

Recebido em 28/07/2023 e aprovado em 3/01/2024

PATRIMÔNIO DIGITAL NA AMAZÔNIA **Ensaio Metodológico em uma Coleção Arqueológica Urbana**

DIGITAL HERITAGE IN THE AMAZON *Methodological Essay in an Urban Archaeological Collection*

Alessandra Santos Barros¹

<https://orcid.org/0009-0007-2651-9555> / alessandraasant.barros@gmail.com

Diogo Menezes Costa²

<https://orcid.org/0000-0003-4220-8232> / dmcosta@ufpa.br

Iana Silva Briaca¹

<https://orcid.org/0009-0006-8491-1945> / briaca4@gmail.com

Katharine Lorrann Miná da Silva¹

<https://orcid.org/0009-0004-1691-7793> / katharinemina@outlook.com

210

RESUMO

Este artigo científico aborda a aplicação da arqueologia digital na indexação e preservação do patrimônio cultural, com ênfase nos Mercedários da Universidade Federal do Pará (UFPA). Os Mercedários são um conjunto arquitetônico histórico de relevância regional. O estudo utilizou técnicas de arqueologia digital, como escaneamento tridimensional e modelagem 3D, para documentar as estruturas e artefatos encontrados. Os resultados destacam a importância da arqueologia digital e da indexação aprimorada na preservação do patrimônio cultural. A disponibilização dos dados de forma digital e interativa amplia o acesso ao patrimônio cultural e permite a criação de experiências imersivas, como visitas virtuais. Conclui-se que a arqueologia digital e a indexação do patrimônio cultural desempenham um papel fundamental na preservação, documentação e disseminação do patrimônio histórico e cultural. O estudo de caso dos Mercedários/UFPA demonstrou o potencial dessas abordagens e destaca a importância de investir em tecnologias digitais para a conservação e valorização do patrimônio histórico e cultural aqui no Brasil.

Palabras clave: Patrimônio Cultural; Arqueologia digital; Mercedários UFPA.

¹ Discente, Faculdade de Conservação e Restauro, UFPA.

² Docente, Departamento de Arqueologia, UFPA.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

ABSTRACT

This article discusses the use of digital archaeology in preserving cultural heritage. It focuses on 3D scanning and modeling techniques for documenting artifacts and structures. A metadata-based indexing system was developed to facilitate data access and retrieval. The results underscore the significance of digital archaeology and enhanced indexing in cultural heritage preservation. These methods allow for precise documentation, contributing to the understanding of regional history and culture. Digitally and interactively available data broadens access to cultural heritage and enables immersive experiences like virtual visits. The study concludes that digital archaeology and cultural heritage indexing are crucial for preservation, documentation, and dissemination of historical and cultural heritage. The Mercedários/UFPA case study illustrates the potential of these approaches and the importance of investing in digital technologies for cultural heritage conservation and appreciation in Brazil.

Keywords: Cultural Heritage; Digital Archaeology; Mercedários UFPA.

CONTEXTO DA PESQUISA

A criação de modelos 3D a partir de imagens é uma área em crescimento, com muitas aplicações em áreas como jogos, arquitetura, arqueologia, reconstrução de objetos, com contribuições significativas para a preservação do Patrimônio Cultural. Instituições voltadas ao patrimônio cultural podem se beneficiar de modelos digitais 3D no estudo de objetos (históricos/arqueológicos), na documentação e catalogação, na preservação e na restauração (GUARNIERI; PIROTTI; VETTORE, 2010).

O termo fotogrametria ‘advém das palavras gregas photos que significa luz, gramma que possui significado acerca de algo desenhado ou que foi escrito, e metron significa “medir”’ dessa forma, o termo significar “medir graficamente utilizando a luz” (TOMMASELLI, 2009). Trata-se de uma ciência que envolve



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

vários tipos de conhecimentos compreendendo áreas da física, matemática e fotografia que são indispensáveis para uma boa foto por consequência uma digitalização satisfatória (Martire e Porto, 2022). Tal técnica é interpretada pela American Society of Photogrammetry (ASP) desde a década de setenta, como sendo:

"Fotogrametria é a arte, ciência e tecnologia de obtenção de informação confiável sobre objetos físicos e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética radiante e outras fontes" (ASPRS, 2009: pg. 2).

212

Segundo Dodebei (2008 apud Martire e Porto, 2022, p. 40), o processo da digitalização se trata da representação de um objeto analógico em bits – termo proveniente das palavras dígito binário, oriundo da informática que está relacionado a unidades de informação que podem ser armazenadas ou transmitidas por computador. Os objetos uma vez digitalizados se transformam em um conjunto de Pixels que são visivelmente compreendidos ao olho humano assim como também pela linguagem dos programas computacionais no ambiente virtual, no entanto, a principal diferença é que a digitalização é o processo à medida que o “virtual” é o ambiente em que o objeto, uma vez digitalizado, estará inserido. Logo, pode-se dizer que a fotogrametria digitaliza todas as informações contidas nos objetos arqueológicos para um ambiente digital.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

O uso da técnica fotogramétrica na arqueologia como registro digital já é uma realidade, principalmente nas etapas de escavação e até prospecções, assim como em outras disciplinas como a arquitetura, engenharia, na conservação e restauro, entre outras. Alguns exemplos de trabalhos que podem ser citados como exemplo, da produção de sínteses das técnicas de registro 3D, por Pavlidis et al. (2007) e Remondino & Rizzi (2010) ou a aplicação da fotogrametria de curto alcance para fins de registro de escavações arqueológicas por Pierdicca (2017) e Zang Chun-Sen et al. (2017), na área de conservação e restauro por Verhoeven (2017) que tratou do emprego da fotogrametria de curto alcance na etapa de documentação de uma pintura de cavalete e (Resende, 2008) que utilizou a fotogrametria digital como uma proposta metodológica ao patrimônio histórico (MAGALHÃES E GASPAR, 2018).

213

Quando se trata de artefatos arqueológicos e que estavam enterrados, outro aspecto que influenciará e que deve ser levado em consideração no momento do levantamento fotográfico é acerca da integridade física, e seu grau de conservação. Um atributo que é relevante para o uso da fotogrametria aplicada a digitalização de peças arqueológicas está relacionado ao comportamento de cada software, compreender o funcionamento operacional básico como os requisitos de hardware até seus formatos de saída facilita consideravelmente todo o processo desde a digitalização até sua divulgação em um ambiente virtual.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

No âmbito da extroversão do acervo em questão, utilizou-se técnica da fotogrametria digital de curto alcance em que pressupõe a proximidade da câmera e do objeto a ser fotografado. O objetivo deste trabalho é descrever o processo de digitalização 3D do acervo arqueológico do Convento dos Mercedários e sua divulgação. Com isso, buscou-se explorar os seguintes pontos: 1) Selecionar e escolher quais e a quantidade de objetos arqueológicos seriam usados para a pesquisa, sendo escolhidos um dente possivelmente faunístico e uma moeda com característica do período colonial; 2) Identificar formas e meios para a criação do objeto em 3D, sendo realizado fotogrametria e uso dos softwares Regard3D e Blender; 3) Divulgação deste objeto em 3D, na qual utilizou-se o Tainacan.

214

O processo de criação e divulgação ocorreram de forma gratuita e de fácil manuseio e acesso. Contudo a parte do processo de divulgação foi alterada pois o Tainacan não dispõe de ferramentas para divulgação em 3D, recebendo somente em formatos JPEG e criações de links para acesso a vídeos no YouTube. O trabalho visa documentar as experimentações realizadas para auxiliar na aplicação da técnica com baixo custo, cooperando para a preservação e divulgação de acervos que muitas vezes não são alcançados pelo conhecimento da comunidade.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

O CONVENTO DOS MERCEDÁRIOS E SEU ACERVO ARQUEOLÓGICO

O antigo Convento dos Mercedários trata-se de um conjunto que se constitui em Convento e Igreja, situado as margens do rio Guamá, o edifício está localizado no bairro da campina, inserido no centro histórico da cidade de Belém.



