

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
CURSO DE ARQUEOLOGIA

RHOBSON DE OLIVEIRA TOBIAS

**UTILIZAÇÃO E APOIO DE DRONE PARA PESQUISA ARQUEOLÓGICA:
SITIO ARQUEOLÓGICO FACÃO II, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MT**

GOIÂNIA, GOIÁS
2021

RHOBSON DE OLIVEIRA TOBIAS

**UTILIZAÇÃO E APOIO DE DRONE PARA PESQUISA ARQUEOLÓGICA:
SITIO ARQUEOLÓGICO FACÃO II, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à EFPH da Pontifícia Universidade Católica de Goiás ao Curso de Arqueologia, como requisito para obtenção do título em Bacharel em Arqueologia.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Rosiclér Theodoro da Silva

GOIÂNIA, GOIÁS
2021

TOBIAS, Rhobson de Oliveira

**UTILIZAÇÃO E APOIO DE DRONE PARA PESQUISA ARQUEOLÓGICA:
SITIO ARQUEOLÓGICO FACÃO II, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MT**

Orientadora: Profa. Dra. Rosiclér Theodoro da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia, Goiânia, 2021. Bibliografia.

Anexos

1. Geotecnologias
2. Drone
3. Arqueologia.

Rhobson de Oliveira Tobias

Monografia apresentada em 15/12/2021

Profa. Dra. Rosiclér Theodoro da Silva.
(Orientadora)

Msc. Marcelo Iury de Oliveira
(Examinador Externo)

Msc. Cícero Ney Pereira de Oliveira
(Examinador Externo)

AGRADECIMENTOS

Dedico esta a minha mãe Rosimeri Machado de Oliveira Tobias por sempre ter batalhado, e proporcionado o melhor, apesar das dificuldades criou eu e meu irmão praticamente sozinha, sempre nos apoiando nas decisões, e sendo mãe e pai ao mesmo tempo.

Ao meu finado irmão Rhodolpho Abib de Oliveira Tobias, por ter sido mais do que um irmão, e ter ajudado em minha criação, sempre sendo parceiros, tenho muita saudade de sua alegria.

Aos meus irmãos Alberto Machado Tobias Junior e Gabriel Goulart Tobias pelo companheirismo, e amizade, ao meu pai Alberto Machado Tobias.

Meus finados avós, Rosa Machado de Oliveira e Anísio Rosa de Oliveira, a qual tenho grande saudades, de seus ensinamentos e apoio.

A todos os meus familiares e entes queridos, por ser um alicerce nos momentos mais difíceis.

A minha namorada Rosana Borges, por sempre estar ao meu lado, e sendo compreensiva e parceira, mesmo em momentos de dificuldades.

Agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Rosiclér Theodoro da Silva, a qual me aceitou como orientando no decorrer do curso, e pelas diversas contribuições e paciência.

Sou grato ao corpo docente do curso e que tive o prazer de ter participado de suas aulas: Ernesto, Leila, Ludmilia, Marlene, Júlio Rubin, Rosecler, Loriza Dantas, Maira Barberi, Mariza Barbosa, Sibeli, Dulce com suas inesquecíveis viagens a Jaraguá e cidade de Goiás.

Agradeço as professoras do CCJP, Maria e Celiomar, pela experiência e alegria no período em que fui monitor das atividades no museu. agradeço ao pessoas que tive contato no IGPA, em especial Joyce e Messias, a qual sempre ajudaram em questões voltadas ao curso, e aos seguranças Sr. João e Aluízio.

Agradeço a todos os amigos do “CLERO”, pelo companheirismo, amizade, sempre unidos apesar de todas as diferenças de opiniões sempre estamos juntos, nos divertindo e festejando, e pelo lado profissional trocando conhecimentos e conselhos. aos seus membros: Devair, Gustabner, Abnavo, Caio Roberto, Pedre, Djowanny,

Abelardo, Jovair, Luizinho, Henry, Alvin, Simon, Theodor, Gui Hillux, Zack, Cold, Pedro, Geovane, Guilherme, Marcelo, Genezio, Gustavo, Elton Danadim, Frederico.

Agradeço aos amigos Pedro Pimenta, Caio Ruiberte, Evair, Guilherme, Marcelo pelo apoio nesta reta final, sou grato pelo suporte, e pela motivação.

Ao amigo Luiz Geovane o mentiroso mais engraçado que eu conheço, e suas diversas histórias hilárias.

Ao meu amigo Guilherme Halax, pelos momentos alegres, de muitas risadas, e zoeiras, e pela indicação para o meu primeiro campo de contrato.

Agradeço as amigadas criadas no curso Katherine, Ana Carolina Napolitano, Idenilson, Flaviane, Ana Barbara, Anna Flora, Erica.

Aos amigos que conheci na arqueologia de contrato e que hoje levo para a vida toda, pelos conhecimentos, e experiências transmitidas por eles: Genésio Gafilho, Cicero, Gilmar, Marcellus, Uelde, Alejandro Aleaga, Takaiúna, Daniel, Jordana Carvalho. O pessoal de Cavalcante Pablo, Alan, Sebastian, pelo companheirismo.

Ao amigo Claudio Cesar, pelas diversas oportunidades de campo, ensinamentos profissionais, pela confiança e, por algumas críticas que nos faz crescer.

Dedico aqui também as minhas raízes, a qual tenho grande orgulho de ser descendente, aos imigrantes alemães e italianos, em especial as colônias que se formaram no estado do Espírito Santo, e a imensa colônia de libaneses espalhadas por nosso território nacional. Em particular agradeço aos imigrantes vindos de Hamburgo, na Alemanha, Belluno na Itália, e Zahlé no Líbano, que foram as cidades dos meus antepassados antes de vir ao Brasil.

Quero agradecer também a empresa A Lasca pelo apoio e fornecimento dos dados para desenvolvimento desta pesquisa. A ela sou muito grato pela colaboração e apoio.

Dedico ao meu querido estado de Goiás, a qual tenho imensa paixão, ao povo goiano, pela hospitalidade. Além da cidade mais linda do mundo Goiânia, tenho imenso amor por esta cidade, e orgulho de ser goiano, e goianiense.

E por último, porém não menos especial ao Vila Nova F. C., o maior do centro oeste, gostaria aqui de repetir o que muitos colorados dizem sobre o Tigrão. “O Vila não se explica, o Vila se ama”. “VIIIIIIIA!!!!”.

RESUMO

Este presente trabalho objetiva apresentar dados relacionados às utilizações de geotecnologias em projetos arqueológicos e suas respectivas contribuições para arqueologia. Desta maneira, foram realizados diversos sobrevoos de drone no sítio arqueológico Facão II, localizado no município de Cáceres, MT, buscando assim, juntamente com a arqueologia preventiva/contrato a obtenção de imagens aéreas de estruturas da antiga fazenda Facão, a qual é dividida em três áreas: fábrica (área I); escola e igreja (área II) e usina (área III). Não só objetivou-se a captura de imagem dessas áreas, mas também procurou-se uma visão macro da área em pró de outras estruturas, como muros de pedras, ou até mesmo ações antrópicas ou naturais que pudessem afetar o patrimônio arqueológico. A utilização do drone na arqueologia, pode contribuir não apenas para a geração de imagens, como também para o acesso prévio à uma localidade, deslocamento em áreas de grandes riscos e o desenvolvimento de ações preventivas em sítios arqueológicos. Com o auxílio de programas computacionais, o drone pode obter uma significativa quantidade de dados técnicos, gerando ortomozaicos para produções de cartas cartográficas de potencialidades para arqueologia, distribuição espacial de recursos de uma determinada área, topografia do terreno, entre outras.

Palavras chaves: Geotecnologias. Drone. Arqueologia.

ABSTRACT

This present work aims to present data related to the uses of geotechnologies in archaeological projects and their contributions to archeology. In this way, several drone flights were carried out at the Facção II archaeological site, located in the municipality of Cáceres, MT, thus seeking, together with the preventive/contract archeology, to obtain aerial images of structures from the former Facção farm, which is divided in three areas: factory (area I); school and church (area II) and power plant (area III). Not only do we aim to capture these areas, but we also seek a macro view of the area in favor of other structures, such as stone walls, or even anthropic or natural actions that could affect the archaeological heritage. The use of drones in archeology can contribute not only to the generation of images, but also to prior access to a location, displacement in areas of great risk and the development of preventive actions in archeological sites. With the help of computer programs, the drone can obtain a quantity of technical data, generating orthomosaics for the production of cartographic maps of potentialities for archaeology, spatial distribution of resources in a specified area, terrain topography, among others.

Keywords: Geotechnologies. Drone. Arcaheology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização sítio Facção II. Fonte: Google Earth, 2021.....	14
Figura 2: Fluxograma Sistema Informação geográfica (google imagens, 2021). Fonte: http://geoprocessamentoifgoiass.blogspot.com/2011/07/sistema-de-informacao-geografica-sig.html (Acessado em 10 de outubro de 2021).....	30
Figura 3: Diferença entre a utilização da fotogrametria (a esquerda), e LiDAR aéreo (a direita), por intermédio de VANTs. (google imagens, 2021) Fonte: https://wingtra.com/drone-photogrammetry-vs-lidar/ (acessado em 10 de outubro de 2021).....	32
Figura 4: Tipos de VANTs: multirotor, a esquerda e asa fixa a direita. (google imagem, 2021) Fonte: https://adenilsongiovanini.com.br/blog/vant-o-que-e-e-queis-os-tipos-existent/vant-e-drone/ (acessado em 10 de outubro de 2021).	33
Figura 5: VANT militar, FAB (Força Aérea Brasileira) (google imagens, 2021) Fonte: https://historiadafab.rudnei.cunha.nom.br/2021/01/04/a-aviacao-de-reconhecimento/RQ-450 (foto: Cb Silva Lopes / Força Aérea Brasileira. (acessado em 10 de outubro de 2021).....	34
Figura 6: Drone em altitude, iniciando o sobrevoo. Fonte: A LASCA, 2020.....	36
Figura 7: Início sobrevoo com o drone, fazendo cheque-list da aeronave. Fonte: A LASCA, 2020.....	37
Figura 8: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Facção/MT, com destaque para o sítio arqueológico Facção II. Fonte: adaptado a partir de DA CRUZ; DE SOUZA; DE SOUSA,2019, p.128.	39
Figura 9: Rio Paraguai, visto da cidade de Cáceres. Fonte: TOBIAS, 2020.	40
Figura 10: Sítio Facção II. Localização das três áreas com ruínas remanescentes da Fazenda Facção, componentes do sítio Facção II: 1-Fábrica; 2-Escola e Capela; 3- Usina Facção. Imagem aérea obtida por VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020, p. 95.	41
Figura 11: Imagem por satélite, na área do sítio arqueológico Facção II, em azul fábrica, em roxo usina, em amarelo antiga sede, em verde escola e igreja Fonte: A LASCA, 2020, p.134	42
Figura 12: Sítio Facção II, área 1 - Fábrica (galpão). Telhado com quatro águas e fachada principal, com destaque para escadaria. Imagem área obtida por VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020, p.105.	44
Figura 13: Sítio Facção II. Imagem aérea da fachada da Fábrica obtida através do uso do Drone. Fonte: A LASCA, 2020, p.33.....	44
Figura 14: Sítio Facção II, área 1 - Fábrica (galpão), e suas três estruturas: 1-Prédio da Fábrica (galpão); 2-Alicerce 1; 3-Alicerce 2. Imagem área obtida por VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020, p.103.	45

