

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Técnicas de modelagem tridimensional aplicadas à conservação de acervos arqueológicos:

DOCUMENTAÇÃO DE CACHIMBOS DO ACERVO DO LEACH - UFMG



AMANDA BRABO DE OLIVEIRA

BELO HORIZONTE
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE BELAS ARTES

Amanda Brabo de Oliveira

**Técnicas de modelagem tridimensional aplicadas à conservação de acervos
arqueológicos:**

Documentação de cachimbos do acervo do LEACH-UFMG

BELO HORIZONTE

2019

Amanda Brabo de Oliveira

**Técnicas de modelagem tridimensional aplicadas à conservação de acervos
arqueológicos:**

Documentação de cachimbos do acervo do LEACH-UFMG

Monografia apresentada ao curso de
Conservação e Restauração de Bens
Culturais Móveis da Escola de Belas Artes
da Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Conservação e
Restauração de Bens Culturais Móveis.

Orientador: Willi de Barros Gonçalves

Co-orientador: Andrés Zarankin

BELO HORIZONTE

2019



Universidade Federal De Minas Gerais
Escola De Belas Artes
Departamento de Artes Plásticas
Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Fotogrametria aplicada à conservação de bens arqueológicos: Documentação de três cachimbos do acervo do LEACH-UFMG”, de autoria de Amanda Brabo de Oliveira, aprovado pela banca examinadora:

Prof. Dr. Willi de Barros Gonçalves – EBA – UFMG - Orientador

Prof. Dr. Andrés Zarankin – FAFICH-UFMG – Co-orientador

MSc. em Antropologia Gersa de Alkmim Radicchi – FAFICH – UFMG

APROVADO EM:

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço minha mãe Josileide por toda a confiança, carinho e apoio que me ofereceu ao longo da vida, sem ela nada disso seria possível.

Agradeço também ao meu pai Armando, que infelizmente não pôde estar ao meu lado neste momento, porém, sua presença segue viva em minhas lembranças.

Ao corpo docente do curso de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis, por auxiliar nesta caminhada, dividindo conhecimentos, conselhos e viagens.

Ao professor Willi de Barros, que mesmo enfrentando lutas pessoais nunca deixou de se preocupar e me orientar neste trabalho ou na monitoria.

À equipe do LEACH, por me acolher de braços abertos e permitir a elaboração deste trabalho.

Ao professor Andrés Zarankin, por me receber no laboratório e pela confiança depositada.

À equipe de Conservação do LEACH, em especial à Gerusa Radicchi por seus conselhos, sua paixão pelo trabalho e incentivo constante. À Sarah por me apresentar ao laboratório, Victória e Jéssica pelo ótimo trabalho e conversas durante os cafezinhos.

Aos companheiros de curso, por todos os momentos que dividimos desesperos, felicidades e alguns piqueniques.

Ao caro professor Alexandre Leão, pela disposição em ensinar e discutir questões da fotografia, área que até um ano atrás eu pouco entendia. Também aos companheiros de disciplina Dani, Cleidson e Gilson, pelo auxílio e amizade dedicados.

Aos amigos de Belém, que guardo com imenso carinho e mesmo à distância sempre se mantiveram presentes.

Às minhas companheiras de casa, passadas e atuais, que enfrentaram comigo todos os desafios e alegrias de sair de casa para estudar. Em especial Millena e Heloisa, pela amizade e ajuda constante.

Por fim, agradeço também minha gata Aurora que em vários momentos pareceu entender meu desespero com o trabalho e se aninhava no meu colo.

“Las cosas tienen vida propia, todo es cuestión de despertarle el ánimo.”

(Gabriel García Márquez)

RESUMO

Este trabalho discute a aplicabilidade de técnicas de modelagem tridimensional na documentação científica por imagem e conservação de acervos arqueológicos, com foco nas rotinas de análise e extroversão dos bens. Este estudo foi desenvolvido em parceria entre o Laboratório de Ciência da Conservação (LACICOR-UFMG) e o Laboratório de Estudos Antárticos em Ciências Humanas (LEACH-UFMG), onde optou-se pela reconstrução virtual, a partir da técnica da fotogrametria, de três cachimbos de caulim provenientes de escavações realizadas nas ilhas Shetland do Sul, no continente antártico, pertencentes ao acervo do LEACH. O principal objetivo deste trabalho foi estabelecer uma relação entre as práticas da Conservação Preventiva e da Arqueologia a partir do estudo das potencialidades e limitações das técnicas de modelagem tridimensional que atualmente são utilizadas por diversas instituições de guarda. O procedimento metodológico incluiu as seguintes etapas: levantamento bibliográfico sobre técnicas de reprodução tridimensional e estudos de caso aplicados a bens culturais; fotografia dos cachimbos no espaço do iLAB (Laboratório de Documentação Científica por Imagem - CECOR); tratamento das imagens; criação do modelo 3D no *software* Autodesk Recap Photo; finalização do modelo no *software* Blender e disponibilização do modelo final na página do projeto do *site* Sketchfab. A partir do estudo e aplicação de algumas das técnicas, foi possível compreender e discutir como aspectos de distintas áreas do conhecimento podem se relacionar, adaptando-se e convergindo na criação de uma metodologia que atenda às necessidades de cada instituição.

Palavras chave: conservação preventiva, arqueologia, fotogrametria, documentação.

ABSTRACT

This paper discuss the use of three-dimensional modeling techniques in image-based scientific documentation and conservation of archaeological collections, focusing on analysis and extroversion routines of cultural goods. As a result of a partnership between the Conservation Science Laboratory (LACICOR-UFMG) and the Antarctic Studies in Human Sciences Laboratory (LEACH-UFMG), this study used the photogrammetry technique for the virtual reconstruction of three kaolin pipes extracted in the Southern Shetland Islands, Antarctic, belonging to the LEACH collection. The main aim of this study was to connect the practices of Preventive Conservation and Archaeology, by studying the potentialities and limitations of three-dimensional modeling techniques that are currently used by several guard institutions. The methodological procedure included a bibliographic survey on three-dimensional reproduction techniques as well as case studies applied to cultural goods; photography of the pipes taken at the iLAB (Laboratory of Scientific Documentation by Image - CECOR); image processing; creation of a 3D model with the support of the Autodesk Recap Photo software; completion of the model with the Blender software and availability of the final model on the page of the project at the Sketchfab website. As from the study and application of some of the techniques, it was possible to understand and discuss how aspects of different areas of knowledge can relate, adapting and converging in the creation of a methodology that meets the needs of each institution.

Key words: preventive conservation, archaeology, photogrammetry, documentation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Procedimentos de tomada de decisão baseados na informação. Fonte: Kioussi et al. (2013, p. 144. Tradução nossa) | 24 |
| Figura 2: Exemplo de tomografia de objetos de pequenas dimensões. Fonte: MORIGI, et al. | 28 |
| Figura 3: Exemplo de tomografia de objetos de grandes dimensões. Fonte: MORIGI, et al. | 29 |
| Figura 4: Resultados obtidos após a tomografia de objetos de grandes dimensões. Fonte: MORIGI, et al. | 29 |
| Figura 5: Einscan SE e Einscan Pro 2X. | 31 |
| Figura 6: Objeto original e reconstrução virtual. Fonte: ROSSI, et al. | 32 |
| Figura 7: Impressão 3D de garrafa oriunda do sítio Matadouro Público de São Cristóvão, exposto no Museu Histórico Nacional em 2017. Fonte: Museu Histórico Nacional. | 35 |
| Figura 8: Nomenclaturas de partes do cachimbo. Fonte: Amanda Brabo. | 38 |
| Figura 9: MakerBot® Digitizer™ e MakerBot® Replicator™ 2X. Fonte: Makerbot. | 40 |
| Figura 10: Processo fotográfico e fotografia do cachimbo acoplado à base de ethafoam. Fonte: Amanda Brabo. | 41 |
| Figura 11: Equipamentos utilizados na fotografia. Fonte: Google imagens | 42 |
| Figura 12: Vista superior das montagens do setup. Fonte: Amanda Brabo. | 44 |
| Figura 13: Setup com câmera posicionada a 60° em relação ao objeto. Fonte: Gilson Camilo | 45 |
| Figura 14: Exemplos de imagens obtidas a partir do setup 1. Fonte: Amanda Brabo | 45 |
| Figura 15: Setup com câmera posicionada a 10° em relação ao objeto. Fonte: Gilson Camilo. | 46 |
| Figura 16: Fotos resultantes do setup 2. Fonte: Amanda Brabo. | 46 |
| Figura 17: Printscreen da tela inicial do Adobe Bridge. Fonte: Amanda Brabo. | 47 |
| Figura 18: Comparação de gama de cores do Adobe RGB 1998 e sRGB em três condições de iluminação (sombra, meio tom e cores de destaque). Fonte: Cambridge Colour..... | 48 |
| Figura 19: Ajustes iniciais de cor. Fonte: Amanda Brabo..... | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 20: Correspondência entre números e tons de cinza. Fonte: Amanda Brabo. | 49 |
| Figura 21: Criação de padrão de curva para as fotografias no ângulo de 60°. Fonte: Amanda Brabo. | 50 |
| Figura 22: Antes e depois do ajuste de tons. Fonte: Amanda Brabo. | 50 |
| Figura 23: Fotografias selecionadas para geração do modelo. Fonte: Amanda Brabo. | 52 |
| Figura 24: Modelo gerado a partir das fotografias da face lateral esquerda do cachimbo em ângulo de 60° e 10°. Fonte: Amanda Brabo. | 52 |
| Figura 25: Modelo gerado a partir das fotos da face lateral direita do forninho em ângulo de 60°. Fonte: Amanda Brabo. | 53 |
| Figura 26: Frente e verso do modelo Q-1. Fonte: Amanda Brabo. | 53 |
| Figura 27: Modelos Q-1 e Q-2 no Blender. Fonte: Amanda Brabo. | 54 |
| Figura 28: Modelo do cachimbo Q após upload no Sketchfab. Fonte: Amanda Brabo. | 55 |
| Figura 29: QR Code contendo informações sobre a página do modelo. Fonte: QR Code Generator. | 55 |
| Figura 30: Modelo gerado no software Recap Photo. Fonte: Amanda Brabo | 57 |
| Figura 31: Comparação entre modelos com e sem gerenciamento cromático. Fonte: Amanda Brabo | 59 |
| Figura 32: Cachimbo R em modo de visualização em sólido no programa Autodesk Recap Photo. Fonte: Amanda Brabo. | 60 |
| Figura 33: Deformação causada na área superior interna do forninho. Fonte: Amanda Brabo. | 61 |
| Figura 34: Abertura causada por falta de informação durante o processo fotográfico. | 62 |
| Figura 35: Modelos obtidos com scanner e fotogrametria, respectivamente. Fonte: Amanda Brabo | 65 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Características gerais dos cachimbos utilizados..... | 39 |
| Tabela 2: Espaço ocupado pela mesma fotografia em diferentes formatos de arquivo..... | 51 |
| Tabela 3: Relação de técnicas/ custos/ tempo..... | 66 |
| Tabela 4: Relação de equipamentos e custos..... | 66 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1 - A documentação de bens culturais | 17 |
| 1.1 Órgãos Regulamentadores | 18 |
| 1.2 O que é um documento | 20 |
| 1.3 A documentação no contexto da preservação | 23 |
| 1.4 A documentação científica por imagem..... | 26 |
| 1.4.1 Tomografia | 27 |
| 1.4.2 Scanner 3D | 30 |
| 1.4.3 Fotogrametria | 32 |
| CAPÍTULO 2 - Metodologia..... | 36 |
| 2.1 O acervo de cachimbos do LEACH..... | 36 |
| 2.2 Testes iniciais..... | 40 |
| 2.3 Os equipamentos fotográficos..... | 42 |
| 2.4 O processo fotográfico | 43 |
| 2.5 Correção de cores..... | 47 |
| 2.6 Geração do modelo tridimensional..... | 51 |
| 2.7 Publicação do modelo | 55 |
| CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES | 56 |
| 3.1 Testes iniciais..... | 56 |
| 3.2 Fotografia | 58 |
| 3.3 Tratamento das imagens..... | 58 |
| 3.4 Geração do modelo tridimensional..... | 60 |
| 3.5 Publicação do modelo | 63 |
| 3.6. Outras possibilidades | 64 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 68 |
| REFERÊNCIAS..... | 70 |

INTRODUÇÃO

O presente trabalho discute o emprego de técnicas de modelagem tridimensional na documentação científica por imagem, e o potencial de utilização destas em rotinas de conservação e extroversão de bens arqueológicos. Os resultados obtidos por meio destas técnicas permitem uma documentação mais detalhada do acervo, viabilizando a produção de catálogos virtuais que podem ser utilizados em estudos e extroversão em mídias digitais, como websites e montagem de exposições, corroborando na construção de metodologias de expansão do conhecimento produzido.

O objetivo principal deste trabalho é estudar técnicas de reprodução tridimensional disponíveis atualmente, e, a partir desta análise, estabelecer e aplicar uma metodologia que atenda as demandas da Conservação Preventiva e da Arqueologia sobre o acervo escolhido, discutindo sua aplicabilidade no fomento ao acesso das informações físicas do objeto a pesquisadores e público interessado, além de auxiliar outras instituições no processo de escolha de técnicas mais adequadas ao seu tipo de acervo e que resultem em modelos que atendam às finalidades desejadas.

Após a pesquisa dos métodos de criação de modelos tridimensionais, optou-se pela técnica da fotogrametria devido a sua acessibilidade, tanto financeiramente quanto por tratar-se um processo de relativamente fácil execução.

A fotogrametria é uma técnica que permite aferir as medidas de uma superfície ou objeto a partir de um conjunto de fotografias. Inicialmente, o inventor da técnica, Laussedat (1819-1907), a utilizou no mapeamento topográfico a partir de fotos obtidas em viagens de balão e, à época, este era um processo totalmente analógico. Atualmente, o avanço tecnológico possibilita que as imagens digitais, produzidas em estúdio ou em um método mais livre, sejam processadas em *softwares* que geram modelos tridimensionais dos objetos ou superfícies fotografadas. (TOMASSELLI, 2009)

Para as finalidades da documentação científica por imagem, quanto mais rigoroso o processo fotográfico e posterior tratamento das imagens obtidas, mais fiel o modelo final será do seu original e, conseqüentemente, o modelo gerado constituirá um documento mais completo do objeto.

Outras técnicas, como: escaneamento e tomografia tridimensional, também são utilizados nas instituições de guarda, cada qual atendendo um certo tipo de demanda. A tomografia é o método que envolve mais custos e pessoal especializado, porém, é também a que revela resultados mais interessantes pois ela permite que o interior dos objetos seja analisado sem que estes sejam abertos ou sofram qualquer tipo de dano. O scanner tem custo financeiro variável de acordo com o grau de detalhamento e possibilidade de captura de cores que o aparelho oferece, o nível de conhecimento esperado dos operadores também varia de acordo com estas funções.

No âmbito da Ciência do Patrimônio, são apresentados o potencial e as limitações de cada técnica em conjunto com métodos interdisciplinares pertinentes aos campos da Arqueologia e a Conservação-Restauração de Bens Culturais, como: diagnóstico de estado de conservação, proposição de estratégias de intervenção, análise material de vestígios arqueológicos, reconstrução virtual, comunicação com o público externo, possibilidade de impressão do protótipo 3D, entre outros.

Visando uma aplicação concreta das ideias apresentadas, formou-se uma parceria entre o Laboratório de Ciência da Conservação (LACICOR) e o Laboratório de Estudos Antárticos em Ciências Humanas (LEACH) e, para execução do projeto, foram selecionados três cachimbos de caulim provenientes de expedições realizadas ao continente Antártico, nas ilhas Shetland do Sul, pela equipe do LEACH.

Desde 2009, a equipe do projeto Paisagens em Branco realiza expedições à ilha Livingston, na Antártica, que objetivam investigar as estratégias de ocupação humana no continente, mais especificamente a partir dos vestígios materiais deixados por foqueiros e baleeiros que ali estiveram acampados entre finais do século XVIII até meados do século XIX. (ZARANKIN, et al., 2011). Após a coleta dos vestígios, este acervo é levado ao LEACH, onde ele é higienizado, documentado e armazenado. Estas ações viabilizam a continuidade dos estudos sobre o modo de vida destes trabalhadores e a formulação de novas discussões sobre a expansão do mundo capitalista, constituindo um importante testemunho do modo de vida dos grupos que ali estiveram acampados, assim como o cotidiano e hábitos do período.

Entre os anos de 2010 e 2018, a equipe do projeto Paisagens em Branco coletou cerca de 82 fragmentos de cachimbos nas ilhas Shetland do Sul. Somado às outras tipologias de materiais encontrados nos sítios, a totalidade deste acervo

representa um grande volume que demanda uma rotina de conservação, pois sua proteção e gerenciamento são indispensáveis para que pesquisadores continuem a estudá-lo e interpretá-lo, para o usufruto das gerações presentes e futuras, como assegura a Carta de Laussane (1990), da qual o Brasil é signatário.

Nos últimos anos, o LEACH vem trabalhando na construção de um banco de dados online e *website* georreferenciado, buscando a integração de conhecimentos entre os diversos profissionais atuantes no projeto. Esta ação pretende criar um ambiente de comunicação entre arqueólogos e profissionais que atuam interdisciplinarmente na pesquisa, como: conservadores, programadores visuais, antropólogos e etc., que trabalham sobre os escaneamentos tridimensionais dos sítios, protótipos 3D dos artefatos, registros visuais e audiovisuais do projeto.

Desta forma, este estudo justifica-se enquanto um elo entre as áreas da Arqueologia e a Conservação-Restauração, particularmente a Conservação Preventiva, uma vez que as metodologias estudadas e aplicadas aqui constituem ferramentas a serviço de ambos os campos do conhecimento. Esta aplicação interdisciplinar colabora também na divulgação da pesquisa científica, uma vez que os meios convencionais de comunicação, como seminários, congressos e publicações em revistas especializadas, costumam atingir apenas aqueles que já trabalham ou estudam nas áreas supracitadas. Assim, o presente trabalho colabora não apenas nas dinâmicas internas das instituições de guarda, como também com novas possibilidades de difusão dos acervos e estudos realizados, permitindo a construção de conhecimentos interativos, colaborativos e críticos sobre o trabalho arqueológico e, neste caso, sobre a ocupação humana da Antártica.