Figura 1. Localização do Convento dos Mercedários/UFPA. Fonte Google Earth Pro, 2023.

Sendo um prédio histórico de grande importância para a sociedade, integrado ao conjunto Arquitetônico dos Mercedários, protegido nas instâncias federal, estadual e municipal, este foi tombado pelo SPHAN (atual IPHAN), em 1941 em esfera



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuem o devido crédito pela criação original.

federal, inscrito no Livro do Tombo de nº144 de 03.01.1941; processo 388-T-1940, referente ao processo administrativo nº 13/85/SPHAN. No âmbito estadual por meio da Secretaria de Estado de Cultura/SECULT, a edificação integra a área de entorno de bens tombados como Praça Barão do Rio Branco, conhecida também por Largo das Mercês e no âmbito municipal, integrando o Centro Histórico de Belém, o qual recebeu tombamento em 1990 pela Lei 7.709/1994, prevista à Lei Nº 8.655/2008 (Plano Diretor de Belém), classificado como bem de interesse à preservação na categoria de Preservação Arquitetônica Integral.

O desenvolvimento da cidade de Belém do Pará, deu-se principalmente pelas construções religiosas; dentre elas tem-se a Igreja e Convento Nossa Senhora das Mercês, construídas em 1640, pelos padres espanhóis João da Mercês e Pedro de La Rua Cirne. Inicialmente feitas com taipa e cobertas com palhas, foram refeitas em alvenarias de pedras no século XVIII (GONÇALVES, 2021, p. 56). Em 1748 foi reconstruída a igreja das Mercês, idealizada pela autoria de Pedro Luzardo, posteriormente há indícios quanto a atuação do arquiteto italiano Antônio Landi devido a alguns elementos atribuídos como o púlpito e retábulo (OLIVEIRA 1999; DERENJII e DERENJII, 2009).

Após a expulsão da ordem dos Mercedários do Brasil em 1777 o local passou a abrigar diversas funções. Em 1794 os mercedários desocuparam o local, o convento foi então locado pela Alfandega por um bom tempo, além disso, foi cenário da chamada Revolta da Cabanagem (1835-1840), lá funcionou o Trem de Guerra e



Quartel da Milícia, em seguida a Recebedoria Provincial, os Correios, o Corpo de Artilharia e o Batalhão de Caçadores (DERENJI, DERENJI, 2009). No século XIX, o conjunto ficou abandonado e igreja fechada ao culto, servindo apenas para fins de depósito. No entanto, em 1913 foi reaberta pela arquidiocese de Belém, garantindo as obras de recuperação do espaço (FERRAZ, 2000).

Tais atividades prejudicaram a estrutura do convento, onde não recebeu nenhuma manutenção, mesmo após ter sido tombado em 1941 pelo SPHAN (atualmente IPHAN). Diante disso um incêndio acometeu o prédio em 1978, ao qual deteriorou e comprometeu grande parte de suas estruturas, sendo reconstruído somente 9 anos depois. Em 1985 a 1987 o conjunto inteiro foi restaurado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), em que foram descobertos alguns bens soterrados na área que corresponde ao pátio, inúmeras balas de canhão e quatro canhões. No entanto, essas obras visaram qualificar o prédio para que nele fosse instalado a Inspetoria da Receita Federal e com isso vários órgãos do governo federal ocuparam o espaço. Com o agravamento dos problemas estruturais e manutenção do prédio, as instituições foram gradativamente desocupando o espaço até a desocupação completa (FERRAZ, 2000).

Em 2018 o monumento passou a pertencer à Universidade Federal do Pará (UFPA), onde são abrigadas a graduação de Conservação e Restauro (FACORE), e o Programa de Pós-graduação em Ciências do Patrimônio Cultural (PPGPatri). A Universidade propôs restaurar os edifícios (convento e igreja), a fim de



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

salvaguardar um dos mais importantes conjuntos arquitetônicos coloniais da Amazônia, com mais de 300 anos de existência. As intervenções precisam ser autorizadas pelo IPHAN, como institui o Decreto Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, cap. III, Art. 17. E por estar localizado no centro histórico da cidade, este também é de interesse às pesquisas arqueológicas, sendo também preservado pelo IPHAN no Art. 216 de 1988 (Constituição Federal) e pela Lei nº. 3924/1961. Pois de acordo com Costa (2004. p341) “todo acúmulo de material produzido pelo homem faz parte do universo de análise da arqueologia, desde o menor objeto apreensível até a maior modificação observável na paisagem”. Sendo assim, em outubro de 2020, o IPHAN autorizou a realização do Projeto de Levantamento e Prospecção Arqueológica na Igreja e Convento dos Mercedários (GONÇALVES, 2021, p. 56).

218

Nas escavações encontrou-se diversas tipologias de materiais, como: louças, vidros, metais, ossos e outros artefatos arqueológicos, na qual são higienizados, catalogados, analisados, identificados quanto à sua composição, forma, aspectos e período, sendo posteriormente armazenados em caixas poliondas em estantes. Para tal, criou-se uma reserva técnica provisória no Mercedários-UFPA, possibilitando a guarda desse material, na qual discentes, docentes e visitantes podem acessá-los. Tais atividades são de extrema importância, pois possibilita uma melhor compreensão sobre a história de Belém e o interesse na sua preservação.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Para ampliar e contribuir com o acesso a acervos arqueológicos, o Laboratório de Arqueologia (LAARQ+) da UFPA, iniciou um projeto chamado “Patrimônio Digital” que consiste na digitalização e divulgação de acervos em 3D. A digitalização de acervos são temas que há muito vêm sendo debatido pelas instituições públicas e privadas, onde tem-se por objetivo a sua preservação e ampliação de acesso à informação e a cultura; contudo compreende-se também que tal processo apresenta desafios, como os padrões técnicos de digitalização, a hospitalidade dos dados, a preservação digital, os modelos de indexação etc. (MARTINS; JUNIOR; GERMANI, 2018). Neste contexto a pesquisa teve por objetivo realizar etapas, a fim de alcançar a digitalização e divulgação de acervos arqueológicos em formato 3D, de forma simples e gratuita; na qual foram utilizados os acervos existentes na reserva técnica do Mercedários-UFPA

219

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A seleção dos Objetos e captura dos Dados Digitais

Os procedimentos de fotogrametria para a digitalização das peças levaram em consideração aspectos físicos particulares de cada objeto, pois a ideia principal é a captura de todas as faces do objeto de uma só vez. Logo, as características como a tipologia da peça, morfologia, textura, cor e peças menos fragmentadas foram levadas em consideração. Primeiramente selecionou-se 20 objetos da amostra do sítio, dentre eles garrafas e potes de vidro, pedaços de louças, ossos faunísticos, peças de metais como pregos e moedas. Sendo que destes, dois objetos mais representativos: um dente faunístico e uma moeda do período colonial, foram



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribua o devido crédito pela criação original.

escolhidos para os ensaios em digitalização. Para que o resultado da fotogrametria seja satisfatório, é frequentemente recomendado pela literatura que haja uma padronização no instrumento de captura, na distância focal, na luminosidade do ambiente e na sobreposição das imagens durante a rotação. Apesar da variedade dos tipos de materiais encontrados, foram selecionados apenas dois objetos para este ensaio, são eles: uma moeda metálica e um dente faunístico. (Figura 2) A morfologia desses materiais se apresentou mais regulares, com cor e texturas diferentes entre si, ambas inteiras, o que contribuiu para que as peças pudessem ficar “em pé”.

