



PGDESIGN | Programa de Pós-Graduação
Mestrado | Doutorado



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Yvana Oliveira de Alencastro

FAÇA-VOCÊ-MESMO A DIGITALIZAÇÃO 3D DE ACERVOS MUSEOLÓGICOS

Dissertação de Mestrado

Porto Alegre

2018

YVANA OLIVEIRA DE ALENCASTRO

Faça-você-mesmo a digitalização 3D de acervos museológicos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para à obtenção do título de Mestre em Design.

Orientadores:
Prof. Dr^a. Jocelise Jacques de Jacques
Prof. Dr. Fábio Pinto da Silva

Porto Alegre

2018

CIP - Catalogação na Publicação

Alencastro, Yvana Oliveira de
Faça-você-mesmo a digitalização 3D de acervos
museológicos / Yvana Oliveira de Alencastro. -- 2018.
199 f.

Orientadora: Jocelise Jacques de Jacques.

Coorientador: Fábio Pinto da Silva.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. faça-você-mesmo. 2. digitalização 3D. 3. museu
digitalizado. I. Jacques, Jocelise Jacques de,
orient. II. Silva, Fábio Pinto da, coorient. III.
Título.

Yvana Oliveira de Alencastro

FAÇA-VOCÊ-MESMO A DIGITALIZAÇÃO 3D DE ACERVOS MUSEOLÓGICOS

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção parcial do Título de Mestre em Design, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Porto Alegre, 30 de abril de 2018.

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Banca Examinadora:

Orientadora: **Prof^a. Dr^a. Jocelise Jacques de Jacques**

Departamento de Design e Expressão Gráfica – DEG – UFRGS

Coorientador: **Prof. Dr. Fabio Pinto da Silva**

Departamento de Design e Expressão Gráfica – DEG – UFRGS

Prof^a. Dr^a. Jeniffer Alves Cuty

Departamento de Ciência da Informação da Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da UFRGS – Examinadora Externa

Prof. Dr. Rodrigo Antônio Marques Braga

Departamento de Expressão Gráfica – EGR – UFSC – Examinador Externo

Prof^a. Dr^a. Underléa Miotto Bruscatto

Departamento de Arquitetura – DARQ – UFRGS – Examinadora Interna

AGRADECIMENTOS

Pela parceria, paciência e companheirismo que tornaram meus dias mais fáceis e mais felizes, agradeço a Nilson Valdevino Soares. Pela compreensão, dedicação e paciência, agradeço aos meus pais, Sônia Maria Oliveira de Alencastro e José Vianney Mendonça de Alencastro, dos quais fiquei distante para a realização deste projeto.

Agradeço a todos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Design. Aos meus orientadores, professora Dr^a. Jocelise Jacques de Jacques e professor Dr. Fábio Pinto da Silva, pela liberdade e confiança no desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço aos meus colegas e amigos do PGdesign, em especial à Simone Sperhacker, pelo apoio e parceria em todos os momentos.

Aos participantes das entrevistas e do workshop, agradeço pela disponibilidade e dedicação. Um agradecimento especial à toda equipe do Museu Júlio de Castilhos pela acessibilidade e apoio fundamental para a realização da pesquisa.

Por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida, ao Sketchfab pelo apoio e a conta prêmio ofertada ao Museu Júlio de Castilhos.

*“In the spirit of making,
I strongly suggest
you take this [research],
make changes to it,
and make it your own.
That is the point of making.”*

RESUMO

ALENCASTRO, Y. O. **Faça-você-mesmo a digitalização 3D de acervos museológicos**. 2018. 199 f. Dissertação de mestrado – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

Entende-se que ao assumir uma atitude faça-você-mesmo, bem como táticas de apropriação e princípios *maker*, é possível uma aproximação e maior interação dos museus com a sociedade contemporânea, podendo oferecer uma renovação participativa e contínua de processos. Isto tudo, sem demandar grandes investimentos, motivando os participantes a aprender fazendo e a compartilhar o conhecimento. O uso de uma técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo, além de trazer agregada a atitude, possibilita a valorização do acervo museológico. Um objeto da coleção torna-se, então, capaz de transpor sua singularidade para alcançar distâncias além das geográficas, levando para o público seu conhecimento para valorização e conscientização de salvaguardar o acervo. Neste sentido, esta pesquisa contempla o desafio de propor diretrizes projetuais para o uso da digitalização 3D faça-você-mesmo em diferentes tipologias de acervos museológicos. Essas diretrizes foram construídas a partir de informações levantadas em experimentos e entrevistas, posteriormente, trabalhadas através de um processo criativo realizado num workshop no Museu Júlio de Castilhos, instituição museológica mais antiga do Rio Grande do Sul, e, por fim, diretrizes e resultados do workshop passam por um refinamento para a confecção de um framework de diretrizes projetuais. O perfil da instituição participante das atividades da pesquisa foi estabelecido por sua variedade de coleção, por apresentar peças com diferentes características físicas, químicas e morfológicas. Os resultados obtidos indicaram a oportunidade de tornar o acervo do museu mais acessível ao público de forma segura, possibilitando diferentes atividades educativas, maior disponibilidade, alcance para as pesquisas e maior conhecimento do acervo do museu.

Palavras-chave: Faça-você-mesmo. Digitalização 3D. Museu digitalizado.

ABSTRACT

ALENCASTRO, Y. O. **Do-it-yourself the 3D digitization of museological collections**. 2018. 199 p. Dissertation (Master in Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

It is understood that by taking a do-it-yourself attitude, as well as appropriation tactics and maker principles, it is possible to approach and interact more museums with contemporary society and can offer a participatory and continuous renewal of processes. All this, without demanding large investments, motivating participants to learn by doing and sharing knowledge. The use of a three-dimensional digitization technique do-it-yourself, in addition to bringing aggregates to the attitude, makes possible the valuation of the museological collection. An object of the collection becomes able to transpose its singularity to reach distances beyond the geographic ones, taking to the public its knowledge for valuation and awareness to safeguard these collections. In this sense, this research contemplates the challenge of proposing design guidelines for the use of do-it-yourself 3D digitization to be used in different types of museums. These guidelines were constructed from information collected in experiments and interviews, later worked through a creative process carried out in a workshop at the Júlio de Castilhos Museum, the oldest museum in Rio Grande do Sul, and, finally, guidelines and results of the workshop will go through a refinement for the creation of a framework of design guidelines. The profile of the institution participating in the research activities was established by its collection variety, because it presents pieces with different physical, chemical and morphological characteristics. The results indicated the opportunity to make the museum's collection more accessible to the public in a safe way, allowing different educational activities, greater availability, scope for research and greater knowledge of the museum's collection.

Key-words: *Do-it-yourself. 3D Digitization. Digitized Museum.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 – Contraculturas Hobbies e punks em suas táticas sub-reptícias ..25	25
Ilustração 2 – Fablab do MIT	27
Ilustração 3 – Edição europeia da Maker Faire em 2013	28
Ilustração 4 – Resolução vs. quantidade de pontos na malha tridimensional ..	30
Ilustração 5 – Digitalização 3D por triangulação a laser manual	32
Ilustração 6 – Representação da aquisição na fotogrametria multi-imagem	34
Ilustração 7 – Par de imagens estéreo e multi-imagens	35
Ilustração 8 – Complexidade geométrica	40
Ilustração 9 – Ângulo de incidência da fotografia	41
Ilustração 10 – Igreja de São Miguel das Missões digitalizada em 3D	43
Ilustração 11 – Múmias e dinossauros do Museu Nacional são digitalizados ...44	44
Ilustração 12 – O profeta Isaías e o tour virtual de Bom Jesus de Matosinhos .44	44
Ilustração 13 – O Laçador digitalizado em 3D	45
Ilustração 14 – Estátua David de Michelangelo, original e digitalizada em 3D ..46	46
Ilustração 15 – Estátua Minerva de Arezzo, original e digitalizada	46
Ilustração 16 – Digitalização 3D do Stonehenge	47
Ilustração 17 – Digitalização de lápides do cemitério por jovens arqueólogos 48	48
Ilustração 18 – Objetos da coleção Emotions3D	49
Ilustração 19 – Serra de amputação do Victoria and Albert Museum	49
Ilustração 20 – Restauração digital com o uso do CHESSE	51
Ilustração 21 – Robô para visita ao Museu Louvre-Lens	52
Ilustração 22 – Exposição digital do Palace Museum	53
Ilustração 23 – Museu Júlio de Castilhos	60
Ilustração 24 – Delineamento da pesquisa	63
Ilustração 25 – Peças selecionadas para o primeiro experimento	67
Ilustração 26 – Montagem da digitalização 3D por triangulação	68
Ilustração 27 – Montagem da fotogrametria	70
Ilustração 28 – Biblioteca do Museu Júlio de Castilhos	72
Ilustração 29 – Montagem do cenário	73
Ilustração 30 – Conjunto de tinteiro sem e com adição de cenário	74
Ilustração 31 – Configuração para análise de ambiente	74
Ilustração 32 – Configuração para análise de complexidade	75

Ilustração 33 – Novo estúdio fotográfico	75
Ilustração 34 – Peças selecionadas para análise de complexidade	76
Ilustração 35 – Configuração para análise de equipamento fotográfico.....	77
Ilustração 36 – Etapas da 1ª fase do workshop.....	81
Ilustração 37 – Representação de alguns slides da primeira aula.....	81
Ilustração 38 – Representação de alguns slides da segunda e terceira aula	82
Ilustração 39 – Framework para workshop analítico e de síntese	83
Ilustração 40 – Faixa etária e nacionalidade dos participantes	87
Ilustração 41 – Formação dos participantes.....	87
Ilustração 42 – Participação no projeto de digitalização 3D do patrimônio.....	88
Ilustração 43 – Interesse em aprender a digitalização 3D faça-você-mesmo	88
Ilustração 44 – Técnicas de digitalização 3D utilizadas nos projetos	89
Ilustração 45 – Temática dos objetos digitalizados em 3D nos projetos	90
Ilustração 46 – A utilidade de um objeto digitalizado em 3D.....	92
Ilustração 47 – Opinião sobre porque investir em digitalização 3D	93
Ilustração 48 – Os técnicos se interessariam em aprender a técnica?	94
Ilustração 49 – Resultado da aquisição no David laserscanner 3D.....	97
Ilustração 50 – Resultado do processo da fotogrametria.....	99
Ilustração 51 – Variação angular de 18° sem cenário	104
Ilustração 52 – Distância angular sem cenário.....	105
Ilustração 53 – Distância angular de 18° com cenário	106
Ilustração 54 – Distância angular com adição de cenário	106
Ilustração 55 – Porcentagem de sobreposição entre imagens	107
Ilustração 56 – Porcentagem de sobreposição entre imagens	108
Ilustração 57 – Configuração para análise de ambiente.....	109
Ilustração 58 – Instabilidade do processo	109
Ilustração 59 – Processo de 10 imagens sem e com adição de cenário	110
Ilustração 60 – Processo de 20 imagens sem e com adição de cenário	111
Ilustração 61 – Processo de 40 imagens sem e com adição de cenário	112
Ilustração 62 – Detalhe da geometria das malhas com 40 imagens	113
Ilustração 63 – Configuração para análise de complexidade.....	114
Ilustração 64 – Malhas 3D de 20 e 40 imagens da faca Inca.....	115
Ilustração 65 – Malhas 3D de 10, 20 e 40 imagens do peso de papel	116
Ilustração 66 – Malhas 3D de 20 e 40 imagens do vaso indígena.....	117

Ilustração 67 – Malhas 3D de 20 e 40 imagens do domador.....	118
Ilustração 68 – Malhas 3D de 10, 20 e 40 imagens do tinteiro.....	119
Ilustração 69 – Configuração para análise de equipamento	120
Ilustração 70 – Modelo 3D do modo manual e do automático sem cenário.....	121
Ilustração 71 – Modelo 3D do modo manual e do automático com cenário	122
Ilustração 72 – Diretrizes elaboradas para a aplicação da fotogrametria	123
Ilustração 73 – Encerramento do workshop	125
Ilustração 74 – Primeira aula do workshop.....	126
Ilustração 75 – Objetos selecionados para o workshop.....	127
Ilustração 76 – Aquisição de imagens dos objetos.....	128
Ilustração 77 – Malhas 3D feitas no workshop	129
Ilustração 78 – Framework com desafio estratégico	130
Ilustração 79 – Pilares de oportunidades da dig. 3D faça-você-mesmo.....	131
Ilustração 80 – Votação da Prioridade dos pilares de oportunidades.....	132
Ilustração 81 – Framework com oportunidades preenchidas	134
Ilustração 82 – Brainstorming para síntese de ideias	135
Ilustração 83 – Framework após a conclusão do workshop	136
Ilustração 84 – Soluções integradas para acessar o acervo por meio digital .	137
Ilustração 85 – Soluções integradas para a educação de diversos públicos ..	138
Ilustração 86 – Soluções integradas para a interação materializada	139
Ilustração 87 – Soluções integradas para preservação.....	140
Ilustração 88 – Soluções integradas para divulgar o acervo	141
Ilustração 89 – Framework para definição de diretrizes de projeto.....	145
Ilustração 90 – Fluxograma da variável de objeto.....	146
Ilustração 91 – Fluxograma da variável de modelo digitalizado em 3D	147
Ilustração 92 – Fluxograma da variável de ambiente.....	148
Ilustração 93 – Fluxograma da variável de equipamento	149
Ilustração 94 – Fluxograma da variável de tempo.....	150
Ilustração 95 – Fluxograma da variável de orçamento	151
Ilustração 96 – Análise SWOT	152
Ilustração 97 – Coleção de arte do Pacífico da Gallery NWS	156
Ilustração 98 – Interações com Open Exhibit	157
Ilustração 99 – Sketchfab do Museu Júlio de Castilhos	158
Ilustração 100 – Realidade aumentada do Guidi Go	159

Ilustração 101 – Evento do dia internacional da mulher do Snapchat	160
Ilustração 102 – Guia Guidi Go em Paris.....	161
Ilustração 103 – Guido Go do Pantheon em Roma	161
Ilustração 104 – Atividade educativa no Kid Museum	163
Ilustração 105 – Primeiro modelo de mini estúdio utilizado.....	194
Ilustração 106 – Segundo modelo de mini estúdio	195
Ilustração 107 – Modelo de base giratória	196
Ilustração 108 – Modelo e peças necessárias	197

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	19
1.1. PROBLEMA.....	20
1.2. OBJETIVOS	20
1.2.1. Objetivo Geral.....	20
1.2.2. Objetivos Específicos	21
1.3. DELIMITAÇÃO DO TEMA	21
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	22
2. DO CONHECIMENTO DA TÉCNICA AO OBJETO.....	24
2.1. AS NOVAS TECNOLOGIAS E A MUTAÇÃO DE PROCESSOS.....	24
2.1.1. O faça-você-mesmo	24
2.1.2. O movimento <i>maker</i>.....	26
2.2. A DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL	29
2.2.1. Digitalização 3D por triangulação a laser.....	31
2.2.2. Fotogrametria	33
2.2.3. Requisitos para a utilização da fotogrametria	36
2.2.3.1. Ambiente de execução da técnica.....	37
2.2.3.2. Complexidade da superfície do objeto	38
2.2.3.3. Equipamento fotográfico.....	41
2.3. O PATRIMÔNIO DIGITALIZADO E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS	42
2.3.1. A digitalização 3D do patrimônio cultural	43
2.3.2. A inovação em museus por meio de tecnologias digitais	50
2.4. PERSPECTIVAS DIGITALIZADAS EM UM MUNDO DIGITAL	53
2.4.1. O museu como espaço de mutações	54
2.4.2. O valor da obra digitalizada.....	56
3. ESTRATÉGIAS DA PESQUISA.....	59
3.1. CONTEXTO DA PESQUISA.....	59
3.1.1. Cenário dos experimentos e workshop.....	61
3.2. DESENHO DA PESQUISA	62
3.3. INSTRUMENTAÇÃO DE MÉTODOS PARA ETAPA “SABER”	64
3.3.1. Pesquisa bibliográfica	64
3.3.2. Entrevistas com profissionais.....	64
3.3.3. Experimento para definição de técnica	65

3.3.3.1.	Montagem para a digitalização 3D por triangulação a laser.....	67
3.3.3.2.	Montagem para digitalização 3D por fotogrametria.....	69
3.3.4.	Experimento para a definição de diretrizes preliminares	71
3.3.4.1.	Ambiente de aplicação da fotogrametria	71
3.3.4.2.	Complexidade do objeto.....	75
3.3.4.3.	Equipamento fotográfico.....	77
3.4.	INSTRUMENTAÇÃO DE MÉTODO PARA ETAPA “CRIAR”	78
3.4.1.	Workshop: uma ferramenta para soluções colaborativas.....	78
3.4.2.	Plano de aula para o workshop.....	80
3.5.	INSTRUMENTAÇÃO DE MÉTODO PARA ETAPA “RECRIAR”.....	84
4.	RESULTADOS E ANÁLISE DA ETAPA “SABER”	86
4.1.	ENTREVISTAS COM PROFISSIONAIS	86
4.1.1.	Sobre os projetos de digitalização 3D do patrimônio cultural	89
4.1.2.	Sobre os objetos digitalizados em 3D	90
4.1.3.	O investimento para digitalização 3D faça-você-mesmo.....	92
4.1.4.	Sobre os museus e a sua audiência.....	95
4.1.5.	Considerações das entrevistas.....	95
4.2.	EXPERIMENTO PARA DEFINIÇÃO DA TÉCNICA.....	96
4.2.1.	Digitalização 3D por triangulação a laser.....	97
4.2.2.	Digitalização 3D por fotogrametria	98
4.2.3.	Aspectos levantados.....	100
4.2.4.	Considerações do experimento	102
4.3.	EXPERIMENTO PARA DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES PRELIMINARES....	103
4.3.1.	Definição de variáveis.....	104
4.3.2.	Experimentação das variáveis	108
4.3.2.1.	Análise das variáveis de ambiente	108
4.3.2.2.	Análise das variáveis de complexidade do objeto	114
4.3.2.3.	Análise das variáveis de equipamento fotográfico	120
4.3.3.	Diretrizes de execução para a fotogrametria faça-você-mesmo	123
4.3.4.	Considerações do experimento	124
5.	ANÁLISE E RESULTADOS DA ETAPA “CRIAR”	125
5.1.	O WORKSHOP.....	126
5.1.1.	Oportunidades para a digitalização 3d faça-você-mesmo.....	131
5.1.2.	Soluções para a digitalização tridimensional	135
5.1.2.1.	Análise sobre soluções integradas.....	136
5.2.	CONSIDERAÇÕES SOBRE O WORKSHOP	141

6.	RECRIAR OPORTUNIDADES E SOLUÇÕES.....	143
6.1.	UM NOVO OLHAR PARA AS DIRETRIZES.....	143
6.2.	PLANEJAMENTO SOBRE OPORTUNIDADES.....	151
6.3.	REVISITANDO SOLUÇÕES.....	153
6.3.1.	Recriando a solução para o acesso do acervo por meio digital	155
6.3.2.	Recriando a solução para a educação de diversos públicos	158
6.3.3.	Recriando a solução para a interação materializada	162
6.3.4.	Recriando a solução para preservação	163
6.3.5.	Recriando a solução para divulgação do acervo	164
7.	CONCLUSÃO.....	165
7.1.	CONSIDERAÇÕES DA PESQUISA	168
7.2.	PESQUISAS FUTURAS	169
	REFERÊNCIAS.....	172
	APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO	182
	APÊNDICE II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	188
	APÊNDICE III – GLOSSÁRIO	191
	APÊNDICE IV – FAÇA-VOCÊ-MESMO UM MINI ESTÚDIO FOTOGRÁFICO	194
	APÊNDICE V – FAÇA-VOCÊ-MESMO UMA BASE GIRATÓRIA	196
	ANEXO I – BIOGRAFIA DA AUTORA	198

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa foi desenvolvida com a intenção de convidar a todos a aprender, inventar e reinventar através do fazer. Este modesto trabalho apresenta um pouco do que é possível realizar quando se assume uma atitude faça-você-mesmo¹.

Fazer-você-mesmo é uma iniciativa pessoal, com foco na curiosidade, no interesse em aprender, em construir soluções seja qual for a área de interesse. Um ato que vem do ímpeto de descobrir ferramentas, desmistificar processos e conquistar conhecimentos. Ações solucionadoras, também, gratificantes e prazerosas a seus executores. Como uma criança que descobre o mundo tateando as oportunidades que lhes são apresentadas, fazer, explorar, experimentar, arriscar, para construir uma perspectiva própria e, ao mesmo tempo, embebida de um contexto coletivo formado do compartilhamento de experiências e da busca por diferentes interpretações para melhor solucionar um problema.

A presente pesquisa foi direcionada para uma perspectiva museológica devido ao interesse² da disciplina em melhorar o relacionamento dos museus com a sociedade contemporânea buscando uma abertura para atividades do design e novas tecnologias.

Os museus, na contemporaneidade, constituem-se espaços de alta mutabilidade, pois os acervos para os quais são direcionados são dinâmicos. Como podemos ver na perspectiva de Assis e Lopes (2014), a base conceitual sobre a qual um museu é montado, e as atividades que são desenvolvidas nele, precisam ser frequentemente repensadas, refeitas. Isto resulta na demanda fundamental de que, para alcançar a flexibilidade necessária, a instituição museu tem de superar o confronto entre seu papel social e aquilo que realmente possui a capacidade de alcançar e/ou desenvolver. Os investimentos nos equipamentos culturais brasileiros nos últimos anos ajudaram analisar e evidenciar a precarização do panorama atual. Para suprir essa carência, leis vêm sendo criadas para atender uma série de

¹ Do inglês DIY, acrônimo de “do-it-yourself” a ser detalhado na seção 2.1.1

² Interesse identificado pela autora, também, devido a sua experiência profissional em museus. Uma breve biografia pode ser consultada no Anexo I.

demandas, no entanto mesmo com incentivos, ainda são impostas a esses espaços, cobranças e necessidades visando uma melhor estruturação do setor.

Dentro do contexto brasileiro, o decreto lei nº 25/1937 foi um marco para a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional que constituiu:

O patrimônio histórico e artístico nacional o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico (BRASIL, 1937).

Dentre processos políticos e mudanças de poder no país observa-se o extremo controle do Estado sobre os bens culturais bem como a compreensão do que é patrimônio e o que deve ser valorizado.

Apenas em 2003, foi retomado o desenvolvimento dos equipamentos culturais brasileiros com a criação da Política Nacional de Museus – PNM (BRASIL, 2003). Desde então, foram criados o Departamento de Museus e Centros Culturais – Art. 16 do Decreto 5040/04 (BRASIL, 2004), que veio a se tornar o Instituto Brasileiro de Museus - IBRAM (BRASIL, 2009). O Sistema Brasileiro de Museus que entrou em funcionamento após o decreto nº 5.264, para pôr a política em prática. Foi criada também a Política de Editais de seleção pública do Ministério da Cultura como forma de democratizar a distribuição de recursos por meios de financiamento de museus prevista no PNM (BRASIL, 2003), bem como incentivos para a conformação de novos cursos de graduação (até 2003 apenas existiam dois no país), pós-graduação e extensão em museologia (ASSIS, 2014). Em 2009, o Estatuto Brasileiro de Museus foi instituído através da Lei 11.904 (BRASIL, 2009) e veio atualizar o panorama museal brasileiro, baseado na Política Nacional de Museus de 2003, proporcionando maior flexibilidade à museologia.

O processo de renovação nos meios de difusão cultural brasileiros ganhou destaque no Plano Nacional de Cultura – PNC, Lei 12.343 (BRASIL, 2010, p. 22), com a importância dada à necessidade de ampliar o contato da população brasileira “com os bens simbólicos e os valores culturais do passado e do presente”. Com isto, trazer a qualificação dos ambientes e equipamentos culturais a patamares contemporâneos.

Dentre outras coisas, o PNC prevê: o incentivo à pesquisa, experimentos estéticos e reflexão sobre o impacto socioeconômico e cultural das novas tecnologias sobre as atividades culturais e sobre os valores simbólicos. Promove a incorporação de design, tecnologias construtivas e de materiais, inovação e sustentabilidade para qualificar os equipamentos culturais. Requer a implantação, ampliação e atualização das conexões entre instituições culturais para aumento da experimentação, criação, fruição e difusão da cultura por meio da tecnologia digital, democratizando as capacidades técnicas, o consumo de obras desenvolvidas ou reproduzidas em meio digital. Estratégia reforçada por meio da implementação de uma política “de digitalização e atualização tecnológica de laboratórios de produção, conservação, restauro e reprodução de obras artísticas, documentos e acervos culturais” (Ibidem, p. 24). E, por fim, incentivar e fomentar a difusão cultural em diversas mídias para ampliar a recepção do público e o reconhecimento das produções artísticas e culturais não inseridas na indústria cultural apoiando também a inclusão digital.

Após um período iluminado para as questões museológicas, o Brasil entra numa fase de sucateamento das instituições públicas, com destaque para o Rio Grande do Sul. Fato que repercute diretamente nos museus públicos, como a instituição que serviu de cenário para esta pesquisa.

Essa necessidade de renovação museológica vem aumentando progressivamente, também, com o avanço tecnológico, que, ao mesmo tempo, começa a trazer soluções para facilitar esse processo de mudança. Equipamentos tecnológicos de alto desempenho, de potencial similar àquele previamente apenas disponível para alguns profissionais, começam a chegar ao alcance das pessoas fora do meio industrial. Técnicas e ferramentas que, ao serem apropriadas, somaram-se à lógica do faça-você-mesmo, possibilitando sua aplicabilidade em diferentes contextos: desde a recriação de máquinas industriais para uso pessoal, à automação de pequenos projetos em meio residencial. A assimilação dessas práticas proporcionou o surgimento do movimento *maker*, que condiciona (LÉVY, 1999) a seus integrantes a continuidade do fazer, a criar soluções específicas para suas necessidades dentro de seus contextos, a aprender e compartilhar conhecimentos e técnicas que se adaptam aos recursos disponíveis e, principalmente, acelerando o processo de resolução dos problemas práticos.

Como forma de trazer novas tecnologias ao museu e assim buscar uma maior aproximação da sociedade contemporânea, esta pesquisa enfocou a renovação dentro do espaço museológico, o avanço das tecnologias e os princípios do movimento *maker*. Os *makers* trazem consigo a perspectiva advinda do faça-você-mesmo baseada na autossuficiência do fazer agregando o interesse em aprender, ensinar e compartilhar o conhecimento. Ajudam a aproximar das pessoas as ferramentas tecnológicas de fabricação digital, engenharia reversa e processos de inovação.

Influenciada pela lógica da apropriação, pela lógica do faça-você-mesmo e pelo movimento *maker*, a utilização da tecnologia da digitalização tridimensional foi ensaiada como modo de buscar incrementar as atividades dos museus, porém considerando as limitações técnicas, de recursos e de pessoal que caracterizam muitas das instituições museológicas brasileiras. Uma técnica que possibilita a virtualização do objeto museológico e, conseqüentemente, oferece a possibilidade de diferentes estudos e recriações a partir da peça desmaterializada e atemporal. A digitalização 3D, também, dá abertura a discussão sobre o uso dos objetos digitais, seu valor e sua representação dentro das práticas do museu.

A digitalização tridimensional está em constante desenvolvimento apresentando versões de custo baixo e de menor complexidade. É de uso nas atividades do movimento *maker* e conta com tutoriais de fácil acesso online para auxílio à aprendizagem que são desenvolvidos e compartilhados pelos *makers* (participantes do movimento).

As formas de melhorar a aproximação entre o público e os museus, por meio do uso da digitalização 3D faça-você-mesmo, foram analisadas através do processo de diagnóstico de design e posteriormente com estímulo a criatividade para a proposição de possíveis soluções. O resultado do processo foi um framework de diretrizes para facilitar a aplicação da técnica por não especialistas, oportunidades de uso da técnica dentro das atividades museológicas e soluções projetuais para o uso da digitalização 3D faça-você-mesmo em acervos museológicos.

Para a execução do processo de design foram realizados dois momentos de experimentos para explorar mais conhecimentos sobre o funcionamento da digitalização 3D faça-você-mesmo, entrevistas para levantar experiências em projetos

de digitalização 3D do patrimônio cultural e um workshop analítico para ensino da técnica e aplicações de brainstorming com a equipe técnica do Museu Júlio de Castilhos, em Porto Alegre, e convidados.

Além de possibilitar a redução do orçamento de projetos de digitalização profissionais, o uso da digitalização faça-você-mesmo traz diferentes benefícios: (i) o profissional do museu passa a ter autossuficiência e liberdade de pensar e projetar soluções; (ii) a técnica pode ser montada dentro da área de reserva técnica do próprio museu, adaptada às necessidades da instituição, conforme o tipo de acervo e espaço físico; (iii) o profissional detém o conhecimento da melhor forma de manipular cada peça do acervo devido às possíveis fragilidades e histórico dos objetos; (iv) a técnica ser acessível para diferentes instituições realizarem a documentação 3D do patrimônio e, conseqüentemente, a conservação do acervo; (v) a técnica ser realizada no próprio museus evita o deslocamento do acervo para laboratórios especializados e possíveis acidentes.

1.1. PROBLEMA

Como as novas tecnologias e os princípios do movimento *maker* podem auxiliar os museus a se aproximarem mais da sociedade contemporânea?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Elaborar diretrizes que auxiliem a respaldar a aplicação de uma técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo na criação de modelos digitalizados em 3D de acervos museológicos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Identificar projetos e obter relatos de profissionais sobre suas experiências com digitalização tridimensional do patrimônio cultural.
- b) Identificar uma técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo que melhor se adeque aos objetivos desta pesquisa.
- c) Reconhecer junto a profissionais de museologia oportunidades de uso da digitalização tridimensional faça-você-mesmo em museus.
- d) Avaliar as diretrizes propostas para aplicação de uma técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo em museus.

1.3. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Um museu com perfil clássico³, também chamado de enciclopédico, constituído de diferentes tipologias de acervo, com um cenário de investimento reduzido, mostrou-se como terreno fértil para ensaiar o faça-você-mesmo, vislumbrar oportunidades e possíveis soluções numa apreciação do movimento *maker* em busca de uma maior aproximação da sociedade contemporânea.

Com o perfil citado, foi selecionado um museu público do Rio Grande do Sul, localizado na cidade de Porto Alegre, com um acervo composto por 29 coleções de diferentes tipologias, o Museu Júlio de Castilhos, a primeira instituição museológica do estado.

Para realizar os objetivos da pesquisa, assumiu-se, num primeiro momento, uma postura exploratória para levantar informações sobre o estado da arte do faça-você-mesmo, do movimento *maker*, de projetos da digitalização tridimensional do patrimônio cultural e da digitalização 3D. Também para experimentar e melhorar a compreensão de como pode funcionar a digitalização 3D faça-você-mesmo em acervos museológicos.

³ Os museus clássicos, comumente são de caráter “enciclopédico” (CHAGAS, 2002) ou universal originados no iluminismo durante o século XIX (CAMPBELL, 2012).

Com base nas informações exploradas, foram elaboradas diretrizes de aplicação da digitalização 3D faça-você-mesmo em acervos museológicos. Esse direcionamento, teve como base um formato flexível para possibilitar identificar oportunidades e o desenvolvimento de diferentes soluções.

Para a confecção das diretrizes, as peças selecionadas para os experimentos seguiam as seguintes características: objetos tridimensionais, de coleções variadas, de materiais não brilhantes e não translúcidos, de dimensões entre 40 mm e 250 mm, de diferentes níveis de detalhamento superficial e boas condições de preservação.

Num segundo momento, esta pesquisa adotou uma postura mais criativa e participativa com a colaboração de estudantes, professores e profissionais da museologia para praticarem a digitalização 3D faça-você-mesmo de acervos museológicos e vivenciarem um pouco do movimento *maker* para identificar oportunidades de uso da técnica e o desenvolvimento de possíveis soluções, tendo em mente a necessidade de um melhor alinhamento com os interesses da sociedade contemporânea.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa tem caráter multidisciplinar e fez uso do uso design como processo de resolução de problemas centrado no humano para levantar conhecimentos que respaldem a utilização da digitalização tridimensional faça-você-mesmo em acervos de museus clássicos tendo em vista uma maior aproximação da sociedade contemporânea.

Esta dissertação é dividida em sete seções. Além desta seção introdutória, a segunda seção apresenta a pesquisa bibliográfica para fundamentação teórica do faça-você-mesmo, do movimento *maker*, da digitalização tridimensional faça-você-mesmo, do patrimônio cultural digitalização e das perspectivas que a digitalização tridimensional tem trazido aos museus.

A terceira seção traz os processos de aplicação dos instrumentos metodológicos no decorrer das três etapas: “Saber” (etapa exploratória), “Criar” (etapa participativa para a elaboração de soluções cooperativas) e “ReCriar” (refinamento de resultados).

A quarta seção apresenta os resultados e as análises para “Saber” mais a respeito da digitalização tridimensional e seu uso no patrimônio cultural e nos museus. A etapa contou com a aplicação de três instrumentos metodológicos: (i) entrevistas com profissionais experientes em projetos de digitalização 3D do patrimônio cultural; (ii) experimento para a definição da técnica de digitalização 3D; (iii) experimento para a elaboração de diretrizes de digitalização 3D faça-você-mesmo de acervos museológicos.

Com base nas diretrizes propostas, a quinta seção traz o processo de levantamento de oportunidades e de “Criar” soluções para a utilização da digitalização tridimensional faça-você-mesmo em museus. Para tanto, foi realizado um workshop com profissionais, professores e estudantes da museologia convidados. Durante as atividades, os participantes conheceram a técnica de digitalização por meio das diretrizes e, posteriormente, participaram da realização de um *brainstorming*.

A sexta seção trata de refinar os resultados obtidos com a intenção de “ReCriar” soluções, oportunidades e propor melhorias para as diretrizes. Para tanto, foi elaborado um framework que ampliou as diretrizes para a digitalização 3D de acervos museológicos, realizada uma análise SWOT com o uso das oportunidades levantadas e as soluções foram enriquecidas com informações do “Saber”.

A sétima seção, contempla a finalização do estudo, descrevendo as conclusões de uma forma abrangente e apresentando contribuições positivas para o problema desta pesquisa, bem como, certas lacunas que foram identificadas e podem impulsionar novas pesquisas dentro do tema abordado.

2. DO CONHECIMENTO DA TÉCNICA AO OBJETO

Nesta seção é apresentada a fundamentação teórica que embasou o desenvolvimento da pesquisa com informações que, mais adiante, tornaram-se determinantes para a estruturação dos métodos aplicados até a análise de resultados.

2.1. AS NOVAS TECNOLOGIAS E A MUTAÇÃO DE PROCESSOS

O modo de fazer, de produzir e gerar soluções, com suas diferentes técnicas através do tempo, refletem a relação de apropriação da sociedade. Relação que se modifica e que hoje é vista como um motor de mudanças por meio do domínio e o compartilhamento do conhecimento de como fazer fora dos tradicionais meios de produção.

2.1.1. O faça-você-mesmo

De Certeau (1980) identifica como ser humano comum das artes do fazer, de táticas de subverter padrões e da criatividade que altera códigos sociais, reconfigurando funções dos objetos e apropriando-se do espaço e do discurso.

Essa apropriação pode ser relacionada ao mesmo tempo, com o modo de uso, aprendizagem e domínio técnico. Para Lemos (2004), também é um meio de reinventar as formas conhecidas de uso, é uma adaptação feita pelo usuário de maneira não planejada pelo produtor/inventor. Como identificada por De Certeau (*op. cit.*), a extensão da apropriação vai além e possui a característica básica de ser produto de uma marginalidade. Seria a produção feita fora dos sistemas formais, mesmo que praticada por uma maioria.

Essa capacidade de se tornar autossuficiente e criar suas próprias soluções é relacionada num primeiro momento à lógica da economia da escassez: sem acesso aos meios de produção e distribuição, resta às pessoas a astúcia, a apropriação (inclusive, como tática de resistência). Esta fase inicial é reconhecida por Fox (2014) como primeira onda do faça-você-mesmo baseada na necessidade de subsistência e de caráter agrícola.

A revolução industrial acabou por modificar os hábitos de vida do homem comum, acelerando o processo de urbanização das cidades. Como decorrência, houve uma modificação nos alvos de interesse, porém sem modificações formais na apropriação permanecendo vinculada à lógica da economia da escassez. A necessidade agora vinha de uma linha de produção e que este mesmo homem ajudava a montar. Como resultado dessas transformações que Fox (2014) define o surgimento da segunda onda do faça-você-mesmo. Chamada de onda industrial, o faça-você-mesmo era voltado ao consumo de kits pré-fabricados principalmente para uso doméstico oferecendo o acesso a esses itens por um custo mais baixo por necessitarem de uma montagem ou finalização após a compra. Essa é uma ideia de faça-você-mesmo que permeia, também, até os dias atuais. Watson e Shove (2008) observam que empresas fabricantes e vendedoras de ferramentas e materiais, para clientes amadores e não profissionais, são as grandes incentivadoras desse faça-você-mesmo.

Como prelúdio à terceira onda, Lemos (2004) observa modificações na forma de apropriação na atitude anti-consumista em contraculturas como a hippie e a punk, onde o indivíduo ao invés de pagar por um produto industrializado busca alternativas de produzi-lo por conta própria, assumindo uma postura que conflita com os sistemas de produção, até mesmo com a segunda onda (Ilustração 1). Os usuários estariam fazendo uma “bricolagem⁴ com e na economia cultural dominante” (DE CERTEAU, 2014, p. 40).

Ilustração 1– Contraculturas Híppies e punks em suas táticas sub-reptícias



Fonte: GONÇALVES (2018) e JELLYROLL (2008).

