocupação. Nas primeiras etapas arqueológicas realizadas em 2019, analisaram-se as áreas externa e interna do sítio, constatando-se que elas possuem plenas condições de aplicação do GPR. Entretanto, por questões de logística, a parte externa, escavada por Schmitz *et al.* (1980), é a mais indicada em decorrência da luminosidade natural. Nessas etapas também foi discutida a possibilidade de utilizar, associado com o GPR, o pH do solo, priorizando aqueles

da baixa acidez em decorrência da possibilidade de maior preservação de restos orgânicos e as áreas com menor impacto nas camadas superficiais pelo pisoteio do gado.

Dessa forma, ao discutir algumas questões relacionadas com a uma possível aplicação do GPR no sítio, de acordo como as pesquisas pioneiras, existem blocos de rochas a partir de 1 metro de profundidade, os quais podem interferir na interpretação das informações produzidas pelo GPR. Os resultados de GPR possibilitarão uma correlação com as camadas identificadas nas escavações de Schmitz *et al.* (1980) e ajudará as pesquisas nos demais sítios de Serranópolis que apresentam características similares.

lado A (Figura 12), pois mesmo com as características citadas acima, é a área mais iluminada, ampla e portanto, possibilita melhor inferências e visualização⁴⁵ em comparação ao lado B.

O perfil do corte I apresentou nove camadas estratigráficas e uma profundidade de 2,60m. A camada 1, foi dos níveis de 1 a 5, e está correlacionada com a fase Jataí; os níveis de 6 a 20, correspondem as camadas de 2 a 7, estão correlacionados a fase Serranópolis. Os níveis de 21 a 29, camadas 8 e 9, correspondem a fase Paranaíba (Tradição Itaparica). Na camada 7 foi obtida uma datação de 9.195 +/- 75 A.P. (SI3107) e na camada 9 uma data de 10.120+/-80 A.P. (SI-3108)⁴⁶. O perfil foi pormenorizado da seguinte forma, conforme Schmitz (Figura 13):