Figura 15: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Planta baixa esquematizada do prédio da Fábrica, com detalhe para o corpo Principal. Fonte: A LASCA, 2020, p.104.....	45
Figura 16: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Marca em alto relevo junto à escadaria principal, letras “F e T” sobrepostas. Fonte: A LASCA, 2020, p.105.....	46
Figura 17: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Marco cronológico em alto relevo junto à escadaria principal, com inscrições “1928” e “1930”. Fonte: A LASCA, 2020, p.105.....	46
Figura 18: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Registro da parede de adobão. Fonte: A LASCA, 2020, p.106.....	47
Figura 19: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Registro do piso com calçamento de pedra. Fonte: A LASCA, 2020, p.106.....	47
Figura 20: Sítio Facão II, área 1 – Fábrica (galpão). Vista geral da varanda no sentido Sul do Prédio da Fábrica. Fonte: A LASCA, 2020, p.107.....	47
Figura 21: Sítio Facão II, área 1 – Fábrica (galpão). Vista geral da varanda no sentido Oeste do Prédio da Fábrica. Fonte: A LASCA, 2020, p.107.....	48
Figura 22: Fábrica (galpão). Registro cronológico no madeiramento do telhado da varanda que fica no sentido Oeste. Fonte: A LASCA, 2020, p.108.....	48
Figura 23: Imagem da sede da fazenda Facão, conseguida em campo. Data, autoria e acervo desconhecidos. Fonte: A LASCA, 2020. Fonte: A LASCA, 2020, p.30.....	49
Figura 24: Modificações na paisagem ocasionadas pela construção da BR 070, localização da antiga sede da fazenda facão. Fonte: A LASCA, 2020.....	50
Figura 25: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Vista aérea antiga escola. Fonte: A LASCA, 2020.....	50
Figura 26: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Imagem aérea fachada antiga escola. Fonte: A LASCA, 2020.....	51
Figura 27: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Imagem aérea, antiga capela. A LASCA, 2020.....	51
Figura 28: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Aspectos fachada da capela. A LASCA,2020.....	52
Figura 29: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela, e suas duas estruturas: 1-Prédio da Escola; 2- Prédio da Capela. Imagem do dispositivo VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020. Fonte: A LASCA, 2020, p.113.....	52
Figura 30: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Vista aérea da escola, com a BR-070 na frente, e muro de contenção ao fundo. A LASCA,2020.....	53
Figura 31: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Muro de arrimo parcialmente colapsado. A LASCA, 2020.....	53

Figura 32: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão, e suas três estruturas: 1-Barragem; 2-Canal de Adução (aqueduto); 3- Casa de Força e Estruturas de Produção. Imagem do dispositivo VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020, p.118.....	54
Figura 33: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Área colapsada da Barragem. Fonte: A LASCA, 2020, p.120.	55
Figura 34: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Perfil do muro de contenção da Barragem. Fonte: A LASCA, 2020, p.120.	55
Figura 35: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Imagem aérea com ênfase para a estrutura do aqueduto. Fonte: A LASCA, 2020.	56
Figura 36: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Área colapsada. Observa-se composição de material misto na construção. Fonte: A LASCA, 2020, p.121.	57
Figura 37: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Registro do aqueduto, parte final do conduto aéreo. Fonte: A LASCA, 2020, p.121.	57
Figura 38: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Ruínas de paredes de pedras na área de produção. Fonte: A LASCA, 2020, p.122.	58
Figura 39: Sítio Facão II, área 3 - Registro casa de força, com ênfase para a escadaria detectada em área de produção da usina Facão. Fonte: A LASCA, 2020.....	58
Figura 40: Sítio Facão II, área 3. Registro detalhado de escadaria detectada em área de produção da Usina Facão. Fonte: A LASCA, 2020, p.36	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coordenadas UTM de referência para as áreas com ruínas remanescentes da Fazenda Facão, componentes do sítio Facão II. Fonte: Adaptada a partir de A LASCA, 2020, p.95.....	43
Tabela 2: Resultados obtidos com a utilização do drone no Sítio arqueológico Facão II.....	60

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	12
INTRODUÇÃO	14
1. JUSTIFICATIVA	16
2. FUNDAMENTAÇÃO	22
2.1. Arqueologia e sua Evolução.....	22
2.2. Subdisciplinas de Arqueologia.....	23
2.2.1 Arqueomática.....	23
2.2.2 Arqueologia Ambiental.....	23
2.2.3 Etnoarqueologia.....	24
2.2.4 Arqueologia Experimental.....	24
2.2.5 Arqueologia Forense.....	25
2.2.6 Arqueologia da Paisagem.....	25
2.2.7 Arqueologia Urbana.....	26
2.3. O Uso do Sensoriamento Remoto na Arqueologia.....	26
2.4. O Uso do SIG na Arqueologia.....	29
2.5. O Uso de LiDAR na Arqueologia.....	31
2.6. O Uso de DRONES na Arqueologia.....	33
3. METODOLOGIA	35
4. ÁREA DE PESQUISA	38
4.1. Evidências Identificadas com a Aplicação do Drone: sítio arqueológico Facão II.....	40
4.2. Descrição das Estruturas/Edificações.....	43
4.2.1. ÁREA I - Fábrica.....	43
4.2.2. ÁREA II: Escola e Capela.....	49
4.2.3. ÁREA III: Barragem, Aqueduto e Casa de Força.....	54
5. RESULTADOS	60
6. CONSIDERAÇÕES	61
7. REFERÊNCIAS	63

INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi realizado com o intuito de apresentar a utilização de geotecnologias para auxiliar as pesquisas de campo em arqueologia, neste caso a utilização de drone, com a obtenção de imagens aéreas, no sítio arqueológico Facão II, localizado as margens da rodovia BR 0-70 no município de Caceres-MT, do qual dista aproximadamente 10Km da área urbana.



Figura 1: Mapa de Localização sítio Facão II. Fonte: Google Earth, 2021.

Este TCC está dividido em sete capítulos, sendo o capítulo 1 a justificativa de pesquisa, o capítulo 2 a fundamentação, abordando sobre a arqueologia e seu desenvolvimento, neste caso as geotecnologias aplicadas na pesquisa arqueológica, além de abranger sobre a aplicabilidade das geotecnologias e geoinformação na arqueologia, o capítulo 3, a metodologia utilizada no estudo do sítio Facão II, o capítulo 4, o estudo de caso elaborado sobre o sítio arqueológico Facão II, o qual o drone foi utilizado, o capítulo 5 que são apresentados os resultados obtidos, o capítulo 6 as considerações sobre o tema, e por último o capítulo 7 as referências bibliográficas.

Desta maneira, o presente trabalho buscou apresentar, em que medida, a utilização de geotecnologias, no caso o uso do drone, pode contribuir com as pesquisas arqueológicas, visto que a utilização desta tecnologia com a captura de imagens aéreas proporciona a identificação de algumas características da área onde o sítio encontra-se localizado, como estruturas, paisagem, processos antrópicos e

erosivos que podem atingir o sítio e até mesmo propiciar a identificação de áreas de captação de matérias primas, como afloramentos rochosos, para grupos pré-coloniais, assim como novos vestígios culturais, principalmente associados ao período colonial.

1. JUSTIFICATIVA

A utilização de geotecnologias, mesmo que ainda seja algo pouco utilizada na arqueologia, pode contribuir sobremaneira para desenvolvimento das pesquisas, principalmente para minimizar tempo e custos. A utilização de geotecnologias, em específico drones, podem ser utilizados para a captura de imagens mais aproximadas e detalhadas de um local de estudo, assim como a realização de mapeamentos aéreos e posteriormente cartas de potencialidade arqueológica, por meio de imagens transformadas em ortomosaicos, que é o processo de agrupar diversas imagens captadas de uma mesma área, sobrepondo umas às outras. Este procedimento está inserido na fotogrametria, sendo necessário o planejamento do sobrevoo da área a serem obtidas as imagens. Análise das mudanças ocorridas na paisagem, decorrentes de processos antrópicos ou naturais que podem causar danos ao patrimônio arqueológico, locais de obtenção de recursos, dentre outros, uma vez que proporciona uma visão mais ampla da área de pesquisa.

As geotecnologias combinam mapas, imagens de satélite, representações 2D e 3D da paisagem, bancos de dados, ferramentas e procedimentos para permitir que as relações espaciais sejam quantificadas e analisadas. Como outras tecnologias de informação modernas, as geotecnologias estão evoluindo rapidamente para um modelo de software, como serviço baseado em nuvem, e ferramentas de mapeamento baseadas na web são uma maneira perfeita de aprender e aplicar os fundamentos do pensamento espacial, e isto é de grande relevância, pois a utilização do drone em pesquisas arqueológicas pode contribuir tanto com imagens, quanto em modelo digital de terreno (MDT), e neste caso ser uma ferramenta para a produção de cartas de potencialidades arqueológicas (MUNDIM, 2001).

Os sítios arqueológicos são evidências de atividades humanas frequentemente associadas a concentrações de artefatos e alterações na paisagem. A escavação de sítios arqueológicos é um processo destrutivo que requer a remoção sistemática de solos e artefatos. Os sítios arqueológicos são semelhantes aos laboratórios de pesquisas onde os dados são coletados, registrados e analisados (REBOLLAR; FERNANDES, 2013). A disciplina de arqueologia está atualmente passando por uma mudança radical nos métodos e técnicas de registro do local, de forma a melhorar e aprimorar as pesquisas, escavações e interpretações arqueológicas científicas. Isso pode ser descrito como uma mudança de uma dependência de tecnologias separadas, em paralelo para o uso de tecnologias

convergentes e integradas, como também uma mudança de métodos 2D para métodos 3D (WOLF et al., 2013).

A fotogrametria impulsionou o registro espacial, de modo que as lacunas entre as tecnologias de pesquisa pré-existentes, geralmente separadas, começaram a ser preenchidas. Embora os projetos de arqueologia tenham empregados uma ampla gama de técnicas de levantamento, a disseminação tem sido tipicamente apresentada sequencialmente em relatórios arqueológicos, ou talvez sobreposta em um formato 2D. À medida que os pacotes de software aumentam suas capacidades, eles se sobrepõem cada vez mais, juntamente com um aumento geral no poder de computação (REBOLLAR; FERNANDES, 2013).

Os motivadores por trás de uma abordagem espacial para a pesquisa arqueológica incluem uma ampla gama de desenvolvimentos de equipamentos, softwares e hardwares. Talvez os dois fatores mais importantes sejam a adoção quase universal de técnicas fotogramétricas de múltiplas imagens e de veículos aéreos não tripulados (VANTs) por arqueólogos, com ambas as tecnologias se aprimorando (COLOMINA; MOLINA, 2014).

O aumento dramático na aplicação da fotogrametria para a arqueologia, em geral, foi facilitado por avanços recentes em algoritmos de software que permitem a reconstrução 3D semiautomática, que é uma tecnologia igualmente aplicável a locais terrestres (LADWIG, 2012).

Como resultado, uma proporção maior de arqueólogos começou a desenvolver habilidades de software de modelagem 3D para aproveitar ao máximo o processo de gravação. O desejo de explorar totalmente esses conjuntos de dados fotogramétricos naturalmente atrai os pesquisadores a tentarem trazer outros conjuntos de dados espaciais e coletar uma síntese de informações em um ambiente analítico totalmente 3D. Até certo ponto, esse processo de integração de dados em arqueologia já está em andamento há algum tempo, principalmente com o advento da digitalização a laser (REBOLLAR; FERNANDES, 2013).

Contudo, antes que qualquer escavação seja iniciada, o arqueólogo deve preparar um mapa de levantamento do local. O mapeamento pode ser tão simples quanto um esboço dos limites do local, ou tão complexo quanto um mapa topográfico, completo com detalhes sobre a vegetação, artefatos, estruturas e recursos do local. Ao registrar a presença de artefatos no local, o mapa pode revelar informações sobre

a forma como este foi usado, incluindo padrões de uso ocupacional (PALERMO; LEITE, 2013).