⁴ Do francês *bricolage* tem o mesmo significado de faça-você-mesmo (BRICOLAGE, 2018).

No mesmo período, as novas tecnologias chegam para remover as imposições da escassez e, deste modo, a apropriação se transforma. On-line e em um ambiente de democratização dos meios de produção e distribuição, atrelada à apropriação se constrói a cibercultura (ANDERSON, 2006). As pessoas passaram a possuir alcance e capacidade produtiva superior aos das comunidades observadas por De Certeau (1980). A apropriação deixa de ser questão de uma adaptação para possuir um produto, por exemplo, e torna-se a criação de um novo produto com caráter original. Em maior profundidade, a contracultura hacker, como descrita por Lemos (2004), realiza a apropriação como uma forma de devolver a capacidade individual; entende que o poder está nas mãos das pessoas.

Surge, então, a terceira onda faça-você-mesmo permitindo que pessoas comuns inventem e criem soluções inovadoras. Segundo Fox (2014) e Rognoli et al. (2015), essa mudança só se tornou possível devido à convergência e democratização de tecnologias como a *World Wide Web*, design assistido por computador (CAD) e fabricação digital. Em paralelo e ampliando essa relação de apropriação, cresce o desejo dos indivíduos de personalizar seus produtos e de se desafiar experimentando e reinventando processos (FOX, *op. cit.*).

Dessa forma, de acordo com Soares e Petry (2017), os computadores, até mesmo os dispositivos móveis, têm a capacidade de transformar o usuário em produtor, ou seja, as novas tecnologias ajudam a democratizar os meios de produção. A internet e a computação em nuvem possibilitam a apropriação, a criação e o compartilhamento do conhecimento gerado por esses novos produtores. A informação passa a ser distribuída de maneira imediata e persistente. Sistemas de recomendação inteligente, curadoria on-line, distribuição viral, motores de busca, filtros de conteúdo e a inteligência coletiva de milhões de usuários atuam de forma descentralizada fazendo a conexão entre o conteúdo produzido e seu público.

2.1.2. O movimento *maker*

A movimento *maker* emergiu de comunidades que estimulavam a inovação e, de acordo com Blikenstein e Worsley (2016), teve como base quatro eventos:

- a) A fundação do primeiro FabLab⁵ no Massachusetts Institute of Technology - MIT (Ilustração 2), em 2001, instituição identificada por Kent (2001) como há décadas imersa na cultura *hacker*.
- b) A criação da revista Maker Magazine, em 2005, criada por editores do Vale do Silício, possui grande influência na região.
- c) As feiras Maker Faire (Ilustração 3), realizadas a partir de 2006, criadas pela Maker Magazine com o intuito de celebrar a filosofia do faça-você-mesmo, através de artes e ofícios, engenharia e projetos de ciência.
- d) Por último, no crescimento dos programas informais de educação com o uso de alta tecnologia (em museus, cursos de extensão e competições estudantis), influenciados pela necessidade de uma força de trabalho focadas nas ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM⁶), com habilidades desenvolvidas desde o início do período escolar.

Ilustração 2 – Fablab do MIT



Fonte: MitNews on campus around the world (2018)

⁵ Acrônimo do inglês *fabrication laboratory*. Um ambiente que promove acesso a modernos meios de invenção.

⁶ *Ciência, tecnologia, engenharia e matemática* no acrônimo em inglês.

O movimento *maker* tornou-se possível através da invenção e/ou propagação de tecnologias como Logo, LEGO, *Scratch*, robótica, hardware e software livre, incluindo processos de fabricação digital de baixo custo e o desenvolvimento da internet (BLIKSTEIN, WORSLEY, 2016). E tem sido agente no maior ritmo de inovação das últimas décadas. O crescimento do uso das tecnologias em atividades extraclasse (com destaque para programas dos museus de ciência e tecnologia) contribuiu para aceitação social do movimento *maker*, ajudando a destacar o uso da tecnologia e da criatividade para a resolução de problemas como competências desejáveis no mercado de trabalho, em adição ao currículo escolar tradicional.

Ilustração 3 – Edição europeia da Maker Faire em 2013



Fonte: Maker Faire (2018)

Os princípios sob os quais se constrói o movimento *maker* são responsáveis por sua propagação mundial (HATCH, 2014). São eles:

- a) *Make*: fazer é parte do significado de ser humano. Fazer, criar, e nos expressar traz plenitude. Os objetos contêm pequenas partes de seus criadores, fazer é imbuir nos objetos parte de si.
- b) *Share*: compartilhar o que se fez traz consigo sentimento de plenitude.
- c) *Give*: ao presentear alguém com algo que fez, estará dando parte de si.
- d) *Learn*: é necessário aprender a fazer e sempre buscar a aprender mais: novas tecnologias, materiais e processos. Construir é um percurso contínuo de aprendizagem e garante uma vida rica, gratificante e que permite compartilhar.

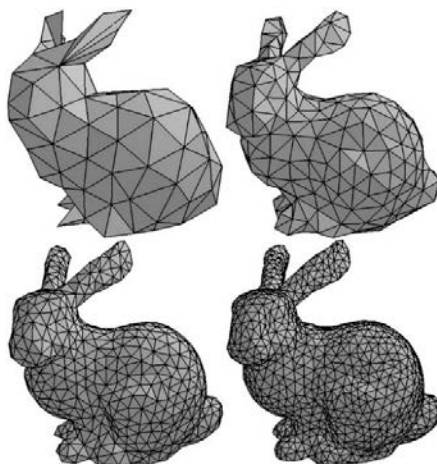
- e) *Play*: é essencial divertir-se fazendo. “Você pode ficar surpreso, excitado e orgulhoso com as suas descobertas” (HATCH, 2014, p. 26);
- f) *Participate*: estimula participar do movimento, pesquisar e integrar-se com outros *makers*.
- g) *Support*: um movimento requer apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional. “A melhor esperança para melhorar o mundo somos nós, e somos responsáveis por fazer um futuro melhor” (HATCH, 2014, p. 29).
- h) *Change*: a mudança que ocorre espontaneamente ao se entrar no movimento *maker* deve ser abraçada. O fazer é fundamental ao homem, logo possibilita uma versão mais completa do eu.
- i) *Tool up*: as ferramentas necessárias precisam estar à disposição, sem barreiras de tempo, espaço ou financeiras.

O movimento tornou-se uma rede de aprendizagem de comunidades que colaboram entre si, desde o nível local ao global, trabalhando juntas por meio da atitude do fazer (DOUGHERTY, 2016) criando uma produção além dos meios dominantes. Incorpora, assim, o faça-você-mesmo revigorado pelas novas tecnologias (PEPLER, HAVELSON, KAFAI, 2016).

2.2. A DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL

Digitalização 3D é o nome dado a um conjunto de técnicas pelas quais é possível capturar a forma geométrica de um objeto físico, de modo a reproduzi-la digitalmente. Durante o processo, são medidas coordenadas (x, y, z) de pontos sobre a superfície do objeto para se obter, geralmente, uma nuvem de pontos ou malha que descreve sua forma tridimensional (Ilustração 4). Além da forma, ainda é possível capturar outras características do objeto como a cor aparente e o comportamento de refletância⁷, que podem ser projetadas sobre a geometria obtida (BERNARDINI, RUSHMEIER, 2002; EBRAHIM, 2011).

⁷ Relação entre o fluxo de radiação que incide numa superfície e o que é refletido (REFLETÂNCIA, 2017).

Ilustração 4 – Resolução vs. quantidade de pontos na malha tridimensional

Fonte: CMAP - École Polytechnique (2018)

De acordo com Pavlidis et al. (2007), a digitalização 3D é um processo composto por três fases principais: (i) preparação – decisões como a escolha da técnica e metodologia a ser adotada, o local da digitalização, planejamento de segurança; (ii) aquisição digital – quando ocorre a captura de dados da superfície do objeto através de varreduras; (iii) processamento de dados – modelagem do objeto através de processos como unificação de varreduras, processamento de dados geométricos e processamento de dados de cor.

As técnicas para digitalização tridimensional disponíveis no mercado podem ser classificadas, de maneira geral, em duas categorias principais: digitalização com contato físico com a peça, e digitalização sem contato físico (FREITAS, 2006).

Exemplo de digitalizadores de contato com o modelo físico (EBRAHIM, 2011; GOMES, BELLON, SILVA, 2014):

- a) Braço mecânico;
- b) Triangulação por ultrassom;
- c) Apalpamento em máquina de comando numérico computadorizado (CNC);
- d) Apalpamento em máquina de medição por coordenadas (*Coordinate Measuring Machine (CMM)*).

Exemplo de digitalizadores que não entram em contato com o modelo físico (EBRAHIM, 2011; GOMES, BELLON, SILVA, 2014):

- a) Laser por triangulação (por varredura de ponto ou linha);
- b) Laser por tempo de vôo ou mudança de fase;
- c) Laser por Holografia Conoscópica;
- d) Luz Infravermelha;
- e) Luz branca ou estruturada;
- f) Fotogrametria (digitalização por fotografias digitalizadas);
- g) Tomografia;

Uma mudança no perfil de uso dessas tecnologias vem ocorrendo. Conforme Bernardini e Rushmeier (2002), os custos da digitalização tridimensional estão reduzindo, assim como os custos dos computadores de alto desempenho. Estas circunstâncias vêm junto ao aumento do acesso a conexão de internet banda larga e vieram a popularizar o uso de modelos 3D. Conseqüentemente, ao se tornarem mais acessíveis, algumas dessas tecnologias estão sendo apropriadas e utilizadas como faça-você-mesmo.

Segundo Pavlidis et al. (2007), a escolha da técnica depende da finalidade do modelo digitalizado, do orçamento disponível, do tamanho, forma, nível de detalhe e matérias-primas do objeto. Entre as técnicas de digitalização 3D faça-você-mesmo destacam-se ferramentas para digitalização por triangulação a laser e fotogrametria. Estas apresentam uma variedade de softwares e modelos de hardware disponibilizados gratuitamente ou a baixo custo (REPRAP, 2016). As duas técnicas estão entre as indicadas por Pavlidis et al. (2007) para o uso na digitalização 3D de objetos de patrimônio cultural.

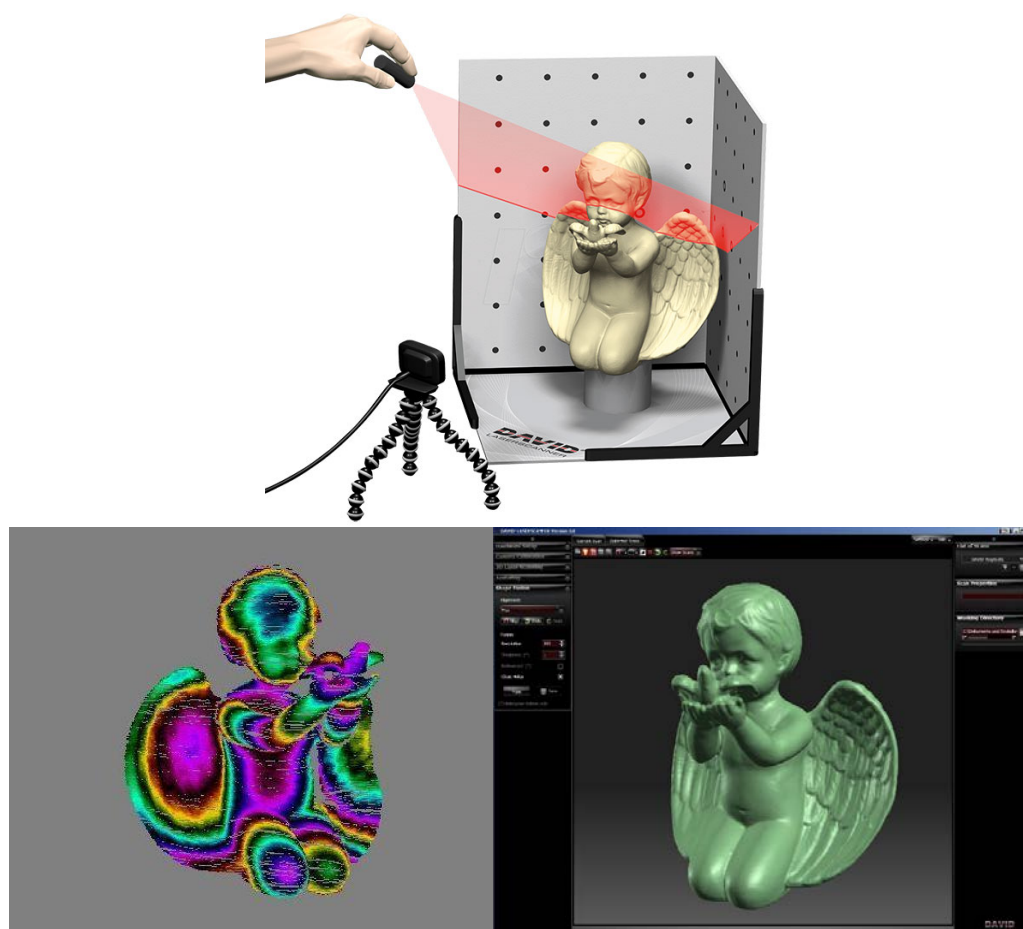
2.2.1. Digitalização 3D por triangulação a laser

O procedimento de digitalização 3D por triangulação a laser por varredura de linha consiste em um sistema com um emissor laser e um detector óptico (geralmente uma câmera digital). O emissor laser projeta uma linha na superfície do objeto e o detector registra a variação dessa linha durante a varredura (Ilustração 5). A partir desta variação, o software calcula as coordenadas de pontos por meio de triangulação, ou seja, do triângulo formado entre emissor, detector e objeto. Para a

reconstrução completa do objeto tridimensional, dependendo da complexidade, podem ser necessárias múltiplas varreduras (BERNARDINI, RUSHMEIER, 2002; PAVLIDIS et al., 2007; EBRAHIM, 2011; WEINMANN, KLEIN, 2015).

Pavlidis et al. (2007) apontam como vantagem da digitalização a laser a sua alta precisão geométrica. Alguns sistemas a laser, no entanto, não extraem informações de cor, e não apresentam resultados aceitáveis para determinadas superfícies materiais, como as com elevado grau de refletância especular ou transmitância⁸. Sistemas capazes de lidar com uma maior gama de superfícies materiais apresentam custos mais elevados.

Ilustração 5 – Digitalização 3D por triangulação a laser manual



Fonte: 3d printers superstore (2016)

⁸ Razão entre a quantidade de luz que atravessa um material e a que sobre ele incide (BRASIL, 2006).

2.2.2. Fotogrametria

O termo fotogrametria é formado pelas palavras gregas *photons* (luz), *gramma* (algo desenhado ou escrito) e *metrons* (medir) e significa "medir graficamente usando luz" (TOMMASELLI, 2009). A American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (2016) define a fotogrametria como:

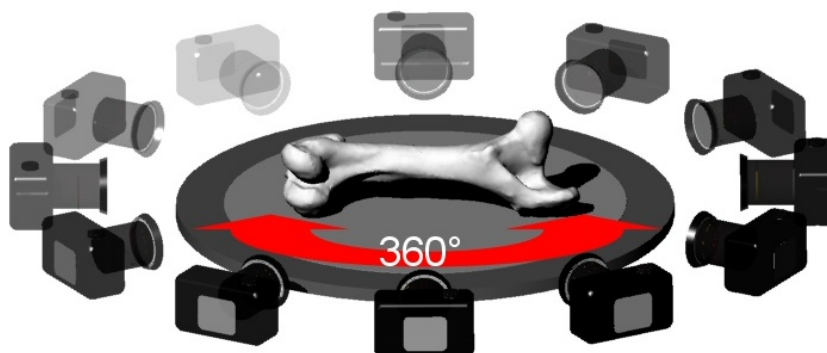
Arte, ciência e tecnologia de obtenção de informações confiáveis sobre objetos físicos e do ambiente, através de processos de captura, medição e interpretação de imagens e padrões de energia eletromagnética e outros fenômenos.

Na digitalização por fotogrametria, a captura de dados geométricos é realizada a partir de uma sequência de imagens fotográficas, obtidas de diferentes pontos de vista. De acordo com McCarthy (2014), as técnicas fotogramétricas têm sido principal ferramenta para o levantamento aéreo de topografia por cartógrafos. Esta abordagem baseia-se na aquisição de imagens aéreas (fotográficas ou vídeos) sobrepostas analisadas usando várias técnicas, incluindo algoritmos matemáticos. No final do século 20, a análise para a extração de dados tridimensionais das imagens vem se tornando cada vez mais automatizada. O grande marco dessa automação foi a substituição do filme pela aquisição digital, no início dos anos 90. Tal fato, permitiu que computadores analisassem os dados gerados com o uso de algoritmos relacionados aos pixels. Mesmo com o processo automatizado, a fotogrametria permaneceu altamente especializada e dispendiosa, tanto em termos de tempo quanto de hardware e direcionada apenas a grandes dimensões.

No final dos anos 90, foi gerada a fotogrametria à curta distância (*close-range photogrammetry*) quando a técnica começa a ser utilizada na digitalização tridimensional de objetos (ATKINSON, 1996). Neste caso, a captura de dados geométricos é realizada a partir de uma sequência de imagens fotográficas, obtidas de diferentes pontos de vista (Ilustração 6). Essas imagens passam por um processamento, no qual o software realiza o alinhamento tridimensional das fotografias capturadas com base na detecção de sobreposições e pontos equivalentes, determinando desta maneira a posição e orientação da câmera relativa ao objeto fotografado. A partir desta orientação é realizada a triangulação de diversos

pontos detectados, restituindo assim a geometria tridimensional do objeto, em forma de nuvem de pontos ou malha tridimensional (TOMMASELLI et al., 1999; SCHENK, 2005; YASTIKLI, 2007).

Ilustração 6 – Representação da aquisição na fotogrametria multi-imagem



Fonte: Dinosaurpalaeo (2016)

A técnica, conforme desenvolvida nos dias atuais, é chamada por McCarthy (2014) de fotogrametria multi-imagem. A técnica, que não está limitada a pares estéreo⁹, como algumas de suas versões mais demoradas, também de acordo com Pavlidis et al. (2007), tornou-se capaz de montar digitalmente objetos complexos de forma cada vez mais automatizada e econômica (Ilustração 7). McCarthy (2014) apresenta uma evolução da técnica que agora conta com uma quantidade maior de dados devido ao uso de múltiplas imagens digitais sobrepostas e que podem ser carregadas de uma só vez no software para processamento, de forma automática e necessitando de pouca intervenção do executor. Essa melhor automatização do processo e redução de tempo de execução, é resultado também da melhoria na qualidade de dados adquiridos através das imagens, pois possibilitam um melhor processamento do software na montagem dos modelos digitalizados em 3D. O autor ressalta que a fotogrametria multi-imagem tornou-se possível devido à convergências de tecnologias em evolução de softwares, computadores com melhor capacidade de processamento e câmeras fotográficas com calibração automática, redução de distorções, de aberrações cromáticas, aumento da capacidade de pixels por polegada

⁹ Técnica usada para se obter informações tridimensionais baseada na análise de duas imagens obtidas em pontos diferente também utilizada no cinema com o uso de óculos 3D.

(resolução das fotografias), entre outras melhorias. Tais avanços tecnológicos fazem a fotogrametria multi-imagem capaz de produzir modelos altamente detalhados e precisos sejam topografias, objetos isolados ou monumentos.

Ilustração 7 – Par de imagens estéreo e multi-imagens



Fonte: Ruivale (2018) e 3d scan expert (2018)

Por ter se tornado uma técnica prática e versátil, McCarthy (2014) afirma que a fotogrametria multi-imagem tem sido amplamente adotada para o patrimônio cultural para substituir ou aprimorar técnicas de pesquisa já estabelecidas, reunindo-se à pesquisa manual e ao escaneamento a laser. O autor constata que a fotogrametria com o uso de imagens múltiplas pode atingir resultados próximos aos de scanners a laser, porém com um custo mais baixo. Tal fato, atribui a técnica grande potencial acadêmico devido a sua natureza experimental.

Outro ponto que o desenvolvimento fotogramétrico flexibilizou foi a dimensão do objeto de digitalização. O alvo de digitalização em 3D que a técnica executa com qualidade vem se tornando cada vez menor, assim como a possibilidade de fazer a aquisição de imagens cada vez mais próximo do objeto da digitalização também foram resultados da evolução das tecnologias (MCCARTHY, 2014).

Mesmo com toda a evolução da técnica, McCarthy (2014) afirma que ainda é preciso estabelecer um uso com resultados mais controlados, o que requer mais experiências e investimentos. Neste ponto, Pavlidis et al. (2007) ressaltam a necessidade de maior controle e cuidado na aquisição das imagens em relação à iluminação do ambiente onde serão realizadas as fotografias para a obtenção de bons

resultados. Em contrapartida, Luhmann, Fraser e Mass (2016) destacam que o nível de habilidade do operador humano tem se tornado cada vez menos determinante nos resultados.

Muitas melhorias necessárias vêm sendo supridas com o desenvolvimento de novos softwares. À exemplo do processamento, a fotogrametria multi-imagem por analisar muitas fotos de uma só vez exige grande carga de trabalho do computador. Quanto maior o número de imagens e melhor sua resolução, mais tempo irá levar e mais capacidade de processamento deverá ter o computador. A respeito dessas questões, alguns softwares passaram a disponibilizar o processamento em nuvem¹⁰ para que não seja necessário o uso de computadores potentes para a análise das imagens (MCCARTHY, 2014).

Apesar de a fotogrametria multi-imagem vir se mostrando economicamente mais viável que outras técnicas, seu uso ainda não tem muito alcance no mercado. McCarthy (2014) credita essa pouca participação ainda ao custo de softwares. Sobre este ponto, o autor afirma que aos poucos vêm sendo desenvolvidos programas com permissões de uso gratuitas, mas que ainda apresentam resultados inferiores ao que normalmente exige-se no mercado. Em contrapartida, está havendo na comunidade patrimonial na Europa investimentos para explorar a digitalização de conteúdos culturais, bem como métodos e ferramentas para aumentar o acesso ao patrimônio cultural (COUNCIL OF EUROPE, 2017). Como forma de valorizar a iniciativa e de atrair investidores a Comissão Europeia de Cultura (COUNCIL OF EUROPE, 2017) denominou 2018, como o ano europeu do patrimônio cultural.

A fotogrametria multi-imagem tem seu desenvolvimento apoiado, também, pela comunidade maker, entre elas o RepRap (2016).

2.2.3. Requisitos para a utilização da fotogrametria

A fotogrametria apresenta uma versatilidade de aplicações onde os equipamentos podem atuar na digitalização de uma edificação ou de um tinteiro. Porém, a precisão necessária para a digitalização 3D de uma paisagem é menor. Já,

¹⁰ Refere-se ao compartilhamento de memória, armazenamento e cálculo em computadores e servidores remotos interligados por meio da Internet (STAMFORD, 2008).

para compor uma representação digital das três dimensões de um objeto, pede-se maior precisão para a captação de pequenos detalhes. A utilização de um processo com a aquisição multi-imagens em sequência com alta sobreposição promove redundância de informação, possibilita a precisão e a resolução necessárias para a digitalização do objeto (LUHMANN, FRASER, MASS, 2016). A precisão do processo multi-imagem pode ser afetada por muitas variáveis como: (i) a qualidade das fotos, a distorção da lente, e a profundidade de campo que estão relacionadas ao equipamento utilizado; (ii) a textura das superfícies que é relacionada à complexidade do objeto; e (iii) o layout ambiente (MCCARTHY, 2014).

As tarefas realizadas para criar os modelos consistem em (JAZAYERI, FRASER, CRONK, 2010, p. 305):

pré-processamento de imagem [planejamento], calibração de câmera e orientação de rede, aquisição de imagens para detecção de pontos, medição e triangulação de superfícies, detecção de erros e filtragem estatística, geração e texturização de malhas 3D e visualização e análise.

2.2.3.1. Ambiente de execução da técnica

É importante destacar que, conforme Luhmann, Fraser e Mass (2016), aberrações cromáticas podem ocorrer com o uso de iluminação comum, normalmente fluorescente branca. O efeito pode ser minimizado pela seleção de lentes com banda de iluminação mais estreita, com o uso de filtros ou mesmo com o uso de LEDs monocromáticos ou com a utilização de câmeras fotográficas que tenham em seus sistemas correção dessas aberrações.

Elementos visuais, comumente, são adicionados na forma de alvos artificiais com a finalidade de conferir uma alta precisão, embora possam ser descartados segundo a finalidade do modelo digitalizado. Por exemplo, em medidas industriais e de engenharia de alta precisão são essenciais, porém têm se tornado desnecessários em situações que demandam pouco detalhamento (LUHMANN, FRASER, MASS, 2016).

É possível realizar a aquisição das imagens com o uso de um estúdio fotográfico, situação aqui chamada de adição de cenário, e diretamente no ambiente no qual se encontra o objeto, sem adição de cenário. Na configuração sem adição de cenário, a câmera fotográfica é movimentada numa translação em torno do objeto. Já na configuração com a adição do cenário, a câmera deve ser fixa e o objeto é que desenvolve uma rotação. Luhmann, Fraser e Mass (2016) afirmam que não há diferenças significativas para a aquisição com ou sem a adição de cenário desde que a localização relativa entre objeto e câmera permaneça constante durante o movimento. Ou seja, os ângulos de incidência e a dimensão do objeto dentro da imagem fotografada permanecem estáveis.

2.2.3.2. Complexidade da superfície do objeto

No processo de fotogrametria, Andrews, Bedford e Bryan (2015) consideram a importância do tamanho do objeto físico e de sua escala na imagem adquirida. A escala do objeto pode variar entre uma foto e outra devido a instabilidades do equipamento ou mesmo a uma aquisição manual. Neste caso, é aceitável no máximo uma variação de até 5% na escala do objeto para haja uma recuperação confiável dos parâmetros de profundidade do objeto. Em relação a distância entre objeto e câmera fotográfica, a orientação de Andrews, Bedford e Bryan (*loc. cit.*) é que esta aconteça numa relação que não seja superior a 1:4.

A complexidade das características do objeto que influencia a configuração, calibração e o processamento da fotogrametria foi relacionada à forma geométrica, tamanho e detalhamento da superfície (LUHMANN, FRASER, MASS, 2016), e aos materiais que o compõe.

A influência do tamanho do objeto na complexidade de sua superfície é relacionada ao tamanho dos detalhes que precisam ser registrados em 3D. Os detalhes dos objetos compreendem as características visíveis em sua superfície, sejam elevações ou depressões, na superfície do objeto tais como aberturas, juntas retas, rachaduras, junções, contorno de peças e divisória entre materiais utilizados. Assim, dependendo de seu tamanho e de sua forma, define-se a quantidade de aquisições de imagens por sequências como, também, as diferentes posições que o

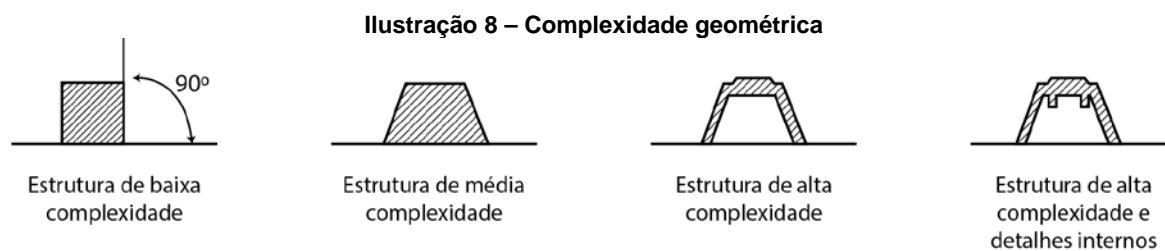
objeto deve ser fotografado para se obter os dados necessários (ANDREWS, BEDFORD, BRYAN, *loc. cit.*; LUHMANN, FRASER, MASS, *loc. cit.*).

Como orientação na configuração para a aquisição das múltiplas imagens na fotogrametria de curto alcance, Luhmann, Fraser e Mass (*loc. cit.*) sugerem que objetos de menor complexidade necessitam de menor sobreposição e assim bastam 10 imagens por sequência de fotos, com uma movimentação de 36° entre uma foto e outra. Para objetos de média complexidade 20 imagens seriam suficientes, 18° a movimentação entre uma foto e outra. Para imagens de maior complexidade 50 imagens deveriam ser capturadas, 7,2° de uma fotografia a outra.

Andrews, Bedford e Bryan (*loc. cit.*) descrevem a necessidade de sobreposição de no mínimo 60%¹¹ das imagens utilizadas no processo da fotogrametria de curto alcance para dimensões maiores, como edificações. Essa margem de sobreposição está relacionada ao detalhamento da superfície do objeto. Por este motivo que a necessidade de uma maior precisão é relacionada ao nível de detalhamento. Assim, objetos mais complexos necessitam de maior precisão para que seus detalhes sejam bem captados. Os autores referem-se quantidade de dados como densidade da informação, enquanto a precisão se refere a qualidade dos pontos medidos que desenham os detalhes. Quanto menor a dimensão e mais complexa for sua forma maior deverá a sobreposição.

Para facilitar a identificação do grau de complexidade, Medeiros (2017) estabelece um referencial visual do grau de complexidade seguindo a forma geométrica, representada na Ilustração 8, para um protocolo de fabricação digital: (i) baixa complexidade, formas sem variação angular e simétricas; (ii) média complexidade, com variações angulares; (iii) alta complexidade, apresenta variação angulares e depressões; (iv) alta complexidade com detalhes internos, variação angular depressões com detalhe oculto.

¹¹ Necessidade sugerida tendo como base digitalizações de proporções arquitetônicas.

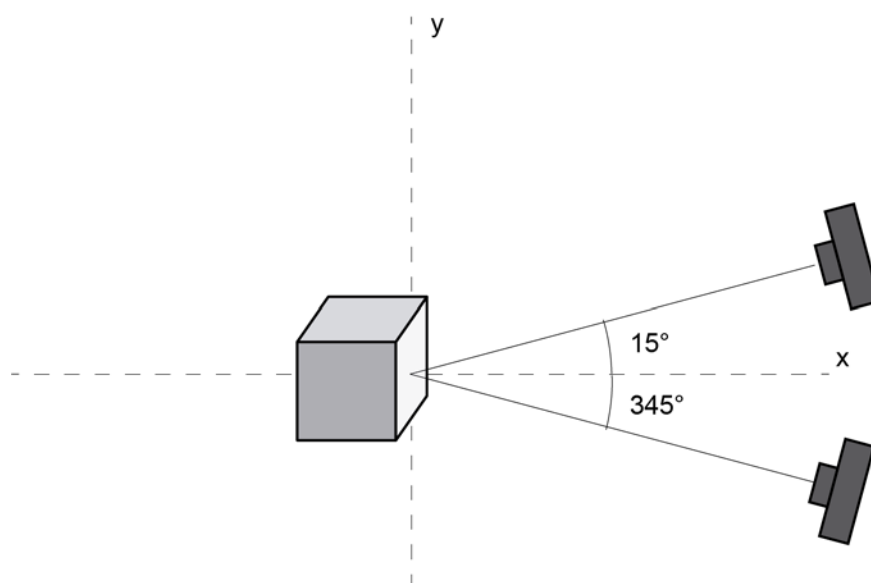


Fonte: Medeiros (2017)

Os aspectos dos materiais que influenciam a complexidade de um objeto estão relacionados às propriedades de reflectância superficial. A capacidade dos materiais de refletir a luz do ambiente afeta a qualidade dos dados que podem ser obtidos (BERNARDINI, RUSHMEIER, 2002). Por este motivo, objetos com materiais brilhantes, como por exemplo metais e superfícies vítreas, acabam removidos de um projeto de digitalização 3D. Porém, mesmo os materiais não brilhantes têm seu nível de refletância que acaba por complexificar o processo de aquisição de dados.

Devido aos fatores de complexidade citados, Heikkinen (2009) destaca a importância do ângulo de incidência da fotografia para a otimização da aquisição dos dados da superfície do objeto, exemplificado na Ilustração 9. A configuração de apenas um ângulo de incidência perfeito, que se mantenha adequado durante a captura das múltiplas imagens em uma mesma sequência, não deve ser esperada. Informa que é necessário evitar o paralelismo entre a superfície do objeto e a lente da câmera para a melhor qualidade de captura. O autor sugere ajuste do ângulo de incidência para cada sequência de imagens. Sugere um posicionamento com incidência maior que 90° e outra sequência menor que 90° . Isso resolve o problema dos raios de imagem paralelos (em torno de 15° acima e 15° abaixo).

Ilustração 9 – Ângulo de incidência da fotografia



Fonte: desenvolvida pela autora

2.2.3.3. Equipamento fotográfico

A capacidade técnica do equipamento utilizado deve ser considerada para a aquisição de atributos como: o volume, a forma, o material, a cor e o acabamento superficial dos modelos físicos (BERNARDINI, RUSHMEIER, 2002).

Com o desenvolvimento da tecnologia da fotografia digital, McCarthy (2014); Luhmann, Fraser e Mass (2016) observam que desde modelos de câmeras fotográficas compactas “aponte-e-dispare”, modelos intermediários e modelos profissionais como o *digital single-reflex cameras* (DSLRs)¹² e o *mirrorless*¹³ vêm sendo empregados na fotogrametria de curto alcance devido a utilidade e flexibilidade do modo automático por facilitar no processo de calibração. Porém, reconhece-se que lentes e câmeras de melhor qualidade geram melhor resultado.

Salienta-se que a configuração correta da câmera, com respeito às características do objeto (tamanho, detalhes, cores), é de extrema importância. Conforme Dantas et al. (2016), o resultado a ser obtido com esta técnica depende da

¹² São câmeras que possuem um espelho central para visualizar no *view finder* (visualizador ocular das fotografias).

¹³ Máquina fotográfica que dispensa o uso de espelho em sua configuração.

qualidade das imagens adquiridas. Percoco, Lavecchia e Salmerón (2015) reiteram a importância do foco, e que para objetos pequenos é necessária uma lente macro.

Dentre as regras estabelecidas por Luhmann, Fraser e Mass (op. cit.) para que o uso de um “modo automático” de configuração fotogramétrica possa ser aplicado na redução de erros de calibração está a fixação de configurações de zoom, foco e abertura de diafragma. Uma orientação para um enquadramento que vise cobertura do objeto pelo sensor da câmera de modo a evitar distorções da lente. E, por último, a escolha de um modelo de câmera fotográfica com modo automático que inclua a detecção de aberrações fotográficas.

As fotografias adquiridas com a finalidade de uso para a fotogrametria de curto alcance, geralmente, variam as configurações de exposição para cada modelo a ser digitalizado. Portanto, as configurações de equilíbrio de cores devem ser verificadas antes da aquisição das fotografias para reduzir a possibilidade de variação cromática entre as sequências de imagens (ANDREWS, BEDFORD, BRYAN, 2015)).

Andrews, Bedford e Bryan (op. cit.) afirmam que as câmeras digitais utilizadas para a aquisição das imagens devem ter sensor CCD com uma matriz maior ou igual a 13 milhões de pixels. Afirmam, por exemplo, que uma precisão sugerida para a digitalização 3D numa escala de 1:10 seja de 0,05 mm da realidade equivalente a um pixel da imagem e que esta precisão pode ser alcançada com câmeras de sensor CCD com matriz inferior a 13 milhões de pixels, contanto que câmera e objeto sejam aproximados. Ainda assim, quanto menor a quantidade de pixels do CCD, maior é a necessidade de ampliação ótica do objeto na imagem gerada. Os autores sugerem também que a imagem seja capturada a 16 bits, mesmo que seja necessária sua redução para 8 bits durante o processamento.

2.3. O PATRIMÔNIO DIGITALIZADO E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS

Instituições voltadas ao patrimônio cultural vêm se beneficiando de modelos digitalizados em 3D no estudo de objetos (históricos/arqueológicos), na documentação e catalogação, na preservação, na restauração (GUARNIERI; PIROTTI; VETTORE, 2010) e em atividades de ensino (MCCARTHY, 2014). Segundo

Muchacho (2009), objetos digitalizados possibilitam novas formas de ver e interpretar acervos, auxiliando também em pesquisas, na comunicação e na divulgação. Deste modo, de acordo com Baggesen (2013), os museus podem transcender o espaço institucional para destacar o significado do patrimônio cultural numa esfera mais ampliada, dando vida a locais históricos.

2.3.1. A digitalização 3D do patrimônio cultural

A digitalização tridimensional vem se tornando importante ferramenta em projetos de restauração e difusão do patrimônio cultural. Como, por exemplo, o mapeamento 3D de edificações históricas nos Sítios de São Miguel e São Nicolau (Ilustração 10), região das Missões Jesuítas no Rio Grande do Sul, por meio de técnicas geodésicas e fotogramétricas (REISS et. al, 2016).

Ilustração 10 – Igreja de São Miguel das Missões digitalizada em 3D



Fonte: Reiss et. al. (2016)

O Museu Nacional, no Rio de Janeiro, tem feito uso da digitalização 3D, modelagem 3D e fabricação digital como forma de modernizar processos, incluindo a interação com o público visitante (AZEVEDO et al., 2011). Em um dos projetos, o Instituto Nacional de Tecnologia – INT, em parceria com o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, confeccionaram réplicas de dinossauros e múmias do

acervo do museu (INT, 2009). A intenção foi permitir uma ampla manipulação e resguardar as peças originais, devido a sua fragilidade e raridade (Ilustração 11).

Ilustração 11 – Múmias e dinossauros do Museu Nacional são digitalizados



Fonte: INT (2009)

Outro exemplo, é o projeto Aleijadinho Digital, realizado em Congonhas dos Campos - MG, que digitalizou 30 obras do século XIX (Ilustração 12), Patrimônio Mundial da UNESCO, do artista mineiro Antônio Francisco Lisboa, mais conhecido como Aleijadinho (ANDRADE et al., 2012; GOMES, 2016).