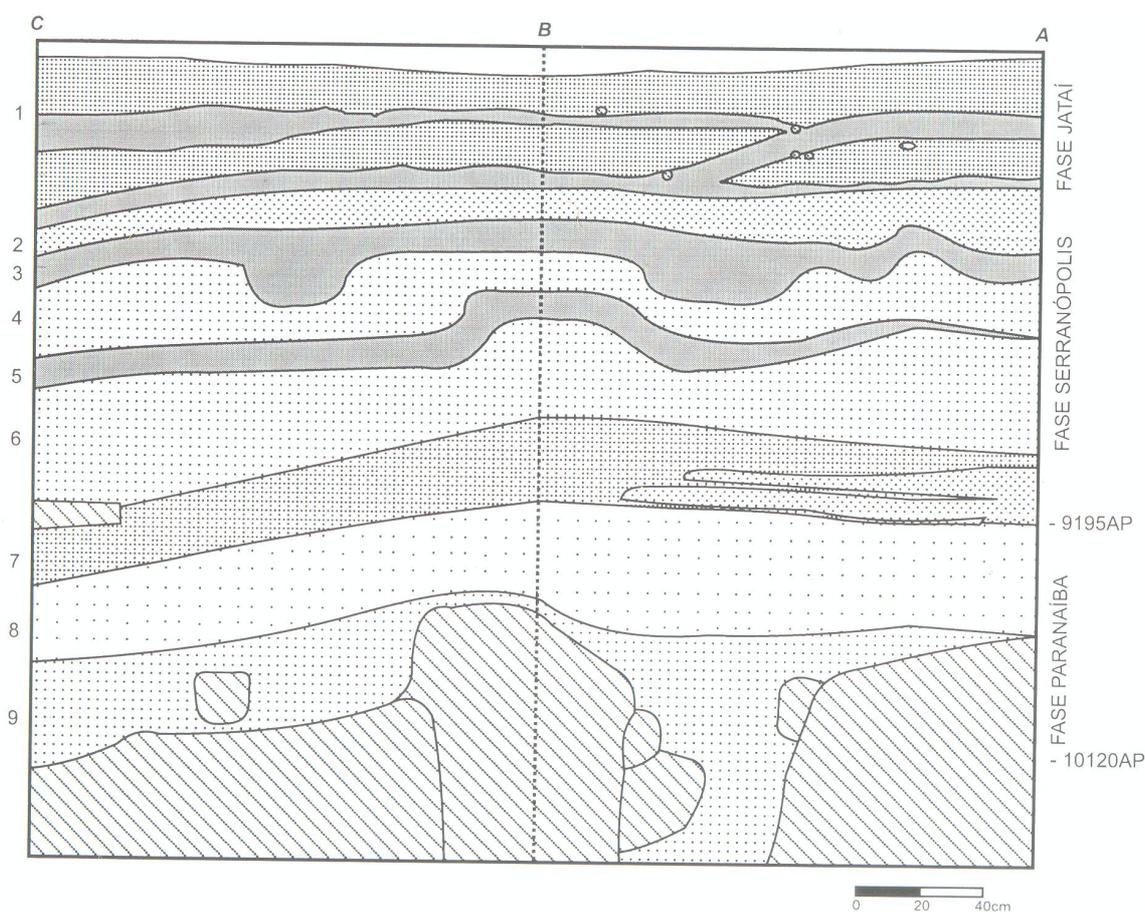


Figura 13: perfil do corte I GO-Ja-02. Fonte: Schmitz 1989, 2004.

- Camada 1: Pacote de areia com cinzas e carvão. Cor cinza mais ou menos escuro. Consistência frouxa.
- Camada 2: Sedimentos arenosos, com carvão e raízes. Cor avermelhada. Consistência frouxa.
- Camada 3: Sedimentos arenosos, com carvão e raízes. Cor cinza. Consistência frouxa.

⁴⁵ SCHMITZ, et. al. 2004 op.cit. p. 103.

⁴⁶ Ibidem. p. 105.

Camada 4: Sedimentos arenosos, com raizinhas. Cor avermelhada. Consistência frouxa.

Camada 5: Sedimentos arenosos, com carvão e raizinhas. Cor cinza. Consistência frouxa.

Camada 6: Sedimentos arenosos, com raizinhas. Cor avermelhada. Consistência frouxa.

Camada 7: Sedimentos arenosos, com cinza, carvão e raízes. Cor cinza escuro. Consistência frouxa. Data 9.195 75 A.P. (SI-3107) no nível de 170-180 cm de profundidade.

Camada 8: Pacote de areia com mais ou menos cinza e poucas raízes. Cor mais vermelha ou mais cinza, alternando. Consistência frouxa.

Camada 9: Sedimentos arenosos, com carvão. Cor cinza. Consistência frouxa. Data de 10.120 + 80 A.P. (SI-3108) no nível de 250-260 cm de profundidade⁴⁷.