Escopo do projeto

Objetivando o estudo das técnicas e execução do trabalho proposto, o projeto divide-se em 6 etapas, a saber: 1. Levantamento bibliográfico de manuais de reconstrução virtual tridimensional, estudos sobre a documentação enquanto ferramenta de preservação e informações sobre os cachimbos; 2. Fotografia das peças; 3. Tratamento das imagens em softwares de edição; 4. Modelagem em software de reconstrução tridimensional; 5. Upload do modelo gerado na página do LEACH-UFMG; 6. Discussão sobre os resultados obtidos e abordagem de outras possibilidades de aplicação das técnicas

No primeiro capítulo é levantada a discussão sobre o que é um documento, do ponto de vista das ciências da informação, são apresentadas as leis e acordos nacionais e internacionais que orientam sua formulação e utilização nas instituições de guarda e pesquisa. É explorada a relevância da documentação científica por imagem, mais especificamente as que resultam na geração de modelos tridimensionais, e são apresentados estudos de caso que abordam algumas das técnicas de utilizadas atualmente nas instituições, o estado da arte, os potenciais e limitações enquanto ferramentas de documentação, análise, diagnóstico e extroversão dos bens culturais.

No segundo capítulo são apresentados brevemente os cachimbos de caulim, estudos relacionados à sua materialidade e contexto de uso, a partir de produção científica que já foram e ainda vem sendo conduzidos sobre eles. Posteriormente, os procedimentos metodológicos são detalhados e discute-se a importância de cada etapa.

O terceiro capítulo discute os resultados do trabalho, apresenta os problemas encontrados durante a pesquisa e suas respectivas soluções, além de outras possibilidades de trabalhar os problemas e alternativas na elaboração de modelos que podem ser aplicadas em projetos futuros.

CAPÍTULO 1 - A documentação de bens culturais

Os objetos carregam em si uma gama de informações que, sem a devida comunicação, podem passar despercebidos. Uma garrafa, uma camisa ou um sapato podem ser considerados objetos comuns ou até mesmo lixo, porém, quando estes encontram-se em um ambiente de guarda, como um museu ou instituição de pesquisa, passam a ser lidos como algo de valor histórico-científico-cultural. Tratando-se de objetos cotidianos, qual a diferença entre o que são expostos em museus e os que encontramos em casa? Pode-se dizer que toda e ao mesmo tempo nenhuma. Em algum momento da história eles foram objetos de uso comum, como os nossos, e eventualmente foram descartados e/ ou esquecidos, somente após o estudo e levantamento de dados sobre estes é que se pode compreender sua relevância histórico-social.

Portanto, a informação é o que dá forma à “coisa”, ressaltando sua unicidade e reafirmando sua existência, assim, “gerir e documentar o acervo museológico é o modo de legitimar a informação contida nos objetos e nas práticas da instituição.” (PADILHA, 2014, p.10). Desta forma, visando cumprir sua função social, cultural e de pesquisa, é imprescindível que as instituições de guarda empenhem esforços em documentar seu acervo de forma precisa.

Deve-se observar, no entanto, que as rotinas de documentação não se resumem ao registro de aquisição de novas peças. Trata-se de um ofício intrincado e contínuo, pois, à medida que avançam os estudos e análises realizados sobre os bens, faz-se necessário atualizar as informações das peças já catalogadas, criando-se um movimento cíclico de constante atualização e revisão.

Desta forma, a documentação dos bens culturais se apresenta como uma ferramenta elementar ao gerenciamento e elaboração de estratégias de preservação. Esta ação auxilia na compreensão do valor das coleções, sua proteção jurídica, conhecimento do estado de conservação, gestão institucional e fundamenta as pesquisas e análises científicas que podem ser realizadas.

Isto posto, cabe questionar-nos: Quais as normas e regulamentações que o regem a documentação? O que constitui um documento? Qual a dimensão da

importância de uma documentação adequada para as instituições de guarda e pesquisa? De que forma aplicar as inovações tecnológicas nos campos da Conservação-Restauração e da Arqueologia?

1.1 Órgãos Regulamentadores

Com o fim da I Guerra Mundial, surge a preocupação em catalogar os bens culturais remanescentes a fim de evitar sua perda e esquecimento. Consequentemente, em 1931 é realizada uma reunião em Atenas com o propósito de discutir e estabelecer critérios para a preservação dos monumentos históricos. Desta reunião surge a carta de Atenas, considerada o primeiro documento internacional sobre o tema e responsável pela criação de um conjunto de órgãos gestores do patrimônio ao redor do mundo.

Visando regulamentar as práticas executadas em museus, é criado em 1946 o ICOM (Conselho Internacional de Museus¹), órgão responsável por formular o Código de Ética para Museus. O Código fornece ferramentas de auto-regulamentação, abrangendo uma série de princípios de conduta e atuação desejáveis para as práticas profissionais, especificando e delimitando a função social dos museus.

Em sua versão mais recente, no capítulo sobre a manutenção de acervos em benefício da sociedade e seu desenvolvimento, o Código de Conduta de Museus define que, visando a proteção dos acervos, faz-se necessário que estes sejam documentados de acordo com normas profissionais reconhecidas.

Esta documentação deve permitir a identificação e a descrição completa de cada item, dos elementos a ele associados, de sua procedência, de seu estado de conservação, dos tratamentos a que já foram submetidos e de sua localização. Estes dados devem ser mantidos em ambiente seguro e estar apoiados por sistemas de recuperação da informação que permitam o acesso aos dados por profissionais do museu e outros usuários autorizados. (ICOM, 2009, p. 25)

¹ International Council of Museums

Observando-se a relevância da documentação nas atividades museais, e até mesmo considerando que coleções sem a documentação adequada não são realmente coleções “museais”, surge em 1950 o CIDOC (Comitê Internacional de Documentação²), comitê do ICOM que estuda e apresenta metodologias de padronização de informações em catálogos de acervos.

A documentação em museus envolve o desenvolvimento e a utilização de informações sobre os objetos que fazem parte do acervo e os procedimentos que auxiliam a sua administração. Essas informações deverão ser registradas por escrito ou inseridas no sistema informatizado de documentação do museu, devendo ser acessíveis aos funcionários, pesquisadores e ao público em geral. Com uma documentação eficiente, o museu poderá facilitar o desenvolvimento dos seguintes processos: políticas de acervo; cuidados e prestação de contas em relação ao acervo; acesso, interpretação e utilização do acervo; pesquisa do acervo. (CIDOC, 2014, p.19)

No Brasil, embora a preocupação com o registro dos bens culturais tenha surgido ainda no período colonial³, é apenas em 1936, com Mário de Andrade no recém criado Serviço do Patrimônio Histórico Nacional - SPHAN - que o inventário e tombamento tal como o conhecemos hoje passa a ser ponderado para uma aplicação a nível nacional.

Ao ser encarregado, em 1936, pelo ministro Gustavo Capanema de realizar os estudos sobre a organização do Serviço do Patrimônio Histórico Nacional, o escritor e crítico de arte lança as bases não só legais e administrativas como teóricas da preservação do nosso patrimônio. A concepção de Mário de Andrade de cultura não se restringia às características tradicionais de arte, incluindo também manifestações não tangíveis e dinâmicas como cantos, lendas, superstições, medicina popular, culinária, dança, etc. (AZEVEDO, 1987, p.82)

No ano seguinte, o Decreto de Lei nº25 de 30 de novembro de 1937 define que os bens culturais materiais devem ser incluídos em um ou mais livros do tomo, a saber: Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico; Livro do Tombo Histórico; Livro do Tombo das Belas-Artes; Livro do Tombo das Artes Aplicadas. Este decreto foca na manutenção da materialidade e catalogação dos bens culturais nacionais, desconsiderando as possibilidades de estudo e facilidade de acesso da população aos bens tombados.

² International Committee for Documentation.

³ Segundo Azevedo (1987, p.82), o inventário chegou a ser iniciado em dois estados brasileiros: Bahia e Pernambuco, onde foram criadas inspetorias estaduais que visavam inventariar edifícios, campos históricos e “relíquias verdadeiramente notáveis e dignas de perpetuação”.

Já em 1988, a nova Constituição Federal prevê o tombamento de bens culturais materiais e imateriais, maior participação popular no processo de escolha dos bens a serem tombados e inclui incentivos para a produção e conhecimento dos bens e valores culturais.

A partir da Carta de Laussane (1990), aprofundam-se as discussões sobre a destruição do patrimônio arqueológico provocada por empreendedores, culminando na publicação da Portaria IPHAN nº 230, em 17 de dezembro de 2002, que impõe a realização de pesquisas arqueológicas como pré-requisito para a obtenção de licenciamento ambiental. Nesta Portaria são detalhados os procedimentos que devem ser realizados no levantamento de campo, diagnóstico, avaliação de impactos, prospecção e resgate, resultando num Programa de Resgate Arqueológico.

No caso do acervo arqueológico tratado neste trabalho, as leis nacionais não se aplicam. Em casos que o acervo provém de outros países, existem protocolos específicos entre os países que definem como o trânsito destes bens deve ser realizado. No entanto, por se tratar de um território internacional que não está ligado a somente uma nação, o acervo proveniente da Antártica ainda não possui uma legislação específica, estando regido apenas pelo Tratado Antártico (1959), que assegura a liberdade de pesquisa e prevê a colaboração entre os diversos países e pesquisadores atuantes na região.

Atualmente, o Tratado subdivide o continente em diferentes tipos de áreas protegidas que atendem aos protocolos de preservação acordados entre os países signatários, são elas: Área Antártica Especialmente Protegida, Área Antártica Especialmente Gerida, Sítio Histórico ou Monumento. A península Byers, local de escavação dos vestígios utilizados neste estudo, está classificada enquanto Área Antártica Especialmente protegida nº126, sendo considerada de grande importância biológica, arqueológica e geológica.

1.2 O que é um documento

Ao pensar na palavra “documento”, remete-se à imagem de um papel com informações a respeito de algo ou alguém. Entretanto, para definir o que realmente constitui um documento, deve-se ter em mente que a principal finalidade de um

documento é estabelecer a comunicação de determinada informação, o que pode ser efetuado a partir de meios diversos, sejam eles escritos, imagéticos, sonoros ou multimídia. De acordo com Buckland, (1997, p.805), existem diversas maneiras de significar objetos além dos textos impressos, dessa forma, se a documentação existe sem estar necessariamente atrelada a um meio impresso, o documento também pode manifestar-se por um meio não textual.

Em seu artigo “What is a document?”, Buckland (1997) aborda os estudos de diversos pesquisadores da área das Ciências da Informação, dentre eles Paul Otlet, o qual considera documentos como objetos que podem ser utilizados com fins de observação e estudos, “Otlet foi explícito que sua visão de "documento" incluía achados arqueológicos, traços de atividade humana e outros objetos não destinados à comunicação.”⁴ (BUCKLAND, 1997, p. 807).

Padilha (2014), define o documento da seguinte forma:

É qualquer objeto produzido pela ação humana ou pela natureza, independentemente do formato ou suporte, que possui registro de informação. O documento pode representar uma pessoa, um fato, uma cultura, um contexto, entre outros. Ele se caracteriza como algo que prova, legitima, testemunha e que constitui de elementos de informação. (PADILHA, 2014, p. 13)

Em consonância com os autores anteriores, a autora considera o documento como um veículo legitimador de determinada informação, independente do formato ou suporte. Portanto, é coerente afirmar que uma rocha, um tecido ou objeto virtual, quando contextualizados a partir de uma pesquisa, podem exercer a função de documento, uma vez que se obtém a informação a partir de sua materialidade.

Ao ser pesquisado, o documento permite a extração das informações intrínsecas e extrínsecas, ao mesmo tempo que novos usos e significados podem ser construídos. O documento é suporte que evidencia algo a alguém e que, ao passar por um processo técnico específico, manifesta seu potencial informativo. Ele é o meio que nos traz a informação e, assim, permite que o indivíduo produza conhecimentos diversos. (PADILHA 2014, p. 13)

Padilha (2014) define informações intrínsecas como aquelas que podem ser deduzidas a partir da análise física do próprio objeto, enquanto as informações extrínsecas são obtidas por meio de fontes externas, documentais ou bibliográficas,

⁴ “Otlet was explicit that his view of “document” included archaeological finds, traces of human activity, and other objects not intended as communication”

que apresentam o contexto, funcionamento e significado do objeto. Quando combinadas, estas tipologias de informação apresentam a forma e função do objeto, estabelecendo as possibilidades de uso e posterior salvaguarda.

No campo da Arqueologia, o conceito de objeto enquanto documento é facilmente compreendido pois é a partir de uma análise contextualizada de cada vestígio que se pode “ler” seu significado. Em seu livro “A History of Archaeological Thought”, Trigger (2006) afirma que a teoria arqueológica pós-processual considera as variáveis sócio-culturais determinantes não apenas das perguntas que se faz como também das respostas que se julga convincentes, em um ponto de vista mais extremo, considera-se inclusive que as interpretações dos dados coletados por arqueólogos são reflexos dos valores da sociedade na qual ele se insere (TRIGGER, 2006, p.1). Ao reconhecermos como não detentores de uma única verdade, faz-se necessário aplicar técnicas que permitam que outros pesquisadores e público interessado, sejam do presente ou do futuro, tenham acesso às pesquisas e análises em desenvolvimento atualmente.

De certa forma, a análise da cultura material é mais inclusiva que os estudos realizados a partir da cultura escrita, pois, ao considerar que todas as pessoas produzem objetos e, inevitavelmente, os descartam, estes manifestam-se enquanto “traços de atividade humana”, como descrito anteriormente, constituindo informações diversas sobre seu contexto de uso. Paralelamente, a cultura escrita mantém registrado unicamente a história daqueles que detinham o conhecimento e o poder de divulgá-lo, uma vez que a comunicação de forma mais abrangente é uma concepção extremamente recente na sociedade.

Os documentos escritos informam-nos sobre as ideias de seus autores, em geral pertencentes a uma minoria dos que sabem ler e escrever. A escrita, assim, é um instrumento de poder, de classe. A cultura material, por outro lado, é o resultado, em grande parte, do esforço das pessoas comuns e conserva-se, muitas vezes, sem que assim se queira ou planeje, como testemunhos involuntários da história (FUNARI, 2003, p. 40).

Neste ponto pode-se observar que os interesses da Conservação-Restauração e da Arqueologia se convergem, uma vez que ambas investigam objetos, porém, a partir de distintas abordagens. “A Arqueologia concentra-se nas informações produzidas a partir da cultura material, enquanto a Conservação-Restauração busca preservar a fonte material das informações.” (MONTALVÃO,

2013, p.22). Quando bem articuladas, estas duas Ciências podem combinar esforços de forma a alcançar seus objetivos de modo mais efetivo.

1.3 A documentação no contexto da preservação

O registro e inventário dos bens são as primeiras e principais medidas que devem ser adotadas visando a salvaguarda das coleções. Enquanto o registro se configura como uma documentação mais básica, contendo apenas as informações essenciais dos objetos, como: medidas, título, local de aquisição ou quaisquer dados recebidos no primeiro contato com a peça, ainda que sem sua confirmação formal; o inventário apresenta-se como uma documentação mais refinada, com estudos mais detalhados e precisos, como descreve Miranda (2008):

O inventário consiste na identificação e registro por meio de pesquisa e levantamento das características e particularidades de determinado bem, adotando-se, para sua execução, critérios técnicos objetivos e fundamentados de natureza histórica, artística, arquitetônica, sociológica, paisagística e antropológica, entre outros. (MIRANDA, 2008, p. 293)

Em sua dissertação, Panisset (2011) enfatiza a importância do processo de inventariação dos bens culturais enquanto ferramenta de gestão indispensável à execução de ações de conservação preventiva, propondo o desenvolvimento e aplicação de uma metodologia de inventário para coleção de esculturas religiosas pertencentes a acervos particulares, visando criar protocolos e assegurar procedimentos mais sistemáticos. Apesar de este estudo ter sido realizado sobre um tipo específico de acervo, as discussões e metodologia apresentadas podem ser utilizadas em outras coleções, contanto que sejam levadas em consideração as demandas diferenciadas de cada tipo de coleção. Sobre os inventários, Panisset (2011) considera que:

As operações de salvaguarda começam pelo conhecimento dos bens, tarefa esta que é executada primordialmente pela devida documentação. A documentação de bens culturais se define como um processo contínuo que consiste em investigar, registrar (inventariar), documentar e gerenciar as informações sobre um determinado bem, permitindo sua melhor compreensão. (PANISSET, 2011, p.30)

Assim, observa-se que as informações levantadas sobre os bens culturais são a base para as tomadas de decisão pelas instituições de guarda. A fim de estabelecer uma base sólida para nortear os processos de tomada de decisão em relação à conservação e gerenciamento dos bens culturais, Kioussi et al. (2013) apresentam um estudo metodológico que orienta a formulação de protocolos de documentação integrados para coleta e organização de dados e, posteriormente, os utiliza na criação de índices de necessidade específicos. A metodologia proposta baseia-se em uma classificação de três níveis de dados que abrangem as informações gerais a serem documentadas, a saber: 1. Informações básicas acerca da identidade do bem; 2. Informações mais detalhadas do conjunto (tipos de degradação observados); 3. Informações especializadas (análise dos mecanismos atuantes na degradação). O conjunto de informações coletadas viabiliza a criação de estratégias de preservação que atuam de forma mais precisa nas necessidades do objeto de estudo. Aqui é reforçada a necessidade de uma documentação completa e incorporação de um “arquivo dinâmico” nas rotinas de preservação dos bens culturais.