Ilustração 12 – O profeta Isaías e o tour virtual de Bom Jesus de Matosinhos

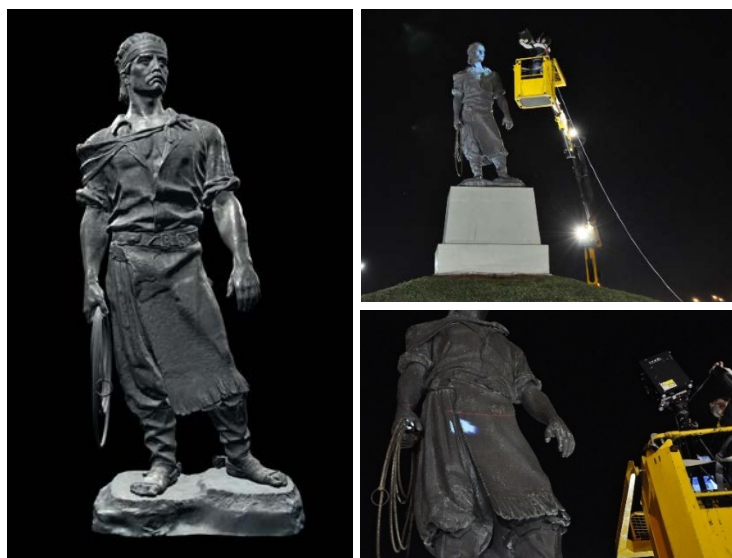


Fonte: Aleijadinho 3D (2018)

Em Porto Alegre-RS, o monumento símbolo da cidade, "O Laçador", do escultor Antonio Caringi, foi digitalizado tridimensionalmente (Ilustração 13) com o uso

de um scanner 3D a laser pelo Laboratório de Design e Seleção de Materiais da UFRGS (LdSM), o que possibilitou analisar a obra sob diferentes perspectivas, auxiliando na sua preservação e em pesquisas (SILVA, KINDLEIN, 2013).

Ilustração 13 – O Laçador digitalizado em 3D

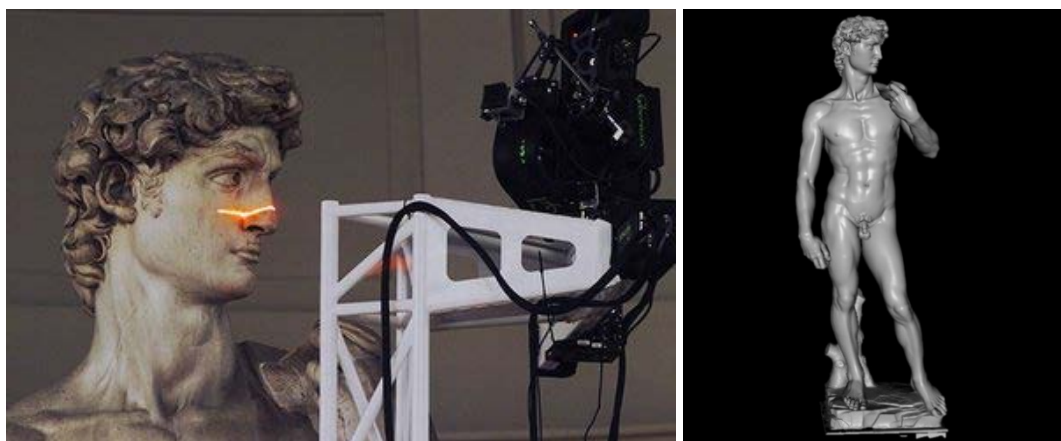


Fonte: LDSM (2018)

O LDSM criou um repositório digital para disponibilizar os modelos 3D digitalizados do patrimônio cultural, escaneados pela equipe deste laboratório. Entre as peças estão utensílios domésticos do acervo do Museu de Porto Alegre Joaquim Felizardo, embarcações do Museu Nacional do Mar, Prédios Históricos da UFRGS, e monumentos da cidade de Porto Alegre (MUNIZ, 2015).

O *The Digital Michelangelo Project* teve como objetivo a digitalização tridimensional de diversas esculturas do escultor (Ilustração 14), incluindo a estátua David (LEVOY et al., 2000) para posterior distribuição dos modelos 3D online e sem custos (WASHINGTON, 2018).

Ilustração 14 – Estátua David de Michelangelo, original e digitalizada em 3D



Fonte: Stamford (2018) e Washington (2018)

Como instrumento de auxílio a preservação, a digitalização 3D foi utilizada na restauração da Minerva de Arezzo do Museo Archeologico de Florença (Ilustração 15). O modelo digitalizado tridimensional foi confeccionado antes da restauração começar, durante o processo e até o final da obra restaurada. A construção do modelo envolveu o uso de dados de diferentes fontes como referência para compor uma representação completa. A aquisição dos dados tridimensionais foi realizada com o uso de um scanner a laser e com o uso de um software flexível que suporta as fases de pós-processamento da digitalização 3D, como alinhamento, fusão e simplificação de dados de alcance (FONTANA et al., 2002).

Ilustração 15 – Estátua Minerva de Arezzo, original e digitalizada



Fonte: Fontana et al., (2002)

A *Historic Buildings and Monuments Commission for England*¹⁴, segundo Historic England (2017), é uma entidade pública da Inglaterra que visa preservar os espaços históricos do país. Com esta finalidade, eles lançaram uma série de documentos de digitalização 3D, tanto por laser quanto por fotogrametria, para disseminar e orientar o uso das técnicas na conservação do patrimônio cultural. Com foco em espaços históricos, lugares como o monumento pré-histórico Stonehenge (Ilustração 16), Patrimônio Mundial da Humanidade, foi digitalizado em 3D no ano de 2011, por meio da combinação de varredura a laser e fotogrametria (BRYAN, ABBOTT, DODSON, 2013).

Ilustração 16 – Digitalização 3D do Stonehenge



fonte: Bryan, Abbott, Dodson (2013)

Os arqueólogos têm adotado a técnica para grande variedade de propósitos. A exemplo de projetos como o Clube de Jovens Arqueólogos, em Lothian, na Escócia, com participantes com idades entre 8 e 16 anos. Em uma de suas atividades, o grupo realizou a digitalização 3D de duas tumbas do cemitério local, uma data do século XIX e outra do XVII, com o uso da fotogrametria de multi-imagem e o software 123D Catch da Autodesk (Ilustração 17). Em uma hora, os modelos digitalizados já estavam disponíveis para pesquisa, incluindo o tempo de treinamento das crianças (MCCARTHY, 2014).

¹⁴ Comissão de Edifícios Históricos e Monumentos para a Inglaterra.

Ilustração 17 – Digitalização de lápides do cemitério por jovens arqueólogos



Fonte: Mccarthy (2014)

Outro exemplo de digitalização 3D do patrimônio cultural foi o projeto “Emotions3D: Trazendo o Patrimônio Digital para a Vida”, com abordagem histórica baseada em emoções e visualização 3D para museus. Conforme apresenta Nancarrow (2017), este projeto digitalizou objetos que evocam emoções fortes, complexas ou em mudança (Ilustração 18). Participaram os museus do Reino Unido: Victoria and Albert Museum, St Bart’s Hospital Museum and Archive, The Stirling Smith Gallery and Museum, and Keats’ House em Londres. A coleção Emotions3D inclui uma variedade de objetos do período medieval até o século XIX.

Eu queria entender o papel dos objetos na formação de respostas emocionais das pessoas ao mundo ao seu redor e se a visualização de objetos digitais em ambientes 3D pode melhorar o engajamento emocional ou a imersão. (NANCARROW, 2017).

Ilustração 18 – Objetos da coleção Emotions3D: Escultura japonesa em miniatura (1600-1850 A.C.) e Prótese de perna de criança (950-710 A.C.)



Fonte: Emotions3D (2017)

Um exemplo é a serra de amputação da coleção do Victoria and Albert Museum (Ilustração 19). Essa ferramenta é acompanhada de “chocantes” descrições históricas e pode evocar reações emocionais de medo, nojo ou ansiedade (NANCARROW, 2017).

Ilustração 19 – Serra de amputação da coleção do Victoria and Albert Museum



Fonte: Nancarrow (2017)

Os resultados do Emotions3D estão sendo usados para ensinar desde a história material medieval até o início da história moderna para escolas secundárias australianas (NANCARROW, 2017).

2.3.2. A inovação em museus por meio de tecnologias digitais

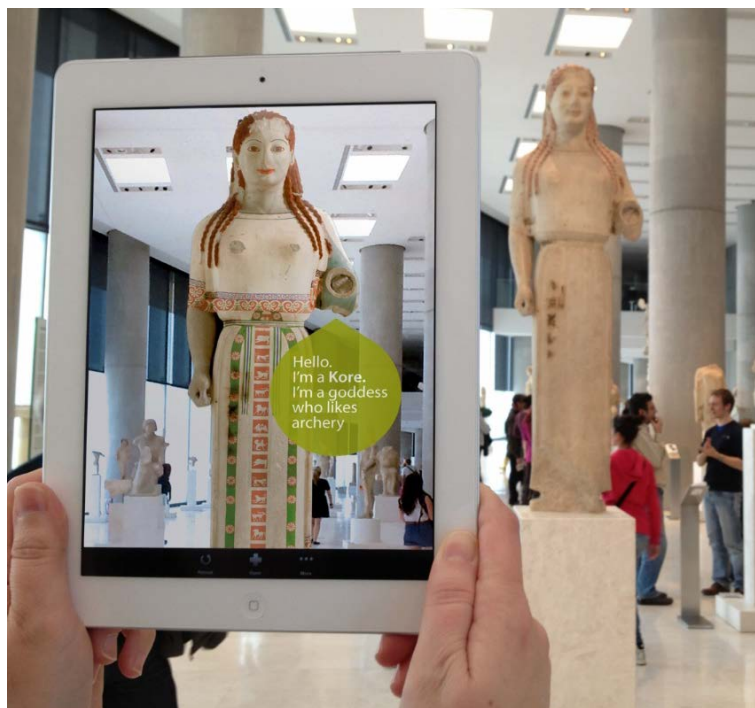
Tecnologias digitais vêm sendo empregadas em museus no desenvolvimento de projetos inovadores com a finalidade de aumentar a conexão com o público visitante. Essas tecnologias são, normalmente, voltadas a interação e vão desde o uso de projeções nas exposições à uma mediação digital, mas ressaltando a experiência que pretende ser oferecida ao visitante.

Um projeto apoiado na narrativa oferecida ao visitante é o *Cultural Heritage Experiences (CHESS)*, que se constitui de experiências de patrimônio cultural, através de interações sócio-pessoais e *storytelling*¹⁵ (EUROPEAN COMMISSION, 2015). O principal objetivo do CHESS é pesquisar, implementar e avaliar, tanto, experiências interativas personalizadas, quanto, a autoria de conteúdo cultural pelos visitantes. O projeto realiza, por meio de base teórica em ciências museológicas, cognitivas e da aprendizagem, pesquisas em personalização e adaptatividade¹⁶, metodologias de interação e realidade orientada para narrativas tecnológicas. Como resultado, o CHESS permite aos visitantes personalizar sua experiência respondendo um questionário que identificará seu perfil, a partir de então receberá um roteiro personalizado que o guiará dentro do museu. Durante a visitação, o usuário é guiado para os artefatos de seu maior interesse e recebe conteúdo interativo para dispositivos móveis, como jogos ou objetos digitalizados em 3D em realidade aumentada apresentando restaurações digitais (Ilustração 20). Esse processo faz com que os visitantes tenham uma melhor experiência, possibilitando interesse em voltar e divulgar a exposição (CULTURAL HERITAGE EXPERIENCES, 2011).

O sistema do CHESS já foi testado no Museu da Acrópole em Atenas, na Grécia, e no Cité de l'Espace Park, em Toulouse, na França (CULTURAL HERITAGE EXPERIENCES, 2011).

¹⁵ “O *storytelling* é usado no design como uma técnica para obter *insights* sobre os usuários, criar empatia e acessá-los emocionalmente” (INTERACTION DESIGN FOUNDATION, 2018).

¹⁶ “Capacidade que possui alguma coisa para conseguir efetuar uma mudança a fim de se adequar a uma nova situação” (CAYA, NETO, 2016, p.56).

Ilustração 20 – Restauração digital com o uso do CHES

Fonte: European Commission (2015)

Uma outra perspectiva que considera a experiência do usuário é a de Baggesen (2013). Com a intenção de explorar novas tecnologias na mediação e na apreciação cultural, a autora desenvolveu um jogo de design, na forma de aplicativo móvel, para apoiar o desenvolvimento de projetos e a discussão dos possíveis conceitos, cenários e suas implicações, com a finalidade de criar maneiras novas de apreciar a cultura de moda em Copenhague, Dinamarca. O jogo é apoiado às perspectivas do usuário, e para tanto foi usado em workshops no Designmuseum Danmark. Baggesen (op. cit.) indica a abordagem, que envolve a participação de técnicos e do público, para ser usada por museus de diferentes tipologias de acervo que enfrentam o desafio de despertar mais curiosidade do público.

Outro projeto voltado a perspectiva do usuário é do Museu Louvre-Lens (ORANGE FOUNDATION, 2017), em Lens, na França, que oferece uma experiência diferenciada com a finalidade de aumentar as possibilidades de acesso para os visitantes (Ilustração 21). A Instituição oferece uma visita à distância através de um robô de tele-presença, que pode ser pilotado em tempo real por alunos numa faculdade, por exemplo. O robô segue o mediador do museu transmitindo o áudio e o

vídeo ao vivo. Mesmo à distância, o visitante pode dialogar e questionar o mediador. O objetivo do uso do robô é levar o museu para além de barreiras geográficas, até mesmo, para lugares inusitados como shoppings ou hospitais oferecendo maior inclusão cultural.

Ilustração 21 – Robô para visitação ao Museu Louvre-Lens



Fonte: Orange Foundation (2017)

Já o Palace Museum, da Cidade Proibida de Pequim, na China, implementou a tecnologia digital de forma extensiva (Ilustração 22). Rodá (2017) destaca que os usuários têm à disposição dispositivos de realidade virtual, um video wall interativo sobre o qual foram projetadas peças 3D da coleção para manipulação digital, em tela sensível ao toque, e até mesmo fazer download dos artefatos digitalizados em 3D para dispositivos móveis, assim como sala para exibição de vídeos 3D. A finalidade, também considerada como prioridade, foi estabelecer conexões com o público, aproximando-o do valor de seu patrimônio histórico e artístico de séculos e milênios (RODÁ, 2017).

Ilustração 22 – Exposição digital do Palace Museum



Fonte: Palace Museum (2018)

O museu faz uso das tecnologias na preservação, apresentação e promoção do patrimônio. A implementação das tecnologias digitais foi resultado de 11 anos de documentação e digitalização 3D. Para tanto, o museu contou com uma equipe de 70 pessoas. A exposição intitula-se “Discovering the Hall of Mental Cultivation: A Digital Experience” e foi inaugurada em 2017 (PALACE MUSEUM).

2.4. PERSPECTIVAS DIGITALIZADAS EM UM MUNDO DIGITAL

A relação entre valores agregados ao objeto museológico se amplifica quando este se torna bem digital. Este objeto por si só já evoca ideias e pensamentos

que vão além da história registrada na sua catalogação, a aura do objeto (BENJAMIN, 1955).

2.4.1. O museu como espaço de mutações

Desde o surgimento, o museu diversificou sua forma, função e conteúdo. Ele passou a representar desde a nomeação do espaço concebido para realizar a seleção, ao estudo e a apresentação de elementos materiais e imateriais do ser humano e do seu meio (DESVALLÉES, MAIRESE, 2013).

Em 1995 foi estabelecida pelo *International Council of Museums - ICOM* (Conselho Internacional de Museus) a definição de museu:

Uma instituição permanente, sem finalidade lucrativa, a serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberta ao público e que realiza investigações que dizem respeito aos testemunhos materiais do homem e do seu meio ambiente, adquire os mesmos, conserva-os, transmite-os e expõe-nos especialmente com intenções de estudo, de educação e de deleite. (INTERNACIONAL COUNCIL OF MUSEUMS, 2007).

O museu converte o objeto em documento, ao ser acolhido em sua coleção, e torna-se produtor de conhecimento, sendo esse seu principal papel social. Fato que faz do museu um lugar de reflexão e crítica, aberto a questionamentos relacionados à dimensões do tempo e do espaço, a campos de estudos, ao simbólico e aos problemas humanos (DESVALLÉES, 2003; LARA FILHO, 2009).

Além de atender as exigências sociais da disciplina museológica, o museu, a partir da segunda metade do século XX, se vê diante da necessidade de adaptar-se à arte contemporânea e às novas mídias, conforme observa Muchacho (2009). Da arte vinham questões de reprodutibilidade técnica e mesmo de práticas anti-museu. Paralelamente, as tecnologias de informação e comunicação (TICs) e a cibercultura trouxeram aspectos relativos à experiência do público e como pode experimentar, e mesmo intervir, no espaço museológico.

A reprodutibilidade técnica marcou uma mudança na relação das pessoas com as obras de arte. Benjamin (1955) observou na sociedade moderna uma mudança de valores nas obras de arte influenciadas especialmente pela fotografia e pelo cinema. A necessidade apaixonada de possuir um objeto cresceu, de o ter próximo, redução do caráter único do objeto ao ser reproduzido indistintas vezes com igual qualidade.

Já o conceito de anti-museu trata da própria constituição do museu. É resultado de um processo de desconstrução do que se entende como museu. Sugere possibilidade de explorar outros modelos e modos transversais, mas ainda relacionados à prática foi fundamental tendo como finalidade a reflexão do papel do museu na contemporaneidade (GROSSMAN, 1991).

Por fim, surgida na era da informação e convergência tecnológica, a cibercultura envolve um conjunto de práticas sociais, novas mídias de comunicação, apropriação e reconstrução. A cibercultura tem alcance mundial através das redes de tecnologias de informação e comunicação que compõem a era da conexão. Com o uso de “computadores coletivos móveis” conectados, caracterizando-se por tecnologias ubíquas, computação pervasivas (“*pervasive computing*”, permeante, disseminada) ou senciente (LEMOS, 2004), surge o mundo virtual. Para Lévy (1999), o surgimento desse mundo resulta na criação de uma “nova natureza”, que se espacializa em redes e sistemas, transfere a criação do espaço físico para o espaço virtual. A tecnologia cria uma dimensão paralela, extrapolando os limites do tempo e do espaço (WERTHEIM, 2001).

A busca em atender a demanda da sociedade contemporânea por uma estrutura de maior interação com respostas em tempo real (LEMOS, 2004) têm gerado novas formas de exposição, catalogação, curadoria, contextualização e preservação, realizadas também no ciberespaço. Segundo Muchacho (2009), essas modificações permitiram a criação de ambientes virtuais, novas camadas de interação com o público e formas de comunicação antes inviáveis. O museu virtual, por exemplo, pode ser criado tanto como complemento ao espaço físico, chamado de museu virtualizado, ou apenas para o ciberespaço. O museu virtual dialoga com o visitante, dando-lhe uma visão dinâmica, multidisciplinar, da coleção, bem como permite interação com ela, com o espaço expositivo, com o patrimônio, sem necessidade de deslocamento ao

espaço físico. Sua representação do material cria uma nova esfera de realidade, que deve ser vista como uma extensão do museu tradicional (BERGER, LUCKMANN, 1966).

As novas mídias, também, geraram novas formas de preservação do patrimônio cultural. Pois, como afirma Muchacho (2009), possibilita a reprodução de modelos, recriação de locais, a criação de bases de dados de patrimônio ameaçado e até mesmo perdido, reconstruindo representações do ambiente em que os artefatos surgiram. Porém, esses projetos costumam focar os aspectos tangíveis do patrimônio. Aspectos intangíveis (culturais, sociais, políticos e econômicos) dos espaços e artefatos têm sido negligenciados. As novas mídias, associadas aos processos de comunicação, possibilitam a composição de representações da realidade, que podem auxiliar a captar também as características intangíveis do patrimônio cultural e da sociedade criadora do objeto ou espaço.

As teorias da cibercultura são apontadas por Mello (2013) como fundamentais para que a museologia possa melhor integrar-se aos processos demandados pela sociedade atual. Ainda segundo o autor, tal fato demandaria qualificação dos funcionários, investimentos em infraestrutura, manutenção de plataformas online e equipes multidisciplinares para fazer o acompanhamento, pois a tecnologia renova-se com frequência e os processos para acompanhá-la devem ser contínuos.

2.4.2. O valor da obra digitalizada

A obra museológica passa por um processo de desmaterialização: objetos materiais de uma coleção, depois de digitalizados e integrados à rede mundial de computadores, passam a ser constituídos apenas por informação. As propriedades desses objetos digitalizados, como atualização, variabilidade, hibridação ou conectividade, potencializam uma maior participação do público, tornando-o capaz de imergir na realidade da obra e, por vezes, tornar-se coautor (BENJAMIN, 1955; MUCHACHO, 2009).

A aura de um objeto o confere singularidade, e está ligada a um tempo e espaço. Com o passar do tempo, o objeto museológico muda de sentido até mesmo

em seu meio de origem, quando fatores sociais condicionam o declínio dessa aura. Sendo assim, numa exposição, cada visitante interpreta o objeto em função de sua própria cultura, evocando auras relativas (BENJAMIN, 1955; DESVALLÉES, MAIRESE, 2013). Entender esse artefato como evocativo, auxilia na compreensão dessas mudanças e dos valores a ele atribuído, pois possui poder de atração, conectando o visitante a ideias e pessoas. O objeto não afeta apenas quando realiza sua função, mas também influencia no nosso modo de pensar (TURKLE, 1984; 2007).

A conversão de um objeto do contexto ordinário ao universo do museu implica na sua ressignificação. Ao se tornar bem simbólico, o objeto museológico deixa de se limitar a um espaço e à sua natureza física, são desfuncionalizados, descontextualizados e ganham valor único. Um objeto museológico, obra de arte ou não, numa exposição tem sua autenticidade fundamentada na origem “teológica” do museu, a adorações profanas, como no culto ao belo. Valor de culto pode ser dado ao objeto apenas pela importância de existir, sem a necessidade que seja exposto. O valor de exposição cresce junto com o aumento da reprodutibilidade técnica, a exponibilidade torna-se maior e ao mesmo tempo se reduz a necessidade de construir obras eternas, com valor de eternidade, sendo sua unidade e durabilidade associada diretamente à capacidade de reprodução, à transitoriedade e à repetibilidade (BENJAMIN, 1955; DESVALLÉES, MAIRESE, 2013).

Por sua vez, a conversão do objeto museológico para o universo digital acentua o efeito de ressignificação: converte-se o objeto em bem cultural digital (MANNOVICH, 2002) e este, ao deixar os enquadres do expositor, navega facilmente entre as distintas esferas de realidade (BERGER, LUCKMANN, 1966) existentes entre o observador e o objeto. Processo que enriquece o imaginário museológico e permite um olhar mais aprofundado ou sob perspectivas previamente menos praticáveis (MUCHACHO, 2009; DESVALLÉES, MAIRESE, 2013; BRULON, 2016).

Essa capacidade que a “obra” tem de transitar em diferentes universos – como o museal, utilitário ou virtual – faz com que objetos possam retornar de forma evocativa às suas origens através de sua aura (BRULON, 2016). O objeto museológico não representa a realidade bruta (DESVALLÉES, MAIRESE, 2013), pois é um produto resultante do meio que o originou, do meio museológico e da interação com o visitante.

Benjamin (1955) destaca que a obra de arte se tornou tão próxima da sociedade moderna que o cinema penetra a realidade enquanto uma pintura é enquadrada e separada da realidade. Sendo essa realidade mais significativa para o público que a pictórica. Aprofundando essa visão, Wertheim (2001) mostra como a sociedade contemporânea penetrou a realidade por meio do ciberespaço - um espaço livre da materialidade e em constante expansão.

Em contrapartida, o acervo digitalizado entra no diálogo do autêntico, ao se tratar de um substituto não seria portador do mesmo significado, da mesma aura. Ao mesmo tempo, o próprio objeto original dentro de uma exposição também é uma representação de uma realidade (DESVALLÉES, MAIRESE, 2013). Ambos os objetos são a representação de significados relativos a um contexto original. A importância desse diferencial é relacionada ao valor desses objetos. Os dois possuem valor expositivo, mas possuem valor de mercado diferentes mesmo tendo a mesma origem.

3. ESTRATÉGIAS DA PESQUISA

Nesta seção é apresentada a metodologia para desenvolvimento da pesquisa, incluindo os instrumentos de coleta de dados selecionados para alcançar o objetivo geral.

3.1. CONTEXTO DA PESQUISA

Para construir um conhecimento que respalde a aplicação de uma técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo na criação de modelos digitalizados em 3D do acervo museológicos, adotou-se caráter exploratório, incluindo manipulação experimental (MARCONI, LAKATOS, 2003), visando elaborar diretrizes de digitalização que incluem uma orientação para o planejamento de utilização da técnica. Com este intuito, tomou-se como referência o contexto do movimento *maker* e a utilização atual da digitalização 3D no patrimônio cultural.

A construção das diretrizes visou oferecer uma aplicação da técnica de digitalização 3D faça-você-mesmo flexível e assim permitir a utilização posterior dos resultados deste estudo para diferentes perfis de museus. Deste modo, os objetos testados deveriam ter materiais comuns a diferentes tipologias museológicas. Por sua vez, a variedade de materiais e de morfologias das peças do acervo influencia diretamente o processo de digitalização 3D. Por este motivo, se estabeleceu que o acervo alvo deveria apresentar diferentes materiais não brilhosos (como madeira, cerâmicas e metais oxidados) e as peças deveriam ser de pequeno porte (maior dimensão com até 250 mm) visando possibilitar a realização da técnica com infraestrutura reduzida e dentro do espaço do museu. Sendo assim, a natureza dos artefatos que compõem essas coleções definiu a seleção do museu participante, o Museu Júlio de Castilhos, apresentado na Ilustração 23.

Ilustração 23 – Museu Júlio de Castilhos: a) antiga residência do ex-presidente da província Júlio de Castilhos b) casa adquirida para expansão e porta de acesso ao museu c) sala missioneira d) sala indígena e) terraço.



Fonte: Museu Júlio de Castilhos (2011)

3.1.1. Cenário dos experimentos e workshop

O Museu Júlio de Castilhos (MJC) é a instituição museológica mais antiga do Rio Grande do Sul, criado em Porto Alegre no ano de 1903, e é o cenário principal desta pesquisa. Localizado na rua Duque de Caxias, nº 1205, no centro histórico da cidade de Porto Alegre, o museu ocupa dois casarões antigos, um deles, construído em 1887, foi residência do ex-presidente da província, Júlio de Castilhos, do término de seu governo, em 1898, até sua morte, em 1903.

Seguindo a tendência mundial de criar museus nacionalistas do final do século XIX, no Brasil, o formato enciclopédico¹⁷ de museu predominou até a década de trinta do séc. XX. Apesar do nacionalismo não ser a temática central desse tipo de museu, suas coleções abordavam diversos aspectos do saber e do país (JULIÃO, 2006). Assim, museus brasileiros, como o Museu Histórico Nacional, criado em 1822, até mesmo o Museu Júlio de Castilhos (antes chamado Museu do Estado) foram inicialmente construídos como enciclopédicos até o formato entrar em desuso ainda na primeira metade do século XX (SANTOS, 1996).

O MJC é descrito por Nedel (2005) como museu “mutante”, devido a sua origem enciclopédica. Inicialmente, tinha o acervo dedicado à história natural, acumulados em quatro seções: (i) zoologia e botânica; (ii) mineralogia, geologia e paleontologia; (iii) antropologia e etnografia; e (iv) a seção de ciências, artes e documentos históricos. Em 1954, abandonou o formato ao passar por uma redefinição tipológica, tornando-se um museu histórico, adotando temáticas do folclore e estudos das tradições “pátrias” e rio-grandenses. Destacou-se, assim, o teor nacionalista. Como consequência, foi realizada a desvinculação de parte de seu acervo para originar o novo Arquivo Histórico, o Museu de Ciências Naturais (Fundação Zoobotânica) e o Museu de Artes do Rio Grande do Sul (MARGS) (NEDEL, 2005).

Atualmente seu acervo conta com mais de onze mil peças catalogadas distribuídas em 29 coleções. Entre elas: armaria, bandeiras, condecorações, documentos, iconografia, indumentárias, máquinas, objetos de uso pessoal, etnologia e missões (MUSEU JÚLIO DE CASTILHOS, 2016).

¹⁷ Os museus de caráter “enciclopédico”, também conhecidos como clássicos (CHAGAS, 2002) ou universal foram originados no iluminismo durante o século XIX (CAMPBELL, 2012).

Apesar de contemplar um grande acervo com uma diversidade de tipologias segundo tipo de coleção, o museu é de pequeno porte e conta com recursos limitados para suas atividades. O museu foi favorável à pesquisa e a intenção de produzir conhecimento que respalde o uso da digitalização 3D faça-você-mesmo em museus com cenário de investimento reduzido.

3.2. DESENHO DA PESQUISA

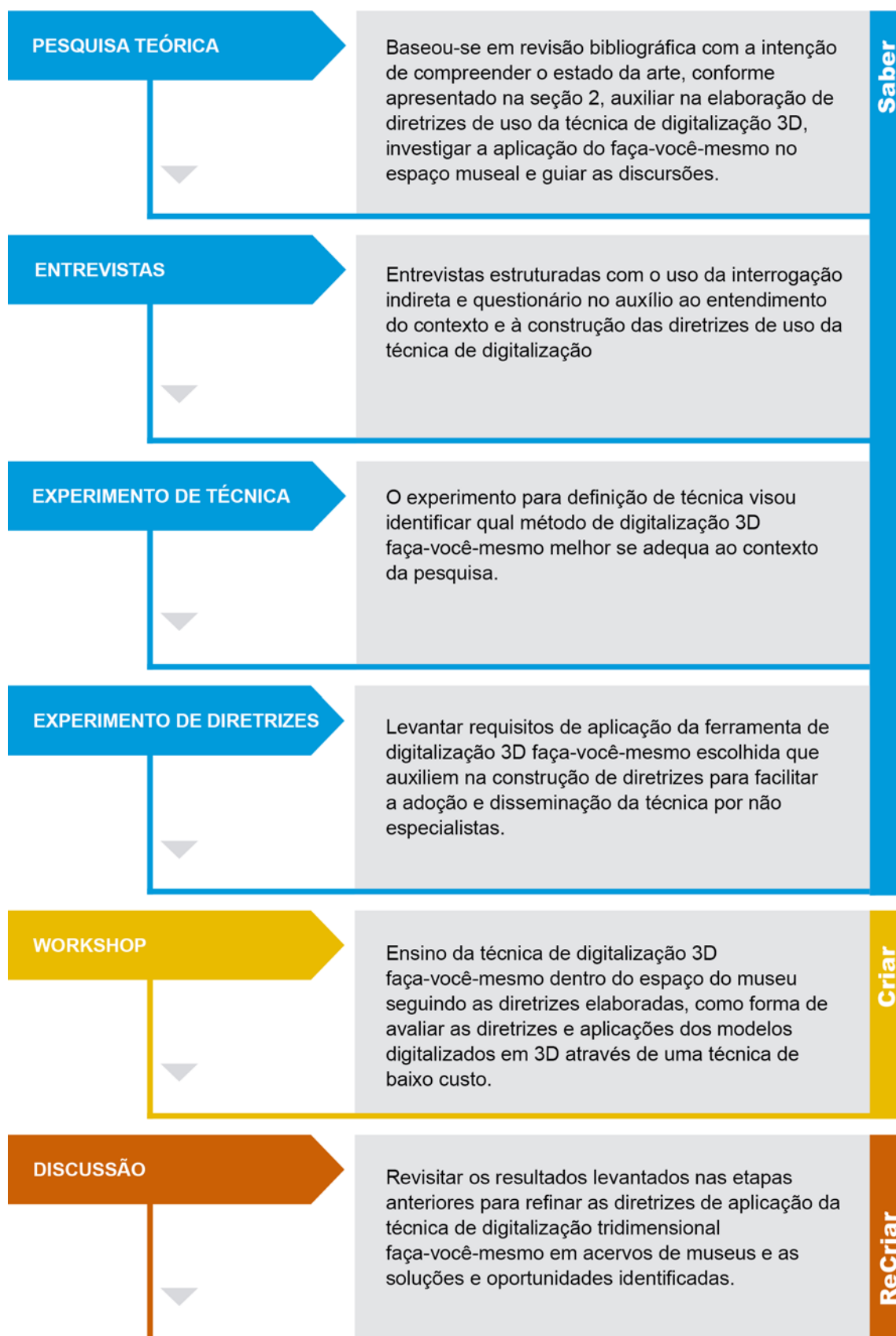
Esta pesquisa, cuja finalidade inclui digitalizar tridimensionalmente de forma faça-você-mesmo peças de acervo museológico histórico, foi dividida em três macro etapas, que podem ser visualizadas na Ilustração 24, conforme tipo de resultados e análise realizada¹⁸.

Na primeira etapa, chamada de “Saber”, foram levantadas informações sobre a digitalização 3D em patrimônio cultural e a digitalização 3D faça-você-mesmo, desde experiências profissionais à resultados de atividades experimentais. Como métodos, esta etapa contou com pesquisa bibliográfica para levantar o estado da arte, um experimento para identificar qual técnica de digitalização tridimensional melhor se adaptava ao objetivo da pesquisa, um segundo experimento para auxiliar a compor as diretrizes de uso da técnica e a realização de entrevistas com profissionais com experiência em projetos de digitalização 3D do patrimônio cultural.

A segunda etapa, chamada de “Criar”, é caracterizada por ser composta por um processo criativo. Para tanto, foi realizado um workshop dividido em três partes. A primeira parte foi um workshop de aprendizado da digitalização tridimensional faça-você-mesmo com o uso das diretrizes criadas. A segunda parte foi de análise dos conhecimentos sobre o assunto para identificar oportunidades e a terceira parte foi de síntese de ideias para criar soluções para o uso da técnica.

¹⁸ Devido as características dos instrumentos aplicados nas etapas, esta pesquisa foi avaliada e autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ilustração 24 – Delineamento da pesquisa



A terceira e última etapa, chamada de “ReCriar”, caracterizou-se por retomar os resultados de todos os métodos aplicados nas etapas anteriores com a finalidade de observar melhorias, identificando e refinando soluções e oportunidades através do cruzamento de informações. Numa discussão que inclui o fator do desenvolvimento contínuo das tecnologias para assim atualizar e trazer novas opções.

3.3. INSTRUMENTAÇÃO DE MÉTODOS PARA ETAPA “SABER”

Esta etapa teve o objetivo de explorar conhecimentos para melhorar a compreensão do estado da arte da digitalização tridimensional, bem como sua aplicação na museologia e no patrimônio cultural. Ao final, foram elaboradas diretrizes para auxiliar a utilização da técnica por não especialistas.

A etapa contou com a aplicação de cinco métodos de pesquisa: (i) pesquisa bibliográfica; (ii) entrevistas com profissionais; (iii) experimento para definição de técnica; (iv) experimento para elaboração de diretrizes e (v) entrevistas com profissionais com experiência na digitalização 3D do patrimônio cultural.

Os resultados da coleta de dados obtidos por meio dos métodos do “Saber” e a sua análise são apresentados na seção 4.

3.3.1. Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica tratou de levantar uma fundamentação teórica a respeito do faça-você-mesmo, da cultura *maker*, da digitalização tridimensional e de projetos de digitalização 3D em museus, conforme apresentado na seção 2, com a finalidade de explorar informações de suporte na aplicação deste estudo.

3.3.2. Entrevistas com profissionais

Com a finalidade de melhorar a compreensão a respeito da digitalização 3D do patrimônio cultural, a coleta de dados desta etapa foi realizada com a utilização

de entrevista indireta com a utilização de questionário (MARCONI, LAKATOS, 2003) para posterior análise qualitativa. O universo de aplicação do questionário o patrimônio cultural, não apenas acervos de museus, com o intuito de obter relatos com diversidade de experiências e, assim, mais conhecimentos para auxiliar no cumprimento dos objetivos deste estudo.

O perfil dos entrevistados foi de profissionais com experiência em acervos museológicos, bem como em atividades que envolvam a digitalização de patrimônio histórico ou cultural. Os respondentes deveriam ser provenientes de diferentes localidades, para possibilitar o relato de diferentes experiências, e ter mais de dezoito anos de idade.

O material adquirido nas entrevistas passou por um tratamento de conteúdo, levando em consideração as informações mais pertinentes em relação à: (i) novas tecnologias aplicadas em museus; (ii) projetos de digitalização 3D; (iii) renovação do processo museológico; (iv) atividades relacionadas ao movimento *maker*. As informações foram observadas e analisadas para identificar possíveis oportunidades, ameaças, pontos positivos e negativos que podem surgir no ensino da digitalização 3D junto aos princípios *maker* como forma de indicar uso de novas tecnologias no processo museológico.

3.3.3. Experimento para definição de técnica

Para a escolha de qual técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo atende aos objetivos da pesquisa, foram adotados os parâmetros de Pavlidis et al. (2007). Segundo o autor, a escolha da técnica de digitalização tridimensional para um projeto depende (i) da finalidade de uso do modelo digitalizado em relação à precisão do sistema; (ii) do orçamento disponível para o projeto de digitalização 3D; (iii) do nível de detalhamento superficial, de matérias-primas, do tamanho e da forma do objeto em relação a capacidade de aquisição da técnica; (iv) da necessidade de portabilidade do objeto e da técnica; (v) da produtividade da técnica em relação a quantidade de objetos a serem digitalizados; (vi) e da habilidade do usuário que irá executar o procedimento.