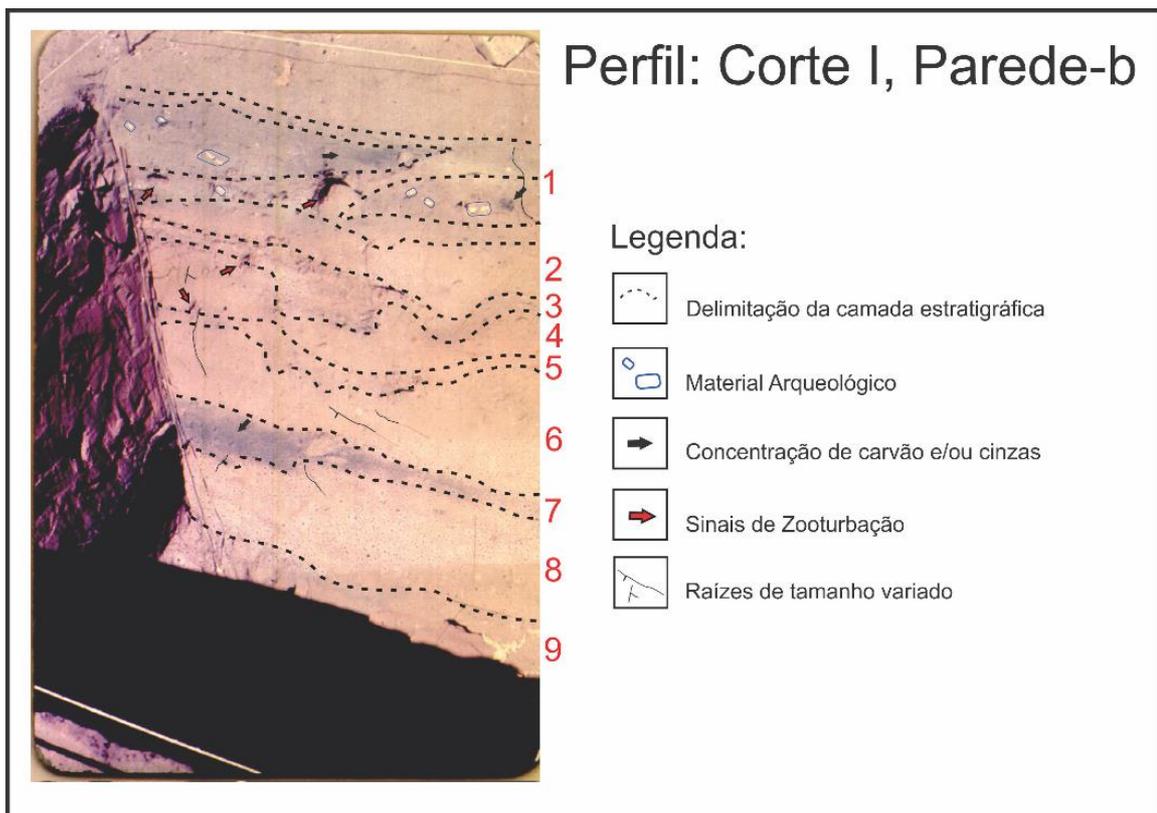


Figura 14: Fotografia da escavação do sítio GO-Ja-02 com delimitação das camadas e outros atributos. Modfi. de Acervo Fotográfico do IGPA

Detalhe importe a se ressaltar das descrições do perfil realizadas por Schmitz e equipe, é que a base do corte é fechada, quase toda, por blocos. Dessa forma, isso pode ser uma fator importante, podendo alterar os dados com a aplicação do GPR. Os resultados obtidos, indicam a possibilidade de avançar nas escavações. Com todas as informações obtidas, evidencia-se que os sítios de Serranópolis são de uma significância científica

⁴⁷ Ibidem. p. 105.

substancial para a investigação da pré-história brasileira. Desde o grau de preservação, o registro estratigráfico e a cultura material de distintos momentos de ocupação⁴⁸.

Com relação ao perfil da figura 13, as camadas estratigráficas podem ser resultantes de processos pós-deposicionais. As mais superficiais, consequência de pisoteio de humanos e de animais que frequentaram e frequentam o sítio; as mais profundas, do peso do pacote predominantemente arenoso sobre blocos e matacões. A bioturbação por raízes e animais escavadores, principalmente, podem ter favorecido a percolação das águas pluviais e precipitação de minerais ricos em ferro e alumínio, matéria orgânica, além do transporte e deposição de sedimentos tamanho argila, geralmente pertencentes ao grupo dos argilominerais, como caulinita e montomorilonita (Figuras 15 e 16).



Figura 15: Marcas de bioturbação, pisoteamento na área externa do abrigo GO-Ja-02. Fonte: Acervo Projeto Serranópolis. M Barberi, 2019.

A precipitação de minerais ricos em ferro ou alumínio podem originar camadas ou lentes de coloração avermelhada ou amarelada, além de maior consistência. Matéria orgânica,

⁴⁸ RUBIN, J. C. R. Escavação do sítio arqueológico GO-Ja-02, Serranópolis, Goiás. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2017.

cores mais escuras e maior plasticidade. Uma raiz de, por exemplo, 1 metro de profundidade ao ser queimada pode deixar uma cavidade a ser preenchida por material de superfície, em alguns casos, por vestígios culturais. As considerações estabelecidas ilustram a complexidade da abordagem ao registro arqueológico.



Figura 16: Ponto de acúmulo de água, área interna do abrigo GO-Ja-02. Fonte: Acervo Projeto Serranópolis. M Barberi, 2019.

A análise do contexto geoarqueológico do sítio GO-Ja-02, abordado por Carvalho (2019), Araujo (2020) e Procedino (2018) indica uma área antropizada e sujeita a processos naturais capazes de modificar a área do sítio, como ação eólica, perdas de solos e processos erosivos a montante, bioturbação e degradação da rocha. Aliado a isso, o mapa de solos indica a presença de Neossolos na encosta frontal ao sítio (Figura 17), os quais estão relacionados a pedogenização do arenito, portanto, um solos pouco estruturado e de alta erodibilidade. Portanto, a área do sítio e a encosta tem na base o arenito, com sedimentos e solos arenosos que apresentam um comportamento semelhante em relação a migração vertical de vestígios culturais e uma certa instabilidade frente a processos erosivos. Essa instabilidade, aliada as

variáveis acima mencionadas, podem ser responsável pelas alterações no registro estratigráfico, entre o momento de ocupação, abandono e escavação. Essas considerações são importantes para a análise dos resultados da aplicação do GPR.