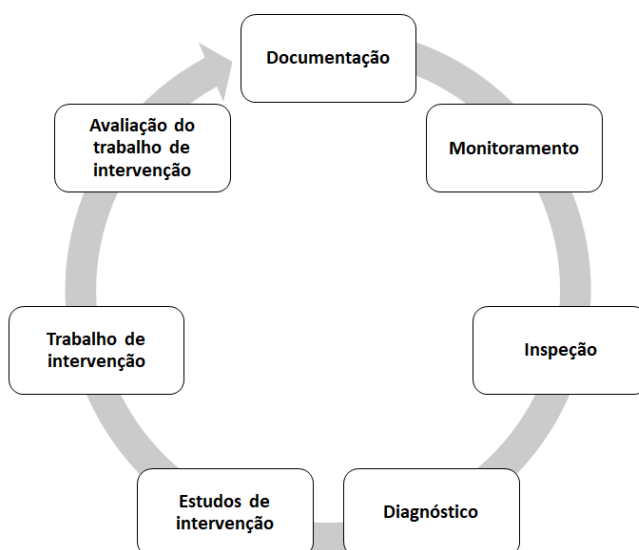


Figura 1: Procedimentos de tomada de decisão baseados na informação. Fonte: Kioussi et al. (2013, p. 144. Tradução nossa)

Esta ação viabiliza a análise de efetividade da gestão de conservação aplicada na instituição e, caso esta se mostre ineficiente, as mudanças físicas observadas nos objetos apontam as possíveis causas de deterioração e, assim, pode-se reformular o planejamento de preservação dos acervos.

No caso dos acervos arqueológicos a documentação começa ainda em campo, com o detalhamento da posição geográfica do sítio escavado, demarcação de quadrículas e apontamentos sobre a localização dos vestígios encontrados. Devido à natureza prática do trabalho arqueológico, este primeiro registro é realizado de forma emergencial, somente após a chegada ao laboratório é que as peças serão corretamente analisadas e inventariadas.

Em sua dissertação, Montalvão (2015) analisa a gestão do patrimônio arqueológico pelo IPHAN. Neste estudo, a autora apresenta uma linha do tempo com a evolução das discussões sobre a proteção do patrimônio arqueológico a partir de análise das cartas patrimoniais, o impacto destas na criação de comitês internacionais, como o supracitado CIDOC-ICOM, e na formulação de leis nacionais.

Quanto mais se aprofundavam os debates quanto à conservação do patrimônio arqueológico, mais se verifica a preocupação com a elaboração de inventários, a publicidade das pesquisas e a necessidade de ações educativas para alcançar a efetiva conservação desses bens. (MONTALVÃO, 2015, P. 39)

Aqui é apontada novamente a importância da documentação enquanto ferramenta a serviço da conservação dos bens culturais, a partir dela é possível elaborar pesquisas, ações educativas e publicizar o conhecimento produzido nas instituições de guarda de objetos arqueológicos.

O estado da arte atualmente permite que a documentação e extroversão do acervo seja realizada por meio de scanners e impressoras 3D, tomografia computadorizada, holografia, fotogrametria (alguns aparelhos mais recentes, como o Huawei P30 Pro, já permitem que o processamento e conversão das imagens em um modelo tridimensional seja feito no próprio aparelho), realidade aumentada, com auxílio de equipamentos óticos ou via QR Code, com o objeto 3D sendo apresentado na tela do aparelho como se estivesse propriamente inserido no ambiente real, dentre outros.

São diversos os fatores que podem afetar a preservação dos bens culturais, sendo impossível garantir sua eternidade. Portanto, “devemos garantir que eles estejam bem documentados, para que, em caso de perda, possamos passar a documentação e os arquivos de gravação para as gerações futuras ou, se necessário, usá-los para fins de reconstrução.” (HASSANI, 2015, p. 207)

1.4 A documentação científica por imagem

O termo “documentação científica” abrange um rol de exames realizados em objetos que servem para comprovar ou refutar determinada hipótese a partir de testes, destrutivos ou não-destrutivos, realizados sobre a materialidade do objeto de estudo, configurando-se enquanto aliados da produção do conhecimento científico. Para esta finalidade, a documentação científica deve ser realizada com o máximo de rigor técnico, evitando que as informações sejam perdidas ou processadas de forma equivocada, o que pode gerar estudos falhos e, conseqüentemente, sem valor científico, enfraquecendo o potencial científico ao qual foi originalmente proposto.

No campo do patrimônio cultural, os ensaios destrutivos são sempre preteridos em relação aos não-destrutivos, pois, o objetivo principal destes estudos costuma estar ligados à preservação do objeto cultural, sendo a documentação científica por imagem de grande valia neste contexto. Leão (2015), resume as potencialidades da documentação científica por imagem da seguinte forma:

De forma específica e de maneira resumida, as imagens podem auxiliar os profissionais da área de Conservação-Restauração, basicamente de duas maneiras: como documento do objeto em estudo/restauro em diferentes etapas de intervenção e como ferramenta diagnóstica a respeito do estado de conservação, facilitando o trabalho dos profissionais e elucidando dúvidas construtivas, estéticas, técnicas, históricas e diversas outras. (LEÃO, 2015, p.140)

Mais especificamente sobre a documentação fotográfica, Leão (2015) reafirma a necessidade de executar esta ação de forma assertiva:

A fotografia como documento é amplamente utilizada por diversos profissionais e/ou instituições e geralmente essa imagem servirá como fonte de consulta, tanto nos dias atuais como futuramente. Quando a imagem tem o papel de servir como referencial para determinado objeto, ou seja, a imagem do objeto será a fonte principal, e não o objeto em si, ela deverá ser gerada com o máximo rigor técnico. (LEÃO, 2015, p.142)

Guran (2012), realiza um estudo sobre a prática fotográfica no campo da documentação e das pesquisas das ciências sociais ao longo de suas histórias, traçando os principais caminhos conceituais e metodológicos aplicados por ambos. De acordo com Guran (2012, p.13), a documentação de terras e costumes exóticos, em relação aos conhecidos pelo povo europeu, foi uma das principais aplicações da

fotografia nos anos posteriores à sua invenção e, posteriormente, a técnica fotográfica passou a ser utilizada tanto em caráter informativo, para um público mais amplo, quanto pelas ciências exatas e humanas. No entanto, o autor também alerta sobre os limites da capacidade interpretativa da técnica:

Uma fotografia pode ser o ponto de partida de uma reflexão antropológica ou o resultado dessa reflexão. No entanto, jamais poderá se constituir na própria reflexão em si, já que a fotografia, por natureza, é eminentemente descritiva, sem prejuízo das suas dimensões simbólicas e opinativas. Ela descreve, representa ou até mesmo interpreta tudo o que pode ser visto e somente isso, ficando fora do seu alcance a apresentação de conceitos, ideias e processos de raciocínio. (GURAN, 2012, p.64)

Ainda de acordo com o autor, para que a fotografia seja plenamente usada na pesquisa, é necessário que ela recolha e transmita as informações de forma eficiente, propiciando uma reflexão científica. Esta última, depende do olhar do observador que, quanto mais treinado, melhor absorverá a informação capturada no documento fotográfico, “Esse processo implica em uma precisa articulação entre forma e conteúdo, cabendo à primeira dar evidência ao segundo.” (GURAN, 2012, p.74)

As produções científicas que discutem a importância da documentação científica por imagem em geral abordam a técnica fotográfica, no entanto, estas reflexões em grande parte representam também outras tecnologias que utilizam a imagem como documentação, como: escaneamento 3D, tomografia e fotogrametria; tecnologias que serão abordadas a seguir.

1.4.1 Tomografia

A tomografia computadorizada é uma técnica amplamente utilizada no meio hospitalar que apresenta um grande potencial de aplicação no âmbito da análise e diagnóstico dos bens culturais. Neste procedimento, o registro é realizado a partir da emissão de feixes de raios-x sobre o objeto, seguido de sua absorção por meio de receptores que convertem os sinais da radiação em sinais elétricos, transformando-as em imagem digital. Para que o processo seja executado com êxito, é necessário que o objeto ou o tomógrafo sejam rotacionados 360°, gerando várias imagens em cortes, que viabiliza uma análise minuciosa da estrutura física e do interior do objeto.

Embora esta tecnologia atualmente possua um custo elevado e poucas opções de tomógrafos portáteis no mercado nacional, estudos como o conduzido na Universidade de Bolonha⁵ buscam soluções mais viáveis para os problemas pertinentes à documentação científica por imagem de bens culturais. Neste estudo são abordados dois problemas principais: a calibração do equipamento e as possibilidades de adaptação para o registro de objetos de micro e grandes dimensões.

Sobre a calibragem dos sensores, cada material absorve mais ou menos radiação, de acordo com sua densidade. Portanto, uma calibração inadequada pode ocasionar uma perda informacional, desvalidando o resultado.

Para o registro de objetos de micro dimensões, os pesquisadores posicionaram o objeto em uma mesa giratória enquanto o emissor de raios-x foi mantido em um ponto fixo, conforme esquema representado abaixo:

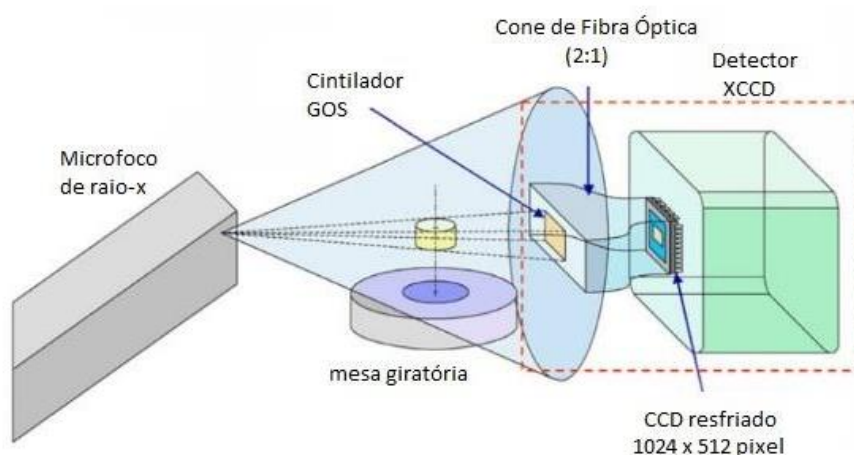


Figura 2: Exemplo de tomografia de objetos de pequenas dimensões. Fonte: MORIGI, et al.

Para os objetos de grandes dimensões, optou-se pela interposição de um colimador, aparato que restringe o ângulo do feixe de radiação, atuando em uma faixa restrita e gerando diversas camadas que posteriormente poderão ser combinadas ou analisadas individualmente.

⁵ MORIGI, et al. Application of X-ray Computed Tomography to Cultural Heritage Diagnostics. University of Bologna, 2010.

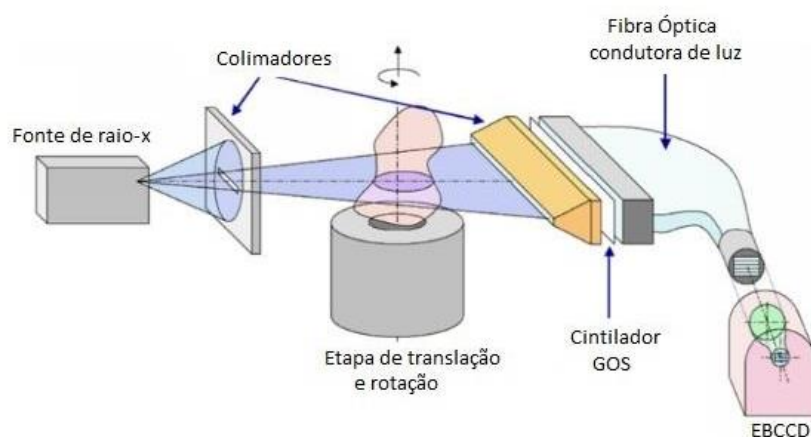


Figura 3: Exemplo de tomografia de objetos de grandes dimensões. Fonte: MORIGI, et al.

A imagem a seguir representa os resultados obtidos após a aplicação da técnica de tomografia em objetos de grandes dimensões, sendo: a. Lâmina exibindo alfinetes de bambu presentes na estrutura; b. Imagens obtidas após a renderização, destacando a reconstrução volumétrica a partir das diversas lâminas; c. Reconstrução tridimensional e cortes virtuais.

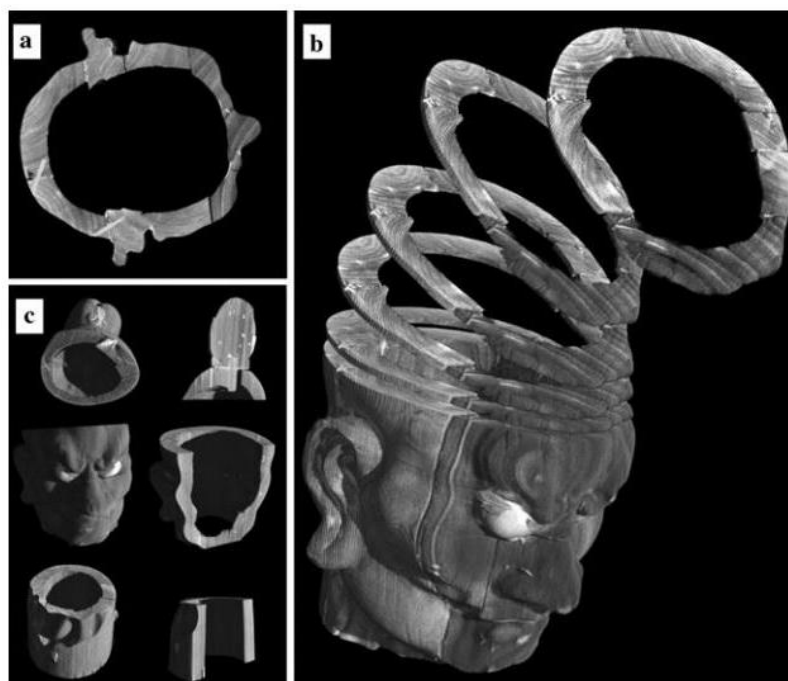


Figura 4: Resultados obtidos após a tomografia de objetos de grandes dimensões. Fonte: MORIGI, et al.

A maior vantagem desta técnica é que ela permite conhecer o interior do objeto de forma não-destrutiva, assim, é possível avaliar a extensão de trincas, verificar a existência de emendas internas e se há vazios ou objetos ocultos no interior das peças. Este conhecimento é extremamente útil para a avaliação de quais procedimentos podem e/ ou devem ser realizados visando a conservação e restauração dos objetos.

No entanto, esta técnica demanda muitos investimentos em equipamento, espaço físico e profissionais especializados. Embora os resultados obtidos sejam excelentes, as demandas para sua aplicação ainda não permitem que ela seja plenamente difundida no campo de registro de bens culturais.

1.4.2 Scanner 3D

O escaneamento a laser é uma técnica mais utilizada no registro de bens culturais, em relação à tomografia, pela facilidade de sua aplicação. Atualmente, é possível encontrar scanners mais simples, com preços a partir de R\$3.000, que em poucos minutos podem reproduzir a superfície de um objeto diretamente na tela de um computador. Os scanners são divididos basicamente em duas categorias: scanners de contato e sem contato.

Na primeira categoria, o scanner utiliza de um braço mecânico ou algum tipo de mecanismo que se movimenta até a superfície do objeto que se quer registrar, a partir da distância percorrida, o aparelho pode calcular as dimensões do objeto. Este tipo de aparelho não é recomendável para aplicação em bens culturais, uma vez que esta movimentação pode resultar em danos à superfície.

Já os scanners sem contato são aqueles que não tocam mecanicamente na superfície dos objetos, podendo ainda serem divididos em passivos e ativos. Scanners passivos são aqueles que utilizam apenas a luz ambiente para o registro dos objetos, enquanto os ativos emitem radiação própria, geralmente um feixe de laser, na medição. Nestes tipos, o aparelho calcula a distância percorrida pela luz para determinar as dimensões da peça, sendo esta uma opção mais interessante ao registro dos bens culturais.

Grande parte dos scanners fabricados objetivando o registro de objetos de pequenas dimensões possuem uma pequena mesa giratória acoplada no ângulo exato para que a câmera e o laser registrem o objeto. Outros podem ser utilizados à mão livre e há ainda os scanners de ambiente, que não serão abordados neste estudo pois, apesar de serem amplamente utilizados no registro de sítios arqueológicos e edificações, não se enquadram como ferramentas de registro de vestígios comumente encontrados nas instituições.



Figura 5: Einscan SE e Einscan Pro 2X.

Esta técnica vem sendo muito utilizada em diversos estudos sobre registro e extroversão de bens culturais devido à sua facilidade de aquisição, manutenção, simplicidade de execução e rapidez na obtenção de resultados. Os scanners em geral requisitam uma calibração prévia, que deve ser executada de acordo com as informações de cada fabricante, mitigando as chances de deformação nos modelos gerados. A etapa de registro possui um tempo variável, de acordo com as dimensões, nível de detalhamento que o equipamento oferece e se há necessidade de rotacionar o objeto.

Na imagem a seguir pode-se observar o resultado de um estudo realizado por um grupo de pesquisadores na Universidade Federal do Rio Grande do Sul⁶, onde duas peças disponibilizadas pelo Museu Joaquim José Felizardo foram escaneadas com o auxílio de um scanner Tecnodrill, modelo Digimill 3D.