Os mapas de contorno lançam luz sobre as maneiras pelas quais as atividades ambientais mais recentes têm alterado os padrões originais de uso. Nos casos em que restos estruturais são visíveis, o mapa do local pode fornecer uma base para o planejamento de escavações. Esses processos e materiais estão todos envolvidos no mapeamento arqueológico. Ao iniciar um local a ser escavado, o arqueólogo, normalmente, traça uma grade que servirá como referência para o registro, podendo utilizar simplesmente uma bússola, uma fita métrica, estacas e barbante, e posteriormente realizar a representação da grade, tendo a cautela para anotar a presença de marcos físicos, como árvores, rios e grandes rochas. Uma vez a escavação em andamento, cada artefato recuperado é mapeado na grade e na camada em que foi identificado (REBOLLAR; FERNANDES, 2013).

As dimensões espaciais incluem a distribuição de artefatos e outros recursos em três dimensões. O nível de detalhe dado na descrição espacial normalmente depende dos objetivos do projeto de pesquisa (PALERMO; LEITE, 2013).

A escavação controlada e o mapeamento de informações relativas às camadas do solo e aos artefatos associados a cada camada permitem que os arqueólogos pesquisem padrões no comportamento humano anterior, conforme os artefatos estiverem sendo evidenciados, com, por exemplo, a combinação de análises de atividades presentes apenas no solo, como as manchas deixadas pela cocção, e os artefatos recuperados, sobrevivem como registro arqueológico de um sítio (PALERMO; LEITE, 2013).

O uso de sensoriamento remoto e SIG no campo da arqueologia tem acelerado o avanço do assunto em todo o mundo. A primeira tentativa da velha técnica de prospecção, “arqueologia aérea”, de usar vistas distantes para fins arqueológicos, foi feita durante o século passado. No Egito, Leonard Wooley localizou tumbas egípcias no topo de uma colina e Earl Morris, um pioneiro do sudoeste, tirou fotos aéreas escalando postes telegráficos ao lado de suas escavações (ALMEIDA, 2014).

Hoje, a maioria dos arqueólogos está se voltando para Sensoriamento Remoto (SIG), e o uso de Global Position System (GPS) para a criação de bancos de dados em grande escala, para organizar, analisar e compartilhar os produtos de suas pesquisas de campo e padrões gerais para o processo de aumentar o uso de tecnologia envolvendo escala e tempo de construção de banco de dados. Os dados

arqueológicos são coletados em duas escalas básicas: levantamento e escavação (SCHMITZ; NOVASCO, 2011).

A construção de conjuntos de dados arqueológicos por meio do SIG ocorreu quase inteiramente na escala de pesquisa. No entanto, a principal vantagem da tecnologia SIG é que ela é uma infraestrutura espacial sem escala. Portanto, com base nesse fato tecnológico, não há razão teórica para que os conjuntos de SIG e de escavação não possam ser tão comuns quanto os conjuntos de dados em escala de levantamento se tornaram. Por outro lado, imagens de satélite têm sido uma ferramenta eficaz nas investigações arqueológicas. Com a ajuda de programas de softwares específicos, a tecnologia de computador permitiu determinar seu local de localização e georreferenciar à medida que são coletados (REBOLLAR; FERNANDES, 2013).

As imagens de Stonehenge, obtidas durante o início do século XX, proporcionaram fotografias aéreas detalhadas e tem sido um dos bons exemplos, onde o SIG tem desempenhado um papel importante na gestão da paisagem. Hoje, Stonehenge é administrado pelo English Heritage Trust, e que, tecnicamente, tem gerenciado o sítio com as informações adquiridas de imagens de satélite, fotografias aéreas coloridas e dados de alturas de altíssima resolução. Imagens SPOT também foram usadas para gerar modelos digitais de terreno (MDT), aprimorando as pesquisas de invisibilidade e relações espaciais dentro dos arredores de Stonehenge. Com a ajuda do SIG, os dados gráficos e textuais existentes foram integrados, criando uma ferramenta mais eficaz para gerenciamento, análise e apresentação de dados (ALMEIDA, 2014).

Durante anos, os arqueólogos debateram o uso de fotografias aéreas *versus* imagens de satélite. Embora as fotografias aéreas tenham uma resolução melhor do que as imagens de satélite, antes do advento dos veículos aéreos não tripulados (VANTs)¹, elas podiam ser difíceis de se obter, dependiam do clima e da sazonalidade e não podiam ser processados da mesma forma que as imagens de satélite multiespectral ou hiperespectral. Outros conjuntos de dados de imagens, como CORONA, obtidos a partir das décadas de 1960 e 1970, assim como parte dos projetos de vigilância da Guerra Fria, agora oferecem aos arqueólogos a capacidade

¹ VANT é o nome mais técnico do aparelho, enquanto drone o mais popular.

de ver em alta resolução paisagens destruídas ou amplamente alteradas (COLOMINA; MOLINA, 2014).

Hoje, os arqueólogos estão revisitando fotografias aéreas históricas e reavaliando-as, usando técnicas fotogramétricas digitais ou fotografias aéreas infravermelhas de maneiras inovadoras. Por exemplo, no oeste da Tessália, os arqueólogos descobriram centenas de características não detectáveis por sensoriamento remoto convencional. As marcas de recorte ainda são relativamente fáceis de identificar a partir de fotografias aéreas padrão, que podem ser mais econômicas do que as análises de imagens de satélite (PALERMO; LEITE, 2013).

Arquivos fotográficos aéreos ambientais também forneceram dados arqueológicos ricos, mas estes devem ser avaliados usando novos fluxos de trabalho. Com os VANTs, os dados podem ser coletados rapidamente a um custo muito menor, especialmente com o uso de radiômetros térmicos de vídeo, que podem detectar características impossíveis de serem vistas em fotografias aéreas. As imagens capturadas podem ser usadas para criar modelos 3D de alta resolução, permitindo novos fluxos de trabalho uma avaliação mais rápida desses dados (PELUZIO, 2010).

Para avaliação de local ou recursos específicos, a capacidade de visualizar e recriar recursos arqueológicos e locais inteiros foi amplamente expandida com novos equipamentos de mapeamento GPS, fotogrametria e softwares de modelagem 3D de código aberto, os quais podem ser importados para SIG. Usando um GPS diferencial (DGPS), que tem uma precisão horizontal de alguns centímetros e uma precisão vertical de alguns milímetros, um arqueólogo pode criar um mapa topográfico de uma paisagem inteira no tempo que leva para percorrer os transectos necessários (COLOMINA; MOLINA, 2014).

Depois de carregado em uma plataforma de modelagem 3D de código aberto, como SketchUp, uma superfície topográfica pode ser renderizada com tal precisão que até mesmo o menor dos recursos topográficos se torna visível. Este processo é superior ao LiDAR, por não acarretar o custo de um avião com tarefas especiais e não há erros devido à densa vegetação. No entanto, só é viável em áreas de fácil acesso e adequadas para levantamentos terrestres (PALERMO; LEITE, 2013).

Usando o mesmo equipamento (DGPS), um profissional também pode registrar os pontos de uma característica individual para que possa ser recriada com a maior precisão em três dimensões proporcionando precisão e economia de tempo para os arqueólogos em campo, limitando assim a necessidade de esboçar e registrar

recursos manualmente possibilitando posteriormente a construção de modelos 3D. Este modelo pode então ser usado para visualizações educacionais, bem como para pesquisas futuras e para entender melhor o posicionamento do recurso em sua paisagem maior (por exemplo, para recursos internos como cavernas e paisagens circundantes (PELUZIO, 2010).

A fotogrametria facilita outro aspecto do potencial da visualização 3D. Esse processo se utiliza de várias imagens do mesmo objeto ou recursos obtidos de diferentes ângulos para criar uma nuvem de pontos com base na refletância variável de pixels correspondentes em cada imagem para determinar a distância, e, portanto, a forma, é útil em escalas macro e micro (COLOMINA; MOLINA, 2014).

Em escala macro, os arqueólogos podem usar esta ferramenta para criar modelos 3D de uma paisagem ou recurso usando fotografia aérea de um drone. Isso não tem a precisão geográfica de DGPS, mas coleta milhões de pontos de referências a mais, bem como o valor reflexivo para cada pixel e, portanto, objeto na imagem. A precisão, conseqüentemente, é limitada apenas pela resolução da câmera e pelo número de pontos na nuvem que um computador pode processar (PALERMO; LEITE, 2013).

Em microescala, a fotogrametria permite aos arqueólogos recriar objetos inteiros no laboratório, incluindo grandes estátuas, ou realizar análises espectroradiométricas em objetos específicos. Usando a fotogrametria, pode-se teoricamente fazer um modelo 3D do objeto preciso, o suficiente para ser impresso e estudado como uma réplica exata nos mínimos detalhes (COLOMINA; MOLINA, 2014).

2. FUNDAMENTAÇÃO

Neste capítulo serão apresentadas reflexões acerca da arqueologia e algumas de suas linhas de pesquisa, tendo como base e fundamentação teórica as vertentes associadas, especialmente, à arqueologia ambiental, computacional, arqueologia da paisagem e urbana, além da geotecnologia.

2.1. Arqueologia e sua Evolução

Arqueologia é o estudo da atividade humana por meio da recuperação e análise da cultura material, de forma a compreender as dinâmicas e relações que tiveram com a paisagem que se inter-relacionavam (TRIGGER, 2004). A arqueologia, por vezes, foi considerada um ramo da antropologia sociocultural, mas, com o passar do tempo, tornou-se uma ciência consolidada e independente, tendo suas fundamentações teóricas, seus métodos e técnicas específicas de pesquisas. Atualmente, a arqueologia transita e dialoga com a outras ciências, como a biologia, ciências da terra, antropologia, história etc., de forma ampliar suas interpretações acerca das sociedades do passado e, também, do presente (TRIGGER, 2004).

Hoje, a arqueologia é uma ciência precisa. Os dados e procedimentos investigados pelos arqueólogos incluem, além de outras abordagens, a datação por carbono radioativo e prospecção geofísica. A disciplina é fortemente influenciada e até mesmo impulsionada por humanidades, como história e história da arte. No entanto, é, no fundo, intensamente metódico e técnico. Mas, a arqueologia nem sempre foi precisa. Na verdade, nem sempre foi uma ciência.

O estudo sério das ruínas do antigo Oriente Próximo praticamente tem início com a ida de artistas e estudiosos levados por Napoleão, quando invadiu o Egito em 1800. Esses especialistas estudaram as ruínas de templos, palácios, cemitérios e muitos escritos e inscrições antigas, como a Pedra Roseta, que apresentam inscrições em três idiomas diferentes: duas formas do egípcio e uma do grego (WOLF et al., 2013). O estudo cuidadoso deste testemunho tornou possível decodificar e traduzir os escritos antigos, além de determinar as datas de muitos dos artefatos.

Muitos outros especialistas trabalham em escavações com arqueólogos, para que o máximo de informações possíveis possam ser obtidas. Isso inclui arquitetos, geólogos, especialistas em solo, fotógrafos, especialistas em linguagem, especialistas

em ossos e animais, restauradores de cerâmica e fotógrafos aéreos, bem como muitos alunos e voluntário de áreas diversas (FUNARI, 2006).

2.2. Subdisciplinas de Arqueologia

Através de duas plataformas teóricas arqueológicas o processualismo e pós-processualismo, muitas subdisciplinas surgiram. Alguns examinam um aspecto do registro arqueológico, enquanto outros são baseados na metodologia.

De maneira geral, será apresentado abaixo algumas das áreas da arqueologia decorrentes destas teorias.

2.2.1 Arqueomática

Uma aplicação relativamente recente, com o emprego da tecnologia digital na aplicação de análises de dados, assim como acontece com qualquer outra disciplina científica, onde os computadores são usados para realizar cálculos complexos que demandaria tempo excessivo do pesquisado. Aqui, inclui-se a tecnologia, como o SIG, levantamento e dados de satélite para análise espacial.