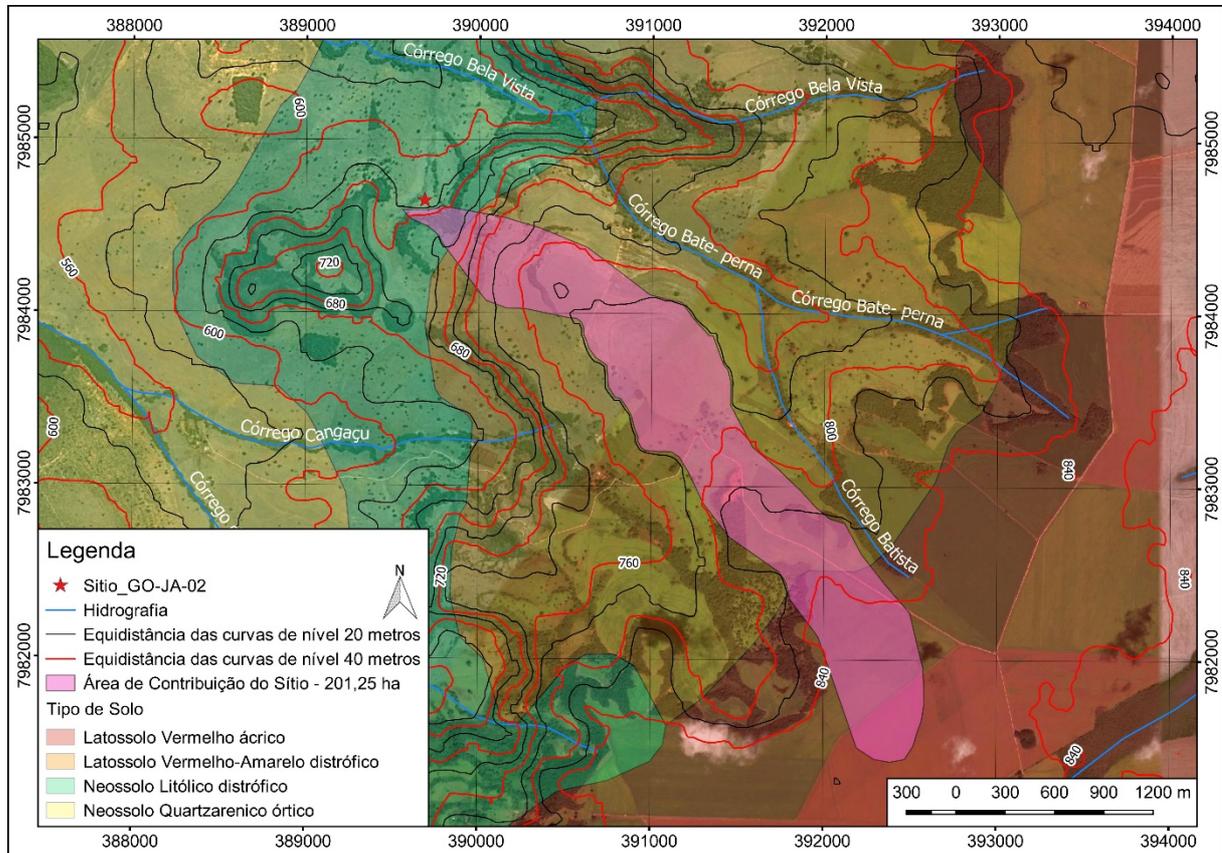


Figura 17: Tipos de solos próximo ao sítio GO-Ja-02. Fonte: Carvalho (2019).

Bitencourt (2008), para a sítio GO-Ja-01 e Araujo (2020) para os sítios GO-Ja-01 e 02 já havia estabelecido algumas considerações sobre a disposição das camadas estratigráficas. A respeito dos processos de formação do registro arqueológico diversos autores tem abordado o tema, em manuais de arqueologia, capítulos de livro e artigos, como Barker (1993), Museum of London (1994), Renfrew; Bahn (1998), Bicho (2006), Drewett (2010), Rubin *et al.* (2013), Burke; Smith (2013) e Araújo (2018).