⁶ A utilização de modelos 3D para a preservação e divulgação de peças do patrimônio histórico cultural: estudo de caso com escarradeira e urinol. ROSSI, et al. 2013

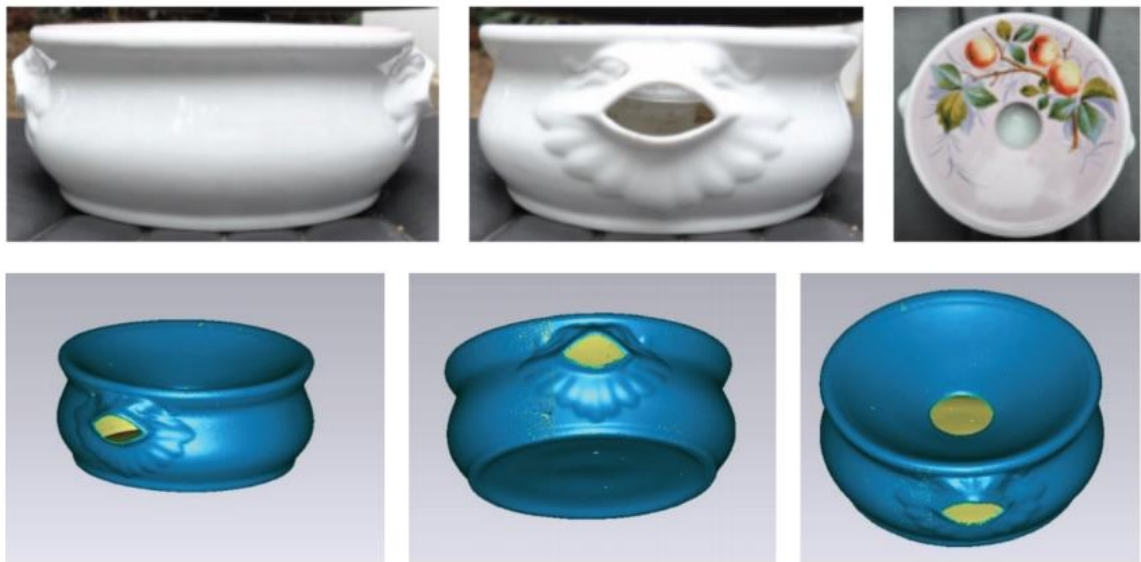


Figura 6: Objeto original e reconstrução virtual. Fonte: ROSSI, et al.

Nota-se que a principal desvantagem do scanner 3D utilizado é que ele permite registrar unicamente o relevo dos objetos, constituindo uma ferramenta de grande potencial na análise de textura, porém, irrelevante para a observação de cores e detalhes de pintura nas superfícies. Alguns modelos permitem o registro de cor das superfícies, porém, ainda são minoria no mercado.

1.4.3 Fotogrametria

Para abordar esta técnica, faz-se necessário antes falar sobre a fotografia, uma vez que esta é a base para a formulação de um modelo fotogramétrico. Na fotografia digital, o registro de imagem é realizado por um sensor que converte a luz recebida em código digital, permitindo a visualização da imagem em meios virtuais. Nela, milhões de pixels são combinados na formação de uma imagem aparentemente contínua.

Desde sua invenção, a fotografia vem sendo utilizada enquanto técnica de registro de bens culturais e, atualmente, é uma prática imprescindível nas rotinas de inventário e acompanhamento de intervenções realizadas sobre os acervos. No entanto, apesar de ter-se tornado um elemento rotineiro, a fotografia enquanto documentação científica deve ser realizada com atenção. A iluminação, setup,

configurações da câmera e diversos outros fatores devem ser bem planejados antes da realização da fotografia pois influenciam diretamente na qualidade do registro.

Apesar de parecer mais simples, a geração de imagens com o objetivo de que esta represente corretamente os bens culturais não é muito fácil, pois a imagem deve permitir a leitura correta das dimensões e, conseqüentemente, as proporções, a textura e, por fim, o mais difícil, as cores. Outros aspectos técnicos no emprego da luz visível podem ser adotados, como o uso constante de cartelas de referência cromática e dimensional e a cuidadosa observação das imagens geradas, avaliando-se a qualidade da luminosidade ao longo da cena, brilhos indesejados e outros aspectos. (LEÃO, 2015, p.143)

De acordo com Leão (2015. p. 246), para a realização de uma documentação fotográfica adequada, é importante que o alinhamento entre câmera e objeto seja realizado com precisão, de preferência com o auxílio de uma trena ou laser, evitando erros de perspectiva. Para o processo fotográfico é necessário que sejam utilizadas fontes de luz com alto IRC⁷, posicionadas de forma a iluminar uniformemente o objeto, câmera fotográfica profissional, objetivas de alta qualidade ótica e distância focal adequada (evitando gerar distorções ou falta de nitidez nas bordas da imagem), cartelas de referência cromática e, ao fim, deve-se realizar o tratamento das fotografias em programas de processamento de imagem e geração de perfil de cores.

Em sua monografia, Cardoso (2016) apresenta um guia básico contendo um passo a passo das etapas necessárias a fotografia de bens culturais utilizando luz visível, além dos processos posteriores de tratamento de imagem. Neste estudo a autora detalha como deve ser realizado o planejamento de estúdio, posicionamento das obras, função e modo de uso dos equipamentos utilizados na prática, além de apontar a importância de cada etapa para o resultado final.

A etapa fotográfica é fundamental na posterior geração do modelo tridimensional, quando as imagens obtidas serão combinadas e transformadas em malhas poligonais tridimensionais que, por sua vez, são compostas de vértices que, combinados reproduzem a forma física do objeto em meio digital. Quanto maior a quantidade de vértices, mais detalhado será o modelo gerado. Assim como a tomografia 3D se utiliza da sobreposição de lâminas obtidas por feixes de raios-x na geração de um modelo tridimensional, também a fotogrametria o faz por meio das

⁷ Índice de Reprodução de Cores, cujo valor máximo é 100.

fotografias. A diferença entre as técnicas reside no fato de que, como a fotografia registra apenas o que a luz toca, também o modelo gerado não apresentará informações sobre o interior do material.

A fotogrametria destaca-se por ser um método facilmente aplicável em diversos tipos de ambientes e pelo baixo custo operacional que ela demanda. Contanto que sempre sejam observadas as recomendações básicas de registro fotográfico, é possível obter bons resultados a partir de fotografias realizadas até mesmo com um celular. Em comparação com o escaneamento tridimensional, a fotogrametria distingue-se pelo registro das cores na superfície, formando um modelo final visualmente mais interessante.

É inegável que o uso de ferramentas profissionais, planejamento fotográfico e processamento de imagem são etapas que irão conferir maior detalhamento e, consequentemente, maior credibilidade ao modelo final. Porém, a ausência de espaço, tempo e recursos não extingue a possibilidade de execução desta prática, apenas deve-se levar em conta que o modelo gerado não atenderá os requisitos de uma documentação científica, porém, ainda poderá ser utilizado em exposições virtuais, impressão tridimensional e diversos tipos de comunicação com o público não especializado.

Cabe às instituições adquirir e/ ou adaptar espaços e materiais para que sejam cumpridos requisitos mínimos, como por exemplo: iluminação difusa com o maior IRC possível, fundo cinza ou preto, mesa giratória, suporte para estabilizar o celular ou tripé para câmera fotográfica. Outras ferramentas, como o fotômetro, cartela de referência de cores, câmeras e lentes profissionais, irão conferir um resultado mais refinado ao modelo final que poderá, posteriormente, servir como base de análise para a equipe de pesquisa.

Um estudo de caso interessante é o apresentado pela exposição “Achados da Leopoldina - Arqueologia na Era Virtual”, realizada no Museu Histórico Nacional, no Rio de Janeiro, em 2017. Nesta exposição, o acervo coletado no sítio Matadouro Público de São Cristóvão, no Rio de Janeiro, em decorrência da legislação que prevê o resgate de material arqueológico antes da realização de um empreendimento no local, foi digitalizado por meio da fotogrametria e impresso tridimensionalmente. Assim, durante a exposição, os visitantes puderam tocar o

acervo impresso e acessar os modelos digitais, fomentando uma experiência mais interativa entre pessoas e objetos.



Figura 7: Impressão 3D de garrafa oriunda do sítio Matadouro Público de São Cristóvão, exposto no Museu Histórico Nacional em 2017. Fonte: Museu Histórico Nacional.

CAPÍTULO 2 - Metodologia

O trabalho foi realizado seguindo as seguintes etapas: 1. Levantamento de estudos sobre a materialidade dos cachimbos; 2. Testes de metodologia; 3. Fotografia; 4. Tratamento das imagens; 5. Geração do modelo 3D; 6. Publicação do modelo final página do LEACH-UFMG no *website* Sketchfab e geração de QR Code que direciona ao *website*.

Para auxiliar na compreensão dos problemas que nortearam o processo de decisão das técnicas utilizadas na geração do modelo, apresenta-se na primeira etapa o acervo de cachimbos, sua materialidade e contexto social, de acordo com estudos realizados previamente pela equipe do LEACH. Na segunda etapa, foram testados alguns métodos de registro com o acervo para definir qual metodologia proporcionaria um bom resultado final.

Na terceira etapa, foram definidos os equipamentos e métodos mais adequados à fotografia. Esta etapa foi realizada no set fotográfico do iLAB (Laboratório de Documentação Científica por Imagem - CECOR), com o auxílio do professor Alexandre Leão e dos colegas da disciplina Fotografia Expandida. Posteriormente, durante a fase 4, foi realizado o tratamento das imagens no referido laboratório.

Na quinta etapa, foi gerado o modelo tridimensional com o programa Autodesk Recap Photo e, em seguida, tratado digitalmente com o programa Blender. Na etapa final, o modelo final foi disponibilizado na página do LEACH no site Sketchfab e, em seguida, foi gerado um QR Code que encaminha ao referido *site*.

2.1 O acervo de cachimbos do LEACH

Para este estudo foram escolhidos três cachimbos de caulim pertencentes à coleção do LEACH devido à sua materialidade, a superfície densa e opaca auxilia no trabalho fotográfico, e por constituírem vestígios que estão atualmente em estudo no

referido laboratório. Estas peças integram um conjunto de vestígios que representam o modo de vida dos foqueiros-baleeiros que estiveram no continente antártico. De acordo com estudos realizados no LEACH, a estrutura e tipo de decoração existente apontam que as três peças foram fabricadas entre os anos 1820 e 1840, porém, as informações sobre o local de fabricação ainda não foram concludentes.

Uma das vertentes de estudos sobre esta coleção diz respeito à representação do consumo do tabaco na sociedade durante este período, marcada pela predominância masculina e onde acreditava-se que o consumo moderado não traria malefícios ao consumidor. A figura paterna exercia um papel categórico na perpetuação do ato de fumar, decidindo quando seus filhos (homens) já eram fortes o suficiente para iniciar esta prática. Os espaços de fumar eram marcados também pela exclusão da figura feminina, sendo as mulheres fumantes consideradas indignas. (CODEVILLA, LINHALES, PENA. 2019)

Linhales (2019), estuda este mesmo acervo a partir da ótica arqueológica, analisando a influência da prática do fumar na vivência marinheiros, como esta se relacionava com as hierarquias sociais estabelecidas e sua inserção no contexto antártico, marcada pela convivência masculina e necessidade de aquecimento, relacionando com a sua própria prática enquanto fumante na mesma região.

Hissa e Lima (2017), apresentam um estudo mais detalhado sobre a confecção dos cachimbos de caulim, o desenvolvimento e as diferenças nas técnicas de produção em diversos países, sua inserção na sociedade europeia e difusão a outros continentes a partir da expansão capitalista.

Na Europa, cachimbos de caulim foram largamente produzidos e utilizados por aristocratas e burgueses como também por trabalhadores e operários, seguindo distinções sociais atribuídas aos vários tipos desse objeto. Seu uso foi associado à contemplação e ao lazer nas classes dominantes e ao trabalho e festejos nas classes subalternas. (HISSA e LIMA, 2017, p. 226)

Sobre sua materialidade, Hissa e Lima (2017, p. 227) esclarecem que a argila caulinitica é macia e geralmente branca devido a baixíssima concentração de ferro. Ela possui baixa capacidade de expansão-retração, características desejáveis no processo de fabricação pois evitam a deformação durante a secagem, e apresenta boa plasticidade, adequada à moldagem das peças. Os cachimbos são identificados basicamente pela sua haste e forninho, este último sendo o local onde é posto o fumo e, de acordo com o período de fabricação, apresentam também um pedúnculo em

sua base. A parte final da haste, que fica em contato direto com o usuário, é conhecida como boquilha, porém, os cachimbos aqui utilizados não apresentam esta parte pois estão fragmentados. Na figura 8 é possível identificar as partes constituintes e suas devidas nomenclaturas.

Figura 8: Nomenclaturas de partes do cachimbo de acordo com Hissa e Lima (2017)






Figura 8: Nomenclaturas de partes do cachimbo. Fonte: Amanda Brabo.

Os cachimbos utilizados neste estudo provêm de uma expedição arqueológica realizada em 2014 pela equipe do projeto Paisagens em Branco. Os três possuem pequenas dimensões, dois apresentam decorações florais no corpo do fornilho e o outro, de corpo liso, possui uma marca de fabricante no pedúnculo. Apenas este último possui parte da haste. De acordo com Linhales (2019, p. 24 apud AYTÖ, 2002) os motivos decorados nos forninhos variaram ao longo do tempo, se durante o século XVII a maioria dos cachimbos eram lisos, com o passar dos anos motivos de esportes, navios de pesca, flores, peixes e outros mais pessoais, representando famílias ou nações, foram sendo incorporados aos cachimbos. Já durante o século XIX houve uma produção mais acentuada de cachimbos decorados, e, dentre estes, destacam-se os cachimbos que apresentam decorações de folhas, flores e folhagens na costura dos moldes dos forninhos, motivos diretamente relacionados à produção inglesa. (LINHALES, p.24 apud ATKINSON e OSWALD, 1980)

É interessante notar as variações nas marcas de queima entre os cachimbos, elas podem indicar o quanto ele foi utilizado, os hábitos do usuário e se a peça sofreu uma queima pós uso. No cachimbo menor, um de seus fragmentos apresenta uma coloração muito mais clara, o que pode indicar que após a quebra alguns dos fragmentos alojaram-se próximo à fogueira enquanto este foi de alguma forma “salvo”.

No contexto organizacional do laboratório, os cachimbos fazem parte de conjuntos de vestígios que englobam outros materiais, portanto, objetivando viabilizar o processo de análise individual, estes receberam novos nomes e foram separados em local de guarda confeccionado especificamente para o acervo de cachimbos (caixa de polietileno e placa de ethafoam recortado no formato das peças) enquanto as peças foram armazenadas individualmente em sacos com fecho de *zip lock* com o número de inventário escrito na parte externa.

Tabela 1: Características gerais dos cachimbos utilizados

| | Cachimbo P | Cachimbo Q | Cachimbo R |
|-----------------------|---|---|---|
| |  |  |  |
| AlturaxLargura | 38mm x 23mm | 43mm x 46mm | 35mm x 22mm |
| Haste | Não possui | Parcialmente | Não possui |
| Pedúnculo | Não possui | Possui | Não possui |
| Decoração | Ornamentos fito-florais no corpo e detalhes geométricos na boca do forninho | Possui apenas uma pequena linha vertical na parte superior direita do corpo do forninho | Ornamentos fito-florais no corpo e detalhes geométricos na boca do forninho |
| Forninho | Fragmentado em três partes, perda de alguns fragmentos | Perda de fragmento, desgaste na boca do forninho | Não possui quebras nem perdas |

Para melhor compreensão das etapas, durante a descrição da metodologia aplicada, será considerado que os lados direito e esquerdo correspondem ao ponto de vista de quem fuma o cachimbo e, os modelos gerados serão chamados pelo seu nome de estudo (P, Q ou R), seguido de numeração correspondente à ordem cronológica que foram montados.

2.2 Testes iniciais

Inicialmente o LEACH disponibilizou o scanner MakerBot® Digitizer™, este modelo possui dois feixes de laser, uma câmera e uma base giratória automática, o processo de escaneamento leva 9 minutos por rodada e, ao final, um modelo é gerado diretamente no programa MakerBot Print, com possibilidade de reprodução na impressora MakerBot® Replicator™ 2X, também disponibilizada pelo laboratório. No entanto, não foi possível utilizar esta metodologia pois o scanner possui a limitação de não detectar detalhes de objetos menores que 5 cm. Devido a este problema, o programa não foi capaz de detectar o interior do forninho, causando uma grande deformação na boca do forninho, inviabilizando sua utilização neste tipo de acervo.



Figura 9: MakerBot® Digitizer™ e MakerBot® Replicator™ 2X. Fonte: Makerbot

A partir de uma parceria estabelecida com o iLab (Laboratório de Documentação Científica por Imagem - CECOR-UFGM), após os testes com o

scanner, tentou-se gerar o modelo a partir da fotogrametria. Para que o cachimbo pudesse ser estabilizado de pé, foi criada uma base de ethafoam (material muito utilizado na conservação preventiva devido sua estabilidade química, rigidez e facilidade de corte) com um furo ao centro e revestida com papel preto, para misturar-se ao fundo da imagem.

O cachimbo Q foi selecionado para este teste inicial, assim, o cachimbo foi posicionado ao centro de uma base giratória com marcações a cada 10° e, com a câmera posicionada na linha do horizonte em relação ao centro do objeto, foram efetuadas 36 fotos. Em seguida, o cachimbo foi acoplado à base de ethafoam e fotografado de quatro ângulos diferentes (frente, verso e laterais).

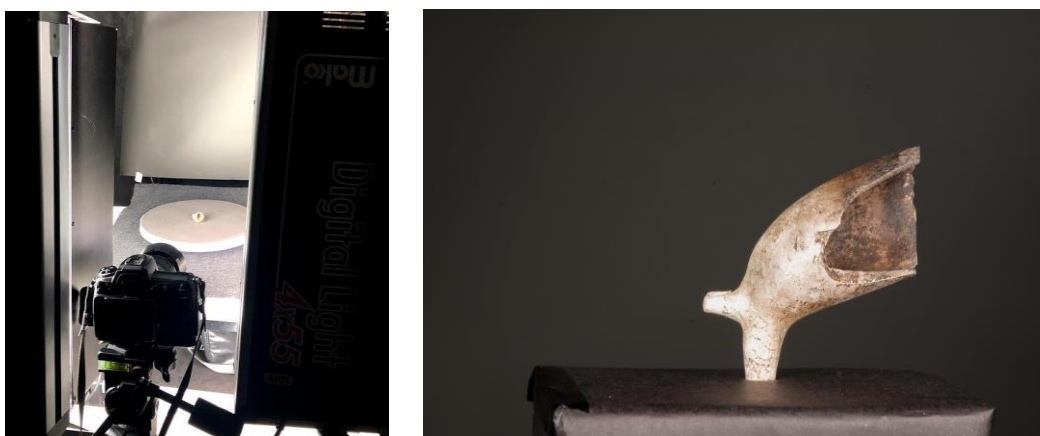


Figura 10: Processo fotográfico e fotografia do cachimbo acoplado à base de ethafoam. Fonte: Amanda Brabo.