Entre as técnicas de digitalização 3D faça-você-mesmo levantadas, destacam-se ferramentas para digitalização por triangulação a laser e fotogrametria. Estas apresentam uma variedade de softwares e modelos de hardware disponibilizados gratuitamente ou a baixo custo (REPRAP, 2016). As duas técnicas citadas, em sua formatação tradicional, ou seja, não a configuração faça-você-mesmo, estão entre as indicadas por Pavlidis et al. (2007) para o uso na digitalização 3D de objetos do patrimônio cultural.

Para fins deste experimento, foram digitalizados três objetos tridimensionais do Museu Júlio de Castilhos (MJC). Objetivou-se verificar qual das duas técnicas selecionadas oferece melhores condições para o desenvolvimento de conhecimento que respalde o uso da digitalização 3D em acervos museológicos. Essas peças foram pré-selecionadas através do sistema de documentação Donato¹⁹ com a finalidade do procedimento ser executado nas instalações do MJC, não sendo necessário deslocamento do acervo. Os dados deste experimento estão em um artigo elaborado pela presente autora, aceito e aguardando publicação (ALENCASTRO et al., 2019).

Devido à natureza experimental dos métodos faça-você-mesmo empregados, foram tomadas como referência as normas de conservação preventiva para incidência luminosa adotadas pelo Museu Júlio de Castilhos, os Tópicos de conservação preventiva. Material elaborado em cooperação entre o Instituto Nacional de Patrimônio Histórico – IPHAN e a Universidade de Minas Gerais – UFMG. Segundo Souza e Froner (2008), para a seleção das peças a serem digitalizadas é estabelecido um limite de iluminância e radiação ultravioleta do ambiente no qual as peças permanecem para conservação de acordo com os materiais que as compõem. Segundo as normas, materiais orgânicos e pigmentados podem sofrer alterações físicas ou químicas ao serem submetidos a iluminação (SOUZA, FRONER, 2008). Deste modo, foram selecionadas três peças de pequeno porte para os experimentos, sendo duas cerâmicas e uma metálica que não apresentam sensibilidade à luz, segundo as normas (Ilustração 25):

¹⁹ O Sistema Donato/SIMBA foi desenvolvido para gerenciar informações do acervo do Museu Nacional de Belas Artes e foi liberado para diversos museus brasileiros (GEMENTE, 2011).

Ilustração 25 – Peças selecionadas para o primeiro experimento:
a) Zoólito pré-histórico; b) Medalha comemorativa; c) Cachimbo antropomórfico.



Fonte: desenvolvida pela autora

- a) Zoólito pré-histórico (1 DC.), encontrado na cidade de Osório-RS, em pedra polida (170x95x72mm).
- b) Medalha comemorativa ao centenário Farroupilha, 1935, cunhada em metal (65x65x3mm).
- c) Cachimbo antropomorfo, origem e datas desconhecidas, em cerâmica (45x41x33mm).

Ao final, reproduziu-se os modelos numa impressora *3D Cliever CL1*, com tecnologia de fusão e deposição de material²⁰ (FDM), verificando a possibilidade de reprodução.

3.3.3.1. Montagem para a digitalização 3D por triangulação a laser

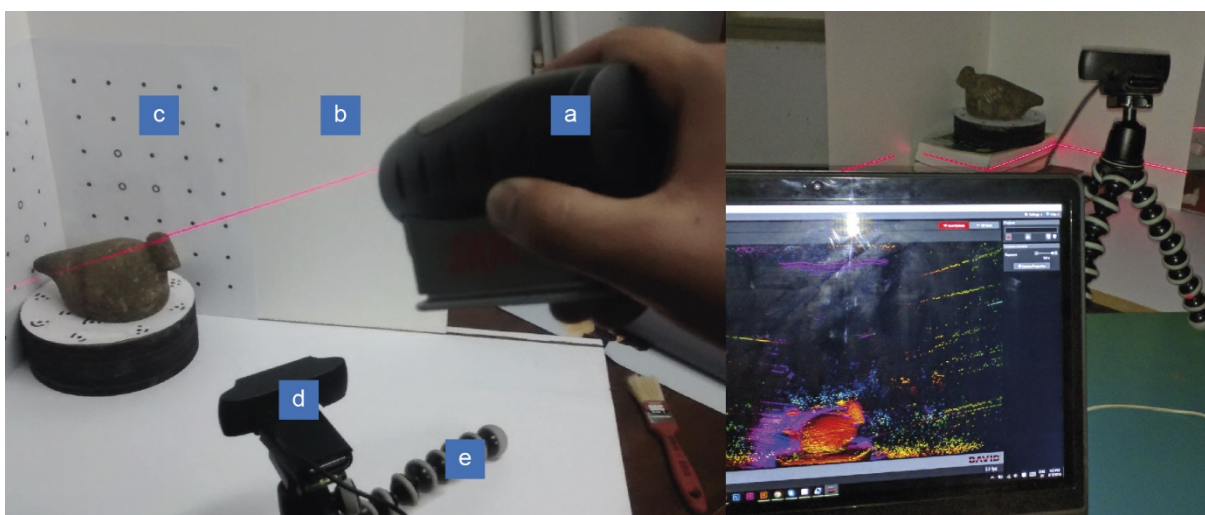
Dentre os softwares de digitalização tridimensional por triangulação a laser faça-você-mesmo (REPRAP, 2016), o David Laserscanner 3D apresentou-se como o mais adequado ao experimento. Dentre as motivações estão: (i) apresenta versões de avaliação gratuita e comercial, nele é possível realizar todo o processo de digitalização; (ii) capacidade de funcionar de forma automatizada ou por varredura manual (formato de menor investimento); (iii) a superfície é capturada por uma

²⁰ Fabricação aditiva através de extrusão termoplástica camada-a-camada (BOSCHETTO, A.; BOTTINI, L.; VENIALI, 2016).

webcam e identificada pelo algoritmo de triangulação dos pontos da superfície em tempo real (SILVA, 2011). No entanto, não é possível salvar o projeto, e a exportação dos modelos é limitada à baixa resolução.

O ambiente foi preparado para a digitalização 3D com a utilização do programa David Laserscanner 3D, conforme a Ilustração 26. Os modelos dos equipamentos utilizados para captura foram: uma *webcam* Logitech® C920 HD, com resolução HD (1920 x 1080 pixels, formato *widescreen* 16:9) que captura até 30 quadros por segundo; e um nivelador laser Skill® 500, o qual emite um laser linear²¹ vermelho (comprimento de onda 650 nm, 100 lux).

Ilustração 26 – Montagem da digitalização 3D por triangulação:
(a) um laser de mão; (b) dois painéis de MDF perpendiculares; (c) marcas de calibração disponibilizadas pelo software; (d) webcam; (e) tripé; e um computador para receber a gravação da câmera.



Fonte: desenvolvida pela autora

O David 3D precisa ser calibrado antes da realização da varredura. As marcas de calibração devem compor uma área maior que o objeto que será digitalizado. A webcam precisa enquadrar essas marcas deixando uma pequena moldura branca. Durante a calibragem do programa, a luz deve permanecer acesa para melhor identificação das marcas de calibração.

²¹ Laser cuja reflexão numa superfície tem forma de linha.

Para iniciar a digitalização tridimensional, é recomendada a redução da luz ambiente, de modo a aumentar o contraste do feixe vermelho do laser sobre a superfície do painel. A exposição da câmera também deve ser ajustada com o mesmo propósito. O objeto deve ser colocado dentro da área triangular formada pelos painéis e o fim da marca de calibração. O laser deve incidir igualmente sobre os dois painéis para ser reconhecido pelo software. Conforme o laser incide sobre o objeto, o software David Laserscanner 3D já realiza o registro dos pontos da superfície e apresenta o modelo 3D sendo gerado.

Para gerar um modelo tridimensional completo, é preciso realizar varreduras em diferentes posições do objeto. Em seguida, o software realiza a junção da nuvem de pontos das diferentes varreduras, oferecendo a possibilidade de ajuste manual quando preciso. O projeto contendo a sequência de varreduras apenas pode ser salvo para a conclusão posterior e emitir modelos com diferentes ajustes na versão comercial.

3.3.3.2. Montagem para digitalização 3D por fotogrametria

Para o experimento com a técnica fotogrametria com o uso do programa 123D Catch²², o ambiente foi preparado de acordo com a Ilustração 27. O modelo de câmera fotográfica utilizado foi uma Sony Alpha 6000 com resolução máxima de 6000 x 4000 pixels. Como base giratória, foram utilizadas placas circulares de MDF com a aplicação de marcadores do software Agisoft PhotoScan²³. O mini estúdio²⁴ faça-você-mesmo utilizado foi construído com materiais reaproveitados, apresentando fundo infinito e dimensões de 400 x 600 x 250 mm. As lâmpadas utilizadas nas luminárias do estúdio foram fluorescentes brancas de 15 W (80 lux somadas antes de passar pelo difusor).

²² O software 123D Catch foi descontinuado no primeiro semestre de 2017 e substituído pelo Autodesk Recap que oferece funcionalidades e licenças semelhantes.

²³ O Agisoft PhotoScan é um software comercial que executa o processamento fotogramétrico de imagens digitais e gera dados espaciais 3D para serem usados em documentação de patrimônio cultural e produção de efeitos visuais, bem como para medições indiretas de objetos.

²⁴ Veja como montar um mini estúdio faça-você-mesmo no apêndice IV

Ilustração 27 – Montagem da fotogrametria: (a) câmera fotográfica; (b) filtro polarizador circular; (c) tripé de mesa; (d) um mini estúdio; (e) difusores de luz; (f) duas luminárias de mesa; (g) base giratória.



Fonte: desenvolvida pela autora

Durante a captura de imagens, é realizada uma sequência de aquisição com variação angular constante, até completar uma volta de 360° em torno do objeto. Dependendo da complexidade do objeto, pode ser necessário realizar diversas sequências em posições diferentes, até obter uma cobertura completa de sua superfície.

Para o processamento das imagens foi utilizado o *software 123D Catch* que também constava dentre os programas que dão suporte à técnica de fotogrametria faça-você-mesmo (REPRAP, 2016) e destacava-se por ter licença gratuita. No qual, as imagens são processadas em nuvem em um computador com acesso à internet, onde são convertidas em modelos 3D. Por fim, foram necessários o *download* e um pós-processamento, com o uso de software de modelagem, para a conclusão do objeto digitalizado.

3.3.4. Experimento para a definição de diretrizes preliminares

Entende-se como elementos que dificultam o uso da digitalização tridimensional por não especialistas variáveis técnicas que exijam do executor maior conhecimento para configurar a aquisição, adquirir e tratar os dados. Deste modo, para viabilizar a execução da fotogrametria por profissionais do museu, este experimento buscou minimizar a dificuldade de uso, elaborando diretrizes direcionadas a um fim específico: a digitalização 3D faça-você-mesmo do acervo do Museu Júlio de Castilhos de objeto tridimensionais não brilhantes, com dimensão entre 40 e 250 mm. Este tamanho dos objetos foi estabelecido visando uma configuração de aplicação da técnica de fotogrametria que exigisse o mínimo de infraestrutura. As variáveis foram organizadas e classificadas, gerando a divisão deste experimento em três análises: (i) de ambiente, (ii) de complexidade do objeto e (iii) de equipamento.

Antes de dar início ao experimento, foram definidos quais seriam os elementos variáveis e os de controle analisados para cada uma das três classificações através da análise de requisitos de aplicação da técnica encontrados na revisão de literatura. Os processamentos utilizados neste experimento foram executados no software Recap 2018.

3.3.4.1. Ambiente de aplicação da fotogrametria

É importante fazer uma prévia análise do ambiente no qual será executado a técnica para estabelecer uma melhor configuração do procedimento. O ambiente do Museu Júlio de Castilhos, mais precisamente a biblioteca, foi caracterizado como fechado, ou seja, com pouca luz natural, e pode ser visualizado na Ilustração 28. Apresenta luz artificial, variando em intensidade e em cor. Além da iluminação, outra importante característica do ambiente são os elementos visuais do espaço que auxiliam o software de processamento fotogramétrico a diferenciar cada uma das imagens fotografadas da sequência e a definir a localização da máquina fotográfica em relação ao objeto.

Ilustração 28 – Biblioteca do Museu Júlio de Castilhos



Fonte: desenvolvida pela autora

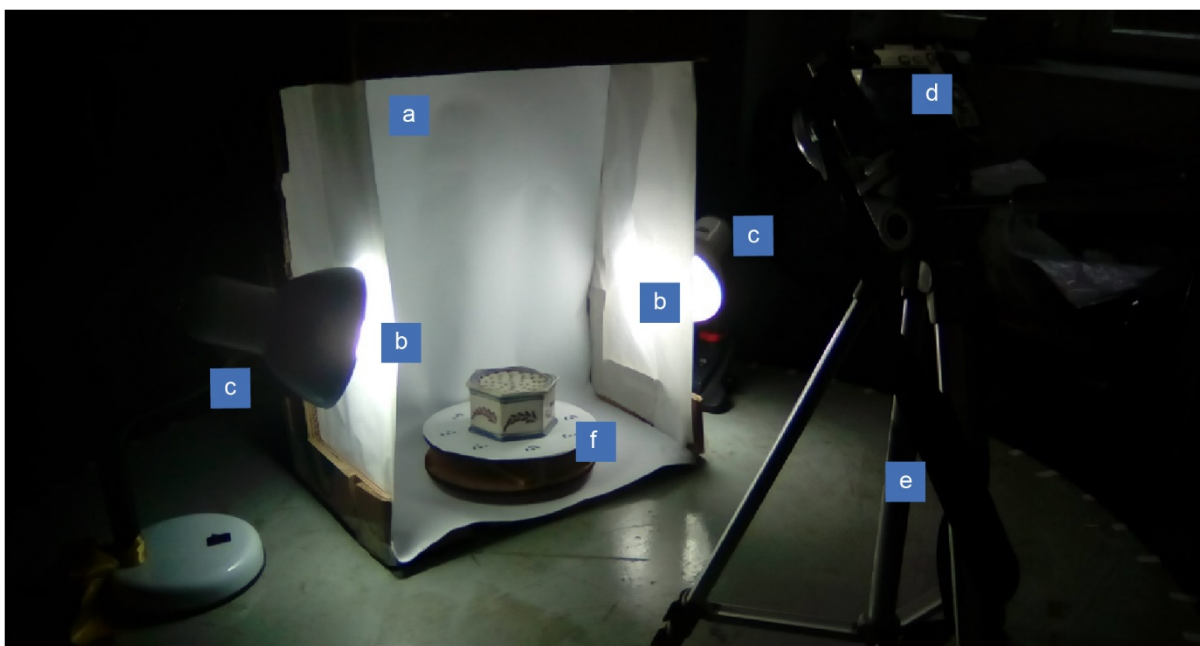
Para analisar a redução da influência da variação luminosa e de elementos de referência visual, experimentou-se a digitalização 3D com e sem a adição de cenário modificador do ambiente (estúdio fotográfico).

Na configuração do ambiente sem a adição de cenário, o objeto a ser digitalizado foi posto fixo sobre uma mesa que permitisse a movimentação numa translação de 360° da câmera fotográfica em seu entorno. Acrescenta-se que foram tomadas como referência visual para o software de processamento os elementos visuais do próprio ambiente. A iluminação utilizada foi a padrão do espaço – lâmpadas fluorescentes brancas de 40w, com entrada de luz solar indireta – ou seja, não houve inserção de luminárias e nem de referências visuais.

Para a configuração com a adição de cenário, foi utilizado um mini estúdio com a finalidade de gerar um ambiente artificial que reduzisse a influência luminosa e referências visuais do espaço de aplicação da técnica, eliminando, assim, variações que possam influenciar no resultado. O cenário, visualizado na Ilustração 29, foi composto por (a) mini estúdio de 400 x 600 x 400 mm faça-você-mesmo, com fundo infinito, (b) difusores de luz, (c) duas luminárias de mesa com lâmpadas fluorescentes

brancas de 15 W (80 lux somadas antes de passar pelo difusor) e lâmpadas (fluorescentes eletrônicas e posteriormente substituídas por fita LED), d) câmera fotográfica Sony Alpha 6000, e) tripé de mesa e f) base giratória²⁵ com g) alvos de referência visual²⁶ para auxiliar no alinhamento do software e também no giro dos objetos.

Ilustração 29 – Montagem do cenário: a) mini estúdio fotográfico b) difusores de luz c) luminárias d) câmera fotográfica e) tripé f) base giratória g) alvos de referência visual



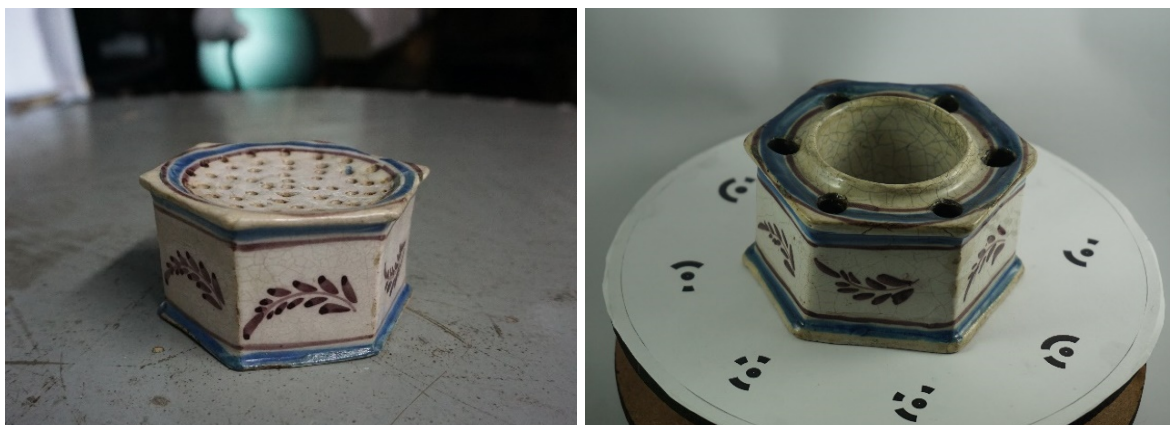
Fonte: desenvolvida pela autora

A primeira parte do experimento foi voltada à necessidade de modificação do ambiente com adição de um cenário. Para tanto, os objetos utilizados foram: um conjunto de tinteiro de cerâmica, 100 x 50 x 100 mm, que pertenceu a Bento Gonçalves (1778 – 1847); uma peça (esquerda da Ilustração 30), com forma hexagonal e múltiplos furos no lado superior, com a finalidade de aplicação do secante da tinta; uma peça (direita da Ilustração 30), servia de tinteiro e porta canetas, também com forma hexagonal, cavidade para tinta e seis furos para canetas.

²⁵ Ver como fazer uma base giratória faça-você-mesmo no apêndice V.

²⁶ Modelo de alvos do software Agisoft Photoscan

Ilustração 30 – Conjunto de tinteiro em ambiente sem e com adição de cenário



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

O ambiente sem adição de cenário foi preparado com a aplicação das marcações de 9° na extremidade da mesa, apenas para orientação no momento do movimento durante a aquisição de uma fotografia e outra. As lâmpadas do local foram mantidas acesas e a janela aberta (dia nublado). No Ilustração 31, podem ser observados os elementos variáveis e de controle desta aquisição. Como elementos de análise para o ambiente, as variáveis definidas foram o cenário (com adição ou não de estúdio e iluminação), a variação da quantidade de imagens por sequência (variação angular), pois essa variação, além de ser relacionada à melhor captação da forma do objeto, também é influenciada pela iluminação e elementos visuais do ambiente. Para tanto, o controle ficou na distância entre câmera e objeto, numa proporção de 1:4 entre tamanho do objeto e distância para a câmera fotográfica) e no uso do modo automático da câmera (evitando influência humana na calibração).

Ilustração 31 – Configuração para análise de ambiente

Variáveis
Ângulo de sequência para alta complexidade 40 imagens (9°), para média complexidade 20 imagens (18°) e baixa complexidade em 10 imagens (36°).
Com e sem a adição de estúdio fotográfico e iluminação.
Constantes
Distância entre câmera e objeto conforme proporção 1:4
Configuração automática da câmera fotográfica

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

3.3.4.2. Complexidade do objeto

Esta parte do experimento buscou estabelecer a quantidade de imagens à serem adquiridas em cada sequência fotográfica mais adequada, segundo a complexidade do objeto a ser digitalizado. Com base na fase anterior do experimento, foi possível identificar que o conjunto de tinteiro apresenta simetria e depressões que dificultam a geração de sua malha tridimensional. Para focar na análise da complexidade, mais ensaios foram realizados seguindo a formatação apresentada no Ilustração 32.

Ilustração 32 – Configuração para análise de complexidade

Variáveis
Ângulo de sequência para alta complexidade 9°, para média 18° e baixa complexidade em 36°.
As diferentes posições do objeto
Controle
Distância entre câmera e objeto conforme proporção 1:4
Com a adição de estúdio fotográfico e iluminação.
Com fixação do foco em f/56, tempo de exposição 1/13s, ISO 100.

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Para esta etapa, foi confeccionado um novo estúdio em EVA, com 500 x 600 x 5000 mm, visando durabilidade, melhor iluminação utilizando fitas LEDs brancas e uma base giratória com eixo mais estável (Ilustração 33).

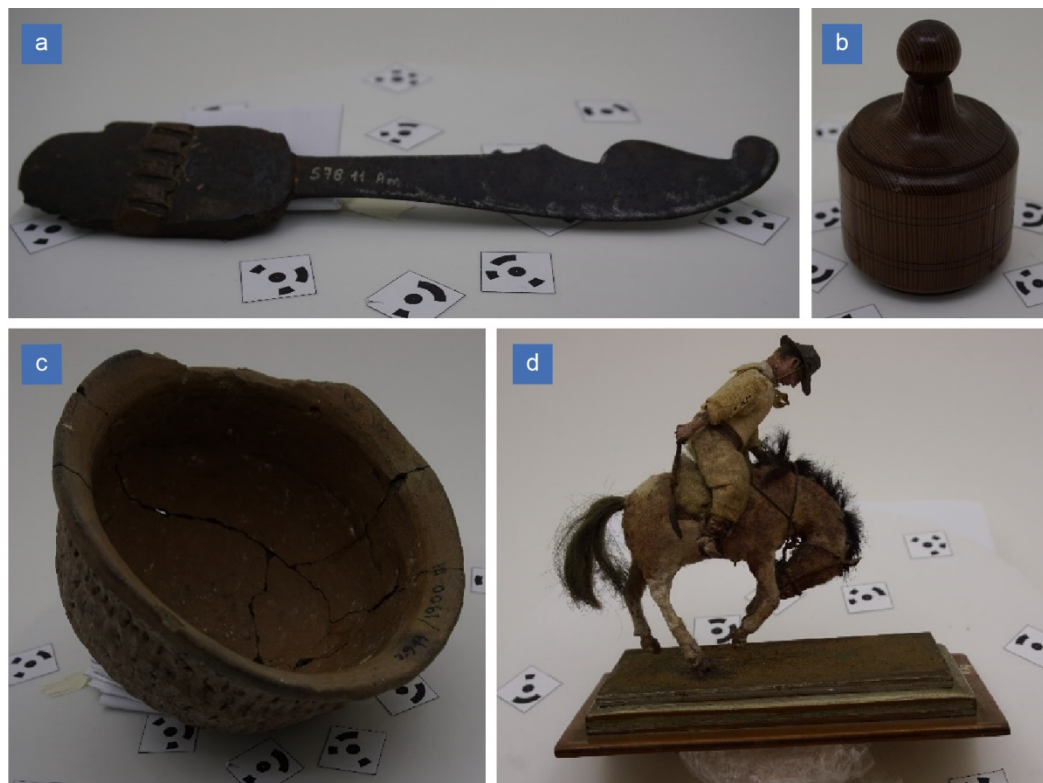
Ilustração 33 – Novo estúdio fotográfico



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Foram selecionadas mais quatro peças, apresentadas na Ilustração 34, com características morfológicas e de materiais que pudessem influenciar na definição de complexidade de um objeto e, sendo assim, na determinação da quantidade de imagens necessárias.

Ilustração 34 – Peças selecionadas para análise de complexidade:
(a) faca Inca; (b) peso de papel; (c) vaso indígena; (d) domador



Fonte: desenvolvida pela autora

A primeira delas é (a) uma faca Inca de 240 x 50 mm, sem data, em ferro com detalhe em cobre no cabo, ambos os metais oxidados. A segunda peça é (b) um peso de papel que pertenceu a Getúlio Vargas de 90 x 110 mm, do início do século XX, em madeira (marchetaria). A terceira é (c) um vaso indígena de 135 x 95 mm, século I, em terracota. A última é (d) uma representação em miniatura de um domador com traje típico gaúcho de 115 x 116 x 50 mm, metade do século XX, em tecido, lã, “massa”, madeira e arame, com acabamento em pintura.

3.3.4.3. Equipamento fotográfico

De acordo com as determinações de Andrews, Bedford e Bryan (2015), o equipamento utilizado para esta etapa da pesquisa foi uma Sony Alpha 6000 *mirrorless* com resolução máxima de 6000 x 4000, ou seja, 24.3 milhões de pixels, lente grande angular de 16-50mm, tecnologia que permite o controle eletrônico do zoom com a inclusão de elementos de dispersão, redução de aberrações cromáticas e que contribuem para a nitidez. Num primeiro momento, foi utilizado o modo automático, posteriormente foi utilizado o modo manual com a fixação do foco em f/5.6, ISO 100, exposição 1/13 e abertura em 4.64.

Como elementos de análise para o equipamento, as variáveis foram definidas com base na configuração da câmera, num momento utilizando o modo automático e em outro com a fixação do foco em f/56, tempo de exposição 1/13s, ISO 100 e sequência de 20 e 40 imagens. Os elementos de controle foram o uso do cenário e a distância objeto-câmera de 1:4.

A análise do equipamento fotográfico foi voltada a determinar se o modo automático da câmera pode ser utilizado para a digitalização do acervo ao qual se destina essa pesquisa, para assim, exigir menos conhecimentos técnicos de fotografia do executor. Com este fim, foi realizado um ensaio para comparação das malhas 3D geradas por fotografias adquiridas com o uso do modo manual (MA) e automático (AUTO) de calibração da câmera fotográfica seguindo as variáveis do Ilustração 35.

Ilustração 35 – Configuração para análise de equipamento fotográfico

Variáveis
Com o uso do modo automático
Com fixação do foco em f/56, tempo de exposição 1/13s, ISO 100
Com e sem a adição de estúdio fotográfico e iluminação
Diferentes posições do objeto
Controle
Ângulo de sequência para alta complexidade 9° (40 imagens)
Distância entre câmera e objeto conforme proporção 1:4

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

3.4. INSTRUMENTAÇÃO DE MÉTODO PARA ETAPA “CRIAR”

A finalidade desta etapa foi transpor as informações obtidas nas etapas de “Saber”, para, junto de representantes de museus e da academia, transformar o conhecimento em oportunidades, desenvolver soluções e, conseqüentemente, avaliar as diretrizes para o uso da digitalização 3D faça-você-mesmo em museus. O método escolhido para realizar este processo foi workshop.

O workshop foi realizado no Museu Júlio de Castilhos (MJC) e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Participaram da atividade nove pessoas convidadas de cinco instituições, entre professores e alunos da UFRGS, funcionários do MJC, do Museu da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) e do Museu de Artes do Rio Grande do Sul (MARGS).

O material didático foi construído utilizando o máximo de ferramentas que o museu já disponibilizasse, visando a redução de custos de aplicação da técnica. Os equipamentos do MJC utilizados no workshop foram: uma câmera fotográfica e uma televisão. Materiais adicionais utilizados: mini estúdio faça-você-mesmo feito em EVA e fita LED, papéis e canetas coloridas.

Os resultados obtidos por meio da aplicação dos métodos do “Criar” e a sua análise são apresentadas na seção 5.

3.4.1. Workshop: uma ferramenta para soluções colaborativas

O workshop sob a perspectiva do design é usado comumente na forma de sessão em grupo orientada à geração de ideias, tendo como base um *briefing* previamente elaborado, composto de informações levantadas a respeito do assunto alvo na atividade (CAUTELA, ZURLO, 2006; CAUTELA, 2007; FRANZATO, 2008; FRAGA, 2011). A atividade, conforme orienta Franzato (2008), se estrutura em três fases distintas: configuração do problema, resolução do problema e visualização dos resultados. Sob influência do design orientado ao humano (HCD), tomado como inspiração nesta pesquisa, o workshop foi estendido para ocorrer durante quatro dias, sendo o primeiro dia mais teórico voltado a configuração do problema (primeira fase). O segundo e terceiro dia, foi destinado ao aprendizado da técnica por meio de aulas

práticas (continuação da primeira fase). O quarto dia foi voltado ao levantamento de oportunidades e ideias por meio do uso de *brainstorming* (segunda e terceira fase).

O formato de vários dias visou prover uma imersão (IDEO, 2011) do grupo para adquirir conhecimento da técnica fotogrametria no contexto do museu. Deste modo, torna-se possível gerar soluções de forma mais rápida. Segundo a IDEO (op. cit.), “o formato facilita a aprendizagem nas fases iniciais e incentiva novas maneiras de pensar” e a ativar conhecimentos pré-existentes. Pois, considera-se que as pessoas convidadas podem tirar partido de suas experiências. Assim, a produção de ideias torna-se mais adaptável ao contexto. Acredita-se também, que ao envolver pessoas com vivência no contexto do problema, estas, por meio de empatia, irão direcionar as soluções às necessidades reais dos envolvidos na situação trabalhada.

Os dados coletados são tratados e sintetizados de modo a verificar padrões, para que sejam identificadas oportunidades e então criar soluções. A síntese das informações “nos transporta da inspiração para as ideias, das histórias para o direcionamento estratégico” (IDEO, op. cit.), servindo de base para o início da etapa analítica do workshop.

O workshop analítico, conforme orienta Kumar (2013), é utilizado para trazer novas perspectivas, facilitar discussão, identificar oportunidades, promover a colaboração e revelar. Segundo a IDEO (2011), as oportunidades são traçadas como forma de vislumbrar possibilidades futuras para que sirvam de inspiração na geração de novas ideias. A oportunidade em si não deve ser uma solução. Ela sugere direcionamentos para a criação de diferentes soluções. Ao final, as oportunidades encontradas acabam por serem impregnadas de empatia e os participantes passam a possuir uma melhor compreensão da situação problema. Ainda segundo os autores, as soluções envoltas de empatia fazem com que a equipe participante do workshop pense além de sua experiência, mas sim nas necessidades reais das pessoas.

Ao partir do ponto anterior, os participantes começam a etapa do workshop para geração e síntese de ideias com maior empatia e conhecimentos mais amplos sobre a situação alvo do processo. Como processo para geração de ideias foi realizado um *brainstorm* estruturado que é um processo criativo que não restringe ideias com a finalidade de co-projetar soluções. O *brainstorm* envolve regras e disciplina visando gerar soluções, mesmo que sem aplicação prática, até chegar às

“ideias inspiradoras” (KUMAR, 2013). Esta técnica visa favorecer a criatividade, foco e concentração para conceber soluções para o problema (GERO et al., 2013) que no caso é identificar os possíveis usos da digitalização 3D faça-você-mesmo para o MJC.

A síntese de ideias e de oportunidades foi realizada por meio da identificação de padrões, temas e relações entre informações. Esta trará a luz relações e significados que antes pareciam ocultos. É importante que nesse processo as informações sejam categorizadas, hierarquizadas, agrupadas e relacionadas (IDEO, 2011).

3.4.2. Plano de aula para o workshop

Para cada uma das três fases do workshop, foram utilizadas formatações diferentes para o método conforme a necessidade. Para a primeira fase, o workshop teve perfil de aprendizagem e visava passar os conhecimentos adquiridos na etapa de Saber e ensinar o uso da digitalização tridimensional faça-você-mesmo por meio das diretrizes elaboradas. Na segunda fase, foi utilizado um workshop de formato analítico, proposto por Kumar (2013), para analisar em grupo os conhecimentos obtidos na etapa de Saber e os adquiridos durante o aprendizado da técnica com a finalidade de identificar oportunidades para o uso de técnicas de digitalização tridimensional faça-você-mesmo em acervos museológicos. Na terceira fase do workshop, foi realizado um *brainstorm* estruturado para o desenvolvimento e síntese de ideias (KUMAR, 2013).

O plano de aula foi pensado para acontecer em quatro dias, não corridos, a depender da disponibilidade dos participantes com 4 horas (Ilustração 36) com duração de três fases. A primeira fase do workshop foi realizada com explanação teórica, ocorreu no primeiro dia de aula e, ao final, levou a uma discussão sobre os temas apresentados. O conteúdo ensinado (Ilustração 37), visando estruturar uma configuração do problema para os participantes, foi iniciado pela apresentação dos conceitos de apropriação de técnicas produtivas do faça-você-mesmo, dos movimentos da contra-cultura da segunda metade do século XX, que deram base ao faça-você-mesmo da cibercultura e do movimento *maker* com a intenção de propiciar o entendimento das ferramentas faça-você-mesmo e o contexto das atividades *makers*.

Ilustração 36 – Etapas da 1ª fase do workshop

	1ª fase - Configuração do problema		2ª fase –Analítica	3ª fase – Síntese
Conteúdo	Apresentação do workshop. O contexto <i>maker</i> . A digitalização 3D faça-você-mesmo. Seleção das peças do acervo a serem digitalizadas.	Introdução à fotogrametria. Preparação e captura das fotos. Processamento e pós-processamento das imagens. Apresentação dos resultados da digitalização.	Análise dos conhecimentos recebidos na primeira fase do workshop através de discussão e identificação de oportunidades.	Aplicação da técnica de brainstorming estruturado para levantar soluções de uso da digitalização tridimensional faça-você-mesmo.
Didática	Aula expositiva realizada na sala multimídias do MJC. 4 horas de aula.	Aula expositiva e prática realizada na sala multimídias do MJC. 8 horas de aula.	Atividade na sala 607 do PGdesign na UFRGS. 2 horas de aula.	Atividade na sala 607 do PGdesign na UFRGS. Visita a laboratórios LDSM, LIFEFE e oficina de arquitetura/design da UFRGS. 2 horas de aula.
Materiais	Televisão para apresentação. Computador. Objetos do museu.	Objetos do museu. Câmera fotográfica, tripé e mini estúdio em EVA.	Papeis, post-it e canetas coloridas. Equipamento fotográfico.	Papeis, post-it e canetas coloridas. Equipamento fotográfico.
Nº de participantes workshop: 9				
Carga horária prevista: 16h - realizada: 20h				

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Ilustração 37 – Representação de alguns slides da primeira aula: a) slide inicial b) cultura hippie c) cultura punk d) ética hacker e) movimento *maker* f) digitalização 3D faça-você-mesmo

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Em seguida, foram apresentadas diferentes técnicas de digitalização 3D, em uso no patrimônio cultural, e apresentadas ferramentas faça-você-mesmo, que também podem ser utilizadas para o mesmo fim. Concluída a aula teórica, uma discussão foi iniciada com a intenção de promover o melhor entendimento do assunto.

Para encerrar a atividade, foi realizada a seleção de peças do acervo do MJC que passaram pela digitalização tridimensional nas aulas seguintes. Foram selecionadas duas peças com dimensão 40-250 mm, brilhante, de porcelana e uma não brilhante, de couro e metal, para fins de comparação.

O segundo e o terceiro dia caracterizaram-se pelo treinamento da equipe do museu na técnica de digitalização 3D faça-você-mesmo com a utilização das diretrizes elaboradas. O segundo dia, foi destinado a passar conhecimentos básicos de fotografia, fazer aquisição e processamento fotogramétrico das imagens. Os alunos receberam as imagens adquiridas e as instruções para a realização do processamento em casa. No terceiro dia, foi realizada a análise dos modelos digitalizados e demonstrada a finalização dos modelos digitais tridimensionais (Ilustração 38).

Ilustração 38 – Representação de alguns slides da segunda e terceira aula: a) apresentação de fundamentos da fotografia; b) aquisição de imagens fotogramétrico; c) comparação de malhas 3D da xícara; d) comparação de malhas 3d da máquina fotográfica.



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

O último dia de aula, que contou com a segunda e terceira fase do workshop, teve perfil criativo e pretendeu possibilitar a equipe identificar oportunidades e gerar soluções para o uso da digitalização 3D no museu. Foi iniciada com uma apresentação sobre o Museu Júlio de Castilhos, para os participantes conhecerem um pouco melhor a instituição e, assim, para que o processo criativo fosse a ele direcionado.

Foi elaborado um *framework* (Ilustração 39) para motivação e melhor interação entre as atividades a serem realizadas. O framework foi dividido em desafio estratégico, oportunidades e soluções. Para iniciar esta fase, elaborou-se uma frase para causar inquietação, chamada de desafio estratégico, com a intenção de motivar os participantes a começarem a refletir o assunto sob diferentes perspectivas por meio de discussão.

Ilustração 39 – Framework para workshop analítico e de síntese



Fonte: desenvolvida pela autora com a colaboração de Simone Sperhacker (2017)

Para o preenchimento do campo de oportunidades, seguiu-se com o workshop analítico, segundo Kumar (2013). Para tanto, o grupo foi dividido em duplas para dar início a um *brainstorming* voltado a identificar as oportunidades. As duplas, com base no que aprenderam no decorrer do workshop e em suas experiências

individuais, tiveram 10 minutos para levantar o máximo possível de oportunidades que a utilização de uma técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo poderá oferecer ao Museu Júlio de Castilhos. Cada oportunidade foi escrita numa nota de papel separada e ao final dos dez minutos todas as oportunidades identificadas foram fixadas na parede para a apreciação de todos.