Também, envolve o estudo, uso e aplicação de modelos estatísticos para análise no comportamento humano, modelos de probabilidade, análise intra-sítio (dados digitalizados de modelagem 3D de relações estratigráficas, concentração e distribuição de artefatos), modelagem preditiva e conservação de patrimônio. Há também um uso profundo do compartilhamento de informações dentro da academia e com o público. No caso da utilização do drone, ela se faz importante, pois são utilizados diversos programas computacionais que podem contribuir com a arqueologia, como exemplo o Pix4D, e Agisoft Metashape.

2.2.2 Arqueologia Ambiental

Esta é uma subdisciplina ampla que examina a interação humana com o mundo natural. Está dividida em três grandes áreas:

- Arqueozootologia, o estudo de como o homem interage com os animais no passado. Examinam as práticas de caça e a transição para a agricultura através de estudos minuciosos dos vestígios, aplicando análises espaciais, modelos de distribuição e criação de animais (TRIGGER, 2004).

- Arqueobotânica, o estudo das relações humanas com as plantas. Da mesma forma, observam as práticas agrícolas antigas, desmatamento, examinando as mudanças na paisagem como indicadores da ação humana, por meio da análise palinológicas e de fitólitos dentre outros. A arqueobotânica busca se relacionar com os estudos arqueozoológicos, pois podem examinar a entomologia como indicadores de mudança no tipo de uma planta (RIBEIRO, 2004).
- Geoarqueologia, o estudo das questões da Terra no que se refere ao passado humano. Dados paleoclimáticos de uma época de interação humana com o meio ambiente (como a última Idade do Gelo) são classificados como geoarqueológicos. Analisa dados de ampla distribuição, como cerâmica e ferramentas líticas, e tenta calcular a difusão de uma cultura tecnológica (MELCHIADES, 2017). Essas informações permitem que os arqueólogos examinem os dados em áreas grandes e amplas, ou como um fenômeno global, examinando a tecnologia em mudança e as mudanças ambientais naturais e antropomórficas.

2.2.3 Etnoarqueologia

Com fortes ligações à etnografia, trata-se das análises e respectivas associações aos grupos pretéritos - suas crenças, práticas, hierarquias, tecnologia, métodos e valores sociais. Esses dados qualitativos, baseados em comportamentos humanos, são aplicados para teorizar e apresentar explicações potenciais para registros humanos anteriores (RIBEIRO, 2004), como quilombos, sítios históricos, aldeias indígenas e etc.

Aqui recomenda-se cautela, pois isso não significa necessariamente que as razões pelas quais determinados povos fizeram as coisas de certa maneira que os antigos faziam ou pelos mesmos motivos. No entanto, ajudou a examinar alguns mistérios antigos da arqueologia.

2.2.4 Arqueologia Experimental

Esta é uma área das ciências aplicadas. Torna-se relevante e útil por tratar reconstruir o passado por meio da criação de réplicas de materiais, através de métodos disponíveis (TRIGGER, 2004).

A Arqueologia Experimental examina os métodos de trabalho com ferramentas diversas (líticos, cerâmicas etc.), como criar certas arestas e lascas, o desenvolvimento da fundição e mineração de bronze e ferro, como construir um edifício e fazer roupas, permitindo testar teorias sobre a logística, a tecnologia, o material através da aplicação da arqueologia “prática”. (FUNARI, 2006). Neste caso, a utilização de drone seria interessante para a identificação de áreas de captação de material primas para confecção de instrumentos e/ou artefatos.

2.2.5 Arqueologia Forense

Voltada para a identificação e registro de restos mortais, muitos arqueólogos forenses trabalham na criminologia, examinando os mortos em busca de sinais de crime. A razão pela qual eles são considerados arqueólogos é que usam os mesmos métodos e ferramentas que seriam usados em um sítio histórico. (RIBEIRO, 2004). Examinam, também, restos ambientais, amostras de solo, dados botânicos e a estratigrafia em busca de evidências, auxiliando a elucidação de eventos ocorridos. Geralmente, a arqueologia forense está associada a eventos do período histórico. Neste caso, a utilização de drones é bastante comum, juntamente com outros métodos da geofísica.

2.2.6 Arqueologia da Paisagem

Apesar de ser uma disciplina relativamente nova, a arqueologia sempre teve um sentido de paisagens e lugares históricos. No passado, os pesquisadores olhavam os elementos isolados da paisagem, não como uma rede topográfica ou geográfica. Não estavam considerando sua evolução natural ou antropomórfica, e certamente não como a ciência ambiental (NOVELINO, DURÁN e PRIETO, 2003).

Com o desenvolvimento da arqueologia essa visão foi alterada, sendo observados e analisados, como os indivíduos viam as paisagens em que viviam. Raramente há um modelo para examinar a paisagem por esse motivo. Ela se baseia nas novas tecnologias (algumas das quais mencionadas na arqueologia computacional), mas também em mapas históricos, títulos de propriedades e dados de pesquisas, além de escavação, ou seja, de informações acumuladas de investigações anteriores. A aplicação de geotecnologias se apresenta totalmente eficaz, por permitir a visão ampla da paisagem, proporcionando a identificação de

áreas de captação de recursos, análise do ambiente, identificação de interferências antrópicas ou naturais etc.

2.2.7 Arqueologia Urbana

Trata de examinar e estudar os centros urbanos como um registro histórico, concentrando em aspectos como por que um local foi escolhido, seu desenvolvimento evolutivo (expansão e contração), as pessoas que viveram nele, a indústria, sua forma e função e sua importância mais ampla para a paisagem, por exemplo, sua localização estratégica e importância para a cultura (RIBEIRO, 2004).

Os seres humanos produzem muitos resíduos, e os arqueólogos urbanos examinam o lixo, resíduos humanos, cerâmica descartada e alimentos ao examinar a história de um centro urbano. As vilas e cidades frequentemente produzem um grande registro estratigráfico; vestígios históricos são preservados sob camadas de edifícios e estruturas muito posteriores. Também, se preocupa com aspectos como a regionalidade em um centro urbano (TRIGGER, 2004). Neste, como os anteriores, o uso de drones é bastante satisfatório.

2.3. O Uso do Sensoriamento Remoto na Arqueologia

O sensoriamento remoto é a aquisição de informações sobre um objeto ou fenômeno sem fazer nenhum contato físico com o objeto. O sensoriamento remoto envolve todos os métodos que permitem o uso da radiação eletromagnética para identificar e detectar vários fenômenos. Com base nesta definição, muitas técnicas, como o sensoriamento remoto por satélite, fotografia aérea, levantamentos geofísicos, espectroscopia terrestre ou mesmo scanners a laser terrestres, são consideradas técnicas de sensoriamento remoto (KUX, 2005).

As primeiras fotografias aéreas usadas para fins arqueológicos foram obtidas pouco antes do início da Primeira Guerra Mundial, e continuam até o momento. Por exemplo, após a Segunda Guerra Mundial, novos sítios arqueológicos foram explorados devido ao reconhecimento aéreo durante a guerra (SILVA; MELO; GALVÍNCIO, 2011).

O sensoriamento remoto abriu novos horizontes e possibilidades para a arqueologia. A fotografia aérea oblíqua ou vertical pode detectar fenômenos na

superfície associados a relíquias de subsuperfície, enquanto o uso de radiação eletromagnética térmica e infravermelha pode ser usado para detectar vestígios arqueológicos subterrâneos. Além disso, o sensoriamento remoto como técnica não destrutiva pode contribuir para a investigação de um sítio arqueológico antes, durante e após os períodos de escavação (MONICO, 2008).

Na escala micro, levantamentos geofísicos e espectroscopia de solo podem fornecer informações sobre relíquias do subsolo, enquanto na escala macro, fotografias aéreas e sensoriamento remoto por satélite podem identificar vestígios do passado humano e, ao mesmo tempo, podem monitorar os arredores de um local de patrimônio cultural e registrar quaisquer mudanças devido à expansão urbana e ou mudanças no uso da terra (KUX, 2005).

O sensoriamento remoto por satélite tornou-se uma ferramenta comum de investigação. A previsão de mudanças ambientais e cenários por meio do desenvolvimento de modelos baseados em SIG e instrumentos de apoio à decisão que melhoraram ainda mais e apoiaram consideravelmente a tomada de decisões. Combinando técnicas de sensoriamento remoto por satélite com SIG, o processo de monitoramento de sítios arqueológicos pode ser apoiado de forma eficiente e confiável, repetitiva, não invasiva, rápida e econômica (SILVA; MELO; GALVÍNIO, 2011).

Atualmente, existe uma infinidade de imagens de satélite que podem ser utilizadas para apoiar as pesquisas arqueológicas, porém com resoluções diferentes dependendo das características do sensor.

O sensoriamento remoto tem sido capaz de auxiliar a pesquisa arqueológica de várias maneiras durante os últimos anos, incluindo a detecção de vestígios em subsuperfície, monitoramento de sítios e monumentos arqueológicos, estudos de paisagens arqueológicas etc. (KUX, 2005) com a aplicação de alguns instrumentos:

- Fotografia Aérea: Muitas características que são difíceis ou impossíveis de ver no solo tornam-se muito claras quando vistas do ar. Mas, a fotografia em preto e branco registra apenas cerca de 22 tons perceptíveis de cinza no espectro visível. Além disso, as fontes ópticas têm certas responsabilidades, devem operar à luz do dia, durante tempo claro, em dias com neblina atmosférica mínima (CASSEMIRO; PINTO, 2014).
- Filme infravermelho colorido (CIR): detecta comprimentos de onda mais longos um pouco além da extremidade vermelha do espectro de luz. A fotografia

infravermelha tem os mesmos problemas que a fotografia convencional, é preciso de luz e céu claro. Mesmo assim, o CIR é sensível a diferenças muito pequenas na vegetação. Como as características arqueológicas enterradas podem afetar o modo como as plantas crescem acima delas, essas características se tornam visíveis na fotografia infravermelha colorida (MELCHIADES, 2017).

- Scanner Multiespectral Infravermelho Térmico (TIMS): é um scanner de seis canais que mede a radiação térmica emitida pelo solo, com precisão de 0,1°C. O pixel (elemento de imagem) é a área quadrada detectada e o seu tamanho é diretamente proporcional à altura do sensor. Por exemplo, os pixels dos satélites Landsat têm cerca de 30m de lado e, portanto, têm aplicações arqueológicas limitadas. No entanto, os pixels nos dados TIMS medem apenas alguns metros de lado e, como tal, podem ser usados para pesquisas arqueológicas. Dados TIMS foram aplicados para detectar estradas Anasazi antigas em Chaco Canyon, NM (CASSEMIRO; PINTO, 2014).
- LiDAR Oceanográfico Aerotransportado (ADI): um dispositivo a laser que faz "perfis" da superfície terrestre. O feixe de laser atinge o solo 400 vezes por segundo, atingindo a superfície a cada 7,5cm e retorna à sua fonte. Na maioria dos casos, o feixe ricocheteia no topo da cobertura vegetal e na superfície do solo; a diferença entre os dois proporciona informações sobre a altura da floresta, ou mesmo a altura da grama nas pastagens. Os dados do LiDAR podem ser processados para revelar a altura elevação, declive, aspecto e comprimento de declive e das características do solo. O tempo decorrido entre os impulsos recebidos permite determinar a profundidade da água e a topografia do subsolo (AMORIM, 2012).
- Radar de abertura sintética (SAR): o SAR envia ondas de energia para o solo e registra a energia refletida. O radar é sensível a características lineares e geométricas no solo, especialmente quando diferentes comprimentos de onda e combinações de dados horizontais e verticais são empregados. Diferentes comprimentos de onda são sensíveis à vegetação ou aos fenômenos da superfície do solo. Em solos secos e porosos, o radar pode penetrar na superfície. Usando o radar aerotransportado na Costa Rica, foram encontradas trilhas pré-históricas (KUX, 2005).

- Radar de micro-ondas: transmite pulsos de radar para o solo e medir o eco é uma boa maneira de encontrar artefatos enterrados em regiões áridas (a água absorve as micro-ondas). Objetos feitos pelo homem tendem a refletir as micro-ondas, dando uma "imagem" do que está no subsolo sem perturbar o local (MONICO, 2008).