O objetivo desta última ação foi verificar se posteriormente o programa seria capaz de combinar os diferentes tipos de ângulos fotográficos em um único modelo completo. Suposição que logo em seguida mostrou-se incorreta pois, ainda que o programa seja capaz de combinar diversas imagens com o objeto sendo rotacionado em uma base giratória, não é eficiente em fazê-lo com fotografias onde o objeto esteja rotacionado em seu próprio eixo, gerando um modelo com grandes deformações.

A partir da análise dos problemas anteriores foi possível pensar uma nova metodologia que atendesse as demandas do objeto e uma nova data foi marcada para a fotografia dos cachimbos. As discussões sobre os problemas encontrados, suas soluções e outras possibilidades são abordadas no terceiro capítulo.

2.3 Os equipamentos fotográficos

Levando-se em consideração que o objeto de estudo apresenta pequenas dimensões e pouca estabilidade física, problema que não foi possível resolver com a base fabricada anteriormente, procurou-se utilizar equipamentos e técnicas que viabilizassem a fotografia com precisão de detalhes e menor movimentação possível. Assim, optou-se pela utilização dos seguintes equipamentos: câmera Nikon D60, lente AF-S DX Micro NIKKOR 85mm F3.5G ED, 3 refletores Ledvance Floodlight OSRAM 50w IP65, tripé de coluna StudioMatic, uma base giratória graduada, cartela ColorChecker X-Rite passport, uma folha de papel ColorPlus cinza e três folhas de papel vegetal.



Figura 11: Equipamentos utilizados na fotografia. Fonte: Google imagens

A lente Micro Nikkor 85mm é uma lente macro teleobjetiva que oferece grande estabilidade para fotografias em *close*, permitindo que a câmera seja posicionada a uma distância adequada à organização dos outros equipamentos fotográficos ao mesmo tempo que registra uma imagem com precisão de detalhes.

O tripé de coluna StudioMatic possui 2,80m de altura e um braço deslizante de 1,20m, ambos apresentam uma escala graduada, viabilizando uma montagem precisa e rápida. Apesar de se tratar de um equipamento grande, seu sistema interno de rolamentos permite que a altura e extensão do braço sejam definidos com pouco esforço e, quando travados, apresentam boa estabilidade.

Para definir a cor aparente em luzes de LED, utiliza-se a escala CCT (Color Correlated Temperature), que é definida em graus Kelvin, sendo 2.700K uma luz morna, 4.000K branco neutro e, acima de 5.000K, branco frio. Os refletores Ledvance Floodlight utilizados neste estudo apresentam 5.000K, sua luz intensa proporciona uma boa cobertura do objeto, sendo eficiente em alcançar a parte interna dos cachimbos, porém, emite uma luz dura, provocando sombras densas. A solução encontrada para diminuir a densidade das sombras foi agregar papel vegetal à frente do refletor, de forma abaulada, criando uma luz mais difusa.

A base giratória recebeu marcações laterais a cada 10°, a fim de se obter uma precisão razoável na distância entre cada imagem, além de uma cobertura em papel Color Plus cinza e marcadores ArUco, estes últimos foram adicionados visando maior precisão na etapa de modelagem tridimensional. Já o papel Color Plus cinza, utilizado também como fundo das imagens, foi escolhido devido ao seu tom neutro e por apresentar pouca variação de cor.

Por fim, visando um posterior tratamento de cores nas imagens, foi utilizado também a cartela de referência ColorChecker X-Rite passport.

2.4 O processo fotográfico

A fotografia é uma técnica de registro de imagens a partir da captura e exposição da luz através de uma lente sensível, portanto, neste processo a iluminação é fundamental. Sendo a finalidade a produção de um modelo tridimensional, o controle da iluminação faz-se ainda mais importante pois as fotografias serão as únicas referências na geração do modelo.

Sobre o posicionamento das fontes de luz, é conveniente que estas sejam dispostas de forma a gerar uma iluminação cruzada, onde o refletor esquerdo aponta ao lado direito do objeto e o refletor direito aponta o lado esquerdo. Esta disposição em X permite que o objeto seja completamente iluminado, diminuindo a geração de sombras duras, aquelas mais evidentes e densas. Nesta etapa é essencial que se obtenha uma iluminação difusa, que gera sombras menores e menos densas, pois no caso das sombras duras o programa gerador do modelo 3D pode interpretá-las

como parte do objeto, modificando a aparência de sua superfície e, consequentemente, causando perda de informação.

A montagem do *setup* deve ser pensada e testada extensivamente, de forma a evitar pequenos erros de imagem que poderão refletir nas etapas seguintes, em geral, a etapa de montagem consome mais tempo que o *click* fotográfico.

Neste caso de estudo, foram utilizadas duas montagens de *setup* e realizadas três rodadas de fotos. Foi gerada 1 foto a cada 10° de giro na base, totalizando 36 fotos em cada rodada, 108 fotos no total por cachimbo.

Na primeira montagem, a câmera foi posicionada a uma altura de 30cm em relação à base giratória, a um ângulo de 60° e, aproximadamente, 62cm de distância entre a lente e o objeto. Foram posicionados dois refletores à direita e à esquerda da câmera, a uma altura de 20cm em relação à base giratória e levemente inclinados em direção ao objeto. Um terceiro refletor foi posicionado no lado oposto da câmera, este a uma altura de 64cm em relação à base giratória e inclinado em direção ao objeto.

Na segunda montagem, a câmera foi posicionada à mesma altura da base giratória, a um ângulo de 10° e, aproximadamente, 62cm de distância entre a lente e o objeto. Foram posicionados dois refletores à direita e à esquerda da câmera, a uma altura de 10cm em relação à base giratória e levemente inclinados em direção ao objeto. Um fundo cinza foi posicionado no lado oposto da câmera, substituindo o terceiro refletor.

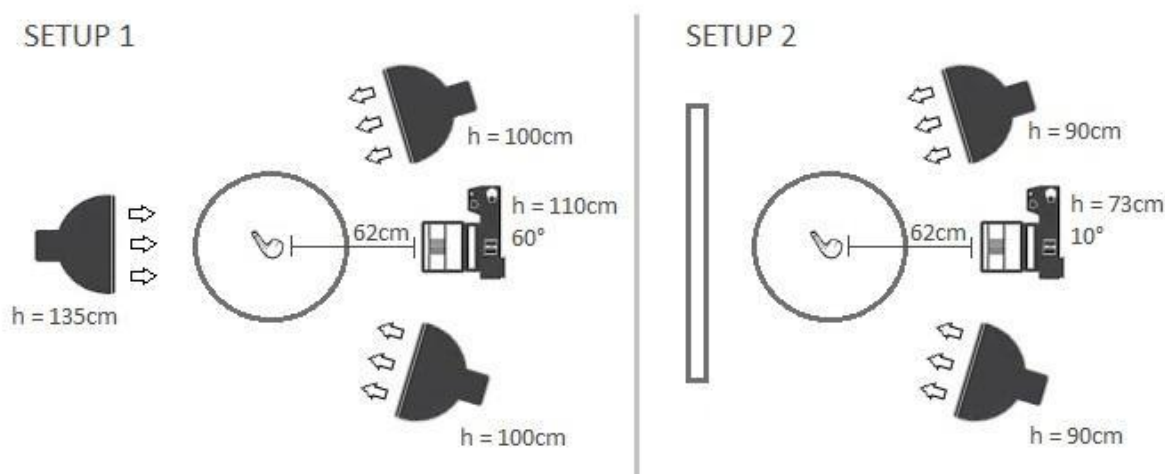


Figura 12: Vista superior das montagens do setup. Fonte: Amanda Brabo.

É importante atentar-se para que a variação de distância da câmera em relação ao objeto seja a mínima possível pois esta diferença gera modelos de tamanhos diferentes, sendo necessário redimensioná-los na etapa de geração do modelo tridimensional.



Figura 13: Setup com câmera posicionada a 60° em relação ao objeto. Fonte: Gilson Camilo



Figura 14: Exemplos de imagens obtidas a partir do setup 1. Fonte: Amanda Brabo

Nesta configuração pôde-se registrar as laterais esquerda e direita de cada cachimbo, enquanto no *setup 2*, com a câmera posicionada a um ângulo de 10° em relação ao objeto, pôde-se registrar o interior e as áreas adjacentes, conforme observa-se nas imagens abaixo:



Figura 15: Setup com câmera posicionada a 10° em relação ao objeto. Fonte: Gilson Camilo.

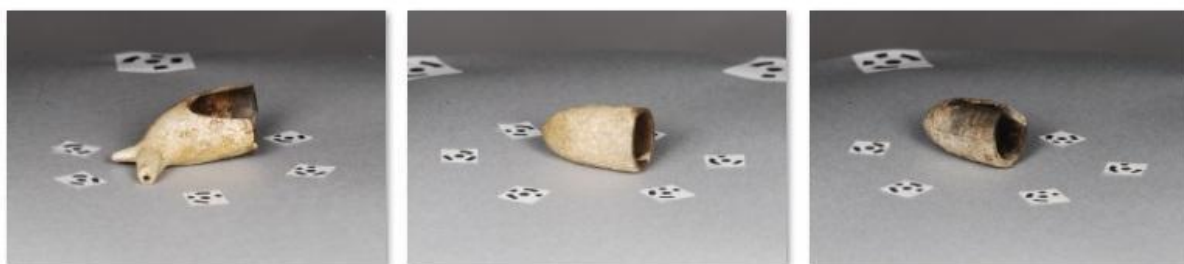


Figura 16: Fotos resultantes do setup 2. Fonte: Amanda Brabo.

Nota-se que as fotografias resultantes desta última rodada apresentam o plano de fundo bem mais escuro em relação à montagem anterior, no entanto, isto não interfere na qualidade do modelo final pois o objeto está recebendo a iluminação adequada.

2.5 Correção de cores

Nesta etapa foram utilizados softwares de tratamento de imagem com o objetivo de realizar o ajuste cromático em todas as fotografias. Uma vez que o software Adobe Photoshop não suporta abrir fotografias em formato RAW, geradas na câmera fotográfica, faz-se necessário recorrer a softwares auxiliares, como: Adobe Bridge e Adobe Câmera RAW. Para garantir a confiabilidade do ajuste, a cartela de referência de cores, ColorChecker X-Rite Passport, foi utilizada como base.

Inicialmente, todas as fotos das rodadas de 60º foram importadas pelo Adobe Bridge, uma vez que foram todas realizadas com o mesmo setup e ajuste de iluminação, foi possível utilizar a mesma foto de referência no tratamento das 72 imagens.

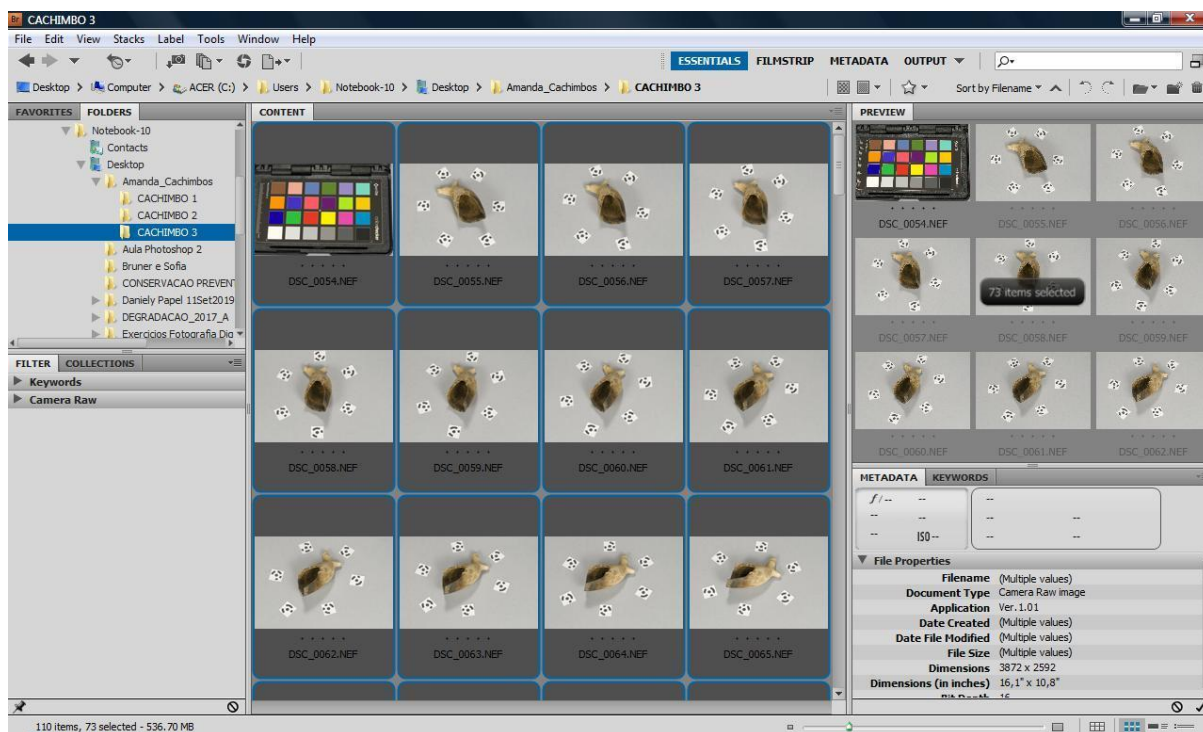


Figura 17: Printscreen da tela inicial do Adobe Bridge. Fonte: Amanda Brabo.

Em seguida, as fotos selecionadas foram importadas pelo plug-in Adobe Camera RAW. Esta etapa é essencial pois, o arquivo em formato RAW ainda não foi submetido a nenhum tipo de alteração, portanto, ele contém informações intocadas, vindas diretamente do sensor da câmera, onde os dados apresentam apenas valores em vermelho, verde ou azul em cada pixel. Assim, o arquivo RAW está para

a fotografia digital como o negativo está para a fotografia analógica, e cada alteração realizada nesta etapa garante maior ou menor precisão nos ajustes seguintes. Sendo assim, foram selecionados os seguintes ajustes iniciais de imagem: Adobe RGB (1998), 16 bit, 10 MP, 240 ppi.

O Adobe RGB (1998) é, atualmente, um dos espaços de cor mais utilizados na fotografia digital, juntamente com o sRGB. Este último, proposto pela HP e Microsoft, é o mais utilizado nos computadores e dispositivos de exibição mais comuns, no entanto, sua gama de cores abrange apenas 35% das cores visíveis, enquanto o Adobe RGB (1998), projetado pela Adobe Systems, abrange aproximadamente 50% das cores visíveis. Na imagem abaixo é possível ter uma dimensão aproximada da abrangência de cada espaço de cor dentro do espectro visível em 3 situações de iluminação.

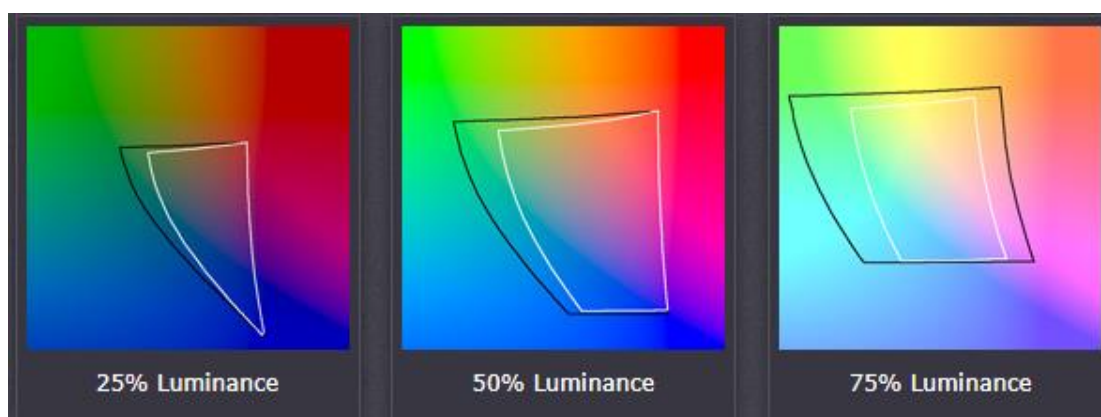


Figura 18: Comparação de gama de cores do Adobe RGB 1998 e sRGB em três condições de iluminação (sombra, meio tom e cores de destaque). Fonte: Cambridge Colour

Para ajuste de profundidade de cor, foi escolhido o ajuste de 16 bit, o equivalente a entrada de 65.536 cores, enquanto o canal de 8 bit permite apenas a percepção de 256 cores. Desta forma, os ajustes de cor realizados posteriormente terão maior escala de precisão, tornando seu ajuste mais refinado. Para evitar a distorção associada à interpolação dos pixels, foi escolhido o ajuste de 10 MP, pois este corresponde ao valor apresentado pela câmera utilizada.

Após esta configuração inicial, foi realizado o primeiro ajuste cromático com base na cartela de referência. Primeiramente foi selecionado o cinza mais claro, e o canal “exposure” foi regulado até que o G (green) apresentasse o valor 243. O valor de G foi levado em consideração pois o sistema RGB consiste em linhas bicolores,

sendo a primeira verde-azul e a segunda vermelha-verde, repetidas em sequência. Portanto, a cor verde é exibida mais vezes que o vermelho ou azul, sendo então a escolhida para nortear os ajustes. Em seguida, o cinza mais escuro foi selecionado e, utilizando o canal “blacks”, foi ajustado ao valor 53. Posteriormente, esta configuração foi aplicada a todas as 72 imagens. Estas configurações foram escolhidas com base na cartela de referência de cor.