O avanço do uso do GPR aplicado à Arqueologia no Brasil, principalmente na região amazônica, é aprimorado ao longo dos anos e vem oferecendo excelentes resultados para as escavações. Dessa forma, um pequeno levantamento bibliográfico serve como subsidio para justificar a aplicação desse método no sítio GO-Ja-02, tendo em vista algumas (das tantas) pesquisas bem sucedidas.

Em 1999, o sítio arqueológico de Cacoal, localizado em Anajás, Ilha do Marajó/Pará, foi utilizado como teste para a aplicação do método GPR e da magnetometria. E dessa forma,

foram descobertas grandes quantidades de carvão vegetal e fragmentos de cerâmica, exatamente nas três áreas escavadas, conforme os locais indicados pela geofísica.⁴⁹ Em 2001, no sítio Morro Grande e Serrano, localizados em Araruama no Rio de Janeiro. O radargrama, após a aplicação do GPR apontou zonas anômalas, e quando escavadas mostraram a presença de urnas, tampas e tigelas pintadas no sítio de Morro Grande. Já no sítio Serrano, os locais apontados pelo GPR mostrou a localização de fragmentos cerâmicos dispersos pelo sítio⁵⁰.

O sítio Domingos, localizado em Canaã dos Carajás no estado do Pará, foi submetido à estudos com os métodos magnético, eletrorresistivo e o GPR. As hipérboles e ondulações percebidas no radargrama, que geralmente são provocadas por potes cerâmicos e interrupções nos registros, foram mais uma vez certas. E nas escavações encontraram muitos fragmentos cerâmicos, vasilhames inteiros e algumas lâminas de machado polido nas áreas anômalas⁵¹.

Conforme o aprimoramento dos métodos geofísicos, e a melhoria das técnicas, os estudos arqueológicos também obtiveram ganhos efetivos e potencializaram os resultados. Dessa forma, o GPR de modo 3D (levantamento 2D interpolado para se obter um cubo) quando foi aplicado nas ruínas do Convento de Boa Ventura, no distrito de Porto das Caixas, em Itaboraí no Rio de Janeiro, evidenciou anomalias com formatos retangulares. Essas anomalias foram relacionadas a edificações em diversas localidades subterrâneas aos arredores do convento. Dessa forma foi feito o direcionamento das escavações arqueológicas na área⁵². No Mosteiro e Museu de São Bento, na cidade de São Paulo. Também foi utilizado o método GPR (3D), especificamente no chão da sala e em uma das paredes. Esses locais foram escolhidos baseados em pesquisas bibliográficas em documentos históricos. Mais uma

⁴⁹ BARRADAS, J.A.; SCHAAN, D.P.; LUIZ, J.G. Magnetic and GPR Survey to Identify Archaeological Features on Cacoal Site, Anajás River, Marajó Island, Pará, Brazil. Anais do 6th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, 1999.

⁵⁰ CEZAR, G. DA S.; DA ROCHA, P. L. F.; BUARQUE, A.; DA COSTA, A. Two Brazilian Archaeological Sites Investigated by GPR: Serrano and Morro Grande. Journal of Applied Geophysics, Vol. 47, 2001.

⁵¹ LUIZ, J. G.; PEREIRA, E. S. Prospecção arqueológica por métodos geofísicos no Sudeste do Pará: O caso do Sítio Domingos, Canaã dos Carajás. Anais do 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, 2005.

⁵² OLIVEIRA, C. E.; BORGES, W. R.; MARQUES, R. M.; TOURINHO, M. E.; SANTOS, E. L.; ALMEIDA, S. L. Mapeamento GPR das Ruínas do Convento de São Boaventura, Itaboraí/RJ. Anais do III Simpósio Brasileiro de Geofísica, 2008.

vez anomalias geofísicas foram evidenciadas e escavações comprovaram a presença de fragmentos arqueológicos relacionados a sepultamentos⁵³.

Para o sítio GO-Ja-02 os resultados da aplicação do GPR deverão ser analisados como um referencial fundamental para a retomada da escavação, considerando as informações da pesquisa pioneira e o contexto geoarqueológico da área.