Não se deve descartar a possibilidade de alguns dos procedimentos aqui apresentados, devido às radiações emitidas, poderem afetar alguma estrutura arqueológica no que se refere à influência e impacto, por exemplo, nas datações. Todavia, dentre as bibliografias pesquisadas, não foram identificadas informações correspondentes ao assunto em questão.

2.4. O Uso do SIG na Arqueologia

Os dados arqueológicos são espaciais. Aprendem-se sobre o passado estudando os contextos, conexões e padrões do registro arqueológico. Por isso, de fato, é apenas o início do potencial da ciência da informação geográfica (SIG) em arqueologia (LADWIG, 2012).

O SIG também é uma ferramenta poderosa no dia a dia de uma escavação. Os mapas históricos contêm uma grande quantidade de informações para o arqueólogo. Além disso, muitos mapas de sítios arqueológicos podem ser encontrados em publicações antigas e relatórios de pesquisas em sítios. O georreferenciamento refere-se ao processo de associação de mapas com sua localização espacial na Terra, o que permite sua utilização em SIG (INFANTINI, MOURA e BICHO, 2012).

Levantamento e documentação são importantes para preservação e arqueologia, e o SIG torna essa pesquisa e trabalho de campo eficiente e precisa. A pesquisa feita utilizando recursos de SIG é usada como uma ferramenta de tomada de decisão para evitar a perda de informações relevantes que podem impactar sítios arqueológicos (Figura 2). É uma ferramenta significativa que contribui para o planejamento regional e para a gestão de recursos culturais, protegendo recursos valiosos por meio da aquisição e manutenção de dados sobre sítios históricos (BAENA PREYSLER, 2013).



Figura 2: Fluxograma Sistema Informação geográfica (google imagens, 2021).
 Fonte: <http://geoprocessamentoifgoiass.blogspot.com/2011/07/sistema-de-informacao-geografica-sig.html> (Acessado em 10 de outubro de 2021).

Em arqueologia, o SIG aumenta a capacidade de mapear e registrar dados quando é utilizado diretamente no local da escavação. Isso permite o acesso imediato aos dados coletados para análise e visualização como um estudo isolado ou pode ser incorporado a outras fontes de dados relevantes para ajudar a compreender melhor o sítio e suas descobertas (LADWIG, 2012).

O uso de SIG para avaliar sítios arqueológicos que possam existir ou ser importantes pode ser identificado por meio de modelagem preditiva. Esses estudos e resultados são usados pela administração para tomar decisões relevantes e planejar o desenvolvimento futuro por tornar esse processo menos demorado e mais preciso (INFANTINI; MOURA; BICHO, 2012).

Existem diferentes processos e funcionalidades SIG usados na pesquisa arqueológica. A análise espacial intra-sítio e ou análise distributiva da informação no sítio ajuda na compreensão da formação, processo de mudança e na documentação, levando a pesquisas, análises e conclusões. Os métodos antigos utilizados para isso fornecem exposições limitadas ao local e fornecem apenas uma pequena imagem dos padrões em espaços amplos (SCHMITZ; NOVASCO, 2011).

A modelagem preditiva é usada por meio de aquisição de dados, como hidrografia e hipsográfica, desenvolvem modelos junto com dados arqueológicos para melhor análise e para analisar tendências em conjuntos de dados ou para interpolar pontos dispersos. O mapeamento de densidade é feito para a análise de tendências de localização e a interpolação é feita para auxiliar descobertas de superfície por meio da criação de superfícies de dados de ponto e é usada para identificar áreas ocupadas em um local. Os dados aéreos são mais comumente usados (LADWIG, 2012), por se concentrarem na paisagem e na região, ajudando a interpretar os sítios arqueológicos em seu contexto e configurações. Isso é usado principalmente na gestão de recursos culturais (BAENA PREYSLER, 2013).

Os SIGs são capazes de armazenar, manipular e combinar vários conjuntos de dados, tornando possíveis análises complexas da paisagem, como a análise de captação de recursos, a região ao redor do local acessível com um determinado gasto de tempo ou esforço. A análise de enquadramento visual é o estudo de quais regiões ao redor do local são visíveis a partir desse local. Isso tem sido usado para interpretar a relação dos sítios com sua paisagem social. Simulação é uma representação simplificada da realidade, tentando modelar fenômenos, identificando variáveis e suas interações. Isso é usado para pensar na formulação do problema, como um meio de testar previsões hipotéticas e como meio de gerar dados (LADWIG, 2012).

2.5. O Uso de LiDAR na Arqueologia

O sensoriamento remoto, o uso de satélites ou aeronaves para coletar dados sobre objetos à distância, tem um número quase infinito de aplicações (AMORIM, 2012). Esse tipo de tecnologia tem sido aplicado para monitorar o meio ambiente, mapear e explorar as regiões etc. Com a tecnologia do Light Detection and Ranging (LiDAR), a pesquisa arqueológica está proporcionando um melhor entendimento da atividade humana no sítio.

O LiDAR, é um método de sensoriamento remoto que usa a luz para medir distâncias variáveis. (Figura 3). Essa luz tem a forma de um laser pulsado, e esses pulsos podem ser usados para produzir dados exatos sobre as características de uma superfície. Conforme os lasers brilham na área a ser mapeada, emitindo breves pulsos de luz, a quantidade de tempo que leva para esses pulsos refletirem de volta para o

instrumento é medida e cada medição é plotada usando GPS. Os computadores, então, usam esses dados para construir um mapa 3D da área (SILVA; MELO; GALVÍNCIO, 2011).

Essa técnica está começando a ser aplicada em algumas pesquisas no Brasil, contudo é mais frequente na Europa e América do Norte e do Sul, para identificar edificações e caminhos.

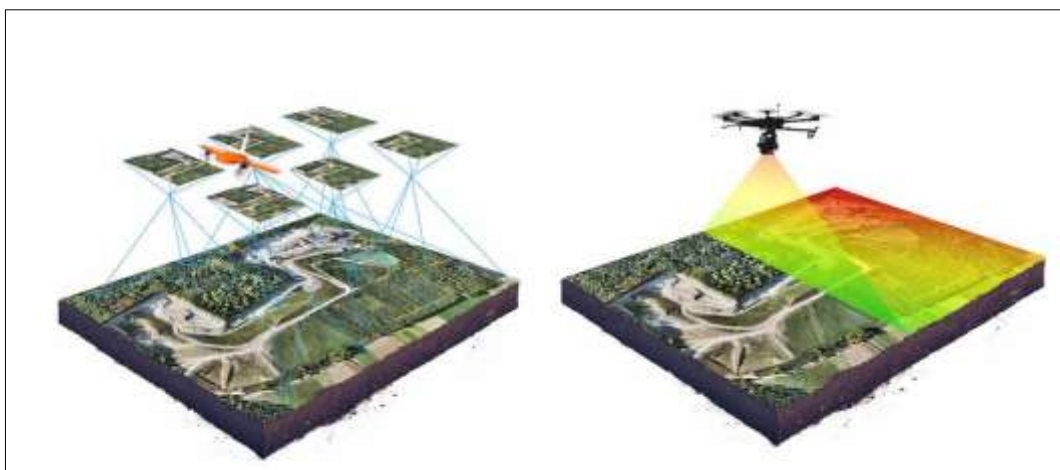


Figura 3: Diferença entre a utilização da fotogrametria (a esquerda), e LiDAR aéreo (a direita), por intermédio de VANTs. (google imagens, 2021) Fonte: <https://wingtra.com/drone-photogrammetry-vs-lidar/> (acessado em 10 de outubro de 2021).

Um dos pontos fortes do LiDAR é a facilidade com que ele identifica minúsculas anomalias de superfície, porém este método possui algumas limitações de seu uso, pois, ele não consegue alcançar o subsolo e as árvores em áreas densamente arborizadas às vezes podem causar a perda de recursos (PELUZIO, 2010), ainda assim, sua precisão é valorizada por arqueólogos, que a usam para mapear a topografia, planejar escavações e localizar sítios arqueológicos que nunca seriam capazes de ver a olho nu por ser rápido e barato em comparação às escavações arqueológicas, e pode oferecer uma vista de alto nível, porém a aplicabilidade da tecnologia na arqueologia brasileira, deve ser vista como uma estratégia complementar às pesquisas, e não como um método único de avaliação e análise, especialmente quando se trata de escavações.

No geral, o uso da LiDAR na arqueologia pode melhorar a compreensão das populações passadas antes consideradas perdidas. Por outro lado, há limites para sua aplicação. Por exemplo, o LiDAR é limitado sobre assentamentos sem estruturas permanentes pelo fato de não penetrarem no solo, porém, o LiDAR está se tornando

uma ferramenta de pesquisa significativa para arqueólogos em todo o mundo (AMORIM, 2012).

2.6. O Uso de DRONES na Arqueologia

Os drones estão se tornando ferramentas cada vez mais presentes para os arqueólogos que procuram adicionar aos seus kits de ferramentas de pesquisa e escavação. Eles têm sido usados para obter vistas aéreas de locais e características arqueológicas, e, às vezes, até mesmo para descobri-los (ALMEIDA, 2014).



Figura 4: Tipos de VANTS: multirotor, a esquerda e asa fixa a direita. (google imagem, 2021) Fonte: <https://adenilsongiovani.com.br/blog/vant-o-que-e-e-quais-os-tipos-existent/vant-e-drone/> (acessado em 10 de outubro de 2021).

O mercado global de drones particulares e comerciais já está se beneficiando de aplicações em muitos setores diferentes, como agricultura, energia, construção, militares, resposta a emergências, assim como na arqueologia, que vem introduzindo a utilização deste equipamento em pesquisas e muitos outros. Tanto os pesquisadores quanto as indústrias precisam de dados espaciais precisos no dia a dia. Existe uma gama de VANTS no mercado, tanto comercial, como militares. (Figuras 4 e 5). (CALDAS, 2006).



Figura 5: VANT militar, FAB (Força Aérea Brasileira) (google imagens, 2021)
Fonte: <https://historiadafab.rudnei.cunha.nom.br/2021/01/04/a-aviacao-de-reconhecimento/RQ-450>
(foto: Cb Silva Lopes / Força Aérea Brasileira. (acessado em 10 de outubro de 2021).

De forma a complementar os procedimentos arqueológicos que estão articulados aos métodos sistemáticos e assistemáticos, por meio de reconhecimento e pesquisas amostrais em áreas com recursos que indicam certa potencialidade da existência de remanescentes arqueológicos, as imagens aéreas obtidas através dos drones podem oferecer perspectivas diferentes, como a delimitação de sítios de grande dimensão e novas visões acerca da implantação do mesmo no território investigado. E, apesar da captação de imagens aéreas não ser propriamente nova na arqueologia, esta passou agora a estar mais acessível a qualquer projeto (ALMEIDA, 2014), como no caso apresentado neste TCC.

Outro fato importante na hora de captar as imagens é que o drone possui alguns limites em seu uso, para que as imagens tenham uma maior qualidade, seria interessante que as imagens sejam captadas ou em dias nublados, ou então entre as 10 e 14 horas, pois nesta faixa de horário, o sol está na posição mais central, fora desta faixa de horário as imagens podem ser comprometidas com sombras, podendo deixar algumas imagens com partes escuras.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso foi realizado no âmbito da pesquisa de contrato/preventiva, a qual, por meio do Ministério Público de Mato Grosso, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN – MT) foi orientado a realizar ações preventivas na área do sítio arqueológico Facão II, atingido pela implantação da BR-070, visando a identificação e conservação de estruturas edificadas no sítio. Portanto, mostra que a arqueologia de contrato também pode contribuir no âmbito acadêmico.

Para o desenvolvimento deste TCC, foi adotada uma metodologia que esteve alinhada com a utilização do drone, para auxiliar a equipe de campo na visualização da área e na identificação de vestígios históricos edificados *in loco* no sítio Facão II, bem como avaliar seu respectivo estado de conservação.