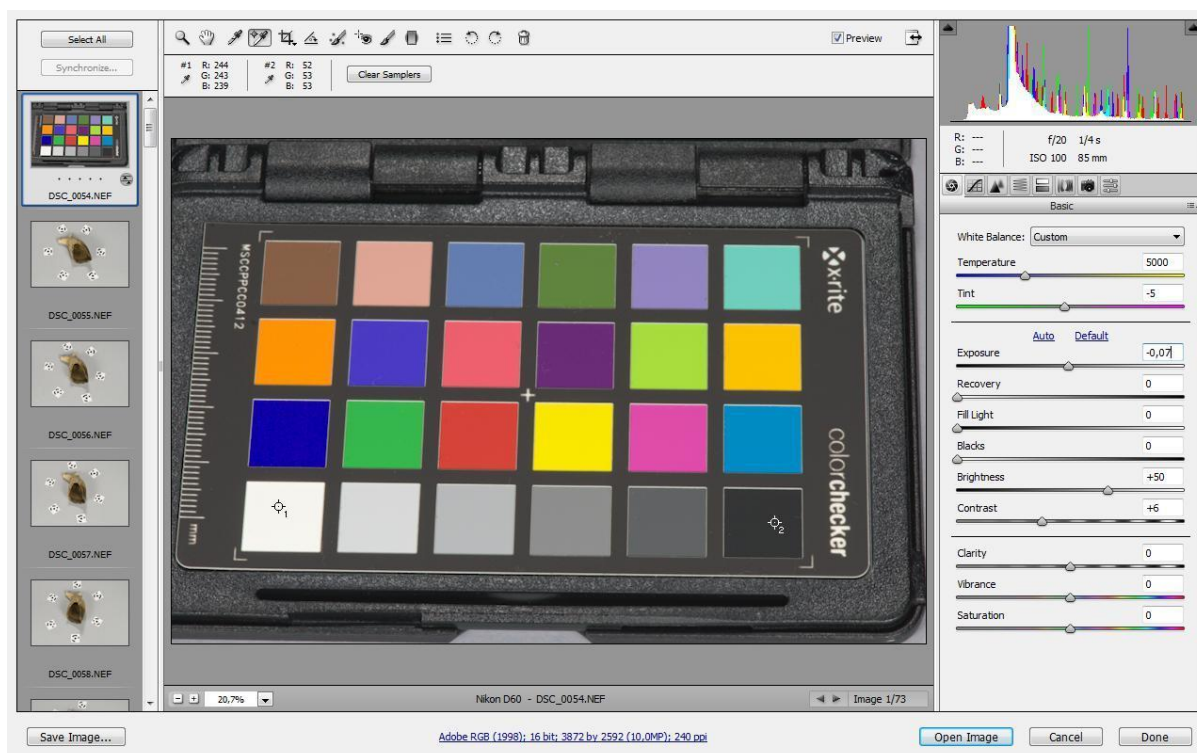


Figura 19: Ajustes iniciais de cor. Fonte: Amanda Brabo.

Após este ajuste inicial, as fotos foram importadas no software Adobe Photoshop e, com a ferramenta “Ajuste de Curvas”, foi criado um padrão onde cada tom de cinza corresponde a um número na curva cromática, a saber:



Figura 20: Correspondência entre números e tons de cinza. Fonte: Amanda Brabo.

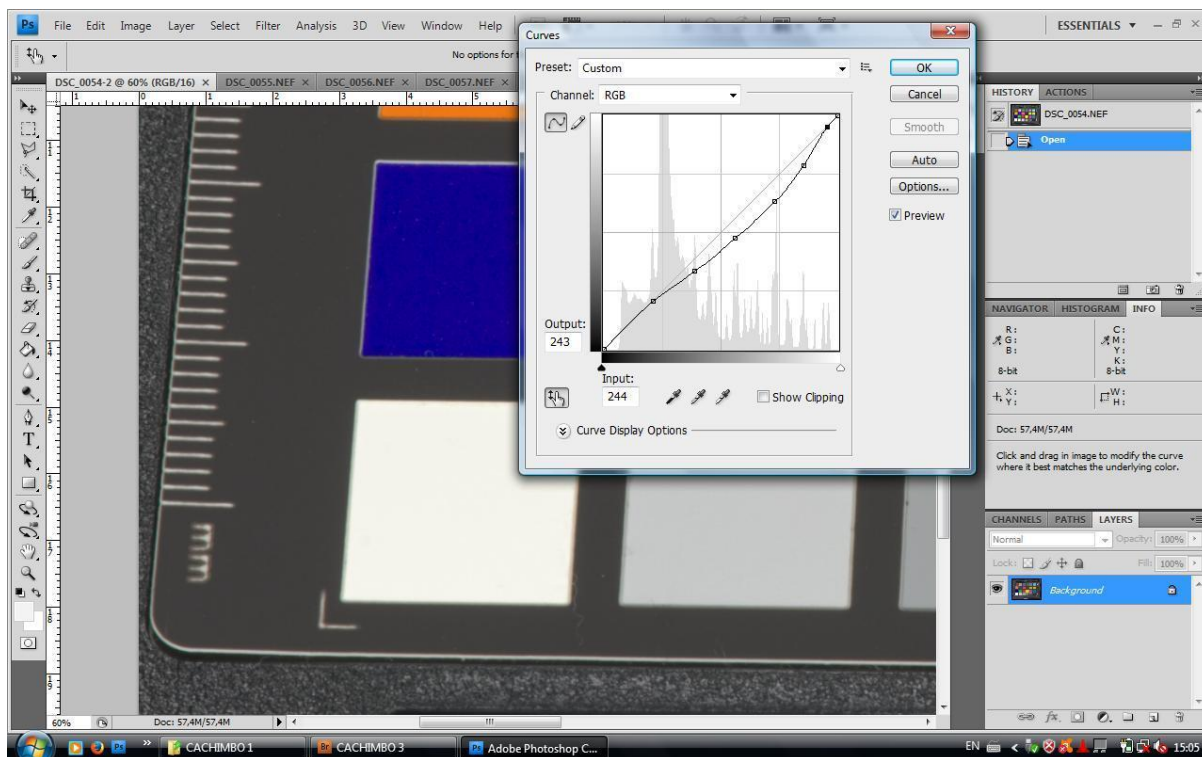


Figura 21: Criação de padrão de curva para as fotografias no ângulo de 60°. Fonte: Amanda Brabo.

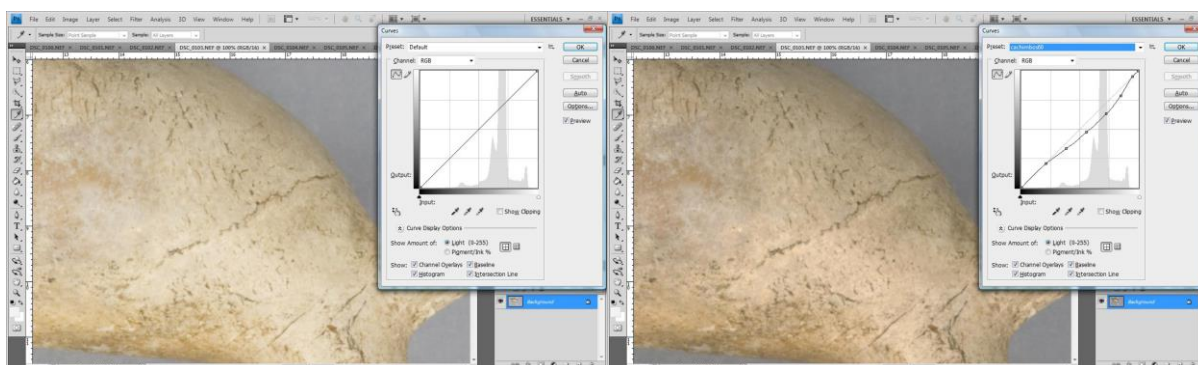


Figura 22: Antes e depois do ajuste de tons. Fonte: Amanda Brabo.

Pode-se observar que após a aplicação da curva as informações sobre a superfície do objeto foram exibidas de forma mais detalhada. Em seguida, a curva foi aplicada nas imagens restantes e, posteriormente, o processo foi repetido para as fotografias geradas na rodada com a câmera em ângulo de 10°.

Ao fim do processo de ajuste cromático, é gerada uma imagem em TIFF, formato gráfico que permite armazenamento de imagens bitmap de grandes dimensões sem perda de qualidade. Porém, dada a alta qualidade de imagem, este tipo de arquivo é mais pesado e não pode ser utilizado no programa de geração do modelo 3D, assim, as imagens foram transformadas em JPEG, formato que permite comprimir um arquivo e obter imagens de qualidade razoável e pequeno tamanho. Abaixo têm-se uma tabela comparativa com o tamanho de arquivo da mesma fotografia em diferentes formatos:

Tabela 2: Espaço ocupado pela mesma fotografia em diferentes formatos de arquivo.

| Tipo de arquivo | RAW | TIFF | JPEG |
|--------------------|---------|---------|------|
| Tamanho de arquivo | 7,27 MB | 57,4 MB | 3,13 |

Fonte: Amanda Brabo

2.6 Geração do modelo tridimensional

Na primeira parte da geração dos modelos, foi utilizado o programa Autodesk Recap Photo, sendo preciso renomear as imagens para que o programa interpretasse sua sequência corretamente. Nesta etapa foi necessário gerar dois modelos, o primeiro com a parte lateral esquerda e o segundo apenas com a lateral direita do cachimbo. Esta ação foi necessária porque o programa utilizado compreende que as duas rodadas de 60° correspondem à mesma vista, interpolando as informações e criando aberrações estruturais. Da mesma forma, só é possível gerar um modelo sem deformações se na vista interna o objeto estiver posicionado da mesma forma que no ângulo externo, por exemplo, ambas devem estar com a face lateral direita apontando para cima.

Na imagem seguinte é possível observar as imagens de dois ângulos distintos que combinadas formam um modelo sem deformações:

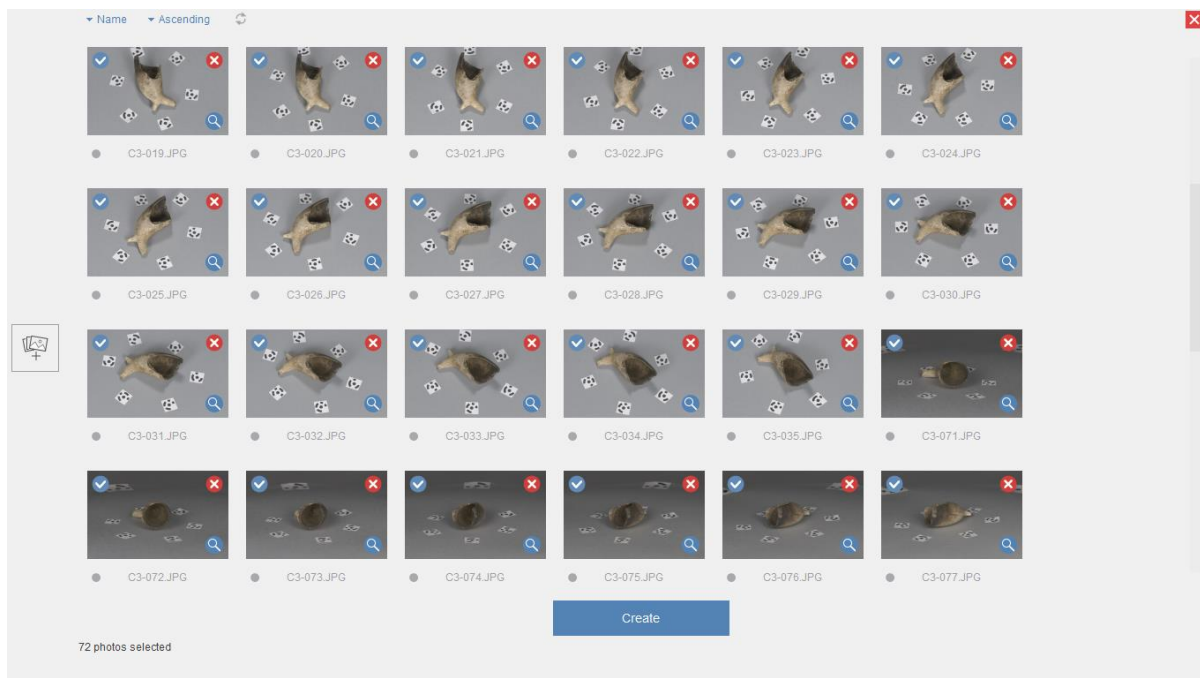


Figura 23: Fotografias selecionadas para geração do modelo. Fonte: Amanda Brabo.

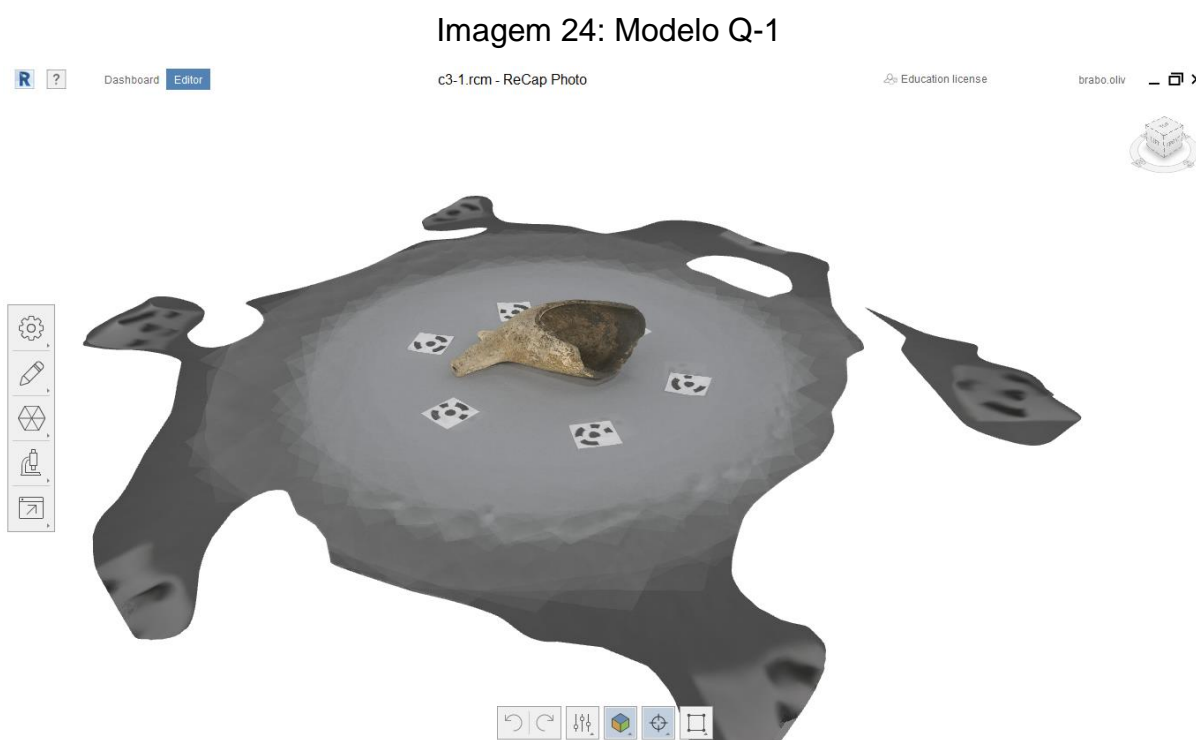


Figura 24: Modelo gerado a partir das fotografias da face lateral esquerda do cachimbo em ângulo de 60° e 10°. Fonte: Amanda Brabo.

Imagem 25: Modelo Q-2.



Figura 25: Modelo gerado a partir das fotos da face lateral direita do forninho em ângulo de 60°. Fonte: Amanda Brabo.

Pode-se observar que o modelo gerado interpreta a base giratória como parte integrante do objeto, para excluí-la foi utilizada uma ferramenta de corte, criando uma abertura no modelo. No modelo gerado apenas com a lateral direita, foi necessário cortar os vértices detalhadamente, deixando apenas uma casca que posteriormente foi encaixado ao outro modelo.

Na imagem abaixo pode-se observar que mesmo após o corte algumas partes da base permaneceram unidas ao modelo, neste caso foi preciso cortar os vértices detalhadamente.

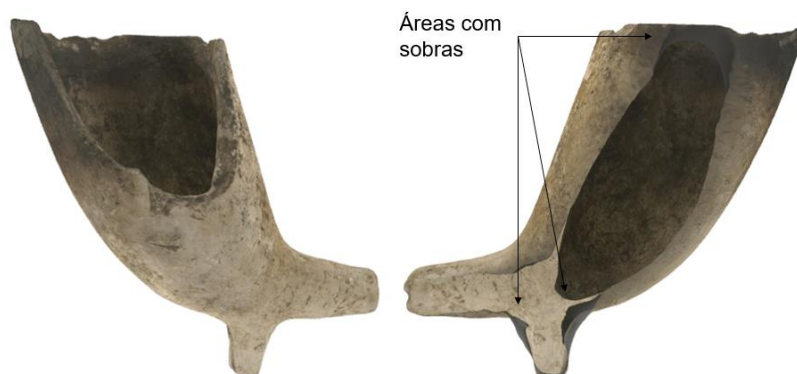


Figura 26: Frente e verso do modelo Q-1. Fonte: Amanda Brabo.

Após os cortes das áreas sobressalentes, os modelos foram exportados em formato .obj, formato de arquivo que armazena malhas poligonais tridimensionais e, em seguida, importados no programa Blender.