Os participantes agruparam as notas de papel, primeiro, por similaridade, e, posteriormente, por áreas temáticas. Deste modo, cada área temática formou um pilar de interesses. Em seguida, os participantes receberam o papel de hierarquizar os pilares por meio de votação. Cada participante escolheu três pilares que considerava mais importante e os pontuou da seguinte forma: (i) três pontos para o pilar que considerava ter maior prioridade, (ii) dois pontos para o pilar de prioridade intermediária e (iii) um ponto para o de menor prioridade. Após o somatório dos pontos, os três pilares com maior número de votos foram selecionados como alvo para a geração de ideias.

A geração de ideias foi caracterizada pelo estilo de workshop de síntese de ideias e composta de um *brainstorming* estruturado. Desta vez, o grupo recebeu cinco minutos para escrever, individualmente, numa folha de papel ideias de aplicação da digitalização tridimensional faça-você-mesmo com foco no Museu Júlio de Castilhos, direcionadas aos três pilares definidos na fase anterior. Após o término do prazo, as folhas foram trocadas entre os participantes no sentido anti-horário. Neste momento, cada participante teve um tempo para ler o que foi escrito pelo colega e recebeu mais cinco minutos para acrescentar sugestões nas ideias anteriores ou adicionar novas ideias. A troca se repetiu até que cada um obtivesse sua folha de papel inicial. Para a conclusão do *brainstorming*, foi realizada a leitura das ideias, as sugestões foram discutidas e sintetizadas e colocadas no framework compondo os pilares de ideias.

3.5. INSTRUMENTAÇÃO DE MÉTODO PARA ETAPA “RECRIAR”

Esta etapa visou analisar os resultados obtidos em todos os métodos aplicados com a finalidade de observar indicadores para o uso da técnica de digitalização 3D faça-você-mesmo tendo em mente o avanço tecnológico, atualizando

e refinando soluções mencionadas anteriormente ou trazendo novas opções. Como também, com base nos resultados, refinar as diretrizes anteriormente elaboradas.

Os resultados foram refinados com o uso de uma análise SWOT com a finalidade de identificar vetores positivos e negativos na implementação de um projeto de digitalização 3D faça-você-mesmo em museus tendo como base as oportunidades elaboradas no criar.

Foi elaborado um framework para auxiliar a ampliação e maior flexibilização de uso das diretrizes de aplicação da digitalização 3D faça-você-mesmo, servindo, também, de direcionador no planejamento de projeto.

Os resultados obtidos ao “Recriar” oportunidades, soluções e refinar diretrizes são apresentados na seção 6.

4. RESULTADOS E ANÁLISE DA ETAPA “SABER”

Esta seção apresenta os resultados da etapa “Saber”, que buscou explorar mais conhecimentos a respeito do estado da arte do uso da digitalização tridimensional no patrimônio cultural e da sua forma faça-você-mesmo.

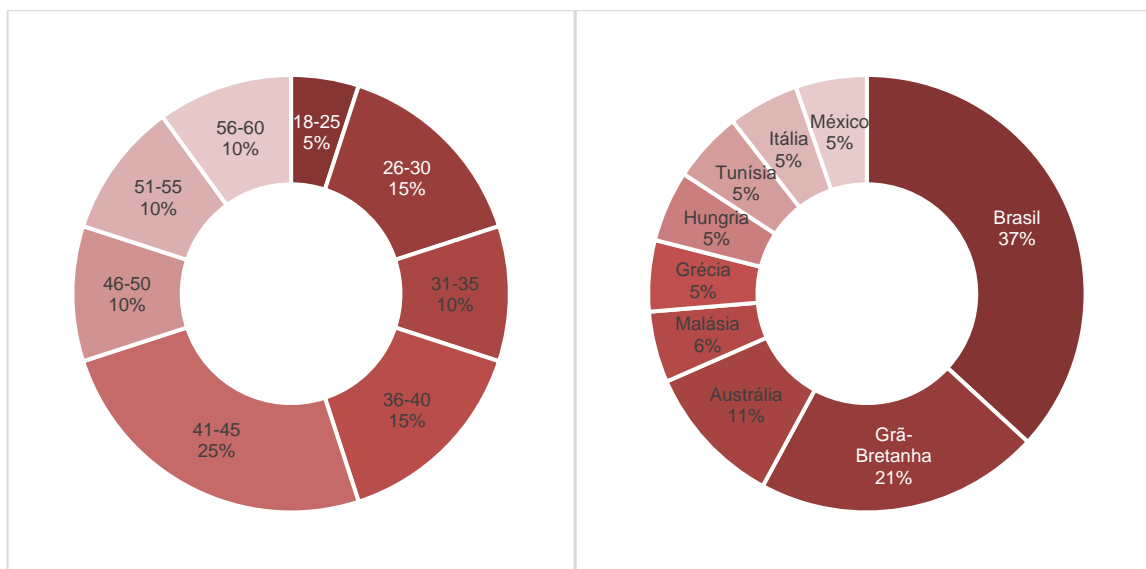
Foram realizados dois experimentos com base na digitalização 3D faça-você-mesmo. O primeiro experimento procurou identificar qual técnica oferecia melhores condições de uso pelos profissionais técnicos do museu, no acervo museológico. O segundo, visou levantar requisitos que pudessem compor um formato preliminar de diretrizes para facilitar o uso da técnica por não especialistas em acervos museológicos.

Por fim, foram realizadas entrevistas com o uso de um questionário para buscar experiências de profissionais, que pudessem auxiliar a ampliação das diretrizes de uso da digitalização 3D faça-você-mesmo de acervos museológicos.

4.1. ENTREVISTAS COM PROFISSIONAIS

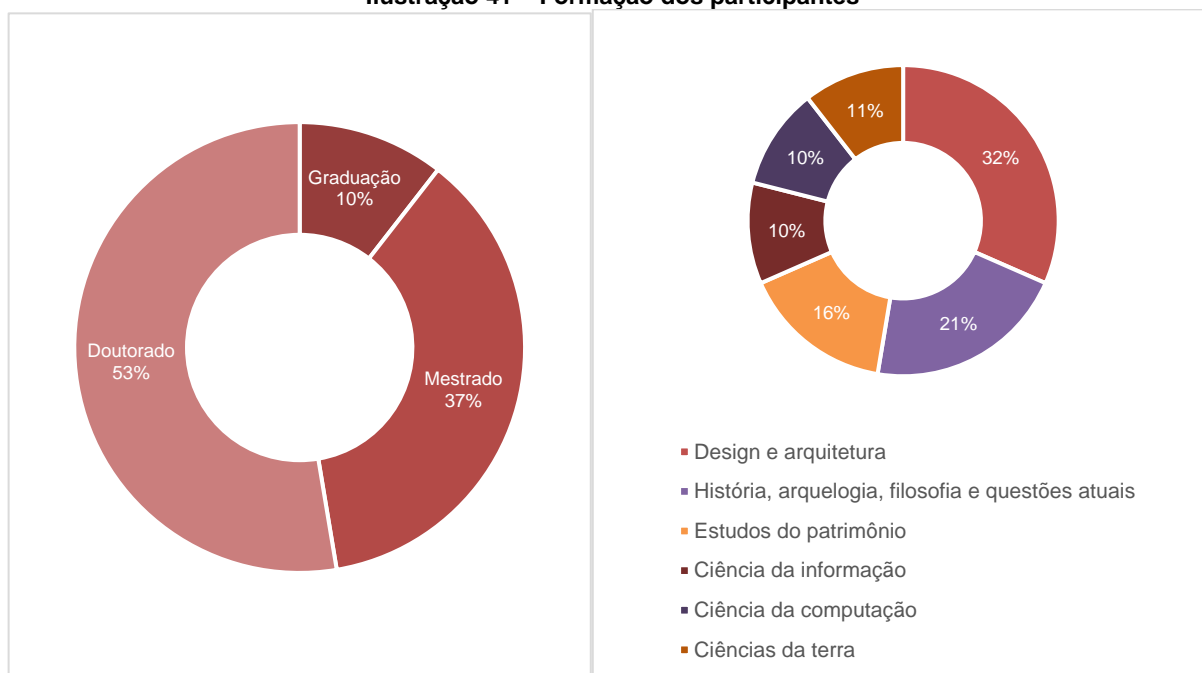
Participaram desta etapa da pesquisa dezenove profissionais, de diferentes países, convidados por meio de museus e organizações voltadas ao patrimônio cultural com reconhecido trabalho de preservação digital. A faixa etária, a nacionalidade e a formação desses participantes podem ser observados na Ilustração 40 e na Ilustração 41. Estes relataram experiências diversas, mais detalhadamente em dezessete projetos.

Ilustração 40 – Faixa etária e nacionalidade dos participantes



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

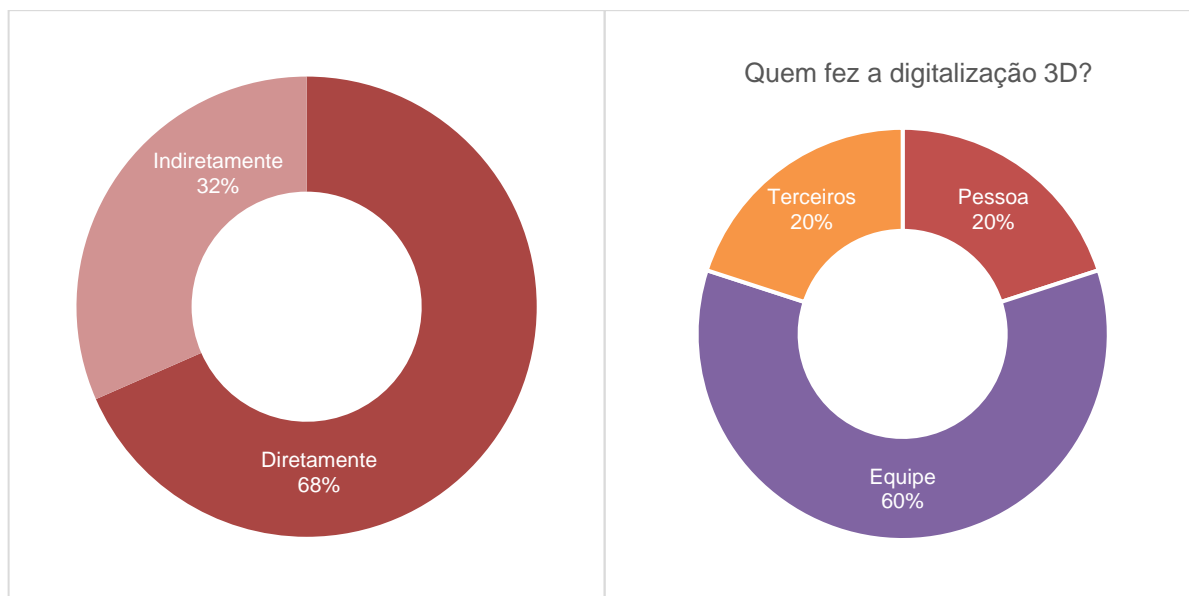
Ilustração 41 – Formação dos participantes



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Para participar desta etapa, era preciso ter tido algum contato com projetos de digitalização 3D do patrimônio cultural. Entre os respondentes, 68% participou diretamente dos projetos (Ilustração 42). Seja como executores da técnica ou realizando outros papéis. Quando perguntados sobre quem realizou a digitalização, apenas 20% foi executor. Em outros 20% dos projetos relatados, a digitalização 3D foi realizada por empresas contratadas ou mesmo instituições parceiras.

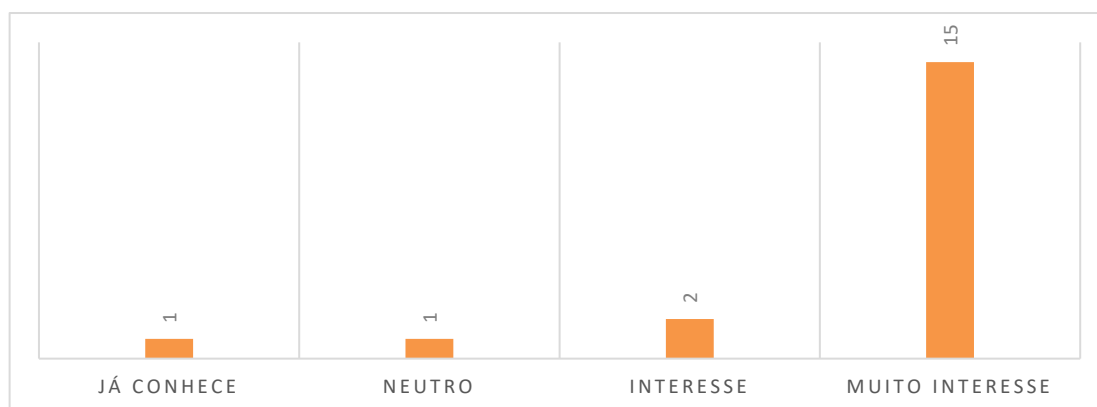
Ilustração 42 – Participação no projeto de digitalização 3D do patrimônio



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Quando perguntados sobre o interesse em aprender uma técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo, quase 80% dos participantes respondeu que gostaria de aprender a técnica (Ilustração 43).

Ilustração 43 – Interesse em aprender uma digitalização 3D faça-você-mesmo



Fonte: desenvolvida pela autora

Os profissionais participantes descreveram os projetos a que tiveram acesso, relataram o que pensam a respeito do uso dos modelos digitalizados no patrimônio cultural e comentaram a respeito do uso da técnica nos museus.

4.1.1. Sobre os projetos de digitalização 3D do patrimônio cultural

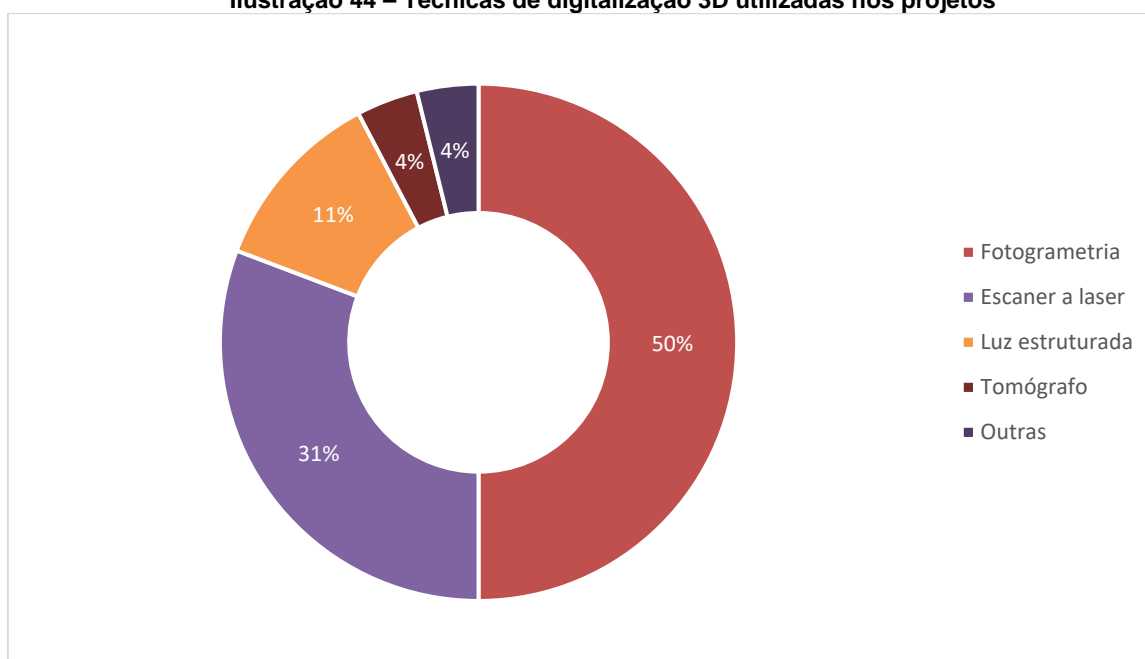
Os projetos citados foram realizados principalmente em museus e em universidades. Apresentaram uma diversidade de tipologias de objetos digitalizados segundo suas temáticas, dimensões, materiais, formas, idades e estados de conservação. Com o destaque para objetos com materiais não brilhantes nos projetos com a utilização da fotogrametria, de particular interesse do presente estudo.

Dentre os projetos citados, dezesseis têm menos de quatro anos de realizados (2012-2017) e, dentre eles, seis continuam em andamento. A exceção é apenas do projeto de Aleijadinho 3D que aconteceu há mais de cinco anos.

As técnicas de digitalização 3D utilizadas variaram em cada projeto, seis deles utilizaram mais de uma técnica escolhida conforme as características do objeto da digitalização ou mesmo para experimentar qual técnica melhor se adequava.

A fotogrametria foi a técnica utilizada em 50% dos projetos. O que destaca sua relevância em projetos cujos objetos da digitalização apresentam características de materiais, morfologia, conservação e temáticas variadas (Ilustração 44). Dentre os projetos, foram alvo da digitalização desde pequenos objetos artesanais, ossos, tecidos, até ambiente inteiro de galerias de arte.

Ilustração 44 – Técnicas de digitalização 3D utilizadas nos projetos



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

A tomografia apenas foi utilizada em um projeto cujo alvo era histórico e milenar, os Oráculos Chineses cunhados em osso. Atribui-se a escolha da técnica à natureza delicada das peças e à necessidade de analisar os pequenos detalhes.

Um projeto que envolveu a digitalização de armas de fogo e tecidos começou com a fotogrametria e posteriormente testou o laser e a luz estruturada. Mais dois projetos tinham como finalidade testar as técnicas fotogrametria, escâner a laser e luz estruturada para verificar qual captava melhor os objetos estudados.

4.1.2. Sobre os objetos digitalizados em 3D

Como meio de visualizar a diversidade de temáticas dos objetos digitalizados em 3D nos projetos, foi composta uma representação visual na forma de *cloudword*, na qual os temas mais citados aparecem em maior tamanho, apresentando maior destaque para itens arqueológicos (Ilustração 45).

Ilustração 45 – Temática dos objetos digitalizados em 3D nos projetos



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

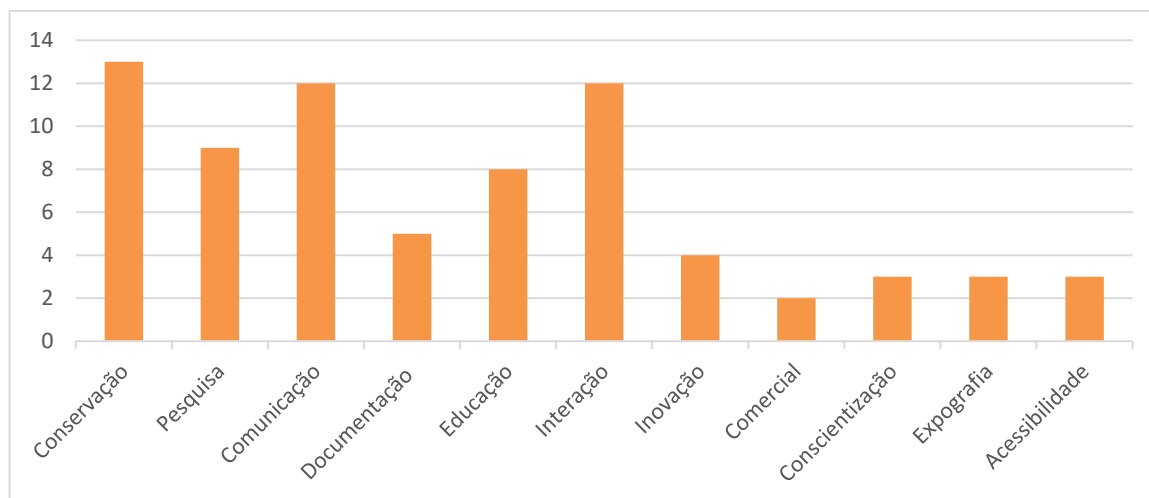
Em destaque, vê-se artefatos arqueológicos, uma área cujas pesquisas têm procurado técnicas menos invasivas de estudar os materiais. No mais, destacam-se a digitalização de estruturas arquitetônicas, de acervos e de galerias como um todo.

Os participantes foram questionados sobre a finalidade dos modelos digitalizados. Eles responderam que, além de auxiliar em atividades que um museu desempenha, como o auxílio à documentação, também indicam a necessidade de solucionar outras questões enfrentadas como:

- a) Aproximar o museu de seu público, principalmente a “geração digital”, oferecendo uma experiência envolvente e interativa com o usuário visando o seu engajamento através de um ambiente imersivo;
- b) Divulgar o patrimônio cultural disseminando o conhecimento e conscientizando o público;
- c) Prover a acessibilidade de um maior número de objetos das coleções para todas as pessoas, no sentido de tornar o objeto acessível seja para crianças, pessoas com deficiência e até mesmo a pesquisadores;
- d) Fornecer segurança, principalmente na exposição, possibilitando a apresentação de peças mesmo em condições delicadas;
- e) Fabricar réplicas para expografia, atividades educativas, mediação e, até mesmo, para o uso em salas de aula;
- f) Incentivar a pesquisa aumentando a divulgação do acervo;
- g) Avaliar a infraestrutura e a técnica de digitalização 3D nos diferentes materiais de acervo para planejamento de instalação do processo na instituição.

Ampliando a pergunta para a utilidade do objeto digitalizado em 3D num contexto além do projeto em que participaram, foi possível organizar as possíveis finalidades do objeto digitalizado em 3D segundo a visão dos participantes conforme apresentado na Ilustração 46.

Ilustração 46 – A utilidade de um objeto digitalizado em 3D



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Além de destacar o uso dos modelos 3D em atividades dos museus de conservação, pesquisa, comunicação e educação, os participantes mencionaram a interação com equivalente incidência.

Apesar da acessibilidade neste ponto ser relacionada apenas à pessoa com deficiência, o uso do termo pode ser utilizado de forma mais abrangente ao considerar soluções propostas como: o uso de modelos digitalizados com a intenção de permitir maior acesso e interação com o patrimônio cultural, também foram relacionadas às tecnologias como a realidade aumentada, ou mesmo a holografia, para criar ambientes simulados. Porém, este tipo de finalidade requer mais recursos financeiros, o que reflete na idealização de custos de projetos envolvendo a digitalização 3D.

Outro ponto importante sobre o uso dos objetos digitalizados para elaborar exposições interativas e acessíveis, conforme citado, é que tal desenvolvimento afeta diretamente o que tradicionalmente representa os museus no imaginário do público.

4.1.3. O investimento para digitalização 3D faça-você-mesmo

Ao considerar que os participantes representam diferentes contextos econômicos, foi perguntado se haveria disponibilidade de recursos para projetos de implementação da digitalização 3D faça-você-mesmo em museus (Ilustração 47).

Ilustração 47 – Opinião sobre porque investir em digitalização 3D

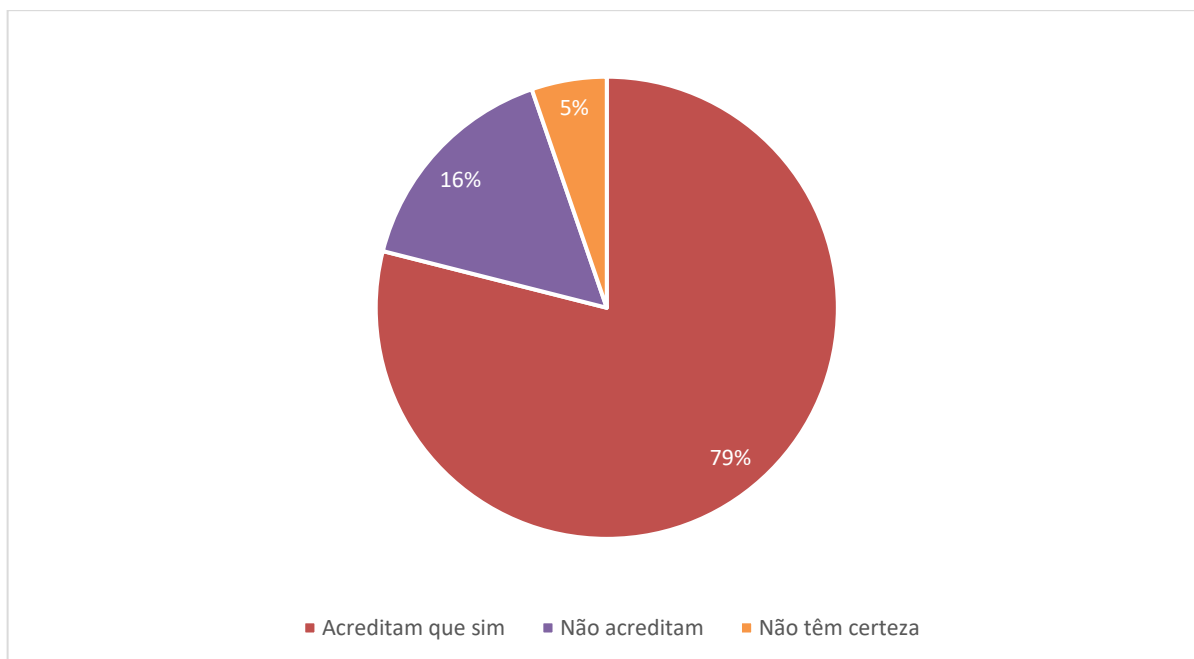
Argumentos positivos	Argumentos negativos
<p>“A tecnologia atrai investidores, porque é uma ferramenta de promover mais acesso do público na instituição”</p> <p>“Ultimamente temos cada vez mais procura dos Museus para parcerias e convênios com a Universidade”</p> <p>“A medida que o software se torna mais barato torna-se mais fácil para instituições menores explorar o 3D”</p> <p>“Financiamentos para programas de pesquisa e treinamento têm investido em 3D”</p> <p>“Facilidade de encontrar informações on-line relacionadas à criação, compartilhamento e uso de conteúdo 3D”</p> <p>“A VR é fácil de implementar no patrimônio cultural, porém confina-se a pequenas exposições temporárias ou atividades de sala de aula. AR tem mais potencial no momento”</p> <p>“A tecnologia está se tornando mais barata e fácil de acessar”</p> <p>“Muitos espaços já estão se renovando e proporcionando novas experiências ao público”</p>	<p>“No Brasil tudo está ainda muito embrionário”</p> <p>“Não num museu”</p> <p>“Difícil de implementar”</p> <p>“Difícil de defender o investimento”</p> <p>“Difícil convencer alguns tradicionalistas de seu valor”</p> <p>“O custo é muito alto”</p> <p>“Não na Malásia”</p> <p>“Infelizmente, a maioria dos museus olha a tecnologia com suspeita. Eles veem ameaça ao invés de tentar aproveitar seu potencial. Muitos curadores e diretores pensam que fazer sua coleção disponível online reduzirá o número de visitantes”</p> <p>“Difícil encontrar dinheiro e tempo para criar resultados de boa qualidade”</p>

Tradução nossa.

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

As respostas mostraram uma dificuldade em justificar a importância da tecnologia em relação a seu custo. Porém, a redução dos custos e a popularização de novas tecnologias envolvendo o mundo digital começam a modificar a situação. Indicadores de mudança podem ser identificados no aumento de parcerias de museus com universidades, o aumento no número de investidores, quantidade de informações online disponíveis e a renovação de espaços que buscam oferecer novas experiências ao público.

Ao considerar que a digitalização 3D faça-você-mesmo requer poucos recursos para sua implementação, foi perguntado aos participantes se eles acreditam que haverá interesse por parte dos técnicos dos museus em aprender a técnica (Ilustração 48).

Ilustração 48 – Os técnicos de museus se interessariam em aprender a técnica?

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

A maioria (79%) dos participantes acredita que sim, vai haver interesse por parte dos técnicos. Os motivos alegados por quem não acredita que haja interesse por parte dos técnicos dos museus foram:

- a) O aprendizado da técnica requerer uma habilidade específica;
- b) Pelo fato dos técnicos não terem tempo disponível para dar continuidade ao uso das técnicas por já terem outras tarefas.

Além das técnicas terem evoluído, necessitando cada vez menos habilidades para executá-las, os participantes indicam que os alunos de museologia e conseqüentemente estagiários e bolsistas dos museus têm interesse nessas temáticas. O que significa que as futuras gerações de funcionários de museus podem provocar uma mudança de prioridade para tornar possível a implementação da digitalização 3D. Pois, como os participantes disseram, a grande questão é o investimento, porque profissionais capazes de apropriar estas tecnologias já estão presentes “no âmbito da pesquisa e da extensão universitária”.

4.1.4. Sobre os museus e a sua audiência

Os museus têm procurado meios de se aproximar do público na atualidade. Foi perguntado aos participantes o que eles acreditam que pode ser feito para ajudar no relacionamento com os seus visitantes. Dentre as maneiras sugeridas pelos participantes da pesquisa encontram-se:

- a) Tornar-se mais presente em plataformas de acesso aberto como a *Creative Commons*;
- b) Melhorar a divulgação buscando dialogar com o público, utilizando novas tecnologias (por exemplos os *videocasts*) e redes sociais;
- c) Prover experiências multissensoriais com experiências interativas, que respeitem as capacidades de cada indivíduo, possibilitando personalização e colaboração dos usuários, pensando também na inclusão;
- d) Abrir o local para eventos de interesse do público;
- e) Envolver a audiência nas atividades do museu para que ela se sinta parte importante da instituição, compartilhando momentos e opiniões;
- f) Aproximar-se das instituições educacionais.

As soluções sugeridas promovem proximidade da audiência, seja física ou digital. Porém, um esforço contínuo com ações simultâneas para manter o público requer investimentos e qualificação.

4.1.5. Considerações das entrevistas

O potencial do uso da digitalização tridimensional nos museus foi nesta seção evidenciado por projetos em monumentos, alguns já de reconhecido valor histórico, que, por este motivo, acabam servindo também como divulgação dos benefícios que o uso da técnica pode trazer a preservação do patrimônio cultural. Todavia, essa parece ser uma realidade distante da maioria dos museus, não apenas por falta de recursos, mas por falta do reconhecimento dos benefícios que a técnica pode trazer. Deste modo, instituições que poderiam fazer uso da técnica acabam por não destinar recursos para a atividade.

Em contrapartida, a proposição do uso de uma técnica de digitalização faça-você-mesmo mostrou-se interessante para os participantes devido a implementação necessitar de menor investimento de recursos financeiros. Pois, a maioria dos projetos citados contou com a contratação de serviços de digitalização 3D e a técnica faça-você-mesmo provê autossuficiência da equipe.

Os resultados indicam que, nos próximos anos, os profissionais atuantes em museus estarão mais abertos para o uso da digitalização 3D, pois os estudantes universitários de museologia se mostram mais interessados em compreender os usos da técnica no patrimônio cultural do que os atuais profissionais de museus.

Já em relação a aproximação da sociedade contemporânea, os participantes destacaram que, independente do meio, precisam ser realizadas atividades constantes, contínuas e simultâneas.

4.2. EXPERIMENTO PARA DEFINIÇÃO DA TÉCNICA

A finalidade deste experimento foi observar a utilização de ferramentas de digitalização 3D faça-você-mesmo para fins de preservação do patrimônio cultural em museus. Essas ferramentas, além de reduzir orçamento, são de fácil aprendizado e possibilitam montagem dentro da reserva técnica do museu, adaptando-se às necessidades, ao tipo de acervo e ao espaço físico, e podem ser executadas pelo corpo técnico, que detém o conhecimento das fragilidades características de cada peça. Deste modo, acredita-se que este processo favorece a documentação do patrimônio, possibilitando a reprodução do acervo em meio virtual, e a conservação das coleções, evitando, também, deslocamento para laboratórios especializados e eventuais acidentes.

Ao final do experimento, ambas as técnicas utilizadas atenderam a relação de critérios de Pavlidis et al. (2007), ao considerar uma perspectiva que necessite de menor precisão geométrica.

4.2.1. Digitalização 3D por triangulação a laser

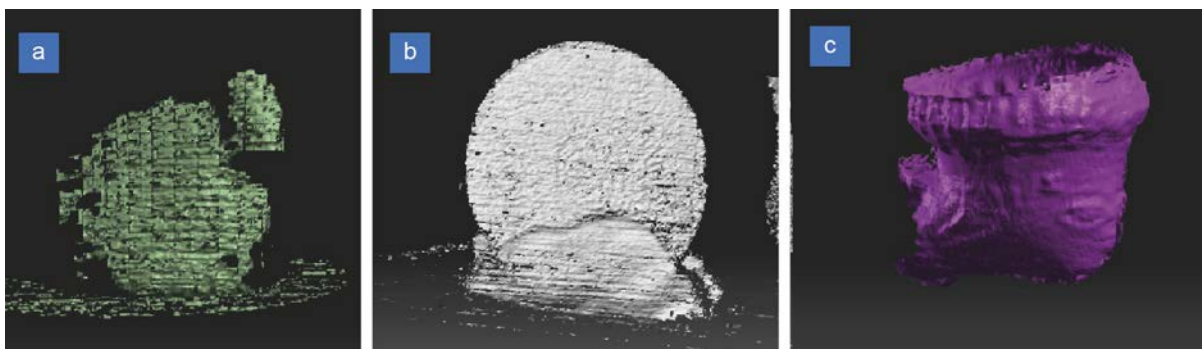
Para a realização da digitalização a laser, foram necessárias quatro tentativas para obter um modelo representativo. Na primeira tentativa de uso do laser, foram realizadas dez varreduras com diferentes posições do objeto, todas geraram arquivos com pouco volume de informação. Foi verificado que as marcas de calibragem, 515 x 325 mm, estavam grandes para o zoólito, deste modo a *webcam* precisou ficar mais distante reduzindo a resolução da captura.

Na segunda tentativa, foram utilizadas novas marcas de calibragem com 270 x 170 mm. Nenhuma varredura pôde ser concluída, pois ao reduzir as marcas de calibragem e aproximar a câmera, foi reduzida também a distância focal e, conseqüentemente, a profundidade de campo. Assim, o zoólito não ficou dentro de uma área de foco suficiente para captar informações (Ilustração 49a).

Para a terceira tentativa, foi utilizada a mesma base de calibragem do ensaio anterior, 270 x 170 mm, porém foi realizada com o cachimbo, um objeto menor (Ilustração 49c). O software realizou a leitura completa. Foram geradas 14 varreduras possibilitando a fusão no próprio software.

A quarta tentativa foi realizada com a medalha e o mesmo calibrador (Ilustração 49b). Foram realizadas três varreduras e todas as três apresentaram uma quantidade grande de ruído mesmo utilizando um pó revelador branco para deixar a superfície do metal mais opaca. Ao final dos testes, verificou-se que a calibração havia perdido precisão devido a uma instabilidade nos painéis.

**Ilustração 49 – Resultado da aquisição no David laserscanner 3D:
a) Zoólito; b) Medalha; c) Cachimbo antropomórfico**



Fonte: desenvolvida pela autora (2016)

O software David laserscanner 3D realiza a varredura, monta a nuvem de pontos e capta as cores reduzindo a necessidade de um processamento em outro software. Porém, na versão de avaliação, a resolução final é reduzida e a cor não é salva. O tempo total do processo foi de aproximadamente 16 horas.

4.2.2. Digitalização 3D por fotogrametria

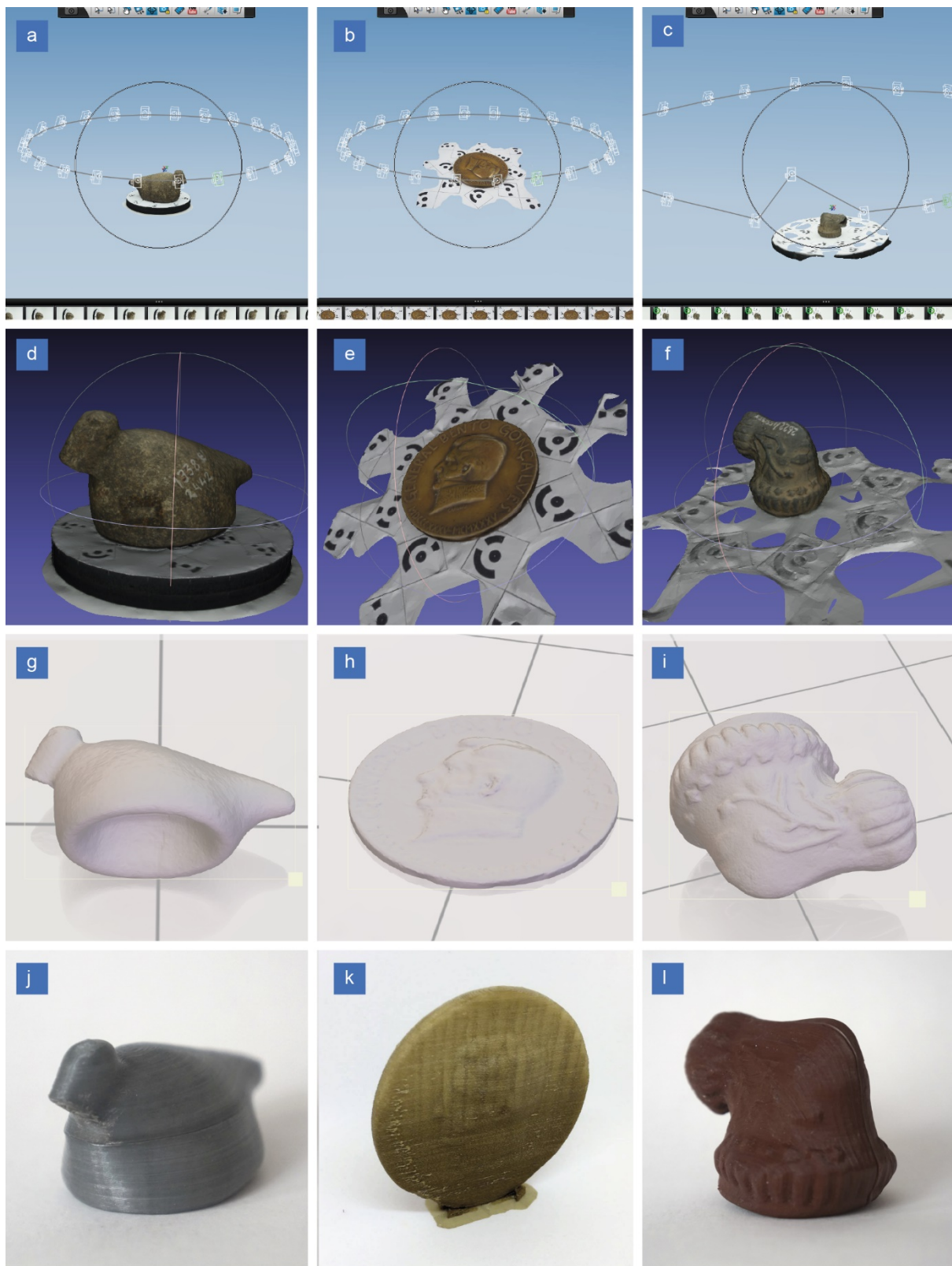
Foram capturadas sequências de 24 fotos (a cada 15°) para cada posição dos objetos. Para o zoólito e o cachimbo foram realizadas três posições para cada um. Para a medalha, apenas duas posições foram necessárias, frente e verso.