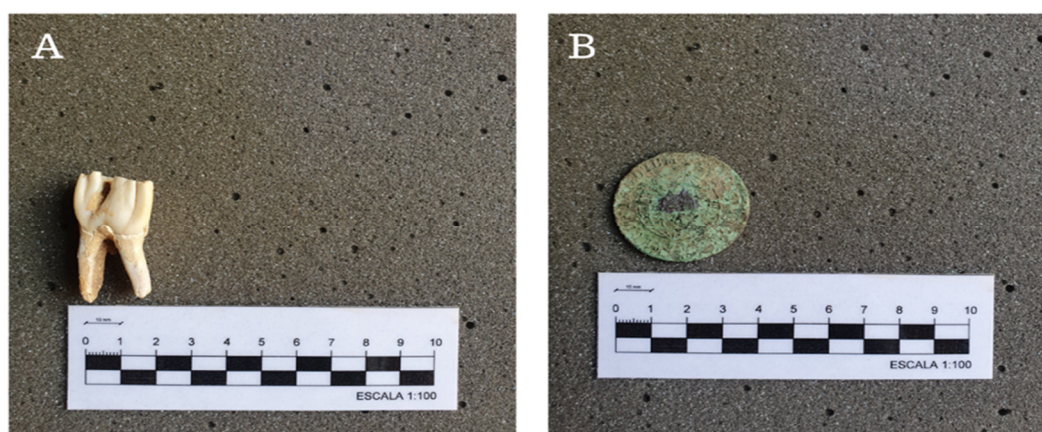


Figura 2. Acervos escolhidos. a) Dente faunístico, b) moeda colonial.

A escolha dos objetos deu-se pelo fato deles terem se adaptado melhor ao suporte utilizado para as fotos e devido às suas características morfológicas, dentre elas a sua cor, forma, textura e não serem translúcidas. Tais características são



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuem o devido crédito pela criação original.

fundamentais para uma boa fotogrametria, sendo a superfície do objeto um dos requisitos a serem avaliados (LACHAMBRE; LAGARDI; JOVER, 2017). A escolha dos objetos deu-se também através de testes, tanto nas fotos e seus ambientes quanto no processo da modelagem 3D, sendo o principal motivo a sua contribuição para a reconstrução no software, sem que houvesse edição de imagens.

É válido ressaltar que para os iniciantes com prática fotogramétrica é aconselhável que a peça não necessite de apoio para sustentar sua base uma vez que isso resultaria em várias imagens com o suporte, o que tornaria a edição das fotos mais complexa. (MARTIRE E PORTO, 2022). No entanto, após a seleção dos artefatos, o processo de digitalização se deu com as seguintes etapas: 1. Cenário e iluminação; 2. Fotografias técnicas; e 3. Processamento. Os materiais utilizados foram todos improvisados como apoio, se tratando de materiais domésticos ou não, que foram adaptados ao objetivo esperado.

Desse modo, primeiramente, foram selecionados os materiais técnicos para a realização do trabalho. As fotos retiradas foram feitas em ambiente externo sob luz natural, onde o tempo encontrava-se nublado. Para a captura das fotos utilizou-se do smartphone SM-G973F – Samsung Galaxy S10 – SM G973F, capturadas no modo Full, abertura com zoom de 1x e com 16 megapixels. A Padronização das capturas foram definidas da seguinte maneira: A) A primeira rotação captura na perspectiva superior do objeto, totalizando 20 fotos durante a rotação. B) A segunda rotação captura na perspectiva central do objeto, totalizando 20 fotos durante a



rotação. C) A terceira, captura de cima para baixo, totalizando 20 fotos durante a rotação.

Para a sustentação do objeto, utilizou-se a base de bolo, na qual foi graduada de 10° em 10° nas suas extremidades, totalizando 36 divisões, ou seja, ao todo daria 36 fotos para cada ângulo de foto tirada, de modo a cobrir os 360° graus do objeto que estiver em cima da base. A tomada de fotos se tratou de uma fase bem experimental, pois houve duas tentativas diferentes, utilizando cenários e iluminação distintas, quanto aos materiais utilizados foi, um caixote para apoiar a base em uma altura mediana com relação ao obturador, um fundo preto improvisado para colocar na base em que o objeto ficasse apoiado, nesse caso utilizou-se papel cartão e polietileno expandido, e uma luminária de mesa.

A primeira tentativa foi em ambiente interno utilizando o recurso de luz artificial, ocorreu dentro da reserva técnica, utilizando um caixote com altura média posicionado verticalmente para que fosse apoiado a base com o objeto. Esse caixote possui largura pequena, isso é importante para que seja possível caminhar ao seu redor, rodeando assim o objeto; e uma luminária de mesa móvel, que é movimentada de acordo com a variação dos graus estabelecidos na base, de forma que viesse impedir a formação de sombras no objeto, sendo auxiliada por uma segunda pessoa, além da primeira que esteve responsável pela captura de fotos.



A segunda tentativa, foi no ambiente externo utilizando-se apenas da luz natural, no entanto algo bem importante e que deve ser mencionado é que nesse caso é necessário que o tempo esteja nublado com a presença de nuvens ‘branquinhas’, sem contar as nuvens de chuva, pois esse clima proporciona uma luz uniforme sob o objeto, sem quaisquer vestígios de sombra que prejudique no momento do processamento das fotos no software, uma vez que ele só reconhece áreas bem iluminadas. Na fotogrametria a iluminação é um fator de extrema importância pois o programa coleta as informações de cor e morfologia da peça (MARTIRE E PORTO, 2022).

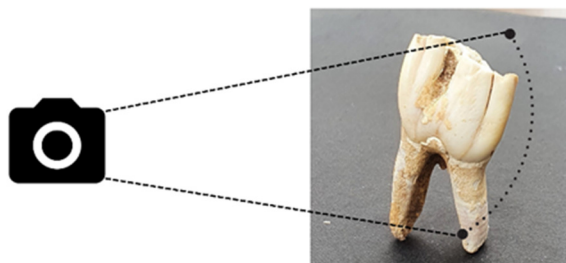
223

A quantidade de fotos estava ligada ao diâmetro pré-estabelecido para cada plano diferente. No entanto foi estabelecido no mínimo três planos para a tomadas de fotos para o dente faunístico. O primeiro plano é chamado de Contra-Plongée, se trata da câmera posicionada com uma inclinação para cima, nesse caso o objetivo é capturar as informações contidas na base do objeto assim como referente à sua altura. O segundo plano é o normal ou caracterizado como 90° onde a câmera estará posicionada paralela ao solo, utilizando um plano médio para o enquadramento, por último o plano plongeé, onde se trata da câmera posicionada acima do objeto com inclinação mínima para baixo apontando em direção ao objetivo, a fim de obter a captura de detalhes superior do artefato.

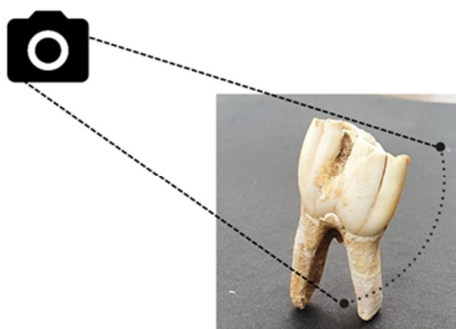


Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Plano Normal ou 90°



Plano Plongée



Plano Contra - plongée

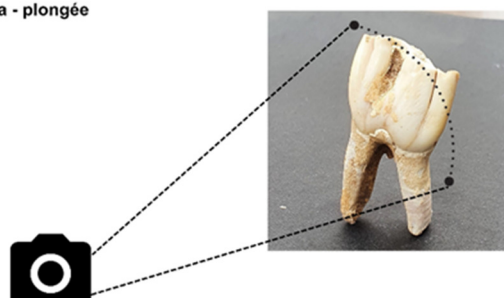


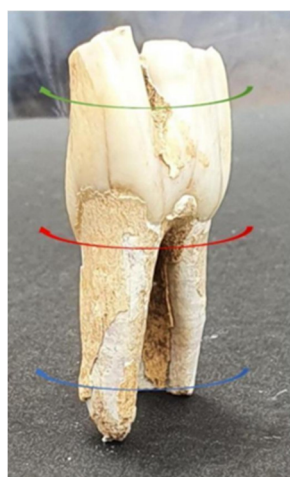
Figura 3. Planos fotográficos utilizados na captura do dente faunístico.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuem o devido crédito pela criação original.