⁵³ SOUZA, G. C.; MARQUES, R. M.; BORGES, W. R.; CASTELO BRANCO, R. M. Identificação Arqueológica Através da Utilização de Método Geofísico – GPR 3D em Prédios Históricos na Cidade de São Paulo/SP. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, 2010.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sítio GO-Ja-02 também apresenta a relevância científica supracitada, sendo que para este sítio foram obtidas uma série de datações entre 9.195 +/- 75 A.P. (SI3107) e 10.120 +/- 80 A.P. (SI-3108). Dessa forma se faz tão necessário a utilização de métodos menos destrutivos, como o GPR, para a obtenção de melhores resultados, afim de se estabelecer o local das próximas escavações. Para essa etapa também foi discutida a possibilidade de utilizar, associado com o GPR, o pH do solo, priorizando aqueles segmentos da baixa acidez em decorrência da possibilidade de maior preservação de restos orgânicos e as áreas com menor impacto nas camadas superficiais pelo pisoteio do gado.

Cabe destacar que a parte externa, escavada por Schmitz *et al.* (1980), é a mais indicada em decorrência da luminosidade natural, variável a ser considerada no caso de identificação de segmentos com potencial de escavação nas partes internas e externas do sítio. Os resultados de GPR possibilitarão uma correlação com as camadas identificadas nas escavações de Schmitz *et al.* (1980) e servirá de base para os demais sítios de Serranópolis que apresentam características similares. Tendo em vista os dados obtidos com as primeiras escavações, percebe-se que a utilização do GPR possibilitaria a melhor escolha e evitaria que as escavações que serão desenvolvidas no sítio ocorressem em lugares com menor potencial de material ou fosse impedida pela presença de blocos de rochas.

Diversas são as formas de aplicações do GPR na Arqueologia e seus resultados. Mesmo possuindo particularidades, algumas medidas serem indiretas e a resposta um pouco ambígua, a identificação das anomalias nos perfis, facilita em grande escala a atuação da arqueologia. Luiz (2009) diz que a parceria entre arqueólogos e geofísicos é essencial para a decisão dos melhores locais de escavação, as duas áreas devem portanto, interagir, discutindo as anomalias evidenciadas nos levantamentos, maximizando as possibilidades de achados e potencializando a obtenção de informações.

BIBLIOGRAFIA

Almeida, E.R. 2016 Análise da tomografia de micro-ondas em dados GPR sob condições controladas: Aplicações em arqueologia e estudos forenses. Ph.D. Thesis, Universidade de São Paulo, Brazil.

Alves, J. J. A.; J. S. Lourenço. 1981 Métodos geofísicos aplicados à arqueologia no estado do Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Geologia, v. 26, p. 1-52.

Araújo, A. G. M. 2018 Por uma arqueologia cética: ontologia, epistemologia, teoria e prática da mais interdisciplinar das disciplinas. Astolfo Gomes de Mello Araújo- Curitiba: Editora Prismas.

Barberi, M.; Lima-Ribeiro, M. S. 2008 Evolução da Paisagem nas Áreas de Cerrados. In: GOMES, H (Coor.) Universo do Cerrado. Goiânia: Ed. PUC Goiás, p. 15-78.

Barboza, E 1999. Terraços da Margem Leste da Laguna dos Patos, Litoral Médio do Rio Grande do Sul: Estratigrafia e Evolução Holocênica. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS.

Barker, P. 1993 Techniques of archaeological excavation. London: Batsford. (285 p.)

Barradas, J.A. et. al. 1999 Magnetic and GPR Survey to Identify Archaeological Features on Cacoal Site, Anajás River, Marajó Island, Pará, Brazil. Anais do 6th International Congress of the Brazilian Geophysical Society.

Bitencourt, A. L. V. 2008 Princípios, Métodos e Algumas Aplicações da Geoarqueologia. In: Rubin, J. C. R.; Silva, R. T. (org.). Geoarqueologia: teoria e prática. Ed. da PUC Goiás. Goiânia, p. 41-70.

Bicho, N. F. 2006 Manual de Arqueologia Pré-histórica. Lisboa, Edições 70 Ltda. Portugal.

Bristow, C. S.; Jol, H. M. 2016 An introduction to ground penetrating radar (GPR) in sediments. The Geological Society of London 200. p. 1-7.

Burke. H.; Smith, C. 2004 The archaeologist's field handbook. Australia: Allen & Unwin.

Cesar, G. Da S. et. al. 2001 Two Brazilian Archaeological Sites Investigated by GPR: Serrano and Morro Grande. Journal of Applied Geophysics, Vol. 47, 13 p.