Após a captura das fotos, realizada durante uma tarde, o programa 123D Catch identificou automaticamente as informações da superfície em duas posições do Zoólito e em todas da medalha (Ilustração 50a e 50b). Já para o cachimbo, foi necessário o realinhamento manual das três posições capturadas (Ilustração 50c). O tempo total do processo ficou em torno de 12 (doze) horas. Ainda durante o processamento, o brilho do metal dificultou a leitura da medalha. O problema foi resolvido com o uso de um filtro polarizador circular, que deixou a iluminação mais uniforme.

Durante o pós-processamento, realizado numa tarde, o software livre Meshlab foi utilizado para fechar as malhas tridimensionais geradas, fazer pequenos reparos e gerar os objetos digitalizados incluindo suas cores (Ilustração 50d, 50e e 50f). Os objetos 3D digitalizados (Ilustração 50g, 50h, 50i) foram impressos em plástico poliácido láctico (PLA) e o resultado pode ser visto nas Ilustração 50j, 50k e 50l.

Foi observado que o 123D Catch reduziu a resolução das imagens para 2120 x 1413 pixels, uma redução de até 60 % em relação às imagens capturadas inicialmente. Fato que influencia o resultado final para objetos com alto nível de detalhamento.

Ilustração 50 – Resultado do processo da fotogrametria: o Zoólito, a Medalha e o Cachimbo: (a, b, c) sob processamento no 123D Catch; Tratamento dos modelos fotogramétricos no Meshlab (d, e, f); Visualização dos modelos fotogramétricos no 3D builder (g, h, i); e Modelos impressos em 3D (j, k, l).



Fonte: desenvolvida pela autora com a colaboração de Victor Dantas (2016).

4.2.3. Aspectos levantados

Ao se tratar de técnicas de digitalização 3D faça-você-mesmo, espera-se de ambas o baixo custo. O custo inicial de implementação de um projeto com qualquer uma das duas técnicas, contabilizando equipamento fotográfico ou licença de software, varia de R\$ 2.000,00 (Dois mil Reais) até R\$3.500,00 (Três mil e quinhentos Reais), considerando valores no ano de 2017. Porém, tendo em vista o avanço tecnológico que vem tornando acessíveis câmeras digitais de alto desempenho, há museus que já têm o equipamento fotográfico²⁷ para o uso na documentação bidimensional, o que resulta numa redução de custos para implementação da fotogrametria.

As técnicas testadas apresentaram uma diferença no tempo de digitalização. Ao considerar as três etapas processuais da fotogrametria - a captura das imagens, o processamento, e o pós-processamento do modelo obtido - na digitalização tridimensional a laser, no David, o processamento acontece simultaneamente à captura, sem a necessidade de conexão com a internet. Deste modo, o processo de digitalização a laser testado se mostrou mais rápido do que a fotogrametria.

Outro ponto, que também influencia o tempo de digitalização é a habilidade necessária para utilizar a técnica. Seria leviano afirmar, com base apenas no experimento realizado, qual técnica requer maior habilidade de quem a executa. Entretanto, considerando a sociedade contemporânea, onde a fotografia é amplamente disseminada (NOTE, 2011), existe uma *transferência de aprendizagem*²⁸ (ELLIS, 1965) para a fotogrametria, o que acaba por reduzir a *curva de aprendizagem*²⁹ nessa técnica 3D (LEARNING CURVE, 2018). A digitalização a laser, por outro lado, demanda uma curva de aprendizagem maior, apresentando maior dificuldade ao aprendiz. Neste sentido, inicialmente, a fotogrametria tende a se mostrar mais fácil e mais rápida para obtenção de um modelo digital.

²⁷ Por exemplo: o Museu Júlio de Castilhos tem uma câmera Sony Alpha 3000 que tem características adequadas para a fotogrametria.

²⁸ Conhecimento proveniente de experiências anteriores do usuário que pode ser utilizado para auxiliá-lo num diferente contexto (ELLIS, 1965).

²⁹ Uma curva de aprendizado é um gráfico que representa a aprendizagem de uma habilidade contra o tempo necessário para aprendê-la (LEARNING CURVE, 2018).

Ao se considerar que o usuário já tem conhecimento de ambas as técnicas testadas, a presença de uma etapa a mais no processo pode refletir no tempo de digitalização. Em contrapartida, dentro das etapas da fotogrametria, as imagens adquiridas no processo, paralelamente, constituem uma extensa documentação 2D do patrimônio digitalizado. Além do mais, uma vez que o processamento é uma etapa separada, pode-se realizá-lo conforme viabilidade ou necessidade.

Foi verificado, também, que o tamanho dos objetos experimentados favoreceu a fotogrametria, pois a câmera fotográfica utilizada possui configuração para capturar imagens macro, fornecendo dados com a nitidez necessária. Assim, sabendo-se as dimensões do objeto de antemão é possível fazer uma configuração com lentes adequadas. No caso da digitalização 3D por triangulação a laser, quanto menor o objeto, menores devem ser as marcas de calibração e mais próxima deve ficar webcam. Além de a webcam utilizada não ter função macro, a profundidade de campo é reduzida, diminuindo também a amplitude do foco. Tais restrições resultam no aumento da dificuldade em calibrar e do número de varreduras da superfície necessárias.

Em relação ao resultado final, para ambas as técnicas, a qualidade da reconstrução 3D variou entre um objeto e outro. Na fotogrametria, o cachimbo necessitou de alinhamento manual que poderia ter sido evitado na captura de posições em ângulos diferentes. Na digitalização a laser, a instabilidade dos painéis prejudicou a aquisição. Atribuiu-se estas variações à influência de quatro fatores: (i) especificidades da técnica, (ii) experiência humana, (iii) características materiais e (iv) da forma dos objetos. Deste modo, verificou-se a necessidade de um novo experimento que compare o nível dessa influência entre as técnicas faça-você-mesmo com as de uso profissional.

A respeito da radiação luminosa, adotada como critério de exclusão de materiais nesse experimento, ambas as técnicas ultrapassam até 100% a iluminação máxima aconselhada para objetos com sensibilidade à luz. Em contrapartida, as regras de conservação preventiva são relacionadas a incidência e intensidade luminosa a longo prazo. Nesse sentido, vale a pena considerar a importância da obtenção do objeto 3D digitalizado tendo em vista o curto tempo de exposição luminosa, pois são necessários apenas alguns minutos durante a captura de dados, seja na fotogrametria ou na digitalização a laser.

Observa-se ainda que o software de processamento fotogramétrico utilizados nos ensaios, Autodesk 123D Catch, foi descontinuado pela desenvolvedora em abril de 2017. Funções semelhantes, além de ferramentas de processamento adicionais, foram encontradas no software Autodesk Recap, disponível em versão gratuita ou comercial.

4.2.4. Considerações do experimento

Tanto a fotogrametria, quanto a digitalização 3D por triangulação a laser faça-você-mesmo, mostraram ter condições de implementação para o uso na preservação do patrimônio cultural. Porém, ambas apresentaram, durante o experimento, aspectos que precisam ser melhorados.

A digitalização tridimensional por triangulação a laser faça-você mesmo mostrou como desvantagem o processo de calibração (fator de especificidades da técnica e experiência humana). Os painéis precisam de um material que promova estabilidade e resistência no decorrer dos usos para a obtenção de uma calibragem de boa qualidade a longo prazo. Outra desvantagem é relacionada à preocupação dos profissionais em relação a conservação devido ao laser ser comumente associado a ferramentas invasivas (fator de experiência humana). Sua vantagem está no tempo de realizar a digitalização reduzido, mas apenas se executada por um usuário experiente.

A fotogrametria faça-você-mesmo mostrou como ponto negativo a configuração para a captura das imagens influenciável pela perícia do usuário (fator de experiência humana). Sua principal vantagem está na necessidade de uma menor curva de aprendizagem e no compartilhamento de tarefas com a documentação 2D, facilitando seu uso por profissionais não especialistas na técnica.

Em paralelo, requisitos dos programas *123D Catch* e do *David Laserscanner 3D* que reduzem a resolução do modelo digitalizado sugerem a necessidade de testar outros softwares (fator de especificidades da técnica).

Em ambas as técnicas testadas há dificuldades para digitalizar objetos de materiais com alta refletância ou transparentes (fator características materiais do

objeto). No estado atual da arte, as possíveis soluções para contornar esse problema implicam em aumento de custo e de especialização do usuário.

Após observar os fatores apontados, a fotogrametria mostrou-se a melhor alternativa para a implementação da digitalização 3D faça-você-mesmo em museus. Após os técnicos do museu, que participaram do estudo, se habituarem com a técnica, uma avaliação do acervo deve ser feita, e a configuração para fotogrametria pode ser aprimorada. Este aprimoramento pode envolver a incorporação de câmeras e fontes luminosas adicionais, assim como plataformas giratórias motorizadas e outros recursos para a automação do processo.

O uso da digitalização 3D faça-você-mesmo nos museus apresentou-se como oportunidade para a implementação da preservação digital do patrimônio cultural de forma acessível. Isso possibilita aos profissionais técnicos da instituição se apropriarem dos conhecimentos dessas técnicas, criando um ambiente propício para desenvolver uma aplicação tendo em vista a inovação tecnológica dos processos museológicos. O objeto preservado digitalmente favorece também a educação patrimonial e mesmo a divulgação cultural, possibilitando novas formas de acesso ao conhecimento sem barreiras físicas, geográficas, ou de tempo em meio digital. Assim, propicia-se ao público uma nova visão do acervo, e ao museu um acervo mais reconhecido.

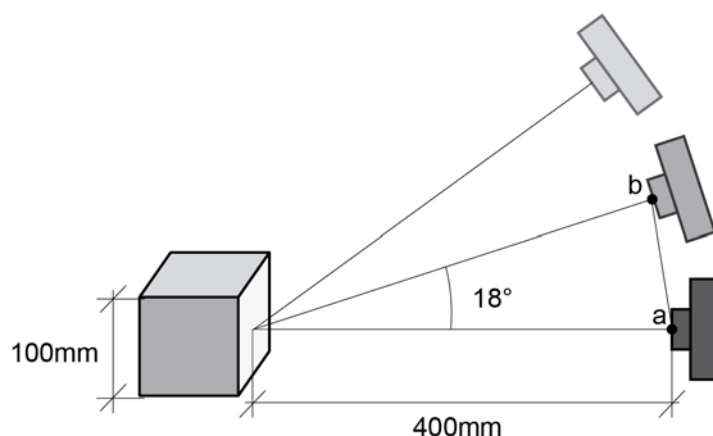
4.3. EXPERIMENTO PARA DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES PRELIMINARES

Ao pensar em modos de facilitar a apropriação da fotogrametria pelo corpo técnico do museu, foi realizado um estudo para a elaboração de diretrizes de aplicação da fotogrametria tendo em mente a simplificação da configuração de ambiente, calibração da câmera fotográfica e processamento das imagens. Antes de dar início ao experimento, foram analisados quais seriam os elementos variáveis e os de controle para cada uma das três análises: de ambiente, de complexidade do objeto e de equipamento fotográfico.

4.3.1. Definição de variáveis

Para definir as variáveis relacionadas ao uso de cenário, observou-se que o deslocamento entre uma foto e outra pode interferir na configuração do ambiente. Para tanto, foi realizada uma representação esquemática, como pode ser visto na Ilustração 51. Essa representação foi feita considerando a fixação entre tamanho do objeto e distância para a câmera fotográfica numa proporção máxima de 1:4, conforme orientação de Andrews, Bedford e Bryan (2015). A sequência apresentada é de variação angular de 18° para a aquisição fotográfica em translação. O objeto de referência tem 100 mm de altura.

Ilustração 51 – Variação angular de 18° sem cenário



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Observa-se que o deslocamento angular da câmera, **a-b**, modifica-se conforme a variação angular da sequência de imagens. Para verificar essa influência na configuração do ambiente para a realização da fotogrametria, a distância **a-b** foi calculada para três sequências de variação angular em objetos com a medida de 4 mm de altura, mínimo previsto para esta pesquisa, 100 mm e 250 mm, medida máxima. Na Ilustração 52, é possível observar o deslocamento previsto da câmera no ambiente sem adição de cenário.

Ilustração 52 – Distância angular sem cenário

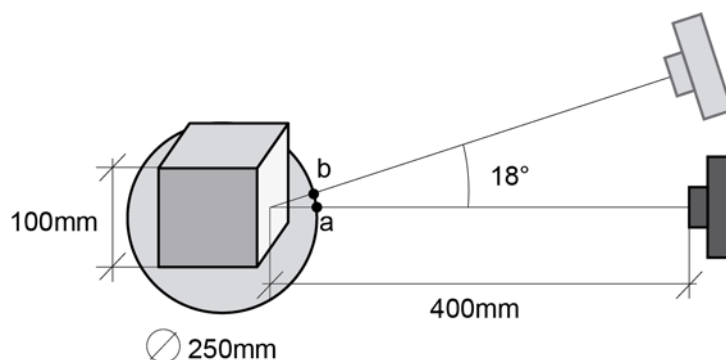
Altura do Objeto	Distância objeto-câmera	Ângulo da sequência	Deslocamento a-b
40 mm	160 mm	9° (40 imagens)	25 mm
40 mm	160 mm	18° (20 imagens)	50 mm
40 mm	160 mm	36° (10 imagens)	100 mm
100 mm	400 mm	9° (40 imagens)	62 mm
100 mm	400 mm	18° (20 imagens)	125,6 mm
100 mm	400 mm	36° (10 imagens)	251 mm
250 mm	1000 mm	9° (40 imagens)	157 mm
250 mm	1000 mm	18° (20 imagens)	314 mm
250 mm	1000 mm	36° (10 imagens)	628 mm

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

A considerar que, no experimento sem adição de cenário, a captura das imagens é realizada manualmente (sem uso de tripé) e o deslocamento contará apenas com a movimentação corporal, verificou-se um impedimento físico, humano, em percorrer as distâncias levantadas, principalmente para os objetos cuja maior dimensão é 40 mm. No caso citado, o deslocamento mínimo entre cada imagem seria de 25 mm para uma sequência de 9° entre a aquisição de cada imagem e máximo de 100 mm numa variação angular de 36°. Esse fato resulta no aumento de instabilidade na aquisição, pois há como adquirir uma sequência de 40 fotos (9°) numa translação, porém não há como manter uma constância entre os ângulos da sequência, nem de deslocamento e nem de ângulo de incidência vertical (angulação da lente em relação ao objeto).

Para a configuração de ambiente com a adição de cenário, devido ao fato da câmera fotográfica ficar fixa e o objeto realizar uma rotação, a referência de deslocamento **a-b** se modifica e passa para a base giratória. Especificamente, a referência vai para a marcação de orientação de ângulos na lateral da base, conforme representado na Ilustração 53.

Ilustração 53 – Distância angular de 18° com cenário



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Após estabelecer as distâncias angulares de deslocamento **a-b** para o ambiente com adição de cenário, conforme a Ilustração 54, observou-se que não há alteração no deslocamento **a-b** relacionada com o tamanho do objeto, mas há em relação ao raio da base giratória. Isto ocorre porque este experimento utiliza apenas uma base que comporta os tamanhos de objetos de 40 mm até 250 mm. Então, foi obtida apenas uma distância para cada variação angular da sequência de aquisição das imagens. O que, por consequência, facilita a padronização do processo.

Ilustração 54 – Distância angular com adição de cenário

Raio da base	Ângulo da sequência	Distância angular entre a e b
125 mm	9° (40 imagens)	19,6 mm
125 mm	18° (20 imagens)	39,2 mm
125 mm	36° (10 imagens)	78,5 mm

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

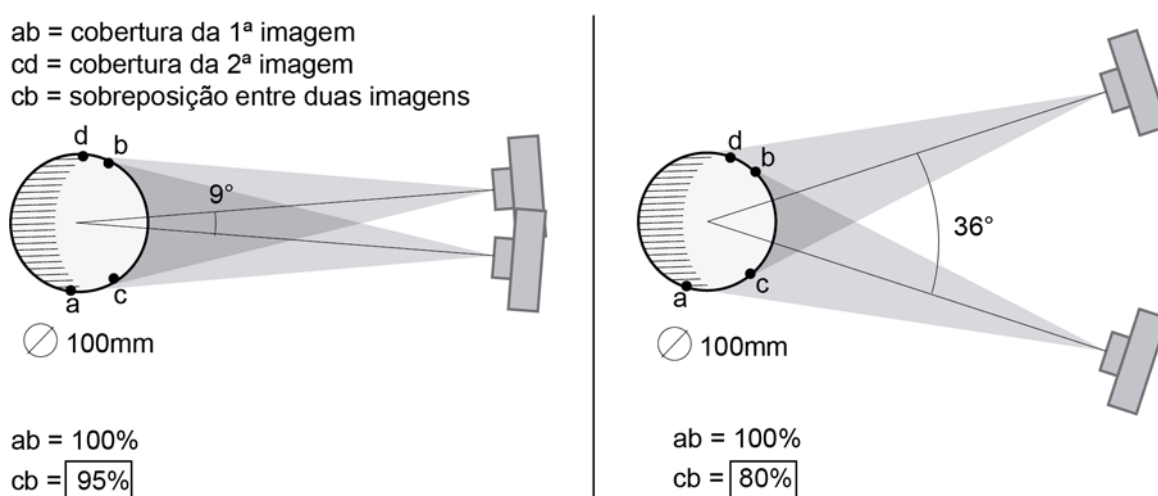
Deste modo, para a experimentação da fotogrametria sem adição de cenário, a referência será a quantidade de imagens e não foram fixadas angulações. Já para o ensaio com adição de cenário, as marcações serão fixadas na base giratória, conforme angulações que serão definidas pelas variáveis da complexidade do objeto.

Para a análise dos elementos que definem as variáveis de complexidade, as características formais, segundo Medeiros (2017), foram relacionadas à quantidade de imagens por sequência, sugerida por Luhmann, Fraser e Mass (2016). Sendo

assim, seqüências de 10 imagens deveriam ser captadas para objetos de baixa complexidade, 20 para média e 50 para alta. Para melhor entender o impacto da variação dos ângulos de seqüência, cada uma das seqüências teve sua porcentagem de sobreposição entre duas imagens analisada geometricamente para determinar a configuração mais adequada para o experimento, conforme esquematizado na Ilustração 55.

Para o cálculo, foi escolhida, como objeto, uma esfera, por oferecer a leitura de sua superfície por igual³⁰. Ou seja, não sendo influenciada por depressões ou variações angulares que possam reduzir a captação de dados. Também, para fins de cálculo, utilizou-se uma esfera de 100mm de diâmetro, a câmera ficou a 400mm conforme orientação de Andrews, Bedford e Bryan (2015).

Ilustração 55 – Porcentagem de sobreposição entre imagens



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Entendendo-se que **a-b** representa a distância angular de captura da câmera, 100 %, e **c-d** a distância angular da sobreposição, as porcentagens de sobreposição entre duas imagens da seqüência podem ser visualizadas na Ilustração 56.

³⁰ Além de ser o objeto padrão para estudos de iluminação.

Ilustração 56 – Porcentagem de sobreposição entre imagens

50 imagens (7,5°)	40 imagens (9°)	20 imagens (18°)	10 imagens (36°)
96%	95%	90%	80%

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Com a finalidade de analisar a atribuição de um grau de complexidade a um objeto e, assim, sua configuração para a aquisição das imagens, realizou-se o experimento com três tipos de configurações angulares de sequências de imagens que pudessem ser adquiridas num mesmo momento para prevenir alterações de ambiente. Deste modo, mantém-se as mesmas características de iluminação e instabilidade de aquisição. Assim, uma única sequência de imagens por posição do objeto que pudesse ser subdivida para compor as demais conservaria os mesmos padrões de aquisição, realçando a quantidade de informação fornecida para gerar o modelo 3D. Para solucionar a questão, a sequência de 50 imagens foi substituída por uma de 40, cuja sobreposição é 1% menor. Desta forma, para cada posição do objeto a ser adquirida no experimento, foi fotografada uma sequência de 40 imagens. Posteriormente, para o processamento, essas imagens foram separadas para compor as sequências de 20 e 10 imagens.

4.3.2. Experimentação das variáveis

O processo de análise das variáveis foi dividido, conforme os parâmetros de dificuldade de realização da técnica por não especialistas: ambiente, complexidade do objeto e equipamento.

4.3.2.1. Análise das variáveis de ambiente

Na Ilustração 57, podem ser observados os elementos variáveis e de controle desta aquisição. Após o início da aquisição, ficou confirmada a dificuldade em manter o padrão de angulação entre as imagens. Deste modo, foram feitas aquisições de 40 fotos até completar os 360° da translação sem a preocupação de manter com precisão o ângulo de 9°. Ao final, a quantidade de sequências adquiridas

para cada objeto foi de cinco no ambiente sem cenário e cinco com a adição de cenário. As peças utilizadas para a digitalização 3D desta análise foram apresentadas na Ilustração 30, na seção anterior.

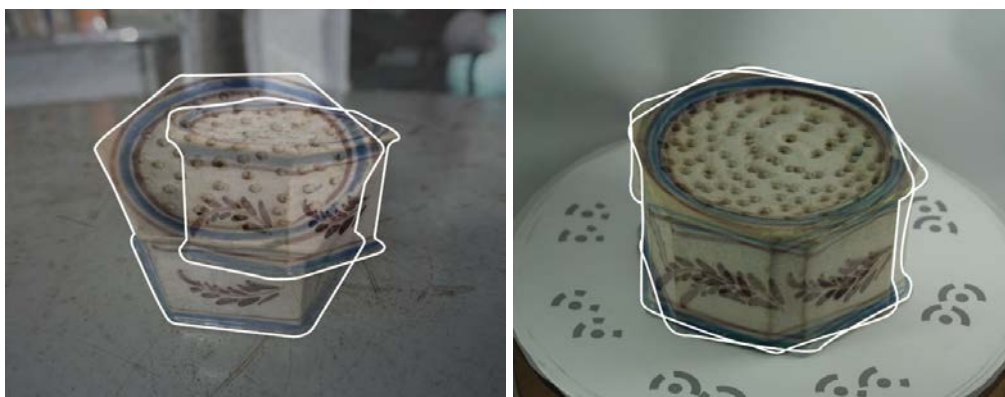
Ilustração 57 – Configuração para análise de ambiente

Variáveis
Ângulo de sequência para alta complexidade 40 imagens, para média complexidade 20 imagens e baixa complexidade em 10 imagens.
Com e sem a adição de estúdio fotográfico e iluminação.
Controle
Distância entre câmera e objeto conforme proporção 1:4
Configuração automática da câmera fotográfica

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

O primeiro ponto a ser observado, nas imagens adquiridas sem adição de cenário, foi a variação da escala aparente do objeto dentro da sequência de imagens e de ângulos de incidência. Para realçar essa variação, foi realizada uma sobreposição com a primeira e a última imagem dentro da sequência de 40 fotografias para as duas configurações de ambiente, Ilustração 58.

Ilustração 58 – Instabilidade do processo



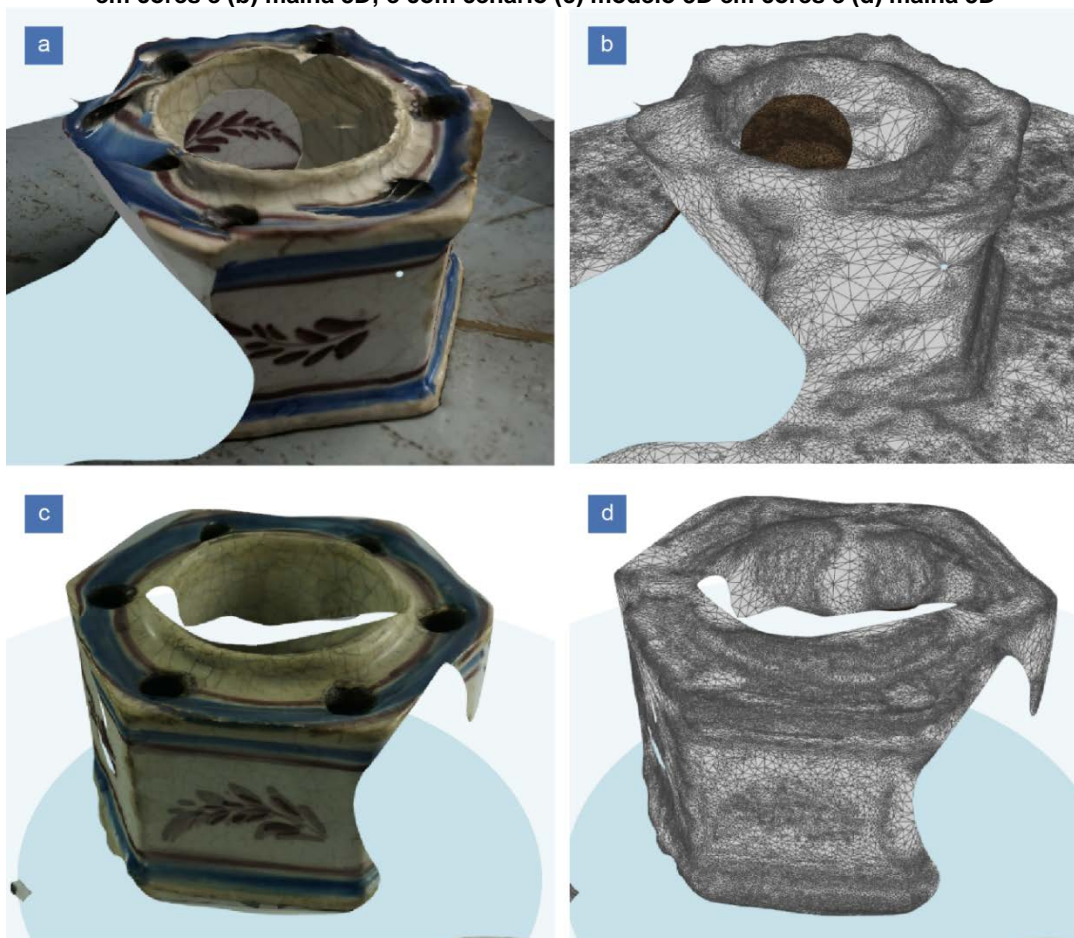
Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

O processamento das sequências de dez imagens gerou modelos com malhas incompletas, tanto para o ambiente básico quanto para o com a adição de

cenário, conforme a Ilustração 59. Atribuiu-se a causa, principalmente, à dificuldade de o software de processamento fotogramétrico identificar, para cada imagem, a localização entre objeto e câmera devido à escassez de dados de elementos visuais.

Nas sequências de 10 imagens para o ambiente com adição de cenário, a peça de secagem não teve seu processamento concluído em nenhuma das posições adquiridas, resultando todas num erro de software. A peça em questão apresenta, além de múltiplas perfurações pequenas, simetria. Já na segunda peça foi concluído o processamento, apesar de também ser simétrica, apresenta padrões na pintura que fogem da repetição, característica que ajuda na identificação da sequência das imagens pelo software de processamento. Tal fato, destaca que, apesar do acréscimo dos alvos no cenário, o ambiente natural oferece melhor identificação de referências visuais no processamento.

Ilustração 59 – Processamento de 10 imagens sem e com adição de cenário: sem cenário (a) modelo 3D em cores e (b) malha 3D; e com cenário (c) modelo 3D em cores e (d) malha 3D

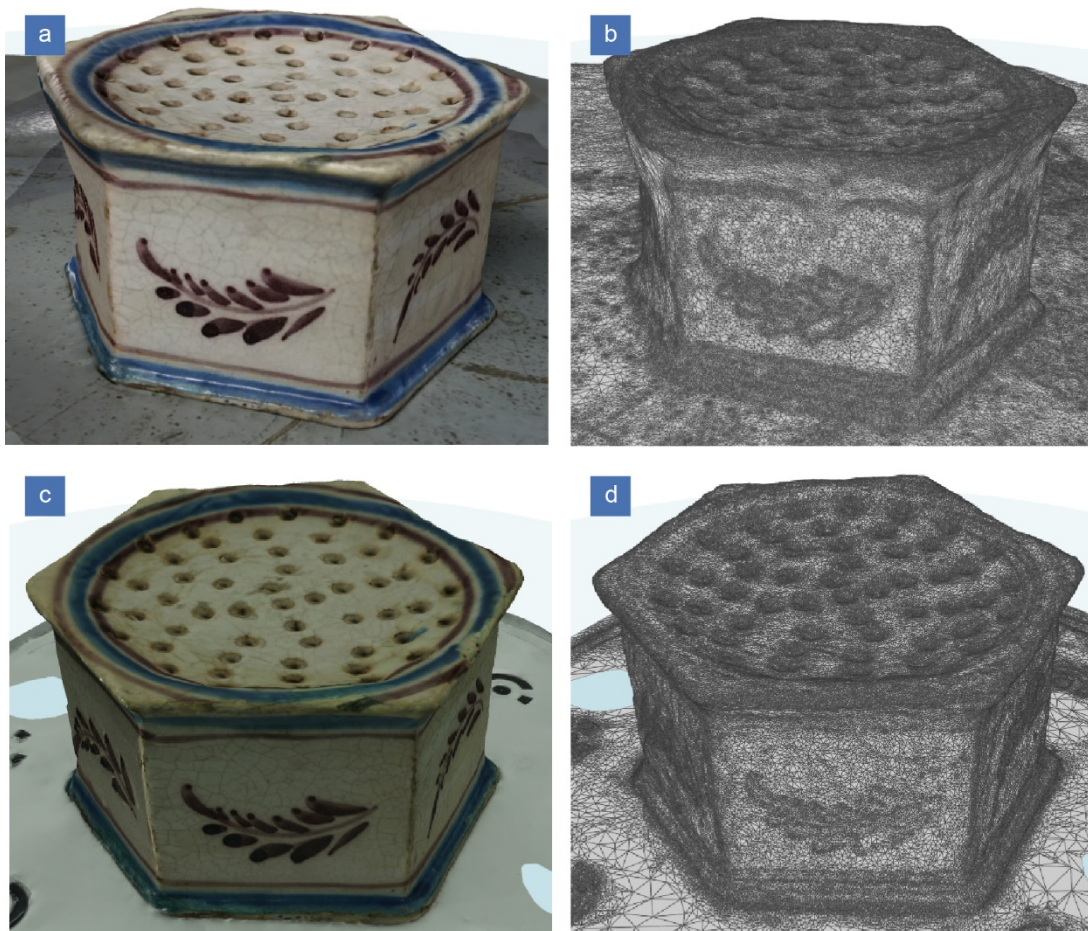


Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

O processamento das sequências seguintes, 20 e 40 imagens, apresentou malhas completas, pois a quantidade de dados oferecidos pelas imagens foi suficiente para sanar as falhas visualizadas nas sequências de 10 imagens. Neste ponto, as maiores diferenças tratam-se da geometria da malha.

A imagem (a) da Ilustração 60, apresenta o modelo em cores da sequência de 20 imagens adquiridas sem adição de cenário. Na imagem (b), é possível ver a malha do mesmo processamento e visualizar os resultados da geometria. O modelo apresentado na Ilustração é completo e apresenta ondulações nas extremidades e relevos nas pinturas. Na imagem (c), a sequência de 20 imagens foi adquirida com adição de cenário e pode-se visualizar menores deformações nas pinturas e nas extremidades, fato confirmado na imagem (d).

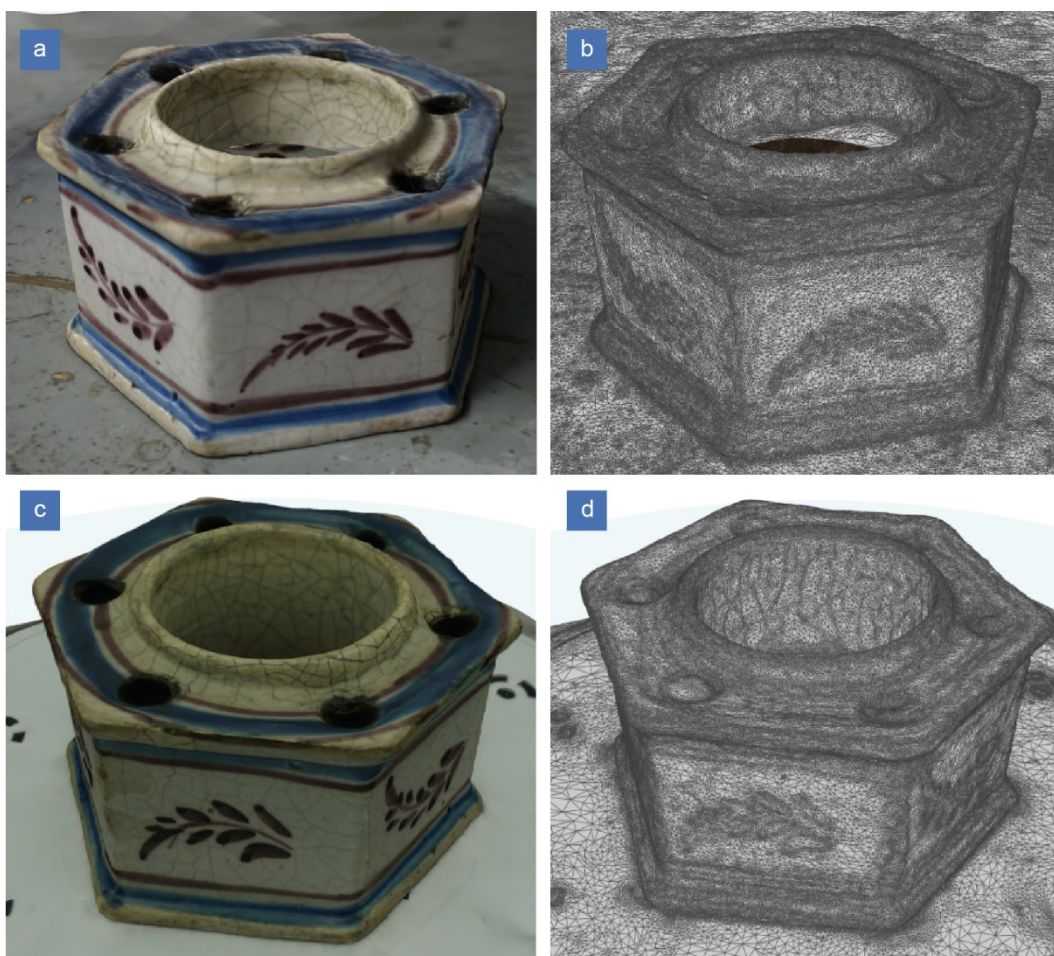
Ilustração 60 – Processamento de 20 imagens sem e com adição de cenário: sem cenário (a) modelo 3D em cores e (b) malha 3D; e com cenário (c) modelo 3D em cores e (d) malha 3D



Fonte: desenvolvida pela autora (2018)

O processamento das 40 imagens, Ilustração 61, apresentou melhor captação de detalhes pequenos, como rachaduras, extremidades mais fiéis e menor deformações nas áreas de pinturas. Essa melhoria foi detectada em ambos os testes de ambiente.