Quanto a moeda se estabeleceu outra metodologia, segundo as instruções dadas pela Cultural Heritage Imaging (CHI), no caso de assuntos redondos pequenos, o ideal é que a foto seja tirada a cada 10 a 15 graus, sobrepondo fotos iniciais com as finais. Foram capturadas 45 fotos do dente e 63 da moeda, com a câmera em sentido horizontal (retrato). Como suporte para fixar os objetos durante os ensaios, usou-se uma base transparente onde colocou-se um fundo preto, para inibir reflexos, para a moeda utilizou-se uma borracha branca para estabilizá-la. Para a captura das fotos seguiu-se um padrão, onde dividiu-se o objeto em três partes, superior, centro e inferior; também se manteve padrão o sentido das retiradas, onde optou-se pelas retiradas em sentido anti-horário, fazendo 360° em torno do objeto.

225



LEGENDA

- Sentido Superior
- Sentido Centro
- Sentido Inferior

Figura 4. Ilustração da divisão das tiragens das fotos em relação ao objeto e o sentido.

A escolha do ambiente nas capturas fotográficas deu-se pelo fato, que no processo da construção em 3D, estas não interferiram na modelagem. Pois o local interno consistia na reserva técnica, na qual carecia de uma iluminação adequada, causando



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

sombreamento, mesmo utilizando-se de outros tipos de luzes artificiais, que por outro lado causavam também reflexos nos objetos.

Para a produção das fotos precisou-se levar em conta o fator ambiente, como clima (chuva), vento e outros que trazem movimento ao objeto ou as coisas ao seu redor, como árvore, água, luz incidente etc. Pois o software de reconstrução pode não corresponder às cores do pixel em todas as fotos, ou seja, ele não fará a nuvem de pontos caso as imagens sejam distintas, já que para tal, este faz a modelagem ligando os pontos (pixels) semelhantes (LACHAMBRE; LAGARDI; JOVER, 2017).





Figura 5. Ordem das capturas das imagens da moeda.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuem o devido crédito pela criação original.

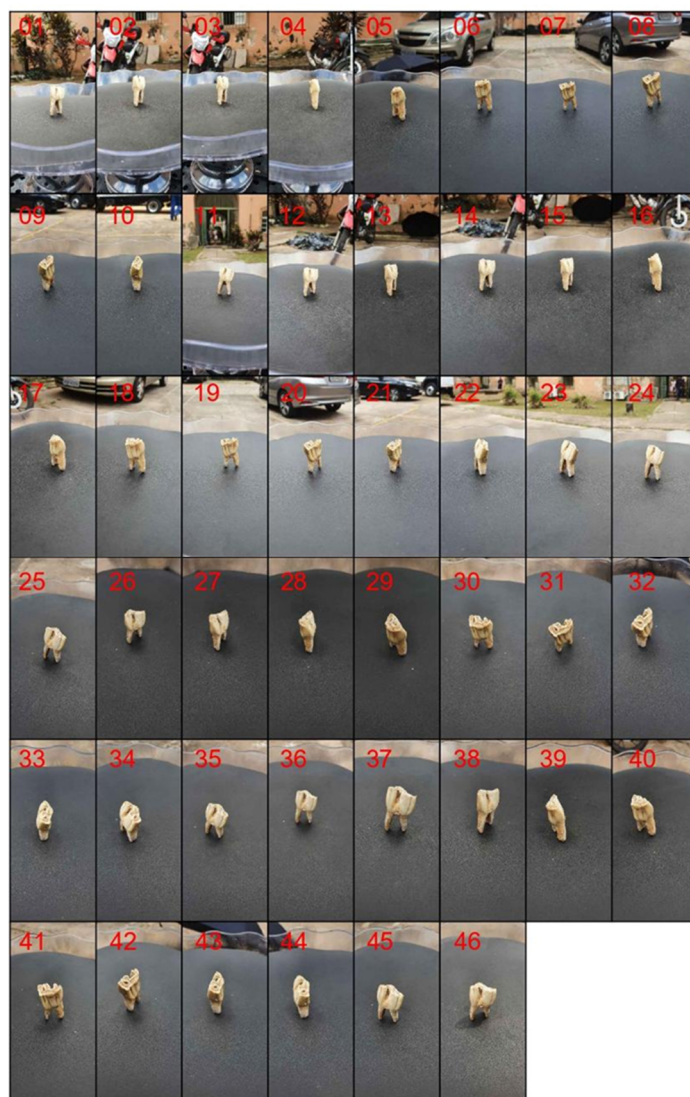


Figura 6: Ordem das capturas das imagens do dente.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribua o devido crédito pela criação original.

O Processamento das Imagens e escolha dos softwares

Para a definição de uma ferramenta de fotogrametria que fosse ideal para o projeto de virtualização do acervo foram feitos testes utilizando 10 ferramentas de fotogrametria (softwares e aplicativos de celular) mais usadas no mercado no ano de 2022. O objetivo dessa seleção visou explorar acerca das ferramentas fotogramétricas disponíveis no mercado, a fim de escolher apenas uma para trabalhar. Entre as 10 ferramentas estão 8 softwares e 2 aplicativos de celular para Android que foram devidamente testados em Notebook. São eles: 1. Agisoft Metashape; 2. Recap; 3. Regard3D; 4. MicMac; 5. 3DF Zephyr; 6. Reality; 7. Pix4D mapper; 8. Meshroom; 9. Creality Cloud (aplicativo de celular); 10. Widar (aplicativo de celular).

229

A fotogrametria 3D é uma técnica utilizada para medir e modelar objetos tridimensionais a partir de imagens bidimensionais. De acordo com Luhmann et al. (2014), "a fotogrametria 3D pode ser definida como a determinação da posição, orientação e forma de objetos no espaço tridimensional a partir de medições em imagens fotográficas". Esta técnica tem sido amplamente utilizada em diversas áreas, como arquitetura, engenharia, arqueologia e cartografia, entre outras. Diante da sua capacidade de proporcionar informações detalhadas sobre objetos tridimensionais, a fotogrametria tem se tornado cada vez mais importante em diversas áreas de aplicação. Neste contexto, é fundamental compreender os princípios e técnicas envolvidas na técnica, bem como suas aplicações e limitações.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuem o devido crédito pela criação original.

A captura de dados para a fotogrametria 3D é realizada através de imagens fotográficas, que podem ser obtidas por diversas fontes, como drones, satélites, aeronaves, câmeras digitais e câmeras de celular. Essas imagens são capturadas em diferentes ângulos e posições, permitindo a obtenção de informações tridimensionais de objetos e terrenos. Existem diversos softwares disponíveis no mercado entre eles os de código aberto, o que facilita na expansão da técnica por proporcionar sua utilização por um baixo custo. A) Os softwares utilizados para o processamento das imagens, tanto os privados quanto os de código aberto, fazem a leitura dos pontos de correspondência das capturas para B) gerar a nuvem de pontos e C) criar a malha 3D e assim D) aplicar a textura, geralmente os de código aberto não fornecem a ferramenta de limpeza da malha 3D, diferente dos softwares privados. A limpeza é necessária, pois, durante o reconhecimento dos pontos de correspondência das imagens, os programas reconhecem pontos além do objeto de interesse a ser digitalizado, gerando assim, ruídos e sujidades na malha 3D.