A metodologia teve como base a realização de pesquisas bibliográficas, utilizando veículos como artigos publicados em revistas e na internet, livros, periódicos e outras fontes, focando na utilização de drone na pesquisa arqueológica. Também, foi adotado o modelo de leitura seletiva, a fim de levantar material consistente para o estudo. Por fim, também se mostrou importante e válido a realização de uma leitura analítica de todo o material levantado, para que fosse possível sua ordenação e sumarização das informações. Neste ponto, consideraram-se aquelas informações que se mostraram auxiliaadoras ou norteadoras para o alcance da pesquisa e de seus objetivos.

O veículo aéreo não tripulado (Drone) utilizado foi do modelo Mi Drone 4K (WRJ TZ02FM), da marca Xiaomi, com dimensões de 310 x 380 x 190 mm e bateria de 5100 mAh, com câmera acoplada do tipo Gimbal (resolução da câmera de 4072x3044), controle remoto com conexão de 5 GHz, a qual se encaixa o aparelho celular, cartão de memória micro SD XC1 ultra 64 GB de gravação 10 MB/segundo, e com tempo de sobrevoo de aproximadamente 20min², com um peso total de 0,75 Kg. Este possibilitou o sobrevoo da área (Figuras 6 e 7), e a identificação de estruturas não evidentes sobre uma visão territorial. Também, foi utilizado o aplicativo Mi Drone³, instalado no celular, que controla a altitude e a obtenção das

² Média normal de sobrevoo desse equipamento, mas pode variar de acordo com as condições climáticas.

³ Aplicativo específico para os drones da marca Xiaomi.

imagens, que foram capturadas a uma altitude entre 100 e 500m, por oferecer melhor qualidade.



Figura 6: Drone em altitude, iniciando o sobrevoo. Fonte: A LASCA, 2020.

Algumas das imagens foram editadas inicialmente no programa Pix4D e posteriormente em Corel Draw 2020, e possibilitou a identificação e melhor delimitação de algumas de estruturas relacionadas ao início da ocupação histórica do sítio Facão II, próximo ao córrego do Facão, além de contribuir para a correlação dessas estruturas com o engenho, a escola e a igreja histórica.

No caso da pesquisa arqueológica, onde não foi utilizado o drone, a metodologia consistiu no levantamento assistemático e sistemático do local⁴, com a observação da superfície do solo e identificação de vestígios culturais pré-coloniais e coloniais, assim como estruturas expostas. Ambos os métodos objetivaram contribuir para caracterização e delimitação dos sítios (A LASCA, 2020).

⁴ Prospecção sistemática e assistemática são metodologias arqueológicas que buscam localizar vestígios em superfície ou subsuperfície. A metodologia sistemática procura locais com mais probabilidades e com maiores potenciais arqueológicos, baseado em critérios previamente definidos. A assistemática, ou método aleatório, não é ditada por critérios pré-estabelecidos, prospectando a área de forma aleatória. (CARVALHO, 2006)

Todas as atividades desenvolvidas foram devidamente registradas através de fotografias, fichas de prospecção, georreferenciamento dos caminhamentos e pontos das intervenções bem como por anotações em caderneta de campo (A LASCA, 2020).



Figura 7: Início sobrevoos com o drone, fazendo cheque-list da aeronave. Fonte: A LASCA, 2020.

4. ÁREA DE PESQUISA

O sítio arqueológico Facão II está localizado a céu aberto, em área de média a baixa vertente, à margem direita do córrego Facão, entre as coordenadas UTM 21K 433992E/8213454S, antiga fazenda homônima⁵, que abrangia ambas as margens da BR-070⁶, no município de Cáceres-MT. Trata-se de um sítio classificado como histórico, com estruturas móveis e imóveis que remontam a ocupação da área no século XX, com a presença de remanescentes da antiga igreja e edificações relacionadas ao engenho de cana de açúcar.

O sítio está inserido no bioma do pantanal, porém, em local mais elevado. O pantanal brasileiro ocupa parte da região Centro-oeste, estando cerca de 35,36% deste bioma inserido no estado do Mato Grosso (MT), ocupando uma área de 48.865Km² divididos por sub-regiões de Poconé, Cáceres, Barão de Melgaço e parte da sub-região do Paraguai (ABDON; SILVA,2008).

A sub-região de Cáceres ocupa uma área de 12.456Km², com vegetação indicando Contatos Florísticos do tipo Ecótono entre Formações Pioneiras e Cerrado, Savana arborizada (Cerrado) e Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo), (ABDON; SILVA,2008), e está inserida na sub-bacia do córrego Facão, que desagua no rio Paraguai, por sua margem esquerda.

O córrego Facão tem sua nascente na parte mais elevadas da Província Serrana, que compreende a serra Ponta do Morro, serra do Quilombo e serra do Facão, desaguando na planície de inundação do rio Paraguai, (Figuras 8 e 9) em sua margem esquerda (DA CRUZ; DE SOUZA; DE SOUSA, 2019).

⁵ Atual assentamento Facão

⁶ Que impactou diretamente o sítio e foi o objeto da pesquisa preventiva e que auxiliou na realização deste TCC.

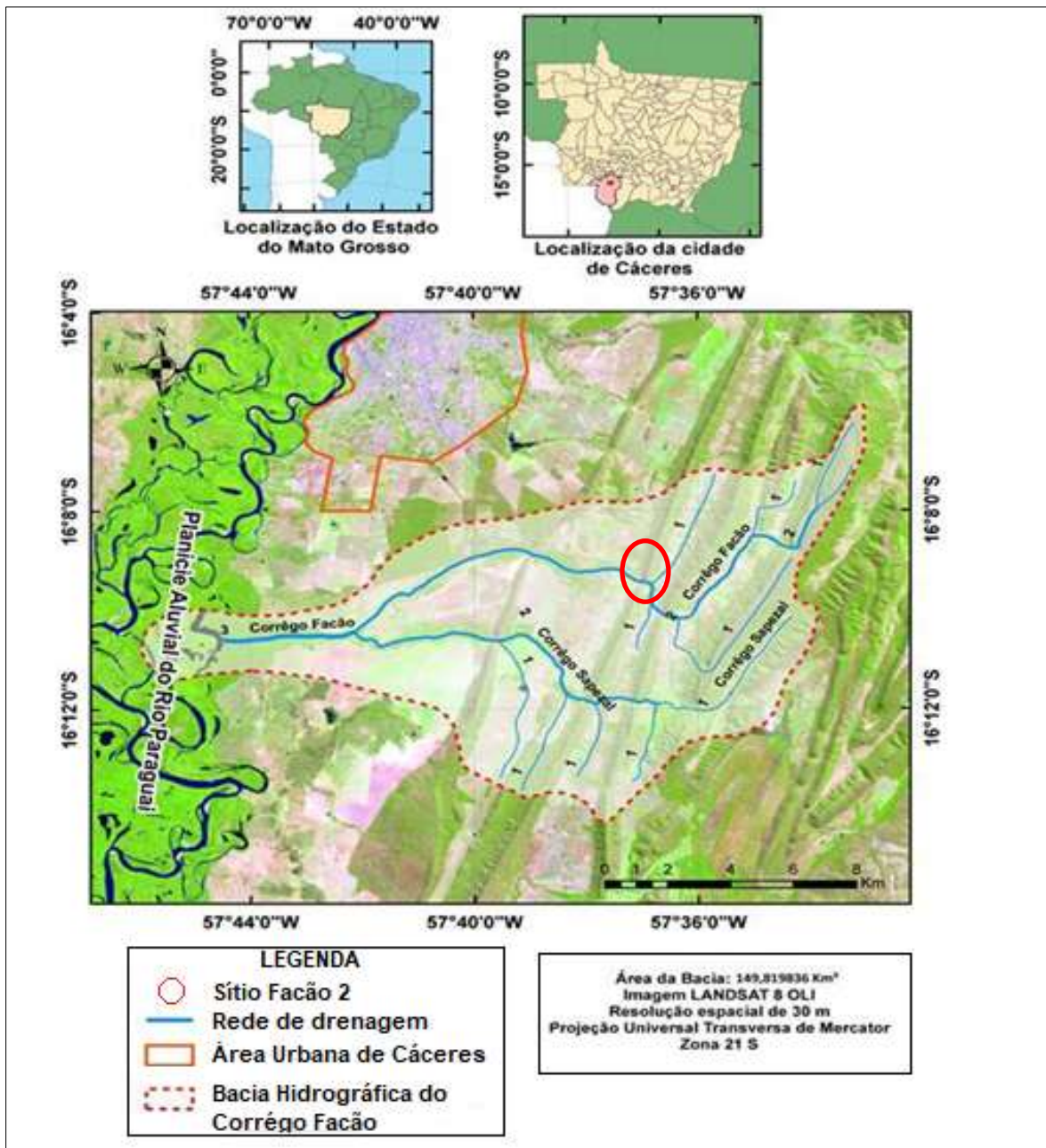


Figura 8: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Facão/MT, com destaque para o sítio arqueológico Facão II. Fonte: adaptado a partir de DA CRUZ; DE SOUZA; DE SOUSA, 2019, p.128.



Figura 9: Rio Paraguai, visto da cidade de Cáceres. Fonte: TOBIAS, 2020.

De maneira geral, o solo na área do sítio é em parte por sedimentos arenosos, siltico-argilosos, argilo-arenosos, areno-argiloso, conglomeráticos, semi consolidados e inconsolidados, da Formação Pantanal do grupo Alto Paraguai (DA CRUZ; DE SOUZA; DE SOUSA, 2019).

4.1. Evidências Identificadas com a Aplicação do Drone: sítio arqueológico Facão II

O reconhecimento inicial da área do Sítio histórico Facão II, foi a partir das imagens aéreas obtidas através do uso do veículo aéreo não tripulado (drone), sendo possível se identificar e observar algumas estruturas (Figuras 10 e 11), além de edificações, como a antiga igreja, o engenho de cana de açúcar, remanescentes do casarão e muros em volta dos mesmos, a escola, o aqueduto da antiga usina de energia e a fábrica de derivados de cana de açúcar, todos da década de 1940 (A LASCA, 2020).



Figura 10: Sítio Facão II. Localização das três áreas com ruínas remanescentes da Fazenda Facão, componentes do sítio Facão II: 1-Fábrica; 2-Escola e Capela; 3- Usina Facão. Imagem aérea obtida por VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020, p. 95.



Figura 11: Imagem por satélite, na área do sítio arqueológico Facão II, em azul fábrica, em roxo usina, em amarelo antiga sede, em verde escola e igreja Fonte: A LASCA, 2020, p.134

Adiante, a tabela 1 mostra as coordenadas das estruturas identificadas.

Tabela 1: Coordenadas UTM de referência para as áreas com ruínas remanescentes da Fazenda Facão, componentes do sítio Facão II. Fonte: Adaptada a partir de A LASCA, 2020, p.95.

ESTRUTURA/EDIFICAÇÕES	COORDENADAS UTM (DATUM WGS 84)	TIPO DE USO
FÁBRICA	21K 433.958 E 8.213.509 S	PRODUÇÃO
ESCOLA E CAPELA	21K 434.015 E 8.213.755 S	SOCIAL
BARRAGEM E AQUEDUTO	21K 434.103 E 8.213.555 S	PRODUÇÃO

4.2. Descrição das Estruturas/Edificações

4.2.1. ÁREA I - Fábrica

O prédio é marcado por uma arquitetura Neoclássica, proveniente do século XX (Figuras 12 e 13). Esta estrutura foi utilizada, para produzir derivados da cana-de-açúcar, que é composta pela da fábrica e dois alicerces adjacentes ao prédio principal. Ambos os alicerces 1 e 2, são remanescentes de cômodo associado a edificação da fábrica (Figuras 14).