Ilustração 61 – Processamento de 40 imagens sem e com adição de cenário: sem cenário (a) modelo 3D em cores e (b) malha 3D; e com cenário (c) modelo 3D em cores e (d) malha 3D

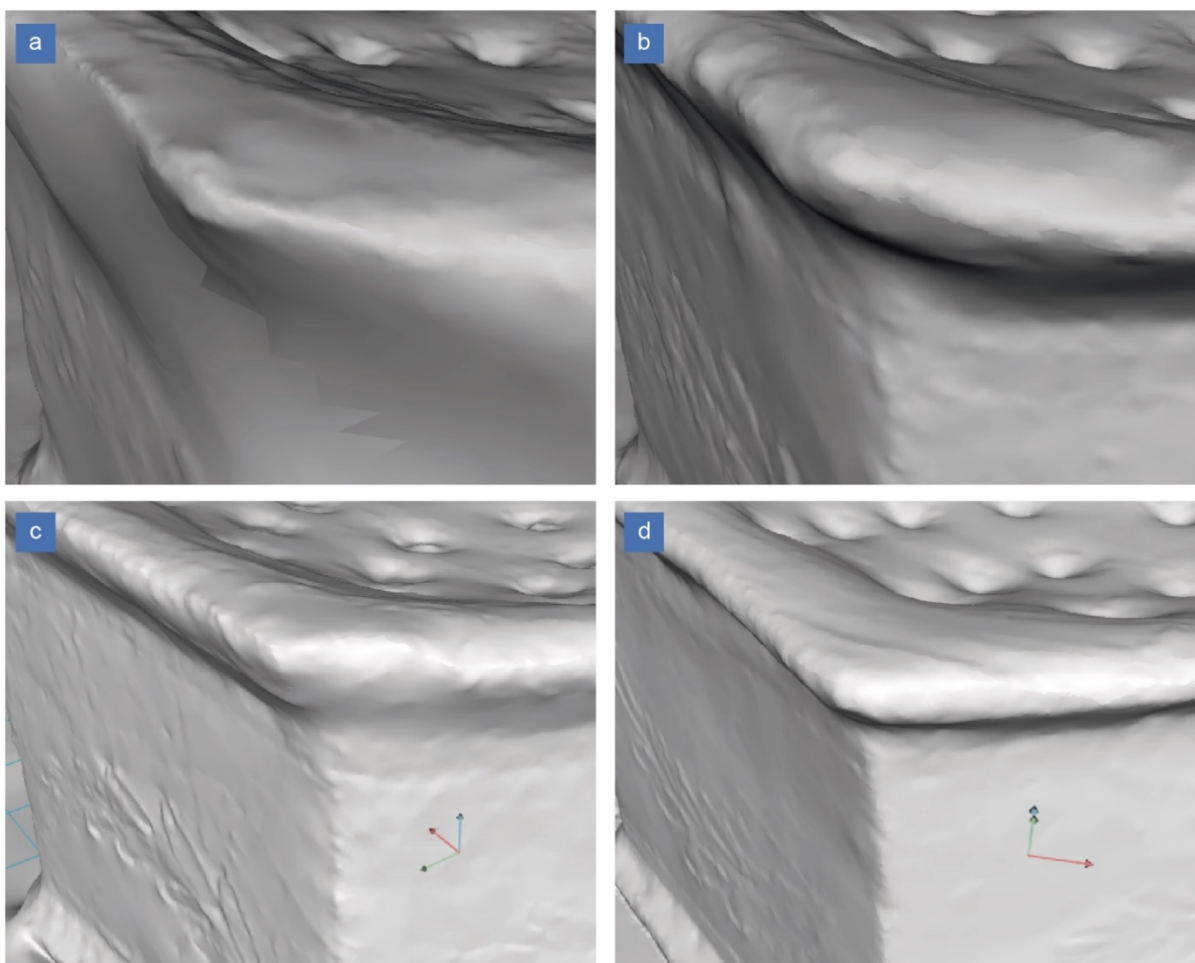


Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Observou-se, no processamento realizado, a partir do material adquirido sem adição cenário, uma maior fidelidade de cores em relação aos modelos digitalizados com a adição do mini estúdio fotográfico e luminárias. Tal fato pode causar a ilusão que o objeto digitalizado é mais fiel ao real devido as cores realizarem um mascaramento das formas. Acredita-se que essa melhor captação das cores se deve à câmera fotográfica conseguir apreender automaticamente melhor os padrões

cromáticos devido à gama de referências do ambiente (Ilustração 62). Enquanto na versão sem cenário o padrão cromático foi limitado ao fundo branco e ao próprio objeto, não oferecendo um padrão cromático de referência para o equipamento seguir.

Ilustração 62 – Detalhe da geometria das malhas: sem cenário (a) malha 3D processada com 20 imagens e (b) malha 3D processada com 40 imagens; e com cenário (c) malha 3D processada com 20 imagens e (d) malha 3D processada com 40 imagens



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Apesar dos modelos digitalizados gerados sem adição de cenário apresentarem cores mais condizentes com a realidade, em relação aos modelos com imagens cuja aquisição foi feita com a adição de cenário, a falta de controle da iluminação pode gerar sombras indesejadas nos objetos, ocasionando também na perda de informações nessas áreas, conforme pode ser visualizado, também, na Ilustração 70.

Outro ponto importante observado vai ao encontro com o que fala Mccarthy (2014), a variação na escala aparente e angulares não afetou a qualidade dos resultados obtidos na aquisição sem cenário.

4.3.2.2. Análise das variáveis de complexidade do objeto

Neste momento, o experimento buscou estabelecer a quantidade de imagens a serem adquiridas em cada sequência fotográfica mais adequada, segundo a complexidade do objeto a ser digitalizado. Com base na fase anterior do experimento, foi possível identificar que o conjunto de tinteiro apresenta simetria e depressões que dificultam a geração de sua malha tridimensional. Para focar na análise da complexidade, mais ensaios foram realizados seguindo a formatação apresentada na Ilustração 63. As peças selecionadas para este ensaio podem ser visualizadas na Ilustração 34, na seção anterior.

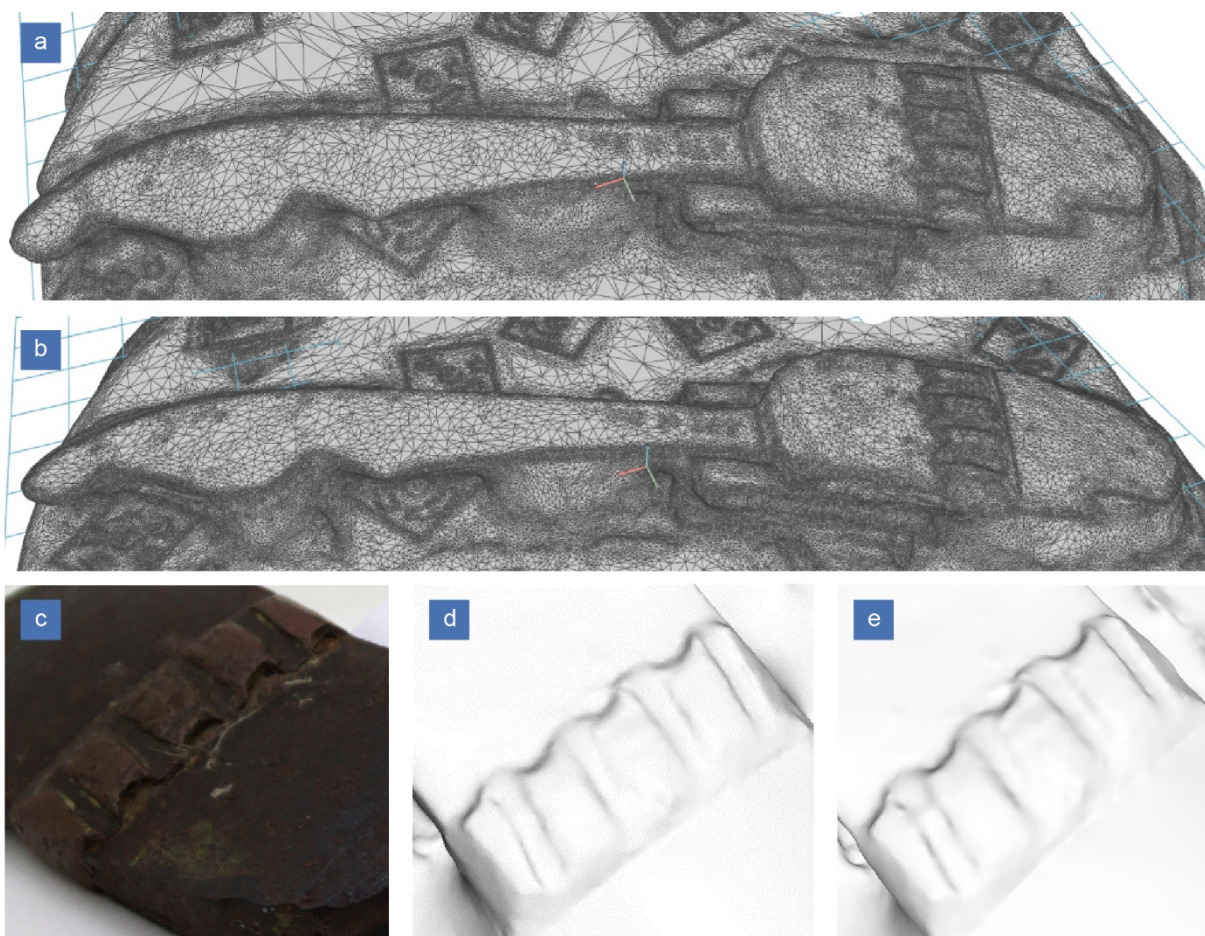
Ilustração 63 – Configuração para análise de complexidade

Variáveis
Ângulo de sequência para alta complexidade 9°, para média 18° e baixa complexidade em 36°.
As diferentes posições do objeto
Controle
Distância entre câmera e objeto conforme proporção 1:4
Com a adição de estúdio fotográfico e iluminação.
Com fixação do foco em f/56, tempo de exposição 1/13s, ISO 100.

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

A faca Inca (Ilustração 34a), apesar de ser de metal, não é brilhosa, sendo assim não apresentou falhas no modelo típicas de alta refletância. Os processamentos de 10 imagens não foram concluídos por erro no software. Os processamentos de 20 e 40 imagens não tiveram diferenças significativas em sua geometria observadas a olho nú, como pode ser visualizado na Ilustração 64.

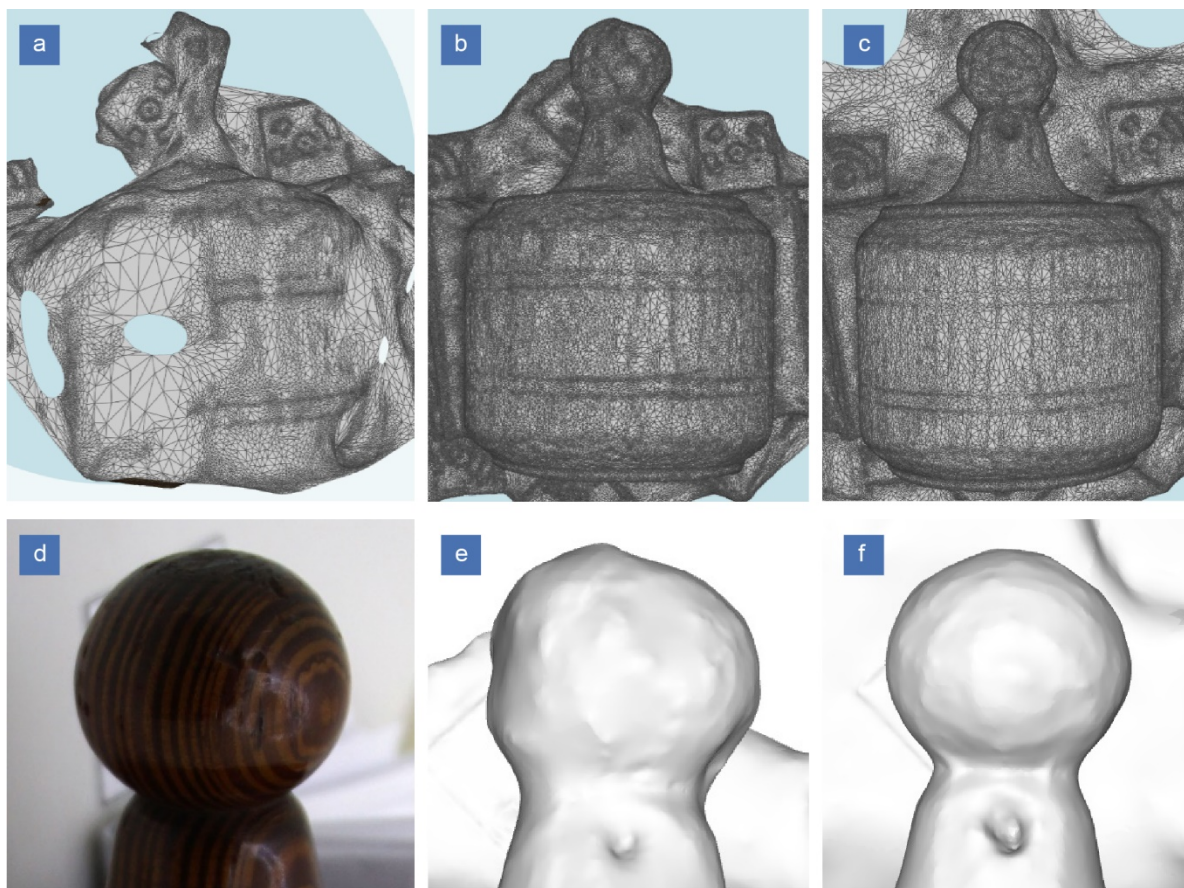
Ilustração 64 – Malhas 3D de 20 e 40 imagens da faca Inca: (a) malha 3D com 20 imagens, (b) malha 3D com 40 imagens, (c) fotografia de detalhe, (d) detalhe digitalizado com 20 imagens e (e) detalhe digitalizado com 40 imagens



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

O peso de papel apresenta simetria, textura de madeira com veios contínuos que não auxilia na diferenciação das imagens e um acabamento polido que aumenta a refletância do material. Todas essas características aumentam a dificuldade de processamento das imagens como pode ser observado na Ilustração 65. As malhas 3D apresentadas nesta Figura são referentes à posição com melhores resultados, com o objeto deitado, assim o eixo da simetria do objeto ficou paralelo a superfície da base giratória. Desta forma, a percepção de simetria pelo sistema foi reduzida, facilitando a identificação das imagens pelo objeto.

Ilustração 65 – Malhas 3D de 10, 20 e 40 imagens do peso de papel: (a) malha de 10 imagens, (b) malha 3D de 20 imagens, (c) malha de 40 imagens, (d) fotografia de detalhe, (e) detalhe digitalizado com 20 imagens e (f) detalhe digitalizado com 40 imagens

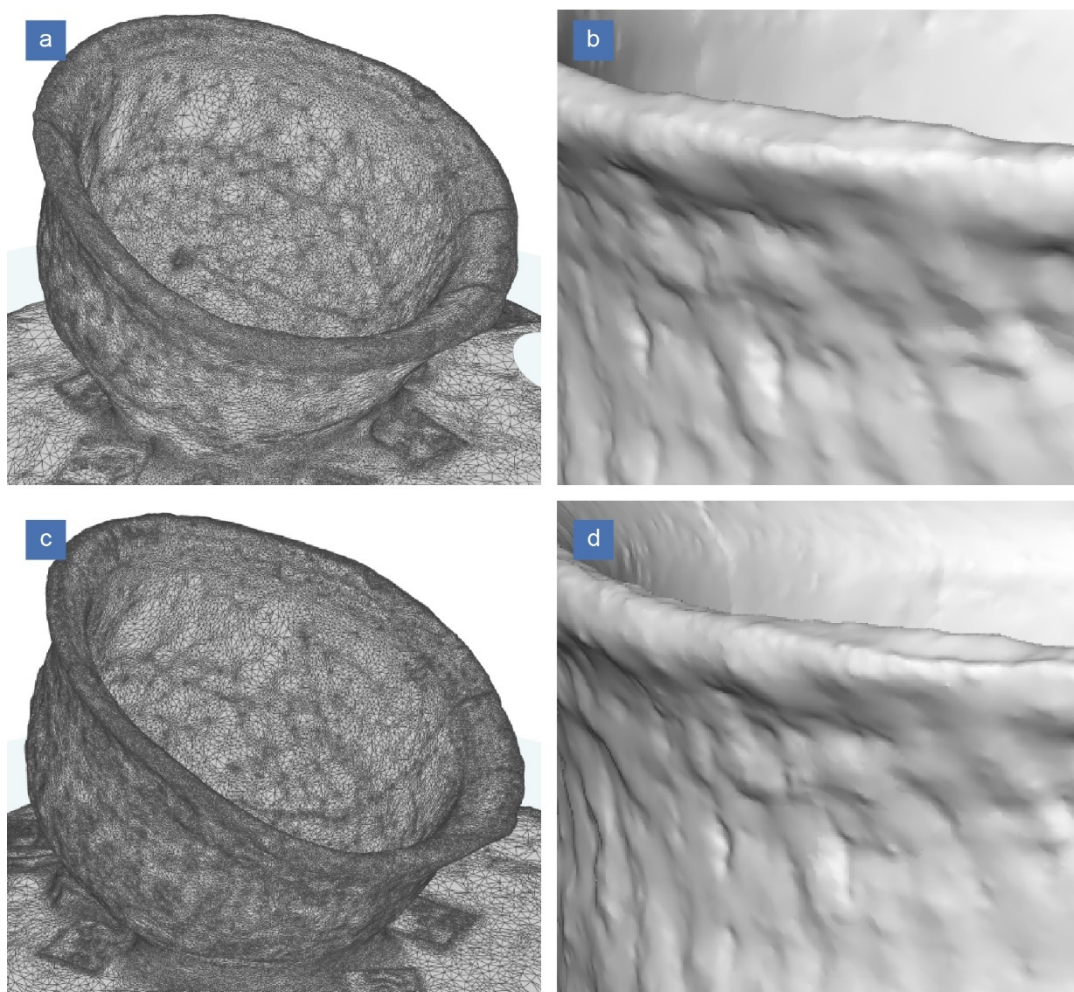


Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

A configuração composta por 10 imagens resultou numa malha com visíveis deformações em relação ao objeto físico. Na malha composta pelo processamento de 40 imagens do peso de papel, resultou numa melhor geometria condizente ao acabamento superficial polido do objeto. Ainda assim, é possível se verificar defeitos na forma.

O vaso indígena apresenta entalhes em sua superfície externa e emendas de um processo de restauro bem visualizadas, principalmente, em sua parte interna. O processamento de 10 imagens apresentou erro de software e também não foi possível concluir o processamento. Já o processamento de 40 imagens mostrou melhor acabamento dos detalhamentos na definição de arestas da superfície que no processamento de 20, conforme Ilustração 66.

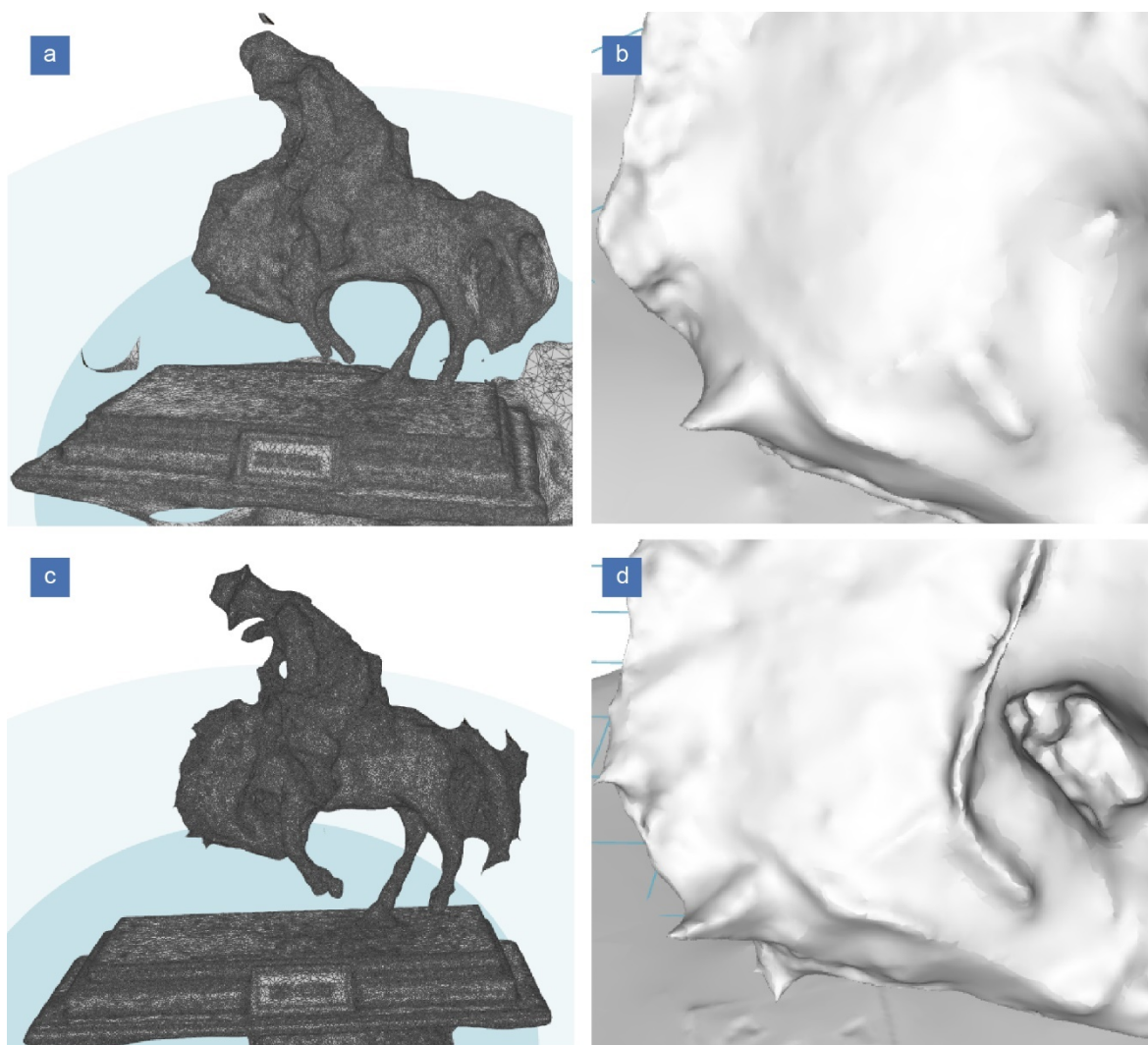
Ilustração 66 – Malhas 3D de 20 e 40 imagens do vaso indígena: processamento com 20 imagens (a) malha 3D e (b) detalhe do modelo 3D; e processamento com 40 imagens (c) malha 3D e (d) detalhe do modelo 3D



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

O domador apresenta alto nível de detalhamento, com detalhes pequenos, junções de materiais e diferentes texturas. O processamento com 10 imagens não foi concluído pelo software. Já as malhas de 20 e 40 imagens apresentaram deformações, principalmente, onde se encontram os menores detalhes, como é possível visualizar na Ilustração 67.

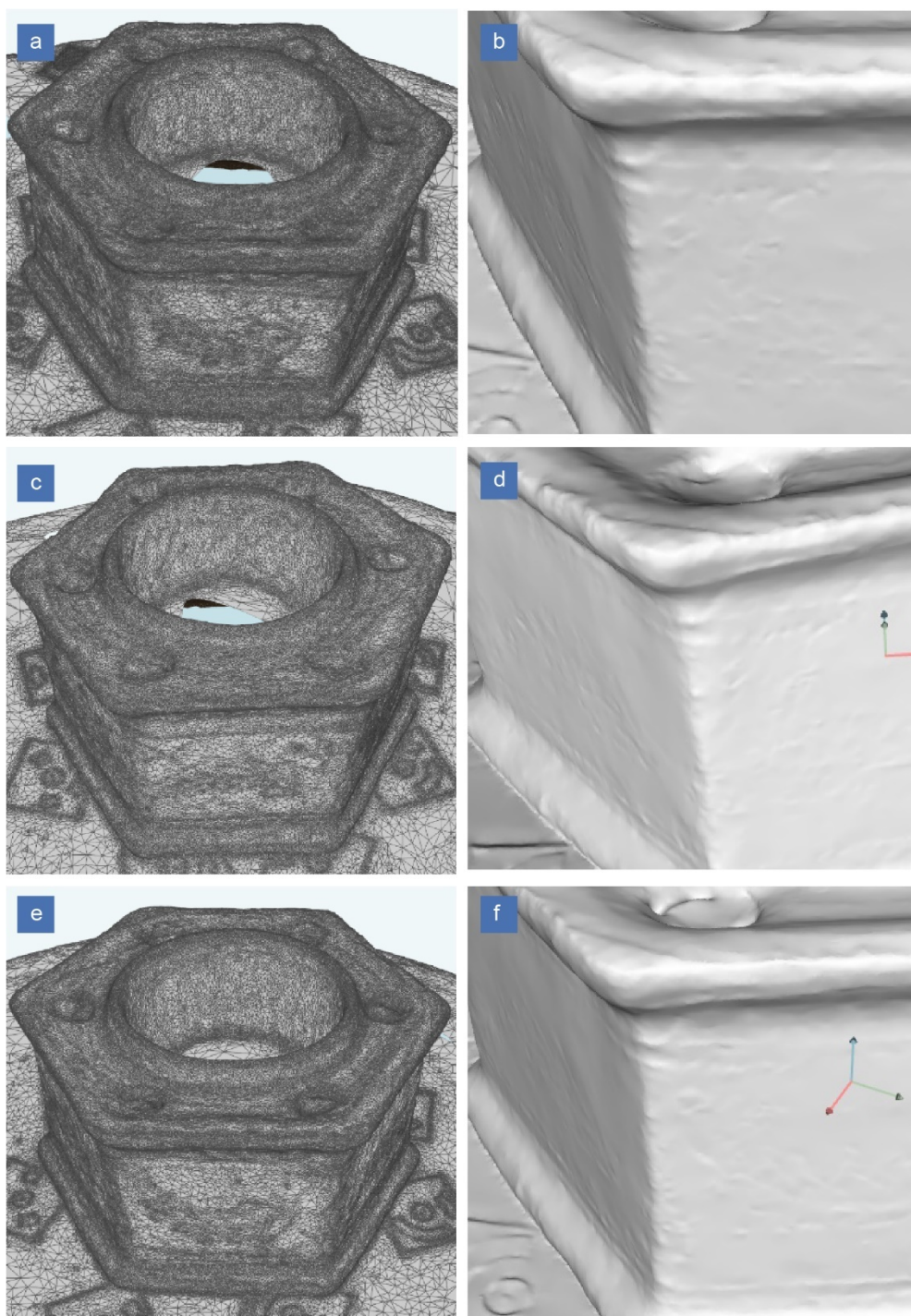
Ilustração 67 – Malhas 3D do processamento de 20 e 40 imagens do domador: processamento com 20 imagens (a) malha 3D e b) detalhe do modelo 3D; e processamento com 40 imagens (c) malha 3D e (d) detalhe do modelo 3D



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

O conjunto de tinteiro teve imagens readquiridas conforme as variáveis para a análise da complexidade. Ao apresentar malhas significativamente melhores que as do ensaio anterior, como mostra a Ilustração 68, foi reafirmada a influência positiva da adição de cenário ao modificar a estrutura por uma de melhor qualidade. As malhas das três sequências apresentaram bons resultados quando observadas a olho nú.

Ilustração 68 – Malhas 3D do processamento de 10, 20 e 40 imagens do tinteiro: processamento com 10 imagens (a) malha 3D e (b) detalhe do modelo 3D; processamento com 20 imagens (c) malha 3D e (d) detalhe do modelo 3D; processamento com 40 imagens (e) malha 3D e (f) detalhe do modelo 3D.



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Na comparação das malhas do conjunto de tinteiro, a diferença encontra-se nos pequenos detalhes. A malha processada com 40 imagens tem junções e rachaduras com melhor definição que as demais.

Ao considerar a representação de complexidade de Medeiros (2017), pode-se verificar que os níveis estabelecidos pelo autor não se adequam aos níveis de complexidade do objeto para o processamento na fotogrametria multi-imagem.

4.3.2.3. Análise das variáveis de equipamento fotográfico

A análise do equipamento fotográfico é voltada a determinar se o modo automático da câmera pode ser utilizado para a digitalização do acervo o qual se destina essa pesquisa, para assim, exigir menos conhecimentos técnicos de fotografia do executor. Com este fim, foi realizado um ensaio para comparação das malhas tridimensionais geradas por fotografias adquiridas com o uso do modo manual (MA) e automático (AUTO) de calibração da câmera fotográfica, seguindo as variáveis da Ilustração 69.

Ilustração 69 – Configuração para análise de equipamento

Variáveis
Com o uso do modo automático
Com fixação do foco em f/56, tempo de exposição 1/13s, ISO 100
Com e sem a adição de estúdio fotográfico e iluminação
Diferentes posições do objeto
Controle
Ângulo de sequência para alta complexidade 9° (40 imagens)
Distância entre câmera e objeto conforme proporção 1:4

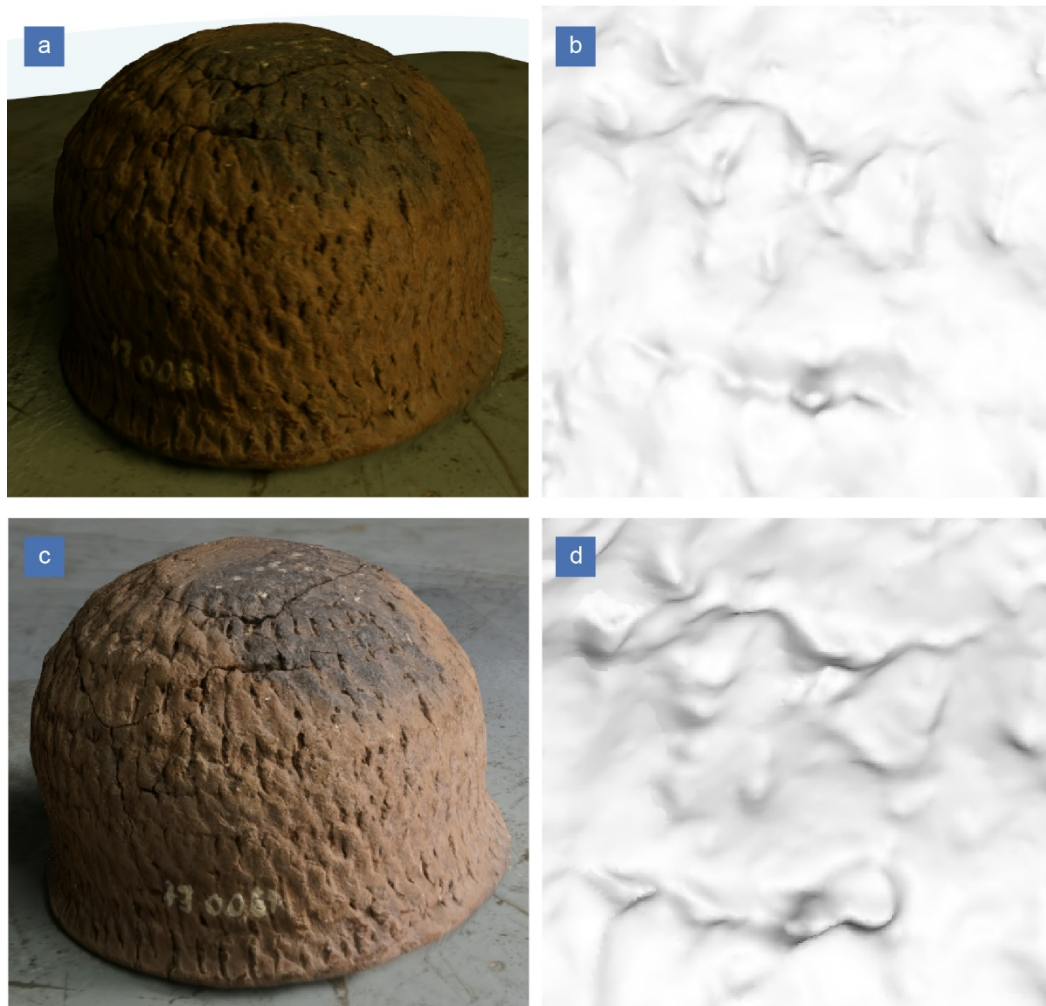
Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Para a comparação entre malhas geométricas compostas por imagens adquiridas com a utilização do AUTO da câmera e com o uso do modo MA, foi utilizado como objeto o vaso indígena.

A primeira comparação foi feita entre os resultados obtidos na aquisição de imagens sem a adição de cenário. Na Ilustração 70, pode ser observada uma grande diferença cromática, cujo modelo digitalizado com fotos no modo AUTO apresenta

tonalidades mais reais e maior detalhamento cromático. Porém, a malha geométrica apresentou pouca diferenciação entre os modelos gerados, sendo o modo AUTO discretamente melhor.

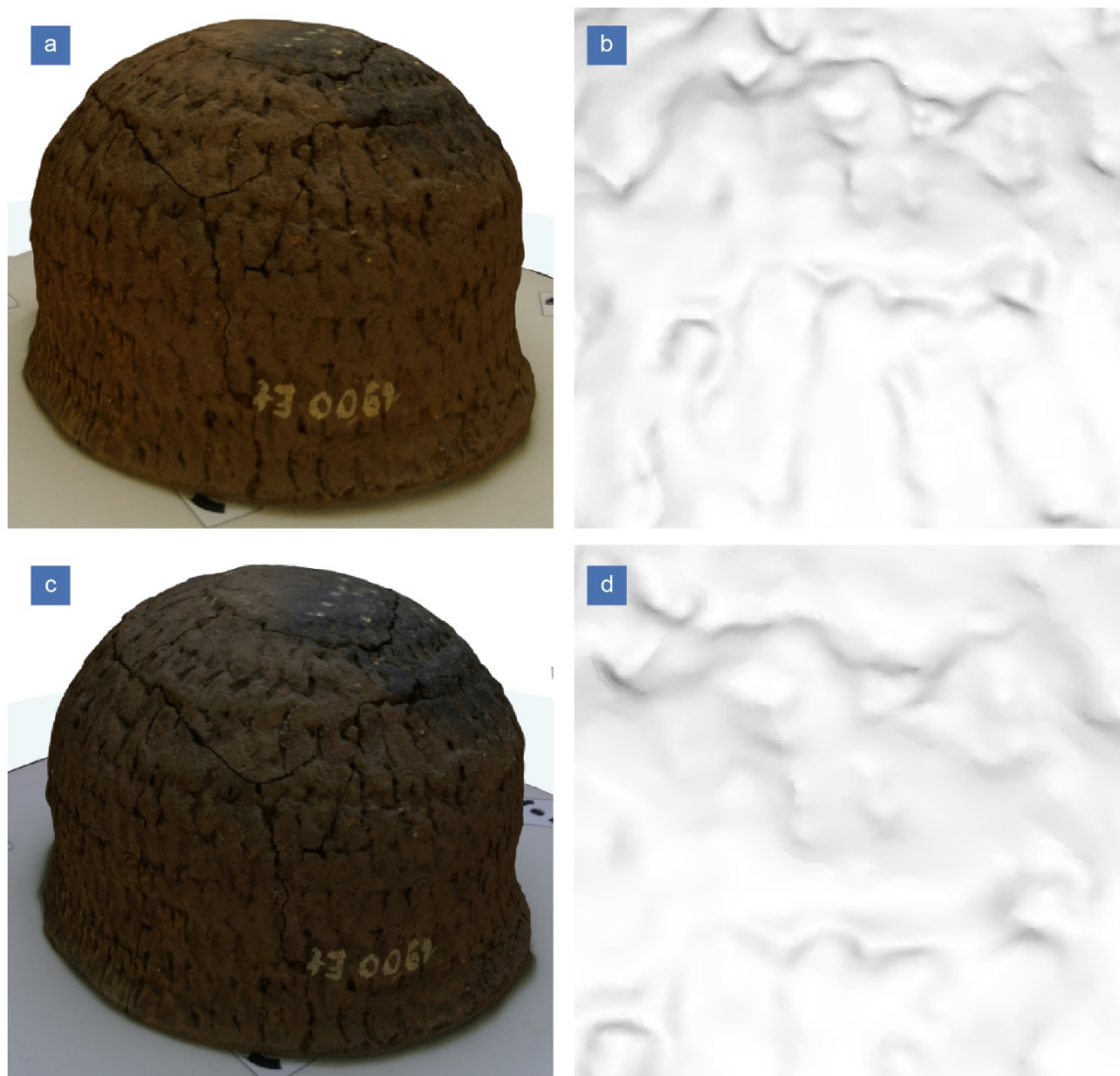
Ilustração 70 – Modelo 3D do modo manual e do automático sem cenário: uso do modo manual (a) modelo 3D em cores e (b) detalhe do modelo 3D; uso do modo automático (c) modelo 3D em cores e (d) detalhe do modelo 3D



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Na comparação realizada entre as malhas geométricas geradas a partir do processamento com a adição do estúdio apresentada na Ilustração 71, o modo MA apresentou cores um pouco mais próximas da realidade. Porém, sem muita diferenciação no detalhamento cromático. Já em relação a malha geométrica, não há grandes diferenças, sendo, desta vez, o modo MA discretamente melhor.

Ilustração 71 – Modelo 3D do modo manual e do automático com cenário: uso do modo manual (a) modelo 3D em cores e (b) detalhe do modelo 3D; uso do modo automático (c) modelo 3D em cores e (d) detalhe do modelo 3D



Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Com esta análise, pode-se verificar que, ao considerar o melhor resultado, o modo AUTO deve ser a preferência num ambiente sem a adição de cenário. Já o uso do modo MANUAL é o mais recomendado para o processo com o uso do estúdio fotográfico.

Contudo, deve-se considerar que, como foram poucas as diferenças nos resultados, se o executor for realizar a fotogrametria com cenário e não se sentir à vontade com o modo MANUAL, não terá grandes perdas ao realizar a aquisição no modo AUTO. Lembrando que, para tanto, é importante o uso de uma boa câmera.

4.3.3. Diretrizes de execução para a fotogrametria faça-você-mesmo

Com base nos resultados obtidos, entendeu-se que a utilização do cenário, a adição de um mini estúdio fotográfico, oferece maior controle de resultados para as dimensões de 40 até 250 mm e os detalhes dos objetos alvo desta pesquisa.

Para a complexidade, a aquisição de 40 imagens por translação se mostrou necessária devido ao tamanho dos detalhes superficiais, ou seja, todos objetos seriam considerados de alta complexidade, não se adequando ao modelo de Medeiros (2017). Porém, a quantidade de posições na qual os objetos serão adquiridos depende da morfologia de cada um necessitando da análise do executor.

Para a configuração do equipamento fotográfico utilizado para a realização do procedimento, ao ser utilizado o ambiente com adição de cenário, recomenda-se o uso do modo manual da máquina fotográfica com a fixação do foco, abertura do diafragma e velocidade do obturador.

Sendo assim, as diretrizes para a execução da fotogrametria faça-você-mesmo foram elaboradas na forma de um passo-a-passo conforme visualizado no Ilustração 72.