230

Para a criação em 3D do acervo, foram testados e analisados 11 softwares, sendo eles: Agisoft Metashape, Recap, Regard3D, Micmac, 3DF Zephyr, Reality, Pix4D Mapper, Meshroom, Creality Cloud e Widar. Sendo os dois últimos software aplicativos de celular. Para auxiliar na escolha, elencou-se alguns critérios cuja necessidade fosse de acordo com o projeto Patrimônio Digital, sendo eles: requisitos de hardware, instalação, facilidade de uso, acesso, bugs, tempo de processamento, formatos de saída, ferramentas, código aberto e custo.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Os testes foram realizados em dois computadores diferentes, sendo eles um notebook da marca Lenovo IdealPad 330 cuja informações técnicas são: Processador Intel Core i3 7020U; Placa de vídeo: Intel UHD Graphics 620; Memória RAM: 4GB DDR4; Armazenamento: 1TB 5400 RPM e Windows 10; e o outro notebook se trata de um Acer LapTop-UG8VC991; Processador Intel(R) Core (TM) i5-10210U CPU @ 1.60GHz 2.11 GHz; RAM instalada 8,00 GB (utilizável: 7,83 GB) e Windows 11. Quanto ao celular utilizado para os testes feitos em aplicativos usou-se um Galaxy S10 – SM-G973F.

Para a escolha do software de Fotogrametria que seria usado, foi criada uma tabela de avaliação entre 10 softwares, tendo entre eles softwares livres e privados disponíveis do mercado. Os testes foram realizados a partir da definição de critérios pré-estabelecidos, no qual se fundamentou de acordo com as necessidades do projeto, cuja principal condição está relacionada com a capacidade do notebook ou celular disponível, capaz ou não de suportar essas ferramentas, esses pré-requisitos foram determinados, visando a instalação; facilidade de uso; acesso; bugs; tempo de processamento; ferramentas adicionais como limpeza e aplicação de textura; formatos de saída para exportação do objeto a um banco de dados museu; código aberto ou os chamados Open Source, e custos. Nesse sentido, foi construído um quadro que relaciona todas essas informações, conforme o andamento de cada teste, esse quadro foi sendo preenchido proporcionando uma visualização esquemática do processo. Dessa forma, criou-se esta tabela de avaliação:



Crítérios	Agisoft Metashape	Recap	Regard 3D	Micmac	3DF Zephyr	Reality	Pix4D mapper	Masharoom
Requisitos de Hardware	32 gb de memória RAM/GPU NVIDIA ou AMD	32 gb de memória RAM/Placa de vídeo/CUDA NVIDIA GFX	4 gb de memória RAM/Placa gráfica/Chip compatível com OpenGL	Desenvolvedor não específica	16 gb de memória RAM Processador dual core 2.0 NVIDIA	8 gb de memória RAM/NVIDIA/ CUDA 2.0 + 1 gb RAM	8 gb RAM/ GPU compatível OpenGL/CPU i7/i9/Xeon quad-core ou hexa-core e SSD	16 gb de memória RAM/ NVIDIA recursos CUDA
Instalação	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil
Facilidade de uso	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Moderado	Fácil	Moderado
Acesso	30 dias de licença	Gratuito/ assinatura	Gratuito	Gratuito	Limitado	Licença PPI	15 dias de licença	Gratuito
Bugs	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
Tempo de processamento	30 a 40 min.	20 a 30 min.	25 min.	45 min.	Não rodou	30 min	30 min	1h a 1h30
Ferramentas	Limpeza e textura	Limpeza e textura	Textura	Limpeza e textura	Limpeza e textura	Limpeza e textura	Limpeza e textura	Textura
Formatos de saída	Jpg; Png; Tiff; Exr; Obj	Obj; Fbx; Stl; Ply; Pts	Obj; Ply	Gltf; Glb; Obj; Dae	Jpg	Obj; Fbx; Ply; Stl; Dxf	P4d	Obj
Código aberto	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
Custo	\$ 3.499	R\$ 1.489	Gratuito	Gratuito	A partir de R\$ 149,00	3.750 USD	291 USD	Gratuito

Quadro 1: Análise dos Softwares de Fotogrametria para PC.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuem o devido crédito pela criação original.

Critérios	Aplicativo de Celular	
	Creality Cloud	Widar
Requisitos de hardware	Android 5.0 e versões mais recentes	Android 10 e versões mais recentes
Instalação	Fácil	Fácil
Facilidade de uso	Moderado	Fácil
Acesso	Gratuito/assinado	Gratuito/assinado
Bugs	Não	Não
Tempo de processamento	30 a 40 min.	30 a 40 min.
Ferramentas	Não	Sim
Formatos de saída	Pla	Obj; Fbx; Gltf; Xyz; Ply; Stl
Código aberto	Não	Não
Custo	R\$ 3,69 a 1.899,99 por item	R\$ 25,99 por item

Quadro 2: Análise dos aplicativos de Celular.

A partir dos testes realizados nas 10 ferramentas de fotogrametria com o banco de fotos da moeda e do dente faunístico, dentre as 10 opções 4 responderam melhor as necessidades, são eles o *Agisoft Metashape*, *Meshroom*, *Regard 3D* e o *Recap*, todos são *softwares*, rodados exclusivamente em computadores. No entanto uns são livres, como o *Meshroom* e o *Regard* e os demais, *Agisoft* e *Recap*. Apesar da digitalização do *Agisoft* ter tido um resultado bem satisfatório quanto a questão da fidelidade aos objetos, ele não é livre, possui apenas período de 30 dias grátis para



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuem o devido crédito pela criação original.

teste, já o Meshroom que é totalmente gratuito apresentou vários *bugs* durante o processo, o que demorou bastante para o resultado, o dente faunístico ficou ‘cortado pela metade’ a moeda apresentou-se de maneira satisfatória. O *Recap* é pago, apesar de não ter apresentado nenhum *bug* em ambos os objetos, o resultado da digitalização quanto a moeda foi eficaz, porém quanto ao dente a digitalização apresentou alguns defeitos, como os cortes de informação no dente. O *Regard 3D*, obteve resultados suficientes, pois ele é livre, os resultados de ambas as digitalizações foram satisfatórios, apresentando boa fidelidade ao objeto original assim como não apresentaram bug durante o processamento (Figura 4). Na tabela abaixo foi sistematizado todas as informações resultantes quanto ao desempenho de cada ferramenta:

234



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.



Figura 7: Seleção dos objetos pós processamento.

Existem diversos softwares disponíveis no mercado, a pesquisa de comparação elencou 10 para serem analisados. Os pagos geralmente oferecem ferramentas para a realização de todas as etapas, como o Metashape, por exemplo, no entanto, a versão de experimentação gratuita é bastante limitada, não sendo possível a exportação das malhas feitas dentro do programa, além de um período curto de disponibilidade do programa na versão gratuita. No caso dos softwares gratuitos, há uma limitação de ferramentas. Na pesquisa de comparação, notou-se que a maioria deles fazem parte do processo, não realizando a etapa de limpeza da malha, por exemplo, ou não fazendo aplicação de textura em alguns casos. Dentre os 10 softwares analisados, o selecionado foi o Regard 3D, por apresentar melhor desempenho, por ser gratuito, com simples interface, oferecendo refinamento na etapa de correspondência de imagem e exportando o arquivo em obj. No entanto, o software requer um notebook com um bom desempenho para realizar o processamento dos dados, caso contrário, ele apresenta lentidão, podendo passar mais de 5h trabalhando em uma única etapa do processo.

236

Para o processamento das imagens, criação de nuvens de pontos, malha 3D e aplicação de textura, foi então utilizado o software gratuito Regard 3D. Ele funciona com um processo de fotogrametria, que envolve a criação de um modelo 3D a partir de um conjunto de imagens 2D. Ele usa um algoritmo de correspondência de recursos para encontrar pontos de correspondência entre as imagens, que são então usados para calcular as posições 3D dos pontos de interesse. O Regard3D é um software livre e gratuito de fotogrametria de fonte aberta que pode ser usado para



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

gerar modelos 3D de objetos e cenas a partir de imagens digitais. O software é compatível com Windows, Linux e MacOS.