Com o auxílio do drone, foi possível verificar que a estrutura histórica se apresenta bastante impactada, possuindo apenas pequenas porções do edifício, que se mostra com grau de conservação mais regular. Nas imagens geradas pelo dispositivo, foi possível perceber a ausência de telhas em algumas partes da edificação, assim como a continuidade que hoje se apresenta mascarado pela vegetação (A LASCA,2020).



Figura 12: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Telhado com quatro águas e fachada principal, com destaque para escadaria. Imagem área obtida por VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020, p.105.



Figura 13: Sítio Facão II. Imagem aérea da fachada da Fábrica obtida através do uso do Drone. Fonte: A LASCA, 2020, p.33.



Figura 14: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão), e suas três estruturas: 1-Prédio da Fábrica (galpão); 2-Alicerce 1; 3-Alicerce 2. Imagem área obtida por VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020, p.103.

O prédio é marcado por uma arquitetura Neoclássica, proveniente do século XX, e está inserido na média vertente do terreno levemente suave. Sua frente principal é voltada para o córrego Facão, que dista aproximadamente 125m da edificação.

O corpo estrutural da fábrica de derivado de cana-de-açúcar apresenta medidas de, aproximadamente, 30x10m, direcionado para os sentidos Leste e Oeste, contendo apenas uma única divisão dos cômodos internos, conforme apresentado abaixo na (Figura 15).

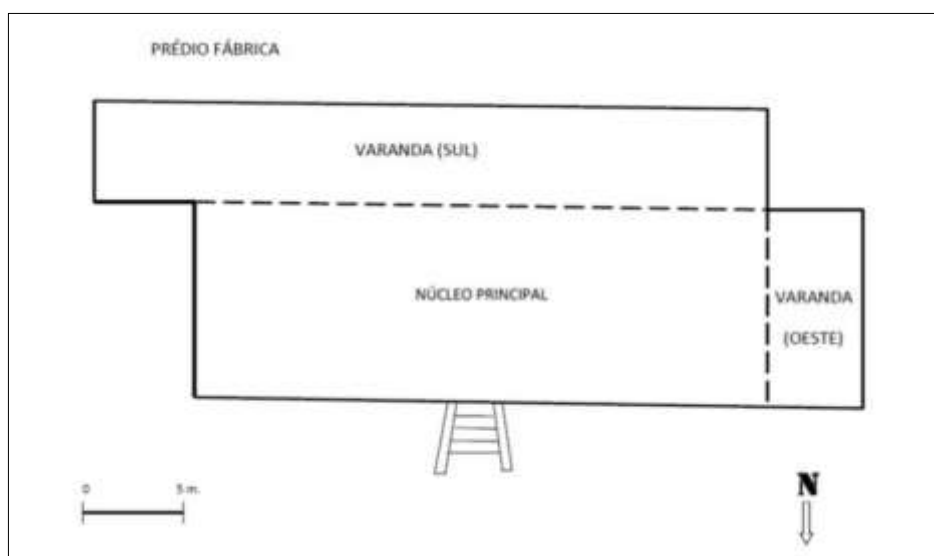


Figura 15: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Planta baixa esquematizada do prédio da Fábrica, com detalhe para o corpo Principal. Fonte: A LASCA, 2020, p.104.

A edificação se apresenta parcialmente destruída, apenas algumas estruturas do telhado em estado de conservação regular, sendo este feito a partir de madeiras maciças, esteios e vigotas. Os caibros do telhado roliços foram confeccionados com madeiras cruas, estando sustentados por ripas, dando à estrutura um aspecto colonial (A LASCA,2020).

Junto a fachada existe uma escadaria com corrimões, construídos em madeira, com comprimento aproximado de 3,5mx4m, e marcada por detalhes decorativos, em formato de duas obras de arte, assemelhando-se a dois troncos de madeira, com marcações de alto relevo da letra “T” e “F” na coluna direita (Figura 16). Já na coluna esquerda, foram identificadas as datas de 1928 e 1930, indicando, possivelmente, a data de início e fim da construção da escadaria (Figura 17).



Figura 16: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Marca em alto relevo junto à escadaria principal, letras “F e T” sobrepostas. Fonte: A LASCA, 2020, p.105.



Figura 17: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Marco cronológico em alto relevo junto à escadaria principal, com inscrições “1928” e “1930”. Fonte: A LASCA, 2020, p.105.

As paredes foram erguidas com tijolos queimados de adobe, cal para reboco, com pintura de coloração rosa claro, apesar de desbotada, piso na área interna, além de estar praticamente todo destruído, encontra-se coberto por sedimentos e aterrado (Figuras 18 e 19), (A LASCA, 2020). Mesmo a edificação não estando bem conservada, ainda foi possível identificar em alguns pontos vestígios de calçamento em blocos rochosos, que foram assentados com a utilização de cal na parte externa e identificados no sobrevoo com o drone a baixa altitude.



Figura 18: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Registro da parede de adobão. Fonte: A LASCA, 2020, p.106.



Figura 19: Sítio Facão II, área 1 - Fábrica (galpão). Registro do piso com calçamento de pedra. Fonte: A LASCA, 2020, p.106.

O prédio possui ainda duas varandas, uma toda comprometida com 35x5m de comprimento e outra, provavelmente, associada à expansão da área de produção (Figuras 20 e 21). Informação constatada a partir de um vão de 10x5m, identificado no sobrevoo, e presença de uma gravura cronológica em uma das peças de madeira de sustentação, onde foi registrada a data de 1945 (Figura 22).



Figura 20: Sítio Facão II, área 1 – Fábrica (galpão). Vista geral da varanda no sentido Sul do Prédio da Fábrica. Fonte: A LASCA, 2020, p.107.



Figura 21: Sítio Facão II, área 1 – Fábrica (galpão). Vista geral da varanda no sentido Oeste do Prédio da Fábrica. Fonte: A LASCA, 2020, p.107.



Figura 22: Fábrica (galpão). Registro cronológico no madeiramento do telhado da varanda que fica no sentido Oeste. Fonte: A LASCA, 2020, p.108.

4.2.2. ÁREA II: Escola e Capela

Na área do sítio, também se observou duas outras estruturas associadas ao núcleo social do complexo da antiga fazenda Facão: a escola e a capela. Com auxílio do drone, foi possível observar a caracterização do local, a ligação dessas estruturas com o engenho e o córrego do Facão. Possivelmente, a escolha do local, seja pelo terreno próximo ao córrego, uma vez que estão localizadas em um platô, em baixa vertente, e onde a paisagem foi modificada após a construção da rodovia que intercepta as áreas I e II, inclusive a antiga sede da fazenda Facão foi completamente destruída para a construção da rodovia BR-070, na década de 80 (Figuras 23 e 24), (A LASCA, 2020).



Figura 23: Imagem da sede da fazenda Facão, conseguida em campo. Data, autoria e acervo desconhecidos. Fonte: A LASCA, 2020. Fonte: A LASCA, 2020, p.30.



Figura 24: Modificações na paisagem ocasionadas pela construção da BR 070, localização da antiga sede da fazenda facão. Fonte: A LASCA, 2020.

A antiga escola está localizada as margens da BR-070, com sua entrada principal voltada para as margens do córrego Facão, na direção oeste (Figuras 25 e 26).



Figura 25: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Vista aérea antiga escola. Fonte: A LASCA, 2020.



Figura 26: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Imagem aérea fachada antiga escola. Fonte: A LASCA, 2020.

A capela, que também está situada às margens da BR-070, possui medidas de 10x5m, posicionados em sentido leste/oeste. O piso é de cerâmica, do tipo “mesanela”, e, ao fundo, possui um pequeno altar. No local, não foi possível observar no sobrevoo qualquer tipo de alteração na construção original ou nos muros (Figura 27 e 28).



Figura 27: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Imagem aérea, antiga capela. A LASCA, 2020.



Figura 28: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Aspectos fachada da capela. A LASCA,2020.

Resumindo, a arquitetura de ambas as edificações que distam aproximadamente 40m é semelhante à da fábrica descrita anteriormente, que está em torno de 150m. Localizam-se em baixa vertente em uma encosta suave. Por estarem relativamente abandonadas seu estado de conservação não é tão crítico quanto ao da fábrica de derivados de cana-de-açúcar (Figura 29).



Figura 29: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela, e suas duas estruturas: 1-Prédio da Escola; 2- Prédio da Capela. Imagem do dispositivo VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020. Fonte: A LASCA, 2020, p.113.

A utilização do drone, neste sentido, foi importante para verificar, e avaliar se próximo a essas edificações existiam vestígios de muros de pedras (Figura 30). Neste caso, constatou-se a presença de muro de arrimo na parte posterior da escola, com 32m de comprimento, 60cm de largura e 1m de altura, a partir da sobreposição de blocos rochosos, com a funcionalidade de contenção do terreno (Figura 31).



Figura 30: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Vista aérea da escola, com a BR-070 na frente, e muro de contenção ao fundo. A LASCA, 2020.



Figura 31: Sítio Facão II, área 2 - Escola e Capela. Muro de arrimo parcialmente colapsado. A LASCA, 2020.

4.2.3. ÁREA III: Barragem, Aqueduto e Casa de Força

Atualmente, essas três estruturas encontram-se em meio a afloramentos rochosos, sobre uma baixa vertente de encosta levemente acentuada, às margens da BR-070.

Com a utilização do drone, pode-se observar as três estruturas interligadas: barragem (1), aqueduto (2), casa de força e estruturas de produção (3) (Figura 32). Desta maneira, foi possível obter uma noção proporcional das dimensões das estruturas apresentadas (A LASCA,2020).



Figura 32: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão, e suas três estruturas: 1-Barragem; 2-Canal de Adução (aqueduto); 3- Casa de Força e Estruturas de Produção. Imagem do dispositivo VANT (Drone). Fonte: A LASCA, 2020, p.118.

As imagens captadas demonstram que essas estruturas, foram elaboradas com tecnologia elementar, haja vista que a barragem é marcada por um muro de

construção construído por blocos rochosos, dispostas sobre o afloramento rochoso já existente, sobre o córrego Facão, e possui 21m de comprimento e largura de aproximadamente 60 centímetros, com altura de 1.80m (Figuras 33 e 34). Em seu momento de funcionalidade, essa estrutura serviu para barrar e aumentar o nível d'água, além de direcioná-la para o aqueduto.



Figura 33: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Área colapsada da Barragem. Fonte: A LASCA, 2020, p.120.



Figura 34: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Perfil do muro de contenção da Barragem. Fonte: A LASCA, 2020, p.120.

Como observado nas imagens geradas pelo drone, o aqueduto abrange uma grande área, com 70m de comprimento e largura de até 3,20m, com a finalidade a canalização de água (Figura 35). Foram construídos dois muros paralelos, arquitetados por diversos tipos de materiais, como: rochas, tijolos e blocos, que foram assentados com argamassa, sobre um afloramento rochoso, na margem direita do córrego Facão (Figuras 36 e 37). Na parte final, o aqueduto é marcado por vias aéreas e possuía comportas para liberação da água, que garantiam, assim, a geração de energia (A LASCA,2020).



Figura 35: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Imagem aérea com ênfase para a estrutura do aqueduto. Fonte: A LASCA, 2020.



Figura 36: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Área colapsada. Observa-se composição de material misto na construção. Fonte: A LASCA, 2020, p.121.



Figura 37: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Registro do aqueduto, parte final do conduto aéreo. Fonte: A LASCA, 2020, p.121.

A casa de força é a estrutura mais impactada. Como observado nas imagens áreas geradas pelo drone, apenas algumas paredes e alicerces deteriorados puderam ser notados (Figura 38). Salienta-se que todo o conjunto de

mecanismos presente na casa de força, eram os principais condutores de produção de energia.



Figura 38: Sítio Facão II, área 3 - Usina Facão. Ruínas de paredes de pedras na área de produção. Fonte: A LASCA, 2020, p.122.