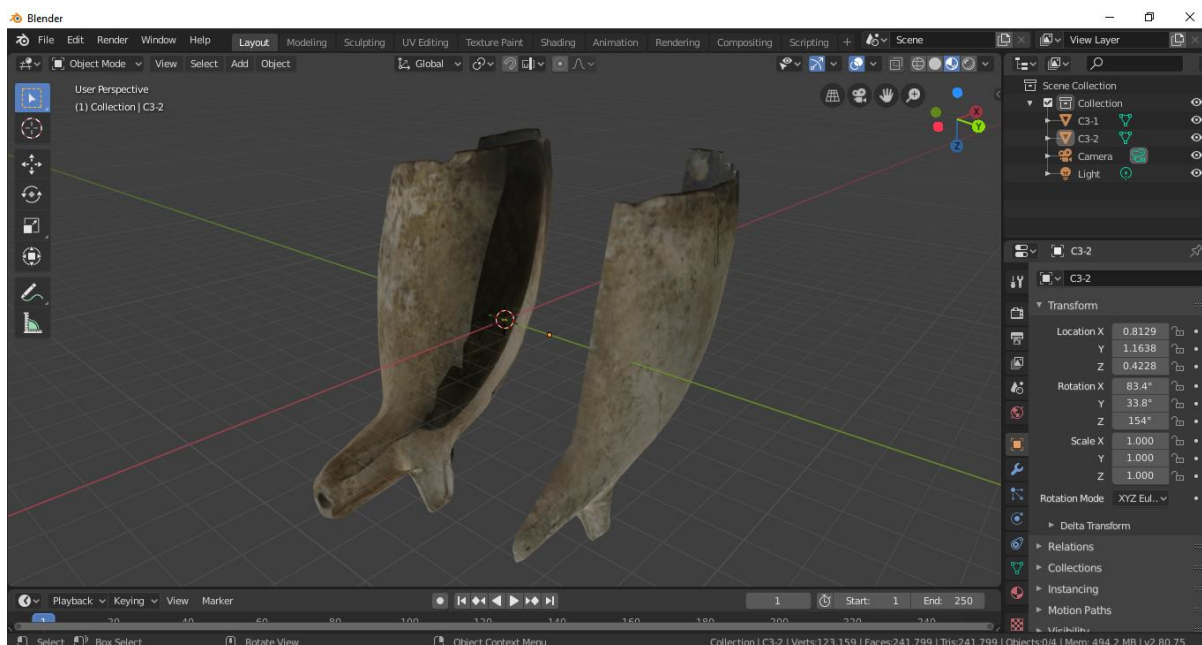


Figura 27: Modelos Q-1 e Q-2 no Blender. Fonte: Amanda Brabo.

O Blender é um programa gratuito utilizado para modelagem, animação, texturização, composição, renderização e edição de vídeo. Devido às suas muitas funções, existem inúmeras ferramentas disponíveis, o que torna o processo de aprendizagem mais laborioso, quando comparado ao Recap Photo.

Nesta etapa foi necessário redimensionar e rotacionar o modelo Q-2 nos eixos x, y e z até que as superfícies estivessem na posição correta. No entanto, mesmo após várias tentativas, ao aproximar da área de junção era possível observar que o modelo permanecia levemente aberto. Nesta etapa foi necessário recorrer aos profissionais da área de Cinema de Animação e Artes Digitais, pois estes estão mais habituados a lidar com este programa, propondo soluções eficientes que colaboraram com a resolução do problema.

Após a finalização do modelo, ele foi exportado novamente em obj e o arquivo foi carregado no *site* Sketchfab, onde, após alguns ajustes de iluminação disponibilizados pelo próprio *site*, o modelo foi disponibilizado para consulta.

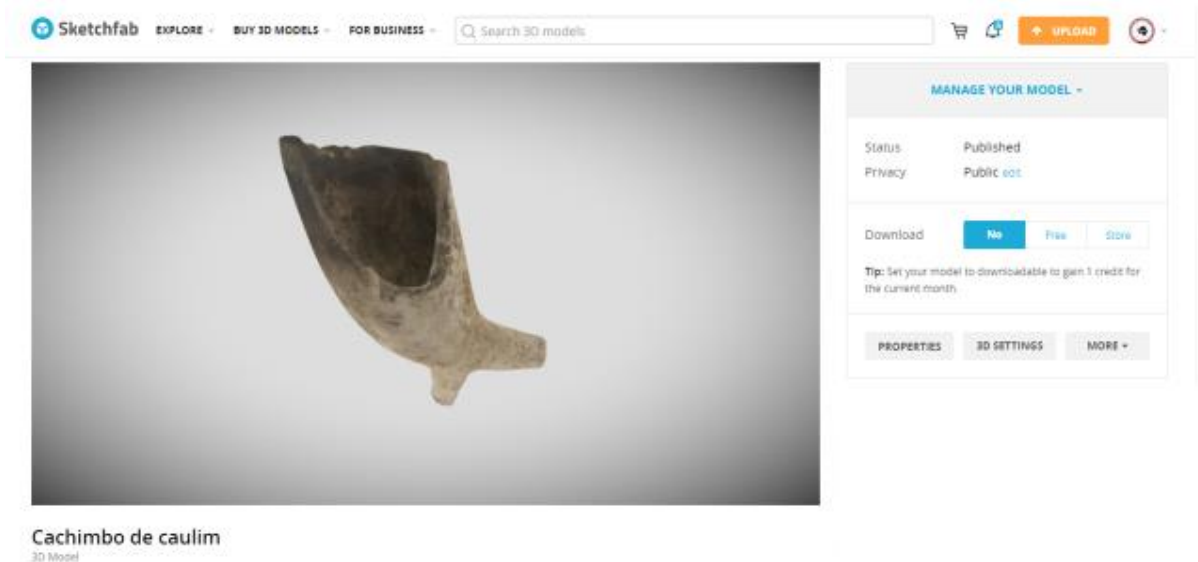


Figura 28: Modelo do cachimbo Q após upload no Sketchfab. Fonte: Amanda Brabo.

2.7 Publicação do modelo

Como parte final do trabalho prático, foi gerado um QR Code no *site* <https://br.qr-code-generator.com/>. O QR Code é um código bidimensional que pode ser lido pela câmera da maioria dos celulares atualmente, desde que haja conexão com a internet. Em modelos mais antigos é necessário fazer o download de um leitor de QR Code nas lojas de aplicativos dos aparelhos. Esta tecnologia costuma ser utilizada na promoção de eventos e produtos em geral, constituindo um método de fácil disseminação e acesso às informações, uma vez que a maioria da população possui um celular às mãos.



Figura 29: QR Code contendo informações sobre a página do modelo. Fonte: QR Code Generator

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante esta pesquisa, foram encontrados alguns problemas relacionados ao tempo para aprendizagem, realização de testes e necessidade de adaptação a diferentes práticas, resultando na reprodução por completo e divulgação de apenas um dos cachimbos propostos inicialmente. Neste capítulo serão discutidos os processos de tomada de decisão ocorridos ao longo desta prática, além de sugestões para possíveis exercícios futuros.

3.1 Testes iniciais

Na etapa 2, não foi possível utilizar o scanner disponibilizado pelo LEACH pois o modelo oportunizado não reconhece com precisão objetos menores que 5 cm. Especificamente no caso dos cachimbos, ele não é capaz de registrar o interior do forninho. Este problema inicialmente aparenta ser de fácil solução, bastando uma iluminação constante direcionada ao interior da peça, no entanto, o ângulo do laser e da câmera também não são capazes de mirar em seu interior. Outra possível solução seria a elevação do cachimbo com o auxílio de uma base plana, no entanto, o scanner reconheceria este como parte do objeto. Esta pode ser uma solução viável caso o modelo seja finalizado em outro programa, no entanto, existe ainda o problema da decoração na superfície do cachimbo, que também não é registrada em detalhes pelo scanner MakerBot Digitizer. Este método mostrou-se ineficiente à tarefa proposta, uma vez que o objetivo principal deste trabalho é atuar no registro da forma e superfície dos cachimbos em detalhes.

No entanto, cabe reafirmar que o escaneamento tridimensional é uma tecnologia muito proveitosa devido à simplicidade de utilização (para modelos mais simples, um dia é o suficiente para aprender a operá-lo) e agilidade de processamento. Cabe à instituição apenas assegurar que o equipamento obtido confere às necessidades do acervo que se pretende escanear.

Em vista das dificuldades de se utilizar o scanner de forma satisfatória, optou-se pela aplicação da técnica da fotogrametria. Neste teste inicial, buscou-se tão somente compreender o funcionamento da técnica e do programa escolhido para a geração do modelo, portanto, não foi utilizada uma cartela de referência cromática e nem foi realizado um tratamento nas imagens obtidas.

Neste momento, foi possível observar que a principal dificuldade na fotografia de cachimbos reside na sua geometria que, por não possuir uma base plana que permita sua estabilidade, tende a oscilar ante qualquer tipo de intervenção. Verificou-se também a necessidade de uma iluminação com intensidade apropriada e em um ângulo determinado que abrangesse todo o interior do forninho.

Assim, decidiu-se criar uma base onde o pedúnculo, ou parte da haste, poderiam ser encaixados, de forma que o cachimbo pudesse permanecer fixo e ter todas as suas vistas fotografadas. A ideia de fixar o cachimbo pela haste se mostrou ineficiente neste caso, pois a inserção de parte do cachimbo em outro material fazia com que as fotografias não registrassem parte dele, comprometendo a integridade do modelo final.

Durante a geração do modelo virtual, observou-se que, ainda que seja possível criar um único modelo a partir de vistas de ângulos diferentes, não é viável fazê-lo caso o objeto seja rotacionado pois o software as reconhece como uma única vista, interpolando as informações e deformando o modelo. Ainda durante a prática inicial com o software, constatou-se que posicionar a câmera a 0° e na altura da linha do horizonte em relação ao cachimbo não foi eficiente, esta ação causou perda de informação da parte interna do forninho. Como pode-se observar na imagem abaixo, o modelo gerado registra esta área como um borrão.



Figura 30: Modelo gerado no software Recap Photo. Fonte: Amanda Brabo

3.2 Fotografia

Após analisar os resultados obtidos na fase anterior, decidiu-se realizar três rodadas de fotografia, sendo uma com a câmera seria posicionada em um ângulo de 10° e duas no ângulo de 60°, conforme detalhado no capítulo de metodologia.

Foram obtidas 108 imagens de cada cachimbo, totalizando 324 imagens, além das fotografias com a cartela de referência de cor que seriam utilizadas na etapa seguinte. Esta etapa foi realizada em cerca de 5 horas, entre planejamento de *setup* e a prática fotográfica, e decorreu sem maiores problemas práticos.

3.3 Tratamento das imagens

Sobre a etapa de correção de cores, ainda que esta constitua uma parte significativa deste trabalho, cabe salientar que, caso seja do interesse da instituição apenas disponibilizar as imagens do acervo para visitantes ocasionais, sem maiores preocupações sobre a fiabilidade da imagem exibida, é possível pospor esta fase. Principalmente ao considerar que, para enxergar as variações cromáticas com clareza, é necessário que o computador utilizado para observá-la esteja calibrado, condição incomum em várias instituições e mais ainda em dispositivos utilizados no dia a dia.

Convém explicitar que após o tratamento, como imagem gerada em TIFF possui um tamanho de arquivo maior que o RAW e JPEG, caso o espaço em mídias digitais seja um problema recorrente na instituição, recomenda-se que após a digitalização do acervo, sejam descartadas as imagens em TIFF e mantidas as RAW. Ainda que as imagens em JPEG possuam o menor tamanho, não é recomendado que estas sejam mantidas pois a compressão existente nelas dificulta qualquer processo de tratamento de imagem subsequente, sendo preferível manter as imagens em RAW, pois estas apresentam todos os dados originais da fotografia, sendo preferível realizar novamente o tratamento que arriscar a perda de qualidade de imagem.

A correção cromática é um trabalho que demanda tempo e, muitas vezes, é repetitivo. Devido à minha inexperiência, esta etapa consumiu cerca de 24hs de trabalho, porém, de acordo com experiência do profissional que a execute, é

possível realizá-la com menor desgaste. Claramente, quanto maior o esforço envolvido em cumprir esta fase com rigor, mais fiel o modelo resultante será ao original e, conseqüentemente, mais eficiente à tarefa de registrar o bem tal como ele é, permitindo que o material obtido seja utilizado também por pesquisadores interessados em conhecer minúcias do objeto, uma vez que a câmera captura diversos detalhes que, quando ampliados, possibilitam observar elementos que outrora seriam ignorados à olho nu.

A princípio, os resultados alcançados nesta fase podem parecer não apresentar diferenças significativas, no entanto, deve-se considerar que ainda no momento da fotografia o *set* foi extremamente pensado para que a distorção cromática fosse a mínima possível. Os refletores utilizados, de led 5.000 Kelvin, apresentam um IRC⁸ elevado, ou seja, as cores por eles refletidas estão em um nível mais próximo ao observado com a luz do sol. Também os materiais e metodologias aplicados, propiciam que a imagem final apresente pouca irregularidade cromática. Ainda assim, foi possível observar que após o gerenciamento de cores alguns dos detalhes tornaram-se mais evidentes. Caso a etapa fotográfica fosse realizada com menor rigor, a diferença entre as imagens com e sem o tratamento seguramente seria mais notória. Na imagem abaixo pode-se observar a diferença entre o primeiro modelo, gerado fora das condições ideais e sem o gerenciamento cromático, e o segundo, realizado com o *setup* adequado e tratamento de imagem.



Figura 31: Comparação entre modelos com e sem gerenciamento cromático. Fonte: Amanda Brabo

⁸ Índice de Reprodução de Cor

3.4 Geração do modelo tridimensional

Para esta etapa, optou-se pela utilização do programa Autodesk Recap Photo por se tratar de uma ferramenta mais nova, que ainda possui esparsas menções no meio acadêmico, configurando-se então em uma tentativa de apresentar novas possibilidades de representação tridimensional no âmbito da conservação e divulgação de bens culturais.

Como descrito na terceira etapa, foram realizadas 3 rodadas de fotos e, como resultado, foram gerados dois modelos para cada cachimbo que foram combinados, transformando-se em um único modelo. O detalhamento de superfície obtido nesta prática foi notável, principalmente nos cachimbos P e R, onde foi possível observar o relevo das decorações.

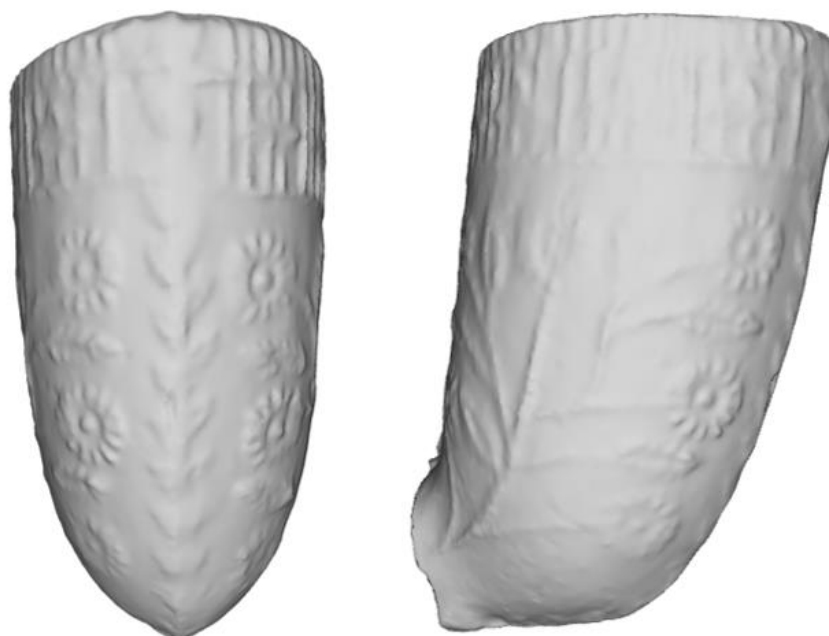


Figura 32: Cachimbo R em modo de visualização em sólido no programa Autodesk Recap Photo.
Fonte: Amanda Brabo

O primeiro problema observado nesta etapa foi que, ao posicionar a câmera a 10°, uma deformação foi gerada no interior do forninho. Nos cachimbos P e R, que apresentam um forninho com menores perdas de suporte, não foi possível registrar a área superior interna do forninho, gerando um abaulamento no modelo digital devido à perda de informação.

Imagem 33: Cachimbo R em modo de visualização em sólido no programa Recap Photo.

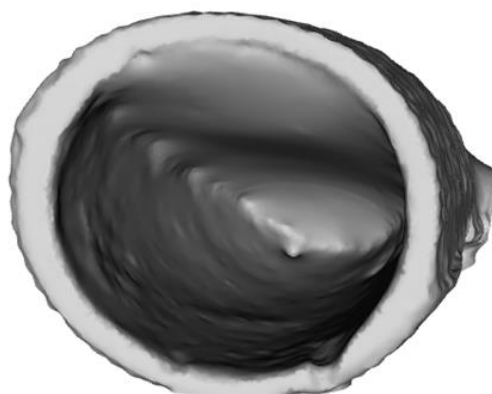


Figura 33: Deformação causada na área superior interna do forninho. Fonte: Amanda Brabo.

Este problema pode ser evitado com a realização de uma quarta rodada de fotografias, com a câmera ainda em ângulo de 10°, porém com o cachimbo rotacionado de forma que seu interior pudesse ser fotografado duas vezes. Esta é apenas uma conjectura, pois não houve tempo hábil para que esta etapa fosse refeita dada a necessidade de reagendar o estúdio, sendo também inviável realizar o tratamento das 256 novas imagens que adviriam disto.

Em suma, após a geração dos modelos, tentou-se uní-los usando o próprio Recap Photo, por meio da ferramenta “comparar modelos”, onde pode-se importar outra malha e movimentá-la espacialmente. Porém, esta ferramenta mostrou-se pouco prática, uma vez que ela é operada unicamente pelo mouse, sendo a precisão do posicionamento de cada modelo determinado pela coordenação motora de quem o opera. Dada a impossibilidade de definir valores de movimentação de forma acurada, fez-se necessário buscar meios complementares para a finalização do modelo.

Assim, buscou-se o apoio de profissionais atuantes no curso de Cinema de Animação e Artes Digitais, graduação ofertada na própria escola de Belas Artes da UFMG. Inicialmente esperava-se a indicação de como solucionar os problemas com o próprio Recap Photo, no entanto, foi-me apresentado o programa Blender, muito utilizado no meio de representação tridimensional computacional que possui inúmeras possibilidades de edição e modelagem tridimensional. Por se tratar de um

programa muito mais complexo, o processo de aprendizagem se desenvolveu de forma mais lenta e menos intuitiva, quando comparado com o Recap Photo.