O uso do Regard3D, se deu pelo fato deste atender aos critérios elencados no teste prévio dos softwares. Sendo: requisitos de hardware com 4 gb de memória RAM/ Placa gráfica/ Chip compatível com OpenGL; adequando-se para instalação nos dispositivos (notebooks) disponíveis. O processo de instalação e uso foram fáceis e simples e o acesso é gratuito. Este não apresentou bugs, e o tempo de processamento consistiu em 1h30 a 2h; possui dois formatos de saída de arquivos em 3D: OBJ e PLY; possui como ferramenta o processo de texturização, de código aberto, ou seja, permite a qualquer pessoa modificar e compartilhar sendo acessível ao público e sem custo. O desempenho do Regard3D na digitalização dos dois artefatos escolhidos foi satisfatório, mesmo com o programa gerando ruídos e sujidades no objeto de interesse. Contudo o Regard3D, não realiza a limpeza e nem faz renderização, sendo necessário utilizar outro software, sendo escolhidos o Blender para tal função.

As fotos capturadas em áreas externas responderam melhor que as fotos realizadas em ambiente interno, isso pode estar relacionado a estabilidade da luz que foi alcançada de forma positiva somente com a luz natural.

Após a conclusão do tratamento das fotos, as imagens foram descarregadas no software de fotogrametria Regard 3D. Esse processo seguiu em primeiro passo, o



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

alinhamento das fotos do objeto, nesta fase acontece o cruzamento de pontos em comum entre as fotografias e combina-os. O resultado dessa etapa mostra o conjunto de posições da câmera formada, ou seja, a posição da câmera para cada imagem tirada.

Após esse processo, o programa realiza um desempenho de refinamento ainda mais alinhado ao modelo original, esse refinamento pode ser ajustado de forma manual a depender da máquina disponível, se for um bom notebook com alto ou médio poder de processamento, a configuração manual acerca do nível de refinamento pode ser ajustada para média e/ou alta uma vez que, quanto maior for esse refinamento, melhor será o resultado do modelo tridimensional.

A etapa seguinte é acerca da formação de nuvem de pontos densa, que nada mais é do que uma malha formada a partir das posições estimadas de cada câmeras e das fotografias.

Em seguida, é formada a malha poligonal 3D do objeto representado com base na nuvem de pontos construídas no processo anterior, características como a cor são extraídas das fotografias a partir dos pixels relacionando-as ao modelo 3D.

Por fim, a última etapa envolve aplicação de textura ao objeto, proporcionando traços realistas a peça. A textura é gerada a partir das informações obtidas nas fotos bidimensionais tiradas dos objetos que é capaz de extrair informações para a criação de dados a ser aplicados, por isso é tão importante se ter imagens bem iluminadas.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

O Regard 3D não realiza tratamento direto no objeto quanto a limpeza de ruídos que são inevitavelmente capturados principalmente nos ambientes externos cujo controle é inviável com relação aos ambientes internos, logo essa limpeza foi realizada no Blender que se trata de um software de modelagem 3D que possui inúmeras ferramentas, entre elas a opção de renderização que também pode ser utilizada sobretudo no aperfeiçoamento dos modelos, capaz de gerar resultados mais sofisticados. Foi feito um teste de render no dente faunístico no qual foi possível obter bons seguimentos (Figura 8).



Figura 8: Dente faunístico renderizado no Blender.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuem o devido crédito pela criação original.

Por conta da limitação de funcionalidade do regard3D na etapa de limpeza de malha, o Blender foi selecionado para desempenhar esta função. O programa possibilita o tratamento e renderização do objeto em diversos arquivos de mídia. Blender é um software de criação de gráficos 3D, animação e modelagem de código aberto, disponibilizado pela Blender Foundation. É uma ferramenta multiplataforma, disponível para Windows, Mac e Linux, e possui uma ampla gama de recursos e funcionalidades para a criação de projetos 3D. Se trata de um programa no qual é amplamente utilizado por artistas, designers e desenvolvedores de jogos em todo o mundo devido à sua interface amigável, recursos avançados de modelagem, animação, texturização, iluminação e renderização. A texturização é um aspecto importante da criação 3D, e o Blender oferece uma variedade de recursos para ajudar os usuários a criar texturas realistas e detalhadas. Sua extensa variedade de arquivos de exportação é outro ponto considerado positivo para sua utilização. É possível exportar os arquivos em uma gama de formatos, no entanto, as saídas de interesse para este trabalho:

240

- **FBX** (Filmbox): um formato comum em muitos softwares de animação e jogos, usado para importar e exportar dados de animação e modelos 3D;
- **OBJ** (Object): um formato padrão para modelos 3D, suportado por muitos softwares de modelagem e visualização;
- **STL** (Stereolithography): um formato usado principalmente na impressão 3D, que descreve a geometria do modelo em termos de triângulos;
- **COLLADA** (COLLABorative Design Activity): um formato de arquivo de código aberto que suporta a transferência de dados entre diferentes aplicativos 3D;



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

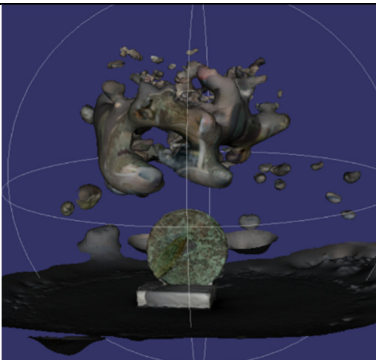
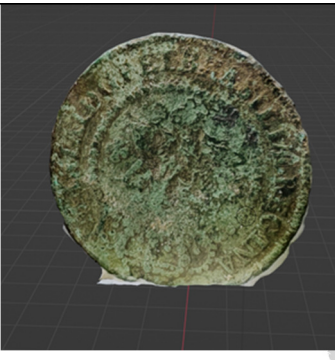
- **Alembic** (ABC): um formato que permite que os usuários exportem grandes quantidades de dados de animação e simulação em um único arquivo;
- **3DS** (3D Studio): um formato popular para arquivos 3D em jogos e outras aplicações interativas;
- **X3D** (Extensible 3D): um formato de arquivo para gráficos 3D na web.

Durante a utilização do Blender, a ferramenta apresentou desempenho satisfatório para a realização do trabalho, possibilitando o tratamento e limpeza do objeto com êxito, não apresentando bugs e dificuldade no layout de manuseio. Em conclusão, o Blender é um software de modelagem 3D poderoso e acessível que oferece uma opção atraente para aqueles que procuram criar modelos 3D e animações de alta qualidade. Ele é um exemplo notável de como o código aberto pode fornecer uma alternativa viável aos softwares proprietários e estabelecidos no mercado de modelagem 3D.

O Regard3D é um software útil e acessível para criar modelos 3D a partir de imagens, com uma variedade de aplicações potenciais. Ele oferece uma alternativa acessível e fácil de manusear na criação de modelos 3D em comparação com outras soluções de software comercial. Em suma, a utilização do Blender como ferramenta complementar ao regard3D se mostrou altamente eficaz para o tratamento e limpeza de modelos 3D. O desempenho do Blender foi satisfatório, possibilitando a realização do trabalho com êxito, sem apresentar problemas de usabilidade. Além disso, o Blender se destaca como uma opção acessível e poderosa para a criação de modelos 3D e animações de alta qualidade, mostrando como o código aberto,



podendo oferecer uma alternativa viável aos softwares proprietários no mercado de modelagem 3D. Em resumo, a utilização do Blender mostrou-se uma excelente escolha para a realização da etapa de limpeza de malha na produção de modelos 3D pelo regard3D.