Daniels J. J.; Roberts R.; Vendel M. 1994 Ground Penetration Radar for the detection of liquids contaminants. Journal of Applied Geophysics, 33: 195–207.

Davis J.L.; Annan A. P. 1989 Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting, 37: 531–551.

Drewett, P. 2011 Field Archaeology. An introduction. 2nd ed. London: Routledge (208 p.)

Fogaça, E.; Lourdeau, A. 2008 Uma abordagem tecno-funcional e evolutiva dos instrumentos plano-convexos (lesmas) da Transição Pleistoceno-Holoceno do Brasil Central. FUMDHAMENTOS, v. 7, p. 261-347.

Gomes, D. M. C.; Luiz, J. G. 2013 Contextos domésticos no sítio arqueológico do Porto, Santarém, Brasil, identificados com o auxílio da geofísica por meio do método GPR. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas, n. 8, v. 3, p. 639-656.

González-Ruibal, A.; Vila, X. 2018 A. Arqueologia: una introducción ao estudio de la materialidad del pasado. Madrid: Alianza Editorial, 551 p.

Lacerda Filho, J. F. 1999 Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal: Organizado Por Joffre Valmório de Lacerda Filho, Abelson Rezende e Aurelene da Silva. Goiânia, Conv. CPRM/METAGO S.A./UnB.

Luiz, J. G. 2010 Metodologias geofísicas aplicadas à prospecção arqueológica no estado do Pará. In: PEREIRA, E.; GUAPINDAIA, V. L. C. (Orgs.). Arqueologia Amazônica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi/SECULT/IPHAN, v. 2, p. 949-966.

Luiz, J. G.; Pereira, E. S. 2005 Prospecção arqueológica por métodos geofísicos no Sudeste do Pará: O caso do Sítio Domingos, Canaã dos Carajás. Anais do 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, 6 p.

Mesquita, M. J. L. 2011. Estimativas de Umidade no Solo Usando GPR. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geofísica, Universidade Federal do Pará. Belém, 61p.

Morais, J. L. 1999 A Arqueologia e o fator geo. Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia, São. Paulo, 9, p. 3-22.

Moreira, M. L. O.; Moreton, L. C.; Vanderlei, A. A.; Lacerda-Filho, J., V.; Costa, H. F. 2008 Geologia do estado de Goiás e Distrito Federal. Goiânia: CPRM/SIC – FUNMINERAL.

Museum of London Archaeology Service (1994). Archaeological Site Manual. 3rd edition. (128 p.)

Neves, S.; Oliveira, R. J.; Borges J. F.; Caldeira. B. 2014 Magnetometria e georadar aplicados à arqueologia, O caso da Horta da Torre. Lisboa. Geonovas 28, pp. 93 - 98.

Novo A.; Grasmueck M.; Viggiano D. A.; Lorenzo H. 2008 3D GPR in archaeology: what can be gained from dense data acquisition and processing? In: Proceedings of the 12th International Conference on Ground Penetrating Radar (GPR 2008), Birmingham, pp. 16–19.

Oliveira, C. E. et. al. 2008 Mapeamento GPR das Ruínas do Convento de São Boaventura, Itaboraí/RJ. Anais do III Simpósio Brasileiro de Geofísica, 6 p.