Após várias tentativas, foi possível quase concluir o modelo, porém, devido a um erro ocorrido ainda na fase fotográfica, parte da haste do cachimbo não foi registrada. Como esta área constitui uma base de apoio do objeto, sua superfície ficou pela maior parte do tempo em contato com a base giratória, ocasionando que pouca iluminação fosse recebida nesta área. Assim, ao gerar o modelo, o programa compreendeu que esta área integrava a base giratória, comprometendo seu registro e dificultando o fechamento da malha. Conforme pode-se observar na imagem a seguir.

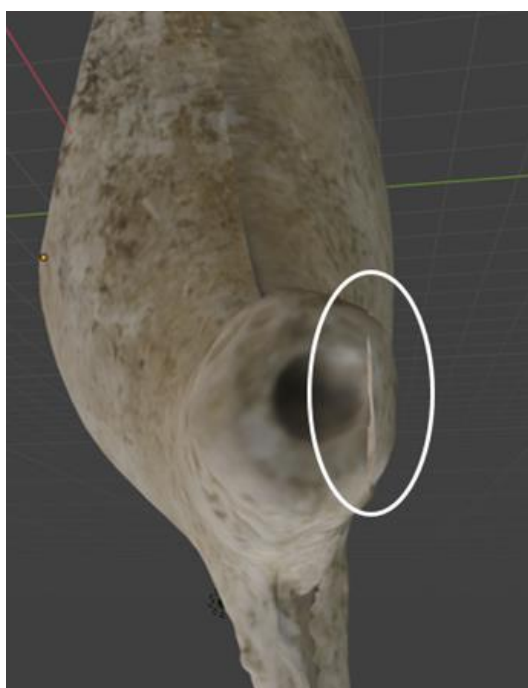


Figura 34: Abertura causada por falta de informação durante o processo fotográfico.

Neste momento, foi necessário recorrer novamente ao grupo de Cinema de Animação para elucidação deste problema. Esta foi uma troca muito interessante onde pôde-se compreender as possibilidades do programa ao mesmo tempo que foram discutidas as necessidades pertinentes a esse tipo de acervo. Enquanto ainda não se havia falado sobre os objetivos específicos do trabalho, o pessoal atuante no Cinema de Animação considerava que a simples reprodução do cachimbo seria o suficiente, por exemplo, uma das sugestões oferecidas foi a modelagem de um novo cachimbo e aplicação da imagem superficialmente, como uma tinta, o que tornaria o

modelo digitalmente mais leve devido a diminuição na quantidade de vértices. Esta opção foi refutada pois não condiz com o objetivo de registro detalhado do relevo da superfície.

Finalmente, convergiu-se na decisão de manter a geometria formulada originalmente pelo Recap Photo, acrescentando o mínimo possível de novos vértices de ligação nas áreas de perda. Ao aproximar a imagem virtual, é possível observar uma pequena distorção na área complementada, no entanto, por constituir também uma área de costura, parte do que se pode confundir como distorção é na realidade uma falha presente no objeto original.

Para os cachimbos que apresentaram um abaulamento no interior do forno, uma possível solução seria a remodelagem do interior do forno, ainda que esta ação o tornasse inadequado à utilização enquanto registro oficial, o modelo gerado ainda poderia ser usado na comunicação do acervo em *websites* e exposições digitais. Aqui novamente, tentou-se executar esta ação no programa Blender, porém, a falta de conhecimento sobre as ferramentas do *software* em questão não permitiu que essa tarefa fosse bem-sucedida.

Outro problema observado na etapa foi a falta de nitidez no modelo final devido a diminuição da qualidade de imagem nas plataformas subsequentes (Blender e Sketchfab). É possível renderizar o objeto de forma que ele apresente maior qualidade visual, no entanto, esta nova etapa igualmente não pôde ser realizada devido ao grau de conhecimento técnico necessário.

Por conseguinte, o modelo obtido cumpre os objetivos de comunicação do acervo, porém, falha ao apresentar-se enquanto documento refinado de registro, devido às falhas persistentes que foram aqui explanadas. Porém, cabe destacar que as fotografias obtidas constituem uma fonte de referência extremamente detalhada, produzindo um material de consulta paralelo e igualmente enriquecedor às análises.

3.5 Publicação do modelo

Nesta etapa foi possível publicar o modelo na página do projeto, sendo necessário apenas realizar alguns ajustes de iluminação próprios do site. Optou-se

por uma iluminação constante, de forma a gerar menos sombras, para que o objeto pudesse ser observado sem maiores interferências.

Para a geração do QR Code, foi utilizado um site de simples execução que permite estilizar o código (com cores, forma dos traços e possibilitando a inserção de uma logo ao centro), além de acompanhar quantas vezes o código foi utilizado.

3.6. Outras possibilidades

Pode-se dizer que este trabalho consumiu uma grande parcela de tempo, no entanto, seria incorreto afirmar que a fotogrametria é uma técnica complexa ou de difícil aplicação, uma vez que é possível realizá-la até mesmo com um celular. A partir da familiarização com as ferramentas e capacidade de antever possíveis problemas, a prática tende a tornar-se mais fluida e breve. No caso de objetos de base estável e relevo simples, virtualizados com único intuito de socialização do acervo, ou seja, sem a necessidade de ajustar as cores com o máximo de exatidão, é possível realizar todo o processo em menos de duas horas.

Para melhor exemplificar estas afirmações, foram gerados dois modelos virtuais de um objeto decorativo simples. O primeiro modelo, elaborado com o scanner MakerBot Digitizer, levou 20 minutos para ser produzido, incluindo a etapa de calibração do aparelho. O segundo, produzido por um conjunto de 36 fotografias realizadas com um celular e, posteriormente, processado pelo *software* Recap Photo, levou cerca de 10 minutos na fase fotográfica e 1 hora no processamento. A principal diferença reside no fato de o scanner não possuir registro de cor, uma vez que seu objetivo é registrar a superfície com fins de exportar a malha gerada para a impressão tridimensional. No caso da fotogrametria produzida por fotos de celular, o principal problema foi encontrado no foco da câmera, que registrou com detalhes a face da escultura, porém, desfocou o corpo, além do problema de o processo fotográfico ter utilizado apenas um ponto de vista, causando uma pequena perda de informação abaixo do rosto da escultura.



Figura 35: Modelos obtidos com scanner e fotogrametria, respectivamente. Fonte: Amanda Brabo

Os modelos podem ser consultados nos seguintes endereços:
<https://sketchfab.com/3d-models/carranca-df0364657ffa4f0081ac82157f0a969a>;
<https://sketchfab.com/3d-models/carranca-f3b702ddaa76421190e175b4c96cc3dd>.
 Ou via QR Code:



Imagem XX: QR Codes contendo os endereços dos modelos gerados via scanner e fotogrametria, respectivamente. Fonte: Amanda Brabo.

Visando auxiliar no processo de tomada de decisão quanto a qual metodologia de registro tridimensional pode/ deve ser utilizada por cada instituição, criou-se a seguinte tabela que classifica as técnicas de acordo com os custos e tempo necessário para a construção dos modelos:

Tabela 3: Relação de técnicas/ custos/ tempo.

| | Custo | Tempo |
|----------------------|--------------|--------------|
| Tomografia | Elevado | 1 hora |
| Scanner | Elevado | 2 horas |
| | Médio | 1 hora |
| Fotogrametria | Médio | 1 semana |
| | Baixo | 2 horas |

Deve-se ressaltar que o tempo médio apresentado aqui é relativo, alguns objetos possuem particularidades que demandam ações específicas e podem requerer mais tempo, assim como outros mais simples podem consumir menos tempo. A fotogrametria apresentada neste estudo enquadra-se no tipo de médio custo e é a que demanda mais tempo devido ao processamento de imagem, a de baixo custo é aquela que pode ser realizada com o celular, porém, sem o refino técnico da correção de cores, sendo a maior parte do tempo referente ao processamento em software.

Sobre o custo/ benefício das técnicas, pensou-se em criar um quadro comparativo com valores exatos, no entanto, este seria um método que facilmente induziria ao erro. Tem-se aqui o exemplo das duas técnicas utilizadas onde, devido a utilização de equipamentos especializados, a fotogrametria mostrou-se mais cara que o escaneamento. No entanto, seria incorreto afirmar apenas com base nestes dados que o escaneamento é uma técnica mais barata, uma vez que o equipamento possui um custo elevado, enquanto a fotogrametria pode ser realizada com um celular.

Tabela 4: Relação de equipamentos e custos.⁹

| Equipamento | Preço |
|---|----------------------------|
| MakerBot Digitizer | R\$ 5.873,56 ¹⁰ |
| Câmera Nikon D60 | R\$ 2.465,00 |
| Lente Nikkor 85mm | R\$ 2.490,00 |
| Refletor Ledvance Floodlight OSRAM 50w IP65 | R\$ 269,99 |
| Tripé de coluna StudioMatic | R\$ 5.950,00 ¹¹ |
| ColorChecker X-Rite passport | R\$ 495,00 |

⁹ Valores consultados em 18/11/2019

¹⁰ US\$ 1.400; convertido segundo a cotação em 18/11/2019

¹¹ Este valor está defasado pois foi consultado em catálogo de 2010, não foram encontradas informações mais recentes a respeito.

O mais indicado a se fazer nessa situação é analisar o acervo da instituição e questionar-se qual equipamento atende melhor às requisições do local. Há espaço para montagem de um estúdio fotográfico? É possível adaptar um mini estúdio? Se possuo objetos pequenos, o scanner é capaz de registrá-los em detalhes? No caso de objetos de grandes dimensões, como adaptar a metodologia evitando distorções? Qual o teto de gastos da instituição para a digitalização do acervo? Somente após estas considerações iniciais é possível definir a metodologia que possivelmente será a mais adequada à instituição.

Entende-se que quanto maior o detalhamento no momento do registro, maiores as possibilidades de emprego dos modelos resultantes. Para além do modelo virtual, a criação de um modelo impresso tridimensionalmente viabiliza um contato mais próximo ao público que, de outra forma, não teria proximidade com o acervo físico. Promovendo a inserção de crianças, por meio de atividades lúdicas, e pessoas portadoras de deficiências visuais na construção do conhecimento coletivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível conhecer o funcionamento de diversas técnicas de modelagem tridimensional e comunicação dos acervos, a partir da pesquisa de outros projetos desenvolvidos na área do patrimônio cultural, servindo como guia para a escolha metodológica aplicada no acervo proposto. Ainda que não tenha sido possível concluir o trabalho com os três modelos originalmente propostos, os problemas observados serviram como aprendizado para futuras atuações.

Considerando o campo da Arqueologia, uma frente de atuação interessante é a que diz respeito à remodelagem dos vestígios. Atualmente existe um grande volume de estudos sendo desenvolvidos sob este tema, onde objetos têm suas áreas de perdas reconstruídas virtualmente, numa tentativa de expor a forma “original” sem uma intervenção direta na matéria física. Esta atividade encontra-se alinhada também aos conceitos da Conservação Preventiva, ao passo que permite a preservação física, além de cumprir com as demandas de extroversão das instituições.

O fato de os vestígios permanecerem fragmentados é, de certa forma, interessante também aos pesquisadores da área da Arqueologia, pois permite que as análises realizadas sobre o material, tipo de quebra e sua relação com a ação humana continuem a ser realizados sem maiores interferências.

A digitalização do acervo é também uma forma de persistência da memória pois, em casos de desastres ou furtos, é possível utilizar esta documentação na busca pelo objeto ou permitindo que o acesso à informação continue disponível.

Além deste, é interessante também a possibilidade de expansão do conhecimento produzido pelas instituições para além dos muros acadêmico-científicos. A disponibilização de modelos tridimensionais em *sites* livres, aliado à sua divulgação em mídias sociais, tem o potencial de atingir um público diverso, que outrora não teriam acesso a estas informações e discussões.

Esta dinâmica é proveitosa até mesmo aos indivíduos que já participam da comunidade acadêmica, uma questão evidenciada durante a realização deste projeto. Enquanto inicialmente pensava-se convergir as áreas da Conservação

Preventiva e Arqueologia, ao longo da pesquisa mostrou-se necessário abranger também as Ciências da Informação e as Artes Digitais. Ora, a universidade enquanto pólo formador de conhecimentos possibilita que o mesmo tema seja abordado de diferentes perspectivas, por que não as aproveitar?

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Paulo Ormino de. Por Um Inventário Do Patrimônio Cultural Brasileiro. In: SPHAN. Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. n. 22, 1987. p. 82-85.

BRASIL, Constituição. Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Rio de Janeiro, RJ: Presidência da República, 1937.

BUCCHERONI, Claudia; PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro. A Imagem Fotográfica Como Documento: Desideratos De Otlet. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências da Informação, 10. 2009. p. 127-142.

BUCKLAND, Michael. What is a document?. Journal of the American Society of Information Science, v. 48, n. 9, set. 1997. p. 804-809.

CAMBRIDGE IN COLOUR. Bit Depth Tutorial. Disponível em:
<<https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/bit-depth.htm>> Acesso em 6 out. 2019.

CAMBRIDGE IN COLOUR. RAW File Format. Disponível em:
<<https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/RAW-file-format.htm>> Acesso em 6 out. 2019.

CAMBRIDGE IN COLOUR. sRGB Vs. Adobe RGB 1998. Disponível em:
<<https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/sRGB-AdobeRGB1998.htm>> Acesso em 6 out. 2019.

CARTA DE LAUSANNE. ICOMOS, Conselho Internacional de Monumentos e Sítios. Ministério da Cultura-Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Cartas Patrimoniais-Caderno, n. 9, p. 3, 1990.

CARDOSO, D. Documentação Fotográfica de Bens Culturais Utilizando Luz Visível: Um Guia Básico. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais. 2016.

CIDOC. Declaração de Princípios de Documentação em Museus e Diretrizes Internacionais de Informação Sobre Objetos de Museus: Categorias de Informação do Comitê Internacional de Documentação (CIDOC-ICOM). In: Coleção Gestão e Documentação de Acervos: textos de referência. São Paulo: Secretaria de Estado de Cultura de São Paulo, Associação de Amigos do Museu do Café, Pinacoteca do Estado de São Paulo. 2014. Disponível em: <https://issuu.com/sisem-sp/docs/cidoc_guidelines>. Acesso em 5 out. 2019.

ICOM. Código de Ética do ICOM para Museus. 2009. Disponível em: <http://icom.org.br/wp-content/themes/colorwaytheme/pdfs/codigo%20de%20etica/codigo_de_etica_lusofono_iii_2009.pdf>. Acesso em 5 out. 2019.

FEDERAL, Senado. Constituição. Brasília (DF), 1988.

FUNARI, Pedro Paulo Abreu. Arqueologia. São Paulo: Contexto, 2003.

GURAN, Milton. Documentação fotográfica e pesquisa científica: Notas e reflexões. Relatório de pesquisa, 2012.

HASSANI, Fereshteh. Documentation Of Cultural Heritage Techniques, Potentials And Constraints. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, v. 40, 2015.

HISSA, S. B. V.; LIMA, T. A. Cachimbos europeus de cerâmica branca, séculos XVI ao XIX: parâmetros básicos para análise arqueológica. Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material, [S/l], v. 25, n. 2, p. 225-268, ago. 2017.

KIOUSSI, Anastasia et al. Integrated Documentation Protocols Enabling Decision Making In Cultural Heritage Protection. Journal of Cultural Heritage, v. 14, n. 3, p. e141-e146, 2013.

LEÃO, Alexandre. Documentação Científica Por Imagem de Bens Culturais: Competências e Desafios. In: ROSADO, A.; GONÇALVES, W. (Org.). Ciências do Patrimônio: Horizontes Transdisciplinares. Belo Horizonte: Secretaria do Estado de Cultura de Minas Gerais, Arquivo Público Mineiro, 2015. p. 139-154.

LINHALES, Clarice. Cachimbos de Caulim em Terras Geladas: sobre foqueiros e baleeiros mediante seu fumar na Antártica. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais. 2019.

MIRANDA, Marcos Paulo de Souza. O Inventário Como Instrumento Constitucional De Proteção Ao Patrimônio Cultural Brasileiro. De jure: revista jurídica do Ministério Público do Estado de Minas Gerais, 2008.

MONTALVÃO, Ana Carolina. Protocolos De Gestão De Acervo: Estudo De Caso Do Acervo Arqueológico Do Laboratório De Estudos Antárticos Em Ciências Humanas Da UFMG. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Escola de Belas Artes, UFMG. 2013.

MONTALVÃO, Ana Carolina. Ciência do Patrimônio: A Gestão do Patrimônio Arqueológico no Âmbito do Licenciamento Ambiental em Minas Gerais. Dissertação (Mestrado) - Escola de Belas Artes, UFMG. 2015.

MORIGI, M. P. et al. Application Of X-ray Computed Tomography To Cultural Heritage Diagnostics. Applied Physics A, v. 100, n. 3, p. 653-661, 2010.

MORSCH, José Aldair Aparelho de Tomografia: para que serve, como funciona e componentes. Disponível em: <<https://telemedicinamorsch.com.br/blog/aparelho-de-tomografia>> Acesso em 19 de nov 2019.

PADILHA, Renata Cardozo. Documentação museológica e gestão de acervo. Florianópolis: FCC, 2014.

PANISSET, Ana Martins. O Inventário Como Ferramenta De Diagnóstico E Conservação Preventiva: Estudo De Caso Da Coleção " Santos De Casa" De Marcia De Moura Castro. 2011. Dissertação (Mestrado) - Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais. 2011.

SOARES, Fernanda Codevilla; DE AMORIM, Clarice Linhales; PENA, Will Lucas Silva. Um fio de fumaça nos mares do sul. Revista de Arqueologia, v. 32, n. 1, p. 129-159, 2019.

TOMMASELLI, Antonio MG. Fotogrametria básica. Presidente Prudente: UNESP. 2009. Disponível em: <http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/891/introducao_a_fotogrametria.pdf>. Acesso em: 18 set. 2019.

TRIGGER, B. A History of Archaeological Thought. Cambridge University Press, Cambridge, 2^a Ed. 2006.

Zarankin, A., et al. Paisagens em branco: arqueologia e antropologia antárticas- avanços e desafios. Vestígios-Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica, 5(2), 11-51. 2011.