OBJETO	REGARD3D	BLENDER
		
		

Quadro 3: Tratamento digital nos dois softwares selecionados



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuem o devido crédito pela criação original.

Construção e Acessibilidade do Banco de Dados

Após a finalização do tratamento do objeto 3D no Blender, a última etapa desse trabalho visou a divulgação dos objetos digitalizados em uma plataforma de fácil acesso, de interesse para a divulgação de acervos institucionais. Para tal, foi escolhida a plataforma Tainacan, a ferramenta se trata de um banco de gerenciamento de acervos digitais, desenvolvida pela Universidade Federal de Goiás (UFG) em parceria com outras instituições, cujo objetivo principal é fornecer uma solução de código aberto e gratuita para o gerenciamento de coleções digitais de museus, bibliotecas, arquivos e outras organizações de interesse cultural.

A plataforma é construída sobre o CMS WordPress e utiliza tecnologias como o Omeka S e o IIIF (International Image Interoperability Framework) para fornecer recursos avançados de gerenciamento, organização e visualização de coleções digitais. O programa é altamente personalizável e pode ser adaptada às necessidades específicas de cada instituição, permitindo a criação de coleções em ambiente eletrônico, personalizadas com recursos de metadados avançados, organização em coleções e subcoleções, pesquisa por palavras-chave, filtros e facetas, entre outros recursos. A plataforma é uma solução flexível e promissora para o gerenciamento de acervos digitais, é amplamente utilizada por museus, bibliotecas, arquivos e outras instituições culturais em todo o mundo, sendo uma ferramenta valiosa para a preservação e compartilhamento do patrimônio cultural em ambiente cibernético.



Para o programa rodar, foi necessário instalar o *WordPress* e criar uma conta temporária, depois na seção plugin do site baixou-se o Tainacan. Este foi instalado no dispositivo: *LAPTOP- IG8VC991*, processador: *Intel(R) Core (TM) i5- 10210U* @ 1.60GHz 2.11 GHz, RAM 8GB, Sistema Operacional de 64 bits. O acervo foi disposto no *software* em formato JPEG, sendo possível criar e organizar as coleções (Figura 9).

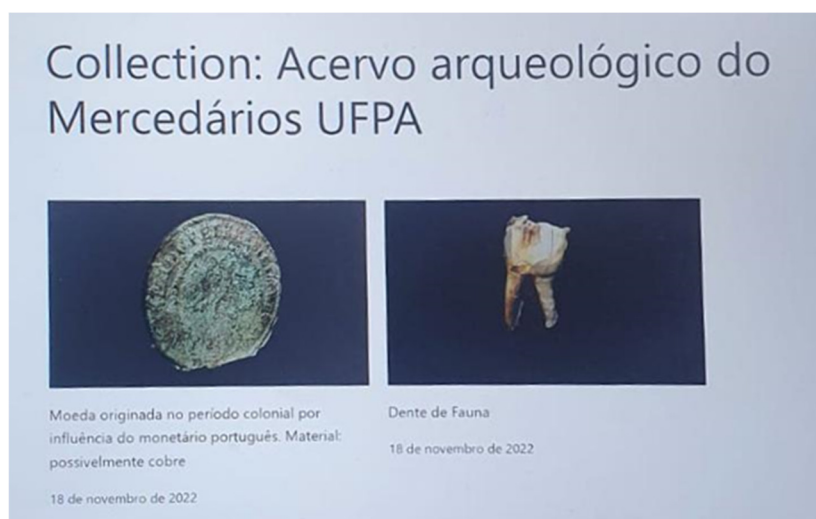


Figura 9: Imagem dos objetos no Tainacan.

A seleção do Tainacan deu-se também pelo fato deste ser um software livre (open source), de fácil utilização e abranger os diferentes domínios de dados de diferentes tipos de acervos, sendo criado como solução para estes tipos de problemas, pelo Ministério da Cultura em parceria com o Laboratório de Políticas Públicas



Participativas (L3P), da UFG (MARTINS; JUNIOR; GERMANI, 2018). O processo de criação dos objetos elencados para 3D, resultaram de forma satisfatória quanto aos objetivos da pesquisa, assim como o acesso à plataforma para a divulgação. Contudo, essa divulgação não foi realizada de forma interativa (tridimensional) do acervo; pois o *software* não possui entrada para arquivos como OBJ, GLB e outros no qual permitem tal função. Atualmente ele só recebe arquivos em JPEG, e possibilita a criação de links de acesso ao YouTube para apresentação em vídeo do objeto. Por tratar-se de um software em constante desenvolvimento, tal assunto já vem sendo debatido, uma vez que os desenvolvedores permitem a interação e contribuição dos seus usuários sendo assim, a visualização tridimensional dos objetos talvez venha a ser curto prazo uma realidade dentro da plataforma.

245

O Tainacan permite que os usuários criem suas próprias taxonomias para categorizar e organizar seus conteúdos digitais de acordo com suas necessidades. Isso torna mais fácil para os usuários encontrarem e acessarem o conteúdo desejado dentro de uma grande coleção digital. O sistema também oferece recursos de pesquisa avançadas, permitindo que os usuários filtrem conteúdos com base em critérios específicos, como data, formato e tipo de mídia. E por ser uma plataforma amplamente utilizada por museus e instituições de cultura responsáveis por grandes acervos, optou-se em experimentar a plataforma.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Criou-se uma conta no programa a fim realizar a divulgação, no entanto, a plataforma apesar de promissora, quando essa pesquisa foi realizada, ela não apresentou desempenho satisfatório. Primeiramente, o Tainacan não é compatível com os formatos dos objetos 3D que foram criados, não sendo possível usar esta ferramenta como repositório dos objetos digitalizados. Para o armazenamento de vídeo, é necessário que seja feito um link de acesso com outra plataforma para que seja possível a divulgação do vídeo dentro do Tainacan. Outro ponto negativo, que faz necessário a necessidade de discursões é a respeito de outras formas de divulgação do acervo para além do Tainacan, a plataforma necessita de um servidor institucional para gerenciar o repositório, o que é uma realidade distante da maioria das Universidades públicas do País que carecem de verbas destinadas para esses serviços ditos não prioritários.

246

Apesar das limitações encontradas na utilização do programa para a divulgação do acervo digital, é importante destacar a sua importância como uma plataforma promissora para a organização e disponibilização de conteúdos digitais, especialmente para museus e instituições de cultura responsáveis por grandes acervos. Ele oferece recursos avançados de pesquisa e categorização, facilitando o acesso dos usuários aos conteúdos desejados dentro de uma grande coleção digital. Ainda sim é necessário ressaltar a necessidade de aprimoramentos na plataforma para torná-la compatível com formatos de objetos 3D, para que seja possível a divulgação de vídeos sem a necessidade de linkagem com outras plataformas. Além disso, é importante que sejam disponibilizadas opções de gerenciamento de



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

repositório mais acessíveis e viáveis para as universidades públicas do país, de modo a facilitar o acesso e divulgação de seus acervos.

Portanto, a aplicabilidade da fotogrametria de curto alcance na digitalização de artefatos arqueológico para fins de extroversão ofereceu resultados positivos quanto ao conteúdo de um possível museu digital via web através do repositório digital Tainacan, já utilizado por inúmeras instituições no Brasil, além de ser gratuito e brasileiro.

O caráter da modelagem digital em um ambiente de web possibilita atrair a atenção em geral do público para o patrimônio arqueológico de forma diferente, assim como podendo ser compartilhado ou disponibilizado em plataformas socioeducacionais utilizadas nos ambientes educacionais com apoio de educadores. Ou até mesmo no próprio sítio arqueológico em que foram acharam os vestígios, através de QR codes para ser ter acesso aos bens do acervo, permitindo assim acesso de todos, de forma livre e gratuita, tornando as pessoas mais próximas dessas interações.