 Escadaria detectada em área de produção da Usina Facão

Figura 39: Sítio Facão II, área 3 - Registro casa de força, com ênfase para a escadaria detectada em área de produção da usina Facão. Fonte: A LASCA, 2020.



Figura 40: Sítio Facão II, área 3. Registro detalhado de escadaria detectada em área de produção da Usina Facão. Fonte: A LASCA, 2020, p.36

Foi possível identificar essa estrutura com apoio do drone, além de observar a espacialidade em que dava o uso do local. Esta escada possibilitava o acesso de fora para dentro da casa de força (Figuras 39 e 40).

5. RESULTADOS

Os dados obtidos através da utilização de geotecnologias, neste caso a utilização do drone para obtenção de imagens aéreas nas regiões que situavam o projeto de arqueologia preventiva no sítio Facão II, foram de suma importância, considerando que os objetivos propostos no corpo deste trabalho monográfico foram alcançados, como apresentado no quadro a seguir:

Tabela 2: Resultados obtidos com a utilização do drone no Sítio arqueológico Facão II.

<ul style="list-style-type: none">• A partir do reconhecimento da área do sítio, utilizando imagens aéreas obtidas por um veículo aéreo não tripulado drone, foi possível executar registros fotográficos e vídeos das estruturas e de seu estado de conservação antes e depois dos trabalhos realizados.
<ul style="list-style-type: none">• Através do drone, foi possível orientar a limpeza e os caminhamentos para a varredura de superfície no sítio, para identificação e registro dos bens arqueológicos imóveis, como áreas de possíveis cercamentos de “muros de pedra” em volta do engenho, da igreja e da escola.
<ul style="list-style-type: none">• Após a limpeza e o registro aéreo do drone, foi possível identificar as estruturas associadas ao córrego Facão, auxiliando na delimitação desses locais e posterior interpretação do sítio.

6. CONSIDERAÇÕES

A utilização de ferramentas da geotecnologia, como exemplo o drone, se mostram bastante interessante para o uso em projetos de arqueologia, apesar do uso destas ainda, de uma certa forma, ser pouco frequente, isto por conta, ainda, dos elevados custos destas ferramentas. Como exemplo, a aplicação, do drone, hoje na arqueologia é mais utilizado como meio de obter imagens, porém ele possui uma gama maior de funcionalidades que podem ser exploradas e empregadas, como, por exemplo, o mapeamento aéreo, onde é possível se construir uma planta baixa do terreno, inclusive as cotas de elevação. Mas, para esta aplicabilidade, os custos ainda são bastante elevados.

Com o auxílio do drone e programas específicos, podem ser analisados mapeamentos, levantamentos geomorfológicos das áreas que possam trazer riscos aos sítios arqueológicos, como identificações de erosões de forma natural, dentre outras atividades.

Para a arqueologia histórica, o apoio do drone se torna excepcional na identificação de estruturas que podem ser visualizadas por auxílio de imagens, em levantamentos geológicos, processos de territorialização que ocorreram e ocorrem no local, possíveis modificações naturais, pois proporciona a visibilidade local em várias escalas.

Já para arqueologia pré-colonial, é possível a identificação de áreas com potencialidades arqueológicas, através de voos sobre as áreas, auxílio para registros aéreos de unidades de escavações, apoio para identificar estruturas, como “geoglifos e petróglifos”, e fontes para captação de matéria-prima, registros fotográficos para elaboração de mapas aéreos em várias escalas e mais detalhadas.

Existem diversos outros equipamentos que podem auxiliar a arqueologia, como exemplo, cita-se os modelos da DJI, Phantom IV, Mavic, estes dois últimos com uma boa funcionalidade. Com eles, por exemplo, são possíveis produzir os ortomosaicos, e o mapeamento de sítios arqueológicos, a produção de cartas de potencialidades etc. Além destes, também, no mercado possui outros modelos com câmeras multiespectrais e infravermelhos embarcados, como exemplo o Inspire, da marca DJI.

O uso de drones também é possível para elaboração de modelos preditivos, minimizando custos e tempo para o planejamento e execução da pesquisa arqueológica.

Salienta-se que a pesquisa elaborada contribui para exploração de novas perspectivas de estudos arqueológicos, tanto no âmbito acadêmico, como na arqueologia preventiva, haja vista que a utilização desse meio facilitaria previamente o reconhecimento de áreas de difícil acesso, áreas que necessitariam de uma visão ampla, áreas de periculosidade entre outros.

A aplicação de geotecnologias, entre elas o uso do drone, em pesquisas arqueológicas tende a ter um grande crescimento, pois contribui em diversos aspectos, tanto em questão das imagens obtidas, cartas de potencialidades arqueológicas, e mesmo na delimitação de áreas, nível de cotas de terreno, portanto, pode servir para levantamento topográfico de sítios arqueológicos. Isso mostra a grande gama de informações que podem ser gerados com a utilização de drones em sítios arqueológicos.

7. REFERÊNCIAS

A LASCA, **Caracterização, delimitação, cercamento e sinalização dos sítios arqueológicos Facão I e Facão II**. São Paulo / SP; novembro de 2020.

ABDON, M. de M.; SILVA, J. Identificação de padrões em imagens LANDSAT-ETM+ para interpretação da vegetação arbórea do cerrado na sub-região de Cáceres, no Pantanal do Estado do Mato Grosso. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMANA DE GEOGRAFIA, 9., 2008, Cáceres. Anais... Cáceres: Unemat, 2008.

ALMEIDA, I. de C. **Estudo sobre o uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (Vant) para mapeamento aéreo com fins de elaboração de projetos viários**. [Trabalho de Conclusão de Curso – Repositório Online da Universidade Católica do Pernambuco]. Pernambuco, 2014.

AMORIM, D. C. R.; SILVA, P. N. **O sensoriamento remoto e suas técnicas de análise: uma comparação entre novas e velhas tecnologias, um estudo de caso sobre a tecnologia LIDAR (o mapeamento de território através das árvores)**. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21., 2012, Uberlândia. Anais eletrônicos... Uberlândia: UFU/LAGEA, 2012. p. 1-12. Disponível em: <http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais_enga_2012/eixos/1376_1.pdf>. Acesso em: 05 de out. 2020

BAENA PREYSLER, Javier. **La Arqueologia peninsular y los SIG: presente y futuro**. - Arqueoweb - Revista sobre Arqueologia em Internet - ISSN: 1139-9201. 2013. Disponível em: <www.ucm.es/info/arqueoweb>. Acesso em: 05 de out. 2020

CALDAS AJFS. **Geoprocessamento e análise ambiental para determinação de corredores de hábitat na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba – RJ** [dissertação] Seropédica: Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2006.

CARVALHO, P. P. **Metodologia dos trabalhos de campo: da prospecção de superfície à interpretação dos dados**. Universidade de Coimbra, 2006.

CASSEMIRO, G. H. M.; PINTO, H. B. **Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com drone**. Dissertação de Mestrado. Brasília, 2014. p. 81. Disponível em: <https://fga.unb.br/articles/0000/7686/TCC2_GuilhermeCassemiro_090115465_e_HugoBorges_090116461_v2.pdf>. Acesso em: 05 de out. 2020.

COLOMINA, L.; MOLINA, P. **Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing**, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v.92, 2014. p.79-97.

DA CRUZ, Josiane São Bernardo; DE SOUZA, Célia Alves; DE SOUSA, Juberto Babilônia. A OCUPAÇÃO E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO FACÃO: CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE AS TRANSFORMAÇÕES OCORRIDAS DO ANO DE 1986 E 2016. **Ciência Geográfica – Bauru-SP**. Vol. XXIII - (1). P.126 – 140, janeiro/dezembro – 2019.

FUNARI, P.P.A. 2006. **Fontes arqueológicas**. Os historiadores e a cultura material. In: C.B. PINSKY (org.), Fontes históricas. 2ª ed., São Paulo, Contexto, p. 81-110.

INFANTINI, L. R.; MOURA, D.; BICHO, N. **Utilização de ferramentas SIG para o estudo da morfologia submersa da baía de Armação de Pêra (Algarve)**. In: Campar Almeida, A; Bettencourt, A.M.S.; Moura, D.; Monteiro-Rodrigues, S.; Alves, M.I.C. (Org.). Environmental changes and human interaction along the western atlantic edge / Mudanças ambientais e interação humana na fachada atlântica ocidental. 1ed.Coimbra: APEQ, CITCEM, CGOT, CEGUP, CCT, 2012, v., p. 227-241.

KUX, H. **Sensoriamento remoto e GIS avançados**: novos sistemas sensores métodos inovadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 286.

LADWIG, Nilzo. Ivo. **O sistema de informação geográfica (SIG) no planejamento e na gestão territorial sustentável**. In LADWIG, N. I.; SCHWALM, H. (Org.). Gestão socioambiental das cidades no Século XXI: Teorias, Conflitos e Desafios. Florianópolis: Editora Insular, 205 – 227p., 2012

- MELCHIADES, C. (2017). **Mapeamento Do Patrimônio Arqueológico Do Rio Grande Do Sul: Um Ponto, Uma Linha E Um Horizonte**. Dissertação de Mestrado em História. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Documento policopiado. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/7751>>. Acesso em: 05 de out. 2020
- MONICO, J.G. (2008). **Posicionamento GNSS**. descrição, fundamentos e aplicações. [S.I.]: UNESP
- MUNDIM, R. A. L. **Geoprocessamento aplicado à análise espacial de uso e ocupação do solo na área urbana e entorno de São José da Lapa**. Monografia de Especialização. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.
- NOVELINO, P.; DURÁN, V.; PRIETO, C. **Cápiz Alto: aspectos bioarqueológicos y arqueológicos del cementerio indígena de época post-contacto (provincia de Mendoza, Argentina)**. Paleopatología, Mendoza, v. 1, n. 1, p.1-16, jun. 2003
- PALERMO, R. de A.; LEITE, T. C. **Integração de levantamento fotogramétrico aéreo com o uso de Vant e levantamento fotogramétrico terrestre para o mapeamento tridimensional das ruínas de São Miguel das Missões**. VIII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. Curitiba, 3 a 5 de dezembro de 2013.
- PELUZIO TMO, Santos AR, FIELDLER N. C. **Mapeamento de áreas de preservação permanente no ARCGIS 9.3**. Alegre: CAUFES; 2010. 58 p.
- REBOLLAR, Paola Beatriz May; FERNANDES, Tatiana Costa. **Arqueologia e Mapeamentos Temáticos**. Revista Tecnologia e Ambiente. V.19 N.1. Criciúma. 189- 194 p. 2013.
- RIBEIRO, P.A.M. et al. **Levantamentos Arqueológicos na Porção Central da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil**. Revista de Arqueologia, [s.i], n. 17, p.85-99, 2004.
- SCHMITZ, Pedro Ignácio; NOVASCO, Raul Viana. **Arqueologia no planalto: o uso do SIG na aplicação de análises espaciais dos sítios arqueológicos da localidade Boa Parada, Município de São José do Cerrito, SC**. Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia de São Paulo – USP. N.21. São Paulo, p. 167-183. 2011.

SILVA, E. R. A. C.; MELO, J. G. S.; GALVÍNCIO, J. D. **Identificação das áreas susceptíveis a processos de desertificação no médio trecho da bacia do Ipojuca - PE através do mapeamento do estresse hídrico da vegetação e da estimativa do índice de aridez.** Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 4, n. 3, p. 629-649, 2011.

TRIGGER, B. G. **História do Pensamento Arqueológico.** São Paulo: Odysseus Editora, 2004. 477 p

WOLF, Sidnei; MACHADO, Neli Teresinha Galarce; LAROQUE, Luis Fernando da Silva; JASPER, André. **Arqueologia espacial e o Guarani no Vale do Taquari, Rio Grande do Sul.** Cadernos do LEPAARQ – Textos de Antropologia, Arqueologia e Patrimônio. Universidade Federal de Pelotas N. 19. Pelotas. P. 59-88. 2013