- Piro.; Campana. 2012 GPR investigation in different archaeological sites in Tuscany (Italy). Analysis and comparison of the obtained results. *Near Surface Geophysics*10, pp. 47–56.
- Powers, M. H. 1997. Modeling frequency-dependent GPR: The Leading Edge. 16, p. 1657-1662.
- Porsani, J. L. *et al.* 2004 Investigações GPR nos distritos mineiros de Santa Bárbara e Bom Futuro: Província Estanífera de Rondônia. *Rev. Bras. Geof.*, São Paulo , v. 22, n. 1, p. 57-68.
- Porsani, J. L. *et al.* 2006 O sítio controlado de geofísica rasa do IAG/USP: instalação e resultados GPR 2D-3D. *Rev. Bras. Geof.*, São Paulo , v. 24, n. 1, p. 49-61.
- Porsani J.; Matos J. G.; Kipnis R. 2012. Use of ground-penetrating radar to map subsurface features at the Lapa do Santo archaeological site (Brazil). *Near Surface Geophysics*10, 141–144.
- Procedino, P. M. O. A. 2019a Formação e preservação do registro arqueológico: processos naturais- culturais no sítio GO-Ja-02, Serranópolis, Goiás. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia.
- Renfrew, C.; Bahn, P. 1998 *Arqueología: teorías, métodos y práctica*. Madrid: Akay, 571 p.
- Resende, F. E. C. P.; Fernandes, A. B.; Rubin, J. C. R.; Barberi, M.; Bichuette, M. E.; Gallão, J. E.; Zepon, T.; Silva, S.M.; Souza, U. F. 2019 Relatório final das ações emergenciais de conservação das pinturas e gravuras rupestres nos sítios de abrigos do Complexo Arqueológico de Serranópolis-GO, MRS Estudos Ambientais, Brasília.
- Rubin, J. C. R. 2017 Escavação do sítio arqueológico GO-Ja-02, Serranópolis, Goiás. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia.
- Rubin, J. C. R., Lorenzo, F. J.C.; Silva R. T.; Correa D. S. 2017 Efeitos da erosão e sítios arqueológicos no estado de Goiás: casos de Serranópolis e Palestina de Goiás. *Clio Arqueológica*, v.32, n.1, p.37-67.
- Rubin, J. C. R, *et. al.* 2016 Consideraciones al respecto del contexto arqueológico: Serranópolis, Goiás (Brasil). *El poblamiento temprano en América. Serie: Prehistoria en América*. Ciudad de Mexico: Museo del Desierto, p.320-328.
- Rubin, J. C. R. y R. T. da Silva 2006 Programa Patrimônio Arqueológico Histórico-Cultural AHE- ESPORA, Levantamento do Potencial Arqueológico da Área Diretamente Afetada. Relatório Técnico. Lithotec Consultoria e Assessoria. Goiânia.
- Rubin, J. C. R, *et al.* 2020 Caçadores-coletores e a paisagem em Serranópolis, Goiás- Brasil. *Boletim de arqueologia PUC-Peru*.
- Schmitz, P. I., A. O. Rosa y A. L. V. Bitencourt 2004 Arqueologia nos Cerrados do Brasil Central. Serranópolis III. *Revista Pesquisas. Antropologia*, n.60, São Leopoldo/RS: Instituto Anchieta de Pesquisas, 288p.

Schmitz, P. I., F. A. Silva, M. V. Beber 1997 Arqueologia nos Cerrados do Brasil Central. Serranópolis II: As Pinturas e Gravuras dos Abrigos. São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas/ UNISINOS, 161p.

Schmitz, P. I., A. S. Barbosa, A. J. Jacobus y M. B. Ribeiro 1989 Arqueologia nos cerrados do Brasil Central. Serranópolis I. Revista Pesquisas, Antropologia, n.44, São Leopoldo/RS: Instituto Anchietano de Pesquisas, 208p.

Souza, G. C. Et. al. 2010 Identificação Arqueológica Através da Utilização de Método Geofísico – GPR 3D em Prédios Históricos na Cidade de São Paulo/SP. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, 4 p.

Roosevelt, A. C. 2009 A historical memoir of archaeological research in Brazil (1981-2007). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 4, n. 1, p. 155- 170.
Trigger, B. G. 2004 História do pensamento arqueológico. São Paulo: Odysseus Editora, 629 p.

Van Overmeren, R. A. 1998. Radar Facies of unconsolidated sediments in the Netherlands: a radar stratigraphy interpretation method for hydrogeology. Journal of Applied Geophysics. 40 (1-3): 1-18.

RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

**ANEXO I
APÊNDICE ao TCC**

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante **ELOAH VARGAS RIBEIRO** do
Curso de Arqueologia, matrícula 20191006400093, telefone: _
e-mail eloh3@icloud.com, na qualidade de titular dos direitos
autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a
Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de
Conclusão de Curso intitulado

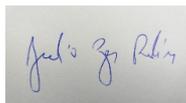
DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE A TÉCNICA DE PROSPECÇÃO GEOFÍSICA *GROUND-
PENETRATING RADAR* (GPR) NAS ESCAVAÇÕES DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO GO-
Ja-02: SERRANÓPOLIS., gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por
5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de
computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE,
MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de
leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos
cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 23 de junho de 2021.

Assinatura do(s) autor(es):



Nome completo do autor: Eloah Vargas Ribeiro



Assinatura do professor-orientador:

Nome completo do professor-orientador: Julio Cezar Rubin de Rubin