Por fim, os resultados alcançados neste trabalho possibilitam fomentar a divulgação do patrimônio arqueológico através de formas mais interativa sem causar danos a conservação desses materiais, tal prerrogativa é uma realidade em várias ciências que buscam nas ferramentas digitais alternativas para o patrimônio



CONCLUSÃO

O artigo descreve a aplicação da técnica de fotogrametria realizada no processo de digitalização 3D do acervo arqueológico do Convento dos Mercedários, localizado no centro histórico de Belém do Pará. Para a realização do trabalho, foram elencados dois artefatos arqueológicos sendo um faunístico (dente) e um metálico (Moeda) para compor o trabalho. A pesquisa possibilitou a aplicação da técnica de fotogrametria de baixo custo, após análise de softwares abertos e de domínio, disponíveis no mercado. Sendo a utilização de ferramentas gratuitas preferível para o processamento das imagens, bem como para o tratamento de limpeza dos objetos 3D. Desse modo, foi elencando o Software Regard3D para a criação da malha 3D e o Software Blender para o tratamento e renderização dos objetos digitalizados. Ambos os softwares apresentaram resultados satisfatórios durante o processo de digitalização, considerados aptos aos critérios estabelecidos: Requisitos de Hardware, instação fácil e intuitiva, facilidade de uso, acesso, bugs, tempo de processamento, ferramentas disponíveis, formatos de saída, código aberto e custo.

Portanto, este artigo científico apresentou um estudo de caso sobre a aplicação da arqueologia digital na indexação e preservação do patrimônio cultural, com foco na coleção arqueológica do Mercedários/UFGA. A arqueologia digital é uma disciplina emergente que utiliza técnicas e tecnologias digitais para documentar, analisar e preservar o patrimônio arqueológico e cultural.



O objetivo principal deste estudo foi explorar as possibilidades da arqueologia digital na indexação e documentação do patrimônio arqueológico dos Mercedários na UFPA. O Mercedários se trata de um conjunto arquitetônico, sítio arqueológico histórico e campus da universidade, que abriga vestígios importantes da história e cultura da região. A pesquisa envolveu a aplicação de métodos de arqueologia digital, como fotogrametria e modelagem em 3D, para registrar e documentar de forma detalhada os artefatos encontrados no local. Essas técnicas permitiram a criação de modelos digitais precisos e interativos, que podem ser usados para análise, visualização e preservação do patrimônio.

Além disso, foi desenvolvido um sistema de indexação e catalogação baseado em metadados, que permite uma organização eficiente das informações relacionadas aos vestígios arqueológicos do Mercedários/UFPA. Esse sistema facilita o acesso e recuperação dos dados, tornando-os mais acessíveis para pesquisadores, estudantes e público em geral interessado no patrimônio cultural. Os resultados obtidos demonstraram que a arqueologia digital e a indexação aprimorada são ferramentas poderosas para a preservação e difusão do patrimônio cultural. A aplicação dessas técnicas permitiu uma documentação mais precisa e abrangente da materialidade dos Mercedários, contribuindo para a compreensão da história e cultura da região.

Por fim, a indexação aprimorada facilita a pesquisa e o acesso aos dados, promovendo a democratização do conhecimento e a valorização do patrimônio cultural. A disponibilização dessas informações de forma digital e interativa



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

também permite a criação de experiências imersivas, como visitas virtuais, que ampliam o alcance do patrimônio cultural para além das limitações físicas. Em conclusão, a arqueologia digital e a indexação aprimorada desempenham um papel fundamental na preservação, documentação e disseminação do patrimônio cultural. O estudo de caso dos Mercedários/UFPA demonstrou o potencial dessas abordagens e destaca a importância de investir em tecnologias digitais para a conservação e valorização do patrimônio histórico e cultural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASPRS. Guidelines for Procurement of Professional Aerial Imagery, Photogrammetry, Lidar and Related Remote Sensor-based Geospatial Mapping Services. 2009. Disponível em:

www.asprs.org/a/society/committees/standards/Procurement_Guidelines_w_accompanying_material.pdf Acesso em: 05 abril 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Lei nº. 3924, 26 de julho de 1961. Dispõe sobre os Monumentos arqueológicos e pré-históricos.

COSTA, Diogo Menezes. Arqueologia Patrimonial: o pensar do construir. In: Revista Habitus, Goiânia, v. 2, p. 333-360, 2004.

DERENJI, J.S; DRENJI, J. Igrejas, Palácios e Palacetes de Belém. 1. ed. Brasília; IPHAN, 2009.p 228.

DE MAGALHÃES, Artur Jorge Fernandes; BERREDO, Ana Luíza; GASPAS, MaDu. De volta ao passado: a aplicação da fotogrametria para registro arqueológico 3D. Revista de Arqueologia, v. 31, n. 1, p. 185-207, 2018.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

FERRAZ, Eugênio. Convento dos Mercedários de Belém do Pará. Belo Horizonte: Ed. Com Arte, 2000.

GONÇALVES, Ana. Políticas de Patrimônio no Pan Amazônia. Convento dos Mercedários: Um Sítio Arqueológico no Bairro da Campina - Belém- Pa. In: CONGRESSO PAN- AMAZÔNICO DE TURISMO, LAZER E PATRIMÔNIO, 1., 2021. Macaé RJ: Congresse-me, 2021. 230 p.

GUARNIERI, A.; PIROTTI, F.; VETTORE, A. Cultural heritage interactive 3D models on the web: an approach using open source and free software. *Journal of Cultural Heritage*, v. 11, n. 3, p. 350-3, jul./set. 2010.

HENRIQUES, F.J.R. 2012. Metodologias de documentação e análise espacial em conservação de pintura. Tese de Doutorado. Porto, Universidade Católica Portuguesa Escola das Artes. 408p

LACHAMBRE, Sébastien; LAGARDE, Sébastien; JOVER, Cyril. *Unity Photogrammetry Workflow*.

LUHMANN, Thomas. *Close-range photogrammetry and 3D imaging*. Berlin: Walter de Gruyter, 2010.

MARTINS, Dalton L.; JUNIOR, José, M. C. C.; GERMANI, Leonardo. Projeto Tainacan: Experimentos, Aprendizados e Descobertas da Cultura Digital no Universo dos Acervos das Instituições Memoriais. *TIC CULTURA Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos Equipamentos Culturais Brasileiros* - 2018. São Paulo, p 59-60, 2019.

MARTIRE, Alex da Silva; PORTO, Vagner Carneiro. (Des) construindo arqueologias digitais. 2022. p. 39-54

PAVLIDIS, G.; KOUTSOUDIS, A.; ARNAOUTOGLU, F.; TSIUKAS, V. CHAMZAS, C. 2007. Methods for 3D digitization of Cultural Heritage. *Journal of Cultural Heritage* 8(1). p. 93-98



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, desde que lhe atribua o devido crédito pela criação original.

PIERDICCA, R. 2017. Mapping Chimú's settlements for conservation purposes using UAV and close range photogrammetry. The virtual reconstruction of Palacio Tschudi, Chan Chan, Peru. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*.

REMONDINO, F.; RIZZI, A. 2010. Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites techniques, problems, and examples. *Applied Geomatics* 2 (3) p. 85-100.

TOMMASELLI, Antonio MG. *Fotogrametria básica*. Presidente Prudente: UNESP. p. 5-18, 2009.

Vd. RESENDE, Wagner de Souza, *Fotogrametria digital e patrimônio histórico: uma proposta metodológica*. FÓRUM - Patrimônio e Novas Mídias: Digitalização e Geoprocessamento. Vol. 2, n.º 2, (2008). p. 64-89

ZHANG, CHUN-SEN; ZHANG, MENG-MENG; ZHANG, WEI-XING 2017. Reconstruction of measurable three-dimensional point cloud model based on large-scene archaeological excavation sites. *Journal of Electronic Imaging*, 26(1). p. 11-27