Ilustração 72 – Diretrizes elaboradas para a aplicação da fotogrametria

Passo	Atividade
01	Montar um estúdio fotográfico e base giratória
02	Acender iluminação do estúdio e verificar se o objeto está iluminado igualmente sem gerar sombras
03	Apagar as luzes do ambiente
04	Posicionar o objeto no centro da base giratória
05	Colocar a câmera na melhor resolução possível
06	Posicionar a câmera sobre o tripé (ângulo de incidência em torno de 30°)
07	Verificar se o objeto permanece em quadro durante todo o giro
08	Regular a câmera em modo manual
09	Determinar o balanço de branco
10	Aumentar a velocidade do obturador ao máximo
11	Fechar o diafragma ao máximo
12	Abrir aos poucos o diafragma até o objeto se tornar nítido
13	Marcar o início do giro sobre a base giratória (identificar o final)
14	Utilizar temporizador ou algum tipo de disparo de foto remoto para evitar instabilidades na câmera fotográfica

15	Capturar 40 imagens (ângulo 9° entre cada aquisição)
16	Verificar qualidade das imagens adquiridas
17	Fazer o upload das imagens (Autodesk Recap)
18	Fazer o download da malha, após a conclusão do processamento
19	Abrir arquivo no Meshlab
20	Apagar elementos desnecessários
21	Alinhar as malhas das diferentes sequências do objeto
22	Remover as áreas semelhantes (aparar – <i>trim</i>)
23	Fundir (unir) as malhas

Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

4.3.4. Considerações do experimento

O fator determinante para o uso do cenário foi a precisão necessária para captar os detalhes dos objetos. Ponto que não descarta a execução do processo sem adição de cenário num outro contexto, com objetos maiores ou mesmo no futuro com o aperfeiçoamento da tecnologia. Pois, indo de acordo com Luhmann, Fraser e Mass (2016), se o ambiente onde ocorre a aquisição é rico em textura, este é adequado para uma configuração sem alvos artificiais.

As distorções cromáticas, observadas em sua maior parte no ambiente com cenário, podem ser solucionadas com o uso de uma tabela de cores que sirva de referência para a câmera fotográfica. Esta tabela pode ser utilizada tanto para uma configuração com o uso do modo automático quanto no modo manual.

As especificações que compõem as diretrizes são decorrência da definição do universo de peças a qual a pesquisa é direcionada. Sendo assim, para atender objetos que não se enquadrem nos requisitos desta pesquisa, essas diretrizes devem ser reexperimentadas, ampliando a gama de objetos nos quais pode ser aplicada.

5. ANÁLISE E RESULTADOS DA ETAPA “CRIAR”

Com a finalidade de aplicar um método que possibilitasse criar de forma participativa conhecimentos e soluções que ajudassem a respaldar a aplicação da digitalização tridimensional faça-você-mesmo em museus, o workshop foi realizado entre os dias 18 e 30 de agosto de 2017 no Museu Júlio de Castilhos (MJC) e na sala do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A previsão inicial para o término do workshop foi o dia 28 de agosto. Porém, devido a problemas técnicos, foi necessário realizar mais um dia de aula. Deste modo, a duração total foi de 20 horas de aula, sendo quatro horas por dia sempre no turno da tarde nas segundas e sextas-feiras, com exceção do último dia que ocorreu na quarta-feira dia 30 de agosto de 2017.

A atividade contou com nove participantes convidados de cinco instituições da cidade de Porto Alegre-RS (Ilustração 73). Entre eles, professores e alunos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), funcionários do MJC, do Museu de Saúde da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) e do Museu de Artes do Rio Grande do Sul (MARGS).

Ilustração 73 – Encerramento do workshop na sala do PGdesgin da UFRGS



Fonte: participantes do workshop

O Museu Júlio de Castilhos, na forma de parceiro para a realização do workshop, disponibilizou a sala de aula multimídias, o acesso e o uso do acervo, bem como, autorizou a participação dos funcionários.

5.1. O WORKSHOP

O workshop contou com três fases. A primeira visou configurar o problema para que os participantes começassem a refletir a respeito do uso da digitalização 3D faça-você-mesmo nos museus. A segunda e terceira fase aconteceram no último dia do workshop e visaram identificar oportunidades e gerar soluções para a aplicação da digitalização tridimensional faça-você-mesmo em museus.

O primeiro dia ocorreu na tarde da sexta-feira, dia 18 de agosto de 2017, na sala multimeios do Museu Júlio de Castilhos (Ilustração 74). As atividades ocorreram normalmente, os participantes se mostraram bastante interessados e já começaram a visualizar possíveis usos da digitalização 3D nos projetos que participam, como também, a imaginar como atividades *maker* poderiam funcionar com os museus.

Ilustração 74 – Primeira aula do workshop: sala multimeios do Museu Júlio de Castilhos



Fonte: fotografias de Daniela Newman (2017)

Além da dificuldade do desenvolvimento de atividades educativas, devido à escassez de recursos e ao curto tempo que dispõem com as turmas escolares,

começaram a discutir formas em que o movimento *maker* pudesse auxiliar a introdução de tecnologias nos museus, inspiradas no formato *fablab*. A ideia que surgiu, em meio a discussão, foi a criação de um laboratório destinado a atender os museus, que fosse mantido de forma colaborativa, e utilizado conforme a demanda das instituições participantes.

Ao término do primeiro dia de workshop, foram escolhidos dois objetos do acervo do MJC para serem digitalizados em 3D com o uso da fotogrametria no encontro seguinte (Ilustração 75). Os objetos escolhidos foram: (a) uma xícara de bigode em porcelana, de 90 x 100 mm, do final do século XIX, que pertenceu ao Sr. Emílio Nicolau Daudt; e (b) uma máquina fotográfica feita em madeira, couro e metal (oxidado), de 100 x 120 mm, modelo inglês Gevaert 3" ¼ - 2" ¼ da década de 1930 que pertenceu a Sra. Gladyz Merino Lunete.

Ilustração 75 – Objetos selecionados para o workshop: (a) xícara de bigode e (b) máquina fotográfica Gevaert



Fonte: fotografias dos participantes (2017)

O segundo dia de workshop ocorreu na segunda-feira, dia 21 de agosto. A atividade começou com uma exposição teórica para passar algumas informações técnicas de introdução a fotografia necessárias para o melhor entendimento para a prática de aquisição de imagens. Em seguida, foi explicado o procedimento de realização da fotogrametria multi-imagem, com base nas diretrizes previamente elaboradas, incluindo o processamento para transformar as imagens adquiridas em modelo tridimensional.

Antes de dar início à sessão de fotografias, cada objeto foi analisado segundo sua complexidade. Foi verificado que a xícara apresentaria uma maior

dificuldade de aquisição devido ao detalhe interno da bigodeira e do brilho da porcelana. Logo após, deu-se início a sessão de fotografias dos objetos (Ilustração 76). Os participantes do workshop tiveram a oportunidade de observar os detalhes de configuração do ambiente e de fotografar os objetos.

Ilustração 76 – Aquisição de imagens dos objetos



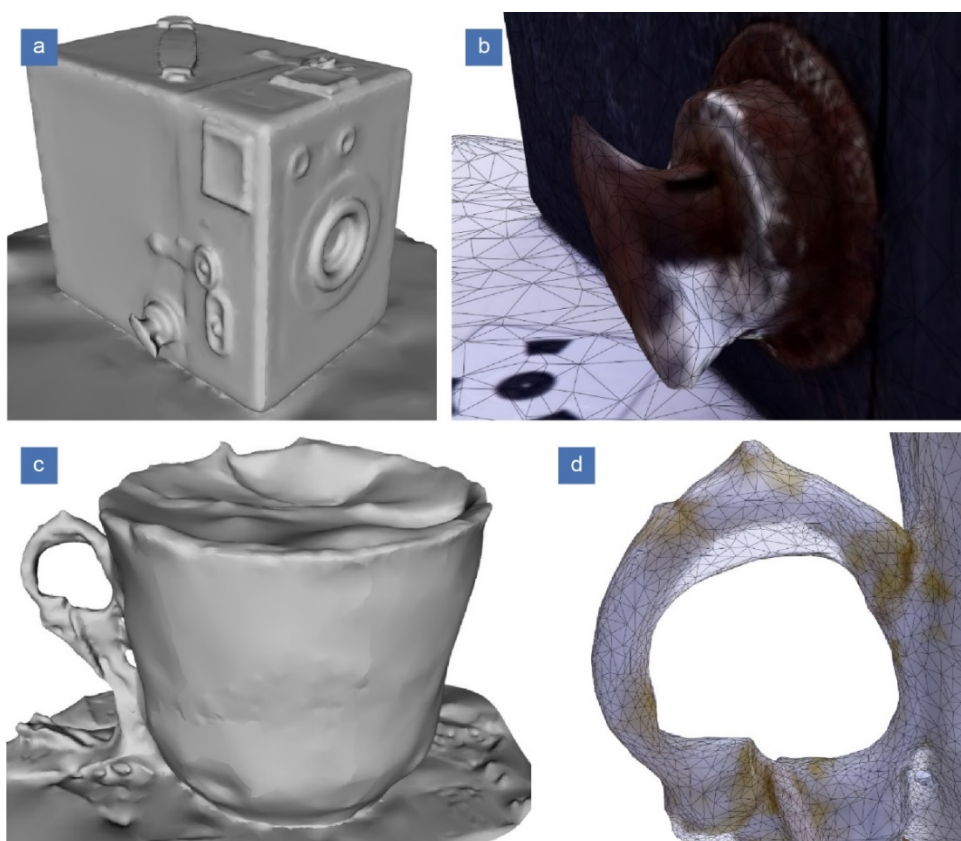
Fonte: desenvolvida pela autora (2017)

Ao final de cada encontro de workshop, foram compartilhados os *slides* e documentos complementares como vídeos, tutoriais e manuais dos softwares. No final desse segundo dia, os participantes também receberam as fotografias para testarem o processamento fotogramétrico em casa.

O terceiro dia de workshop foi para analisar os modelos digitalizados e para mostrar como montar as malhas digitalizadas para compor o modelo 3D. Porém, no meio das atividades o equipamento parou de funcionar impedindo a continuidade das atividades planejadas. Desta forma, as atividades deste dia foram repetidas e concluídas no encontro seguinte.

A análise das malhas 3D geradas no processamento das imagens dos objetos selecionados refletiu o observado na análise de complexidade (Ilustração 77). A malha da xícara de bigode apresentou maior quantidade de imperfeições quando comparada à peça original. Para esse caso, visando obter a parte interna da xícara, seria necessário adquirir imagens da vista superior. Já a malha tridimensional da máquina fotográfica apenas apresentou falha mais acentuada na pequena manivela lateral. Neste caso, seriam necessárias mais imagens dessa região.

Ilustração 77 – Malhas 3D feitas no workshop: (a) modelo 3D da máquina fotográfica, b) detalhe da malha em cores da máquina fotográfica, (c) modelo 3D da xícara e (d) detalhe da malha em cores da xícara



Fonte: desenvolvida pela autora

O último dia de workshop, que ocorreu em sala do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, aconteceram as duas fases mais criativas, para identificar oportunidades e soluções para o uso da digitalização tridimensional faça-você-mesmo em museus. Com base nos conhecimentos levantados no saber e observados durante os primeiros dias do workshop, foi desenvolvida uma frase para servir de desafio estratégico nas fases criativas (Ilustração 78).

Ilustração 78 – Framework com desafio estratégico



Fonte: desenvolvida pela autora, com a colaboração Simone Sperhacker

O desafio estratégico foi “A digitalização tridimensional faça-você-mesmo é uma ponte para a midiatização dos museus”. A intenção desse desafio não é determinar o que será feito, mas sim, provocar uma discussão sobre o posicionamento dos museus em meio ao desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação ocorridas nas últimas décadas e que benefícios uma técnica de digitalização 3D faça-você-mesmo poderá oferecer. Não houve a intenção de questionar conceitos de midiatização e nem de valorização do acervo.

O desafio provocou inquietação e, neste momento, todos os participantes concordaram que as atividades dos museus não têm relação com a midiatização que muitos meios vêm sofrendo.

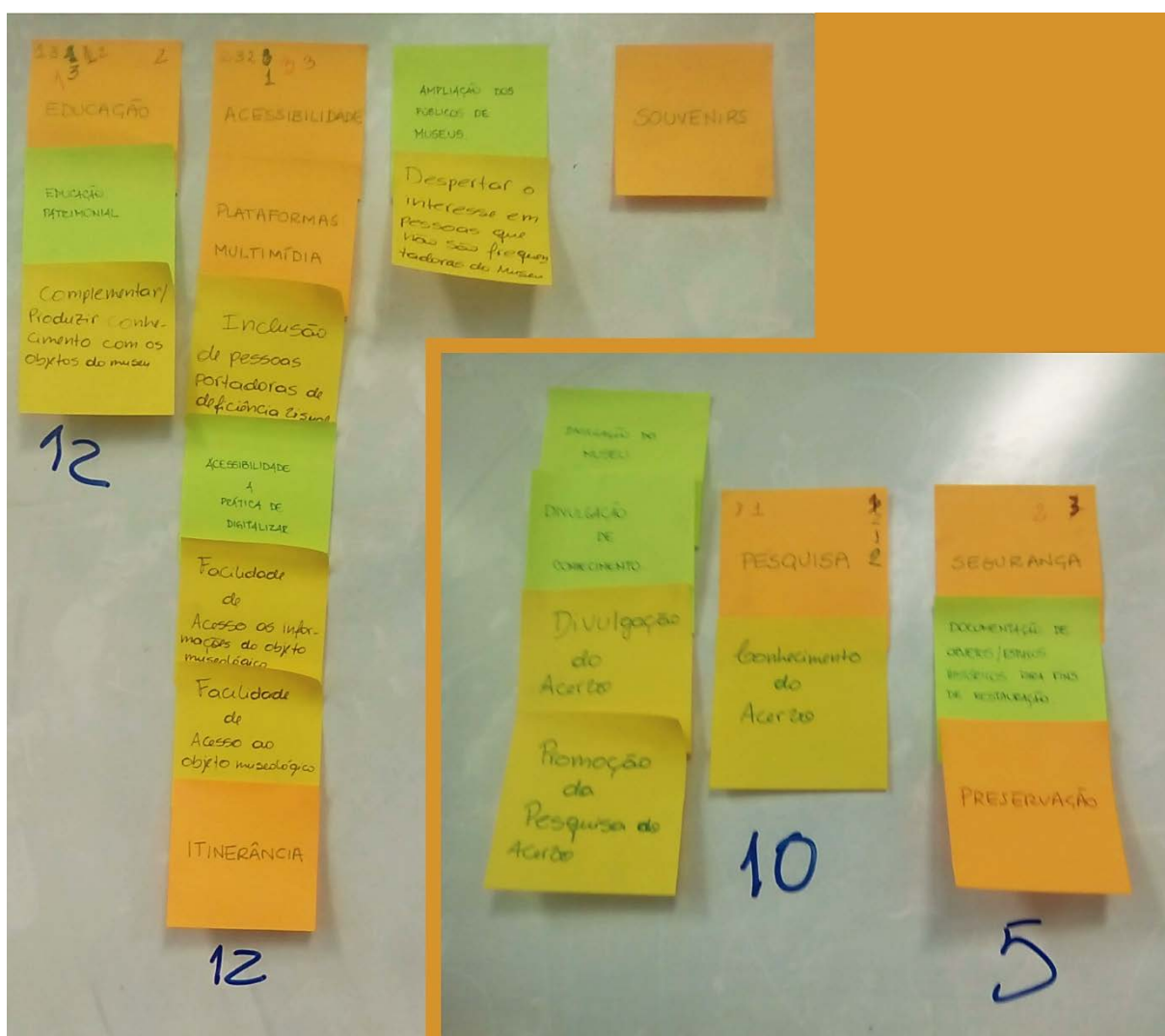
Antes de seguir para a aplicação dos processos criativos, foi realizada uma conversa sobre o Museu Júlio de Castilhos e sua história para que os participantes compreendessem um pouco mais das particularidades do MJC e assim melhor direcionar os processos criativos para a instituição.

Os pilares temáticos representativos das oportunidades de aplicação da digitalização 3D, levantados na segunda fase, e as soluções colaborativas direcionadas a essas oportunidades são descritas a seguir.

5.1.1. Oportunidades para a digitalização 3d faça-você-mesmo

Para o preenchimento do campo de oportunidades, seguiu-se um *brainstorming* voltado a identificar as oportunidades e, em seguida, analisá-las. Para tanto, as oportunidades escritas separadamente em notas de papel, foram fixadas no quadro e em seguida lidas e agrupadas por similaridade. Cada grupo compôs um pilar de oportunidade temático (Ilustração 79).

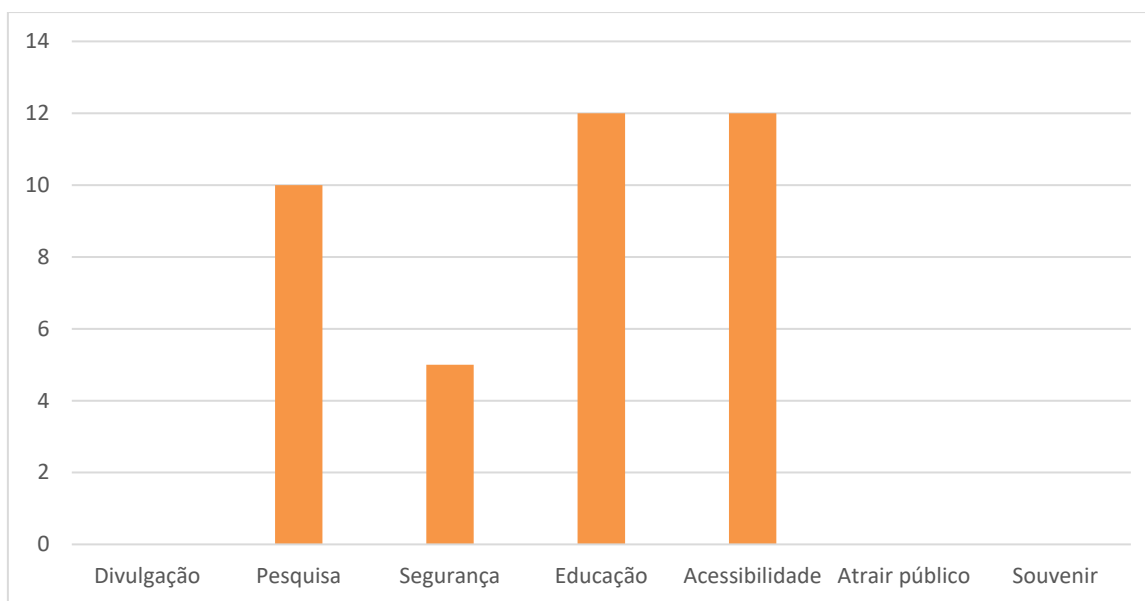
Ilustração 79 – Pilares de oportunidades da digitalização 3D faça-você-mesmo



Fonte: desenvolvida pela autora

Em seguida, os participantes elegeram suas prioridades entre os pilares temáticos, atribuindo pontos da maior para menor prioridade³¹ e, ao final, obtiveram os eixos que foram foco na geração de ideias (Ilustração 80).

Ilustração 80 – Votação da Prioridade dos pilares de oportunidades



Fonte: desenvolvida pela autora

Encerrada a votação, foi realizada uma discussão sobre os resultados. O souvenir foi considerado transversal para alguns pilares como o de divulgação, atração de público e o de educação. Porém, de menor importância ao considerar as atividades fins dos museus. Outro pilar, que também não recebeu votos foi o de divulgação, que inclui: (i) divulgação do museu, (ii) divulgação de conhecimento, (iii) divulgação do acervo e (iv) promoção da pesquisa no acervo (no sentido de realizar ações que divulguem o acervo como uma fonte rica para pesquisas). Os participantes alegaram que a divulgação precisa ocorrer em paralelo com outras ações mais importantes, pois a divulgação sem investir em educação, pesquisa, segurança e acessibilidade não será capaz de atrair o público e nem divulgará uma mensagem eficiente a respeito do acervo e do conhecimento nele contido. O terceiro pilar que não recebeu votos foi de atrair o público aos museus. Com argumento semelhante ao pilar

³¹ Pontuação: três pontos para a maior prioridade, dois pontos para prioridade intermediária e um ponto para o pilar de menor prioridade.

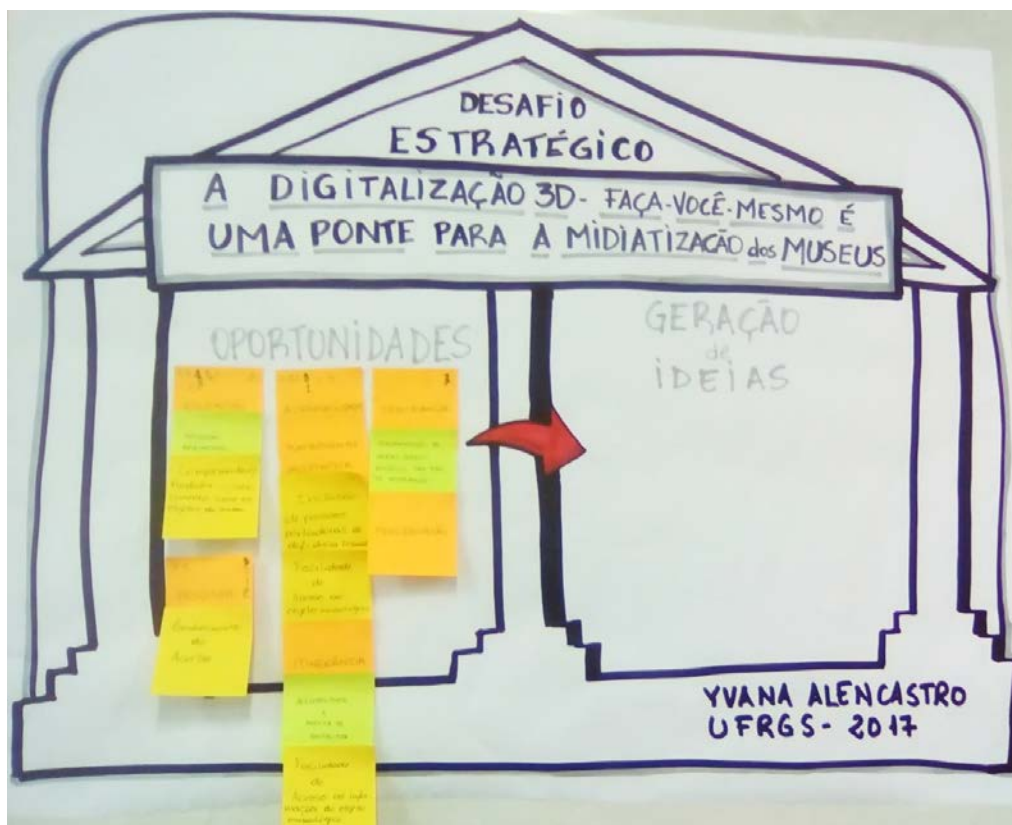
anterior, os participantes alegaram que realizar ações para atrair ou mesmo despertar o interesse de novos frequentadores não terá êxito se não houver investimentos em pilares de maior importância.

O pilar que ficou com o terceiro lugar foi o de segurança com cinco pontos. Neste pilar, a segurança não tem sentido apenas de uma proteção contra roubo, por exemplo, mas, também, inclui um sentido mais amplo de assegurar a existência do objeto a longo prazo, garantindo sua preservação e restauração quando necessária. Apesar de numericamente ter recebido poucos votos, para somar cinco pontos, esse pilar recebeu um três e um dois, ou seja, foi considerado o mais importante por um dos participantes e o segundo mais importante por outro.

O pilar de pesquisa foi o segundo colocado devido a sua importância em gerar conhecimentos, tendo como base estudos do acervo. Em seguida, empatados em primeiro lugar segundo prioridade, ficaram dois pilares: educação e acessibilidade. Por educação, entende-se desde a educação patrimonial até capacidade de produzir ou completar conhecimentos tendo como base objetos do museu. Já o pilar de acessibilidade trata de ampliar acesso não apenas à pessoa com deficiência, mas visa ampliar o acesso a todos. Deste modo, facilitar o acesso aos objetos, facilitar a itinerância de exposições, facilitar interações, facilitar pesquisas. Isto tudo, além de prover mais possibilidades de acesso a pessoa com deficiência.

Neste momento, os três pilares melhor colocados deveriam ser separados para a inclusão no *framework*. Ao verificar que o pilar de segurança ficaria fora do processo de geração de ideias, questionamentos que fizeram com que isso acontecesse foram levantados. Vale salientar que as oportunidades levantadas e a prioridade estabelecida foram voltadas à aplicação da digitalização tridimensional faça-você-mesmo. Sendo assim, as características ainda experimentais da técnica fizeram com que o pilar de segurança ganhasse menos destaque. Neste ponto, os participantes solicitaram a inclusão do pilar de segurança alegando a transversalidade do pilar, pois os outros pilares devem andar junto à segurança para garantir a preservação da coleção. Os participantes também levantaram que os cinco pontos que o pilar de segurança recebeu foram formados por um três e um dois, ou seja, foram considerados por dois participantes alta prioridade e média respectivamente. Deste modo, a regra dos três pilares foi flexibilizada e quatro foram acrescentados no *framework* (Ilustração 81).

Ilustração 81 – Framework com oportunidades preenchidas



Fonte: desenvolvida pela autora, participantes do workshop e por Simone Sperhacker

Antes de encerrar a fase analítica do workshop, foram discutidas as relações entre os pilares e os motivos pelos quais os mais votados foram a educação e a acessibilidade. Os participantes argumentaram, ao considerar as potencialidades da digitalização tridimensional faça-você-mesmo e ao priorizar esses dois pilares, que a melhoria dos demais seriam uma consequência. Por exemplo, ao aumentar o acesso ao acervo do museu com o uso de modelos tridimensionais digitais, será ampliada as possibilidades de pesquisa, sem prejuízos à segurança. A disponibilização do acervo numa forma digital também pode auxiliar nas atividades de educação e pesquisa. Já melhorias do pilar de educação, seja educação patrimonial ou em parceria com instituições de ensino, é uma boa forma de atrair, conscientizar o público e divulgar a instituição, mas isso só é possível porque a digitalização tridimensional faz com que o acervo fique mais acessível. Por esta razão, o pilar da acessibilidade foi considerado o mais importante para as oportunidades de uso da digitalização tridimensional faça-você-mesmo.

Com os pilares de oportunidades estabelecidos, seguiu-se para a fase de geração e síntese de ideias.

5.1.2. Soluções para a digitalização tridimensional

Os participantes demoraram em torno de 45 minutos para concluir a atividade (Ilustração 82). Ao término do ciclo de geração de ideias, o grupo parou para discutir e sintetizá-las.

Ilustração 82 – *Brainstorming* para síntese de ideias



Fonte: desenvolvida pela autora

Foram listadas 23 ideias, sendo 40 o número total incluindo repetições, algumas delas complementares entre si. Através de discussão foi possível sintetizá-las em seus focos de atuação com uso da digitalização tridimensional faça-você-mesmo em: (i) interação entre os objetos e o público; (ii) formação de professores; (iii) formação de funcionários; (iv) reduzir empréstimo de acervo físico e, ao mesmo tempo, o aumento do compartilhamento de obras; (v) aumentar os convênios entre museus com laboratórios, escolas e universidades; (vi) atender diferentes públicos; e (vii) proporcionar maior interesse das pessoas nos museus.

A síntese das ideias de forma a destacar o foco de atuação das soluções foram postas nas notas de papel e completaram a última parte do *framework*, como observa-se na Ilustração 83, constituindo, deste modo, os sete pilares de ideias.

Ilustração 83 – Framework após a conclusão do workshop



Fonte: elaborada pela autora, participantes do workshop, com a colaboração de Simone Sperhacker

5.1.2.1. Análise sobre soluções integradas

Terminado o workshop, a relação de ideias foi revisitada e reorganizada por soluções integradas, nas quais elas foram agrupadas tendo em mente os pilares elaborados. O resultado compôs cinco soluções: (i) soluções integradas para promover o acesso por meio digital, (ii) soluções integradas para a educação de diversos públicos, (iii) soluções integradas para preservação, (iv) soluções integradas para a interação materializada e (v) soluções integradas para divulgar o acervo.

As soluções integradas para o acesso ao acervo por meio digital (Ilustração 84) foram centralizadas no desenvolvimento de uma plataforma multimídia que funcionasse como um repositório digital, com ambiente de apoio à mediação, à pesquisa e aos estudos, além de galeria para exposições virtuais. O sistema possibilitaria interação e a contribuição dos usuários online por meio, também, de

dispositivos móveis. Ao considerar as tecnologias da informação e comunicação, essa plataforma tem o potencial para contar com uma versatilidade de ferramentas para aumentar o interesse do público, auxiliar na inter-relação de dados de pesquisas, ou mesmo, desenvolver jogos digitais que auxiliem na valorização e salvaguarda do acervo. Em contrapartida, o desenvolvimento de um sistema desses envolve a colaboração de diferentes instituições e investimentos.

Ilustração 84 – Soluções integradas para o acesso do acervo por meio digital

Plataforma multimídia para acesso digital



O sistema daria suporte ao uso de dispositivos portáteis (ex. *tablets* e *smartphones*).

O desenvolvimento de uma Plataforma multimídia para disponibilizar ao público um número maior de peças do que o museu disponibiliza nas exposições para permitir maior difusão, aumento no número de pesquisas e a ampliação do interesse na instituição. O sistema incluiria o mapeamento digital dos espaços do museu (das fachadas até as áreas expositivas) para uso no acolhimento da visita mediada, ou seja, antes de começar para explicar o percurso que será realizado. Os modelos digitais 3D seriam disponibilizados para a mediação e para pesquisa (profissional ou escolar). Para a educação, a plataforma ofereceria ambiente pedagógico composto de modelos digitalizados em 3D para estudo e uso em diferentes instituições

de ensino e em museus. A plataforma contaria com uma exposição digital do acervo do museu sendo capaz de ambientá-lo num momento histórico ou mesmo na estrutura do museu. Sistema teria funcionalidades para troca de informações entre instituições para o compartilhamento de objetos 3D digitalizados. Por fim, a plataforma seria integrada às redes sociais para compartilhamento de suas atividades, coleções físicas e digitais e interações do público.

Fonte: desenvolvida pela autora e participantes do workshop

Imagem: Pixabay (2018)

As soluções integradas para a educação de diversos públicos (Ilustração 85) não se destinam apenas à inclusão de pessoas com deficiência, mas também para conquistar pessoas que vão pouco ou não frequentam museus, seja por questões sociais ou culturais. Haveria atividades de capacitação de professores e profissionais do museu, com o uso da digitalização tridimensional, oferecendo suporte aos estudos e as atividades pedagógicas, voltadas aos diferentes públicos. Em destaque, um trabalho voltado à fase escolar para formar futuros apreciadores de museus. Porém, as atividades vão além das disciplinas na escola, podem desenvolver um aprendizado de valores culturais relacionados também ao pilar de segurança em diferentes

espaços, seja no museu, nas escolas, nas ruas ou em meio digital. A educação tem, desta forma, um papel fundamental na construção de um público que reconheça a importância de preservar as instituições e os patrimônios culturais.

Ilustração 85 – Soluções integradas para a educação de diversos públicos

Educação como oportunidade para ampliar o acesso



Facilitação de interação manual com objeto educativo no The Harn Museum.

Desenvolver ações educativas voltadas a atrair diferentes públicos (exemplo terceira idade, pessoa com deficiência, crianças, estrangeiros) com a intenção de promover inclusão. Para tanto, realizar capacitação de professores utilizando acervo 3D digitalizado agregando uma visão atual, moderna e conectada para as atividades desenvolvidas pelo museu. Oferecendo também material didático digital de apoio as aulas (podendo ser desde escolar, de extensão ou mesmo universitário). Disponibilização do acervo digitalizado em 3D em ambiente online para continuação do aprendizado. Desenvolvimento de atividades educativas de interação com réplicas dos

objetos não apenas com pessoas com deficiência, mas um público maior, levando as peças para atividades educativas fora do museu (escolas, exposições itinerantes até mesmo na rua e eventos) possibilitando um maior acesso ao acervo, além do online, até mesmo para as pessoas que não se interessam por museus. Ações que incluam a conscientização e a necessidade de salvaguardar o objeto original e suas informações. Atividades como competições entre alunos com a criação de espaços para a aplicação da fotogrametria (com materiais de baixo custo) e assim desenvolver modelos digitalizados e réplicas de acervos. Fazer essa atividade nas escolas entre turmas e grupos para depois fazer uma mostra com os resultados. Divulgar os resultados da competição no site do museu e em redes sociais com a finalidade de construir uma imagem tecnológica do museu através de ações educativas.

Fonte: desenvolvida pela autora e participantes do workshop
Imagem: College os The Arts (2018)

As soluções integradas para a interação materializada foram voltadas a ações que incluíam a impressão 3D dos modelos digitalizados. Os participantes do workshop destacaram o crescimento, além do comum, do interesse entre as crianças em tocar nas peças do acervo. Isso resulta na quantidade de ideias que utilizam a impressão 3D nas atividades propostas (Ilustração 86). Além do toque, foram propostas atividades que oferecem versatilidade de uso e acesso às réplicas. Neste ponto, considera-se que (i) as réplicas têm inúmeras possibilidades de reprodução, (ii) os modelos 3D podem ser enviados por meio digital e reproduzidos em lugares distantes do museu, (iii) interações e intervenções podem ser consideradas livres e (iv) junto às réplicas seguem os valores agregados da peça original.

Ilustração 86 – Soluções integradas para a interação materializada

Réplicas impressas em 3D para acesso tátil, deslocamento e conscientização



Exemplo de exposição com solução acessível à todos do Museu Comunidade Conselha da Batalha - Portugal

Possibilitar o toque no acervo com o uso de réplicas com foco na interação com crianças, deficientes visuais e, também, com um público maior, pois podem ser levadas para fora do museu, expandindo a atuação da instituição. A confecção de réplicas dos objetos pode, também, ajudar a conscientizar sobre a necessidade de salvaguardar o objeto original e suas informações em ações educativas. Os visitantes também podem levar consigo obras impressas em 3D relacionadas com a exposição divulgando a experiência no museu. Para tanto, é necessário investimentos em impressora 3D para os museus.

Fonte: desenvolvida pela autora e participantes do workshop.
Imagem: Museu Comunidade Conselha da Batalha (2018)

Já as soluções integradas para preservação ressaltaram o ato de preservar como contínuo e agregado aos demais pilares do museu (Ilustração 87). Com este sentido, a digitalização 3D faça-você-mesmo pode oferecer práticas mais acessíveis de forma segura ao acervo, mas, para tanto, é preciso a capacitação dos profissionais que se relacionam com esses objetos, sejam técnicos de museus ou pesquisadores. Essa formação deve incluir ensino de segurança para evitar acidentes, como o acondicionamento mais adequado, manuseio e conhecimentos sobre o uso de modelos digitalizados 3D em restauração, visando uma captura de dados apropriada para este fim. Para o público, mini oficinas de digitalização 3D faça-você-mesmo, além de oferecer uma interação diferenciada com o acervo, trará consigo os mesmos cuidados de segurança para destacar a importância de salvaguardar esse patrimônio. Deste modo, salienta-se ainda mais o papel fundamental do pilar de educação em auxílio ao pilar de segurança.

Ilustração 87 – Soluções integradas para preservação

Conscientização interativa



De esquerda para a direita: estátua de Calígula em seu estado atual e modelo restaurado digitalmente

Oferecer oficinas de digitalização 3D e confecção de réplicas para construir no público a consciência de salvaguardar e promover segurança aos objetos museológicos. Possibilitar o uso de modelos digitalizados em 3D do acervo para auxílio em aulas (por exemplo de arquitetura, história e museologia) em universidades, escolas e em museus com a finalidade de atrair o público e mantendo segurança aos objetos. Realizar cursos de formação para profissionais da área de segurança, inclusive, técnicos de outros museus, a partir de objetos digitalizados em 3D, incluindo a sensibilização para a preservação. Realizar também treinamentos de digitalização 3D e segurança voltados ao público pesquisador e professores. Disponibilizar modelos 3D

digitalizados do objeto para pesquisas, o acesso ao objeto será permitido apenas quando necessário. Utilizar o acervo digitalizado em 3D para auxiliar a restauração.

Fonte: desenvolvida pela autora e participantes do workshop

Imagem: Sculpture (2018)

Por fim, as soluções integradas para divulgar o acervo museológico precisam ser orientadas a uma estratégia que estabeleça objetivos a longo prazo (Ilustração 88). O planejamento para promover uma instituição precisa ser pensado para durar alguns anos e conter plano de ações estratégicas para serem desenvolvidas ao longo do período, que ajudem a atingir os objetivos. Neste ponto, é importante analisar que imagem o museu pretende formar para o público, para assim definir que objetivos precisam ser cumpridos. Ao analisar as soluções propostas, o resultado da aplicação das ações promocionais deve ajudar a construir uma imagem do museu, vinculada à tecnologia digital, à educativa participativa e à salvaguarda do patrimônio cultural.

Ilustração 88 – Soluções integradas para divulgar o acervo

Intervenções promocionais



Exemplo de intervenção de rua: Projeto Museu na Rua
 Obra: Monalisa (La Gioconda) de Leonardo da Vinci
 Material utilizado: gente, pano e molduras.
 São Paulo - 30.10.2011

Elaborar um plano de ação para promoção em meios físicos e digitais com o uso de modelos digitalizados em 3D para divulgar as atividades do museu com a finalidade de promover a ideia de que o museu é um lugar para todos e de todos. Ações que utilizem espaços inusitados (em diferentes lugares da cidade) para espalhar réplicas (ou os modelos 3D digitalizados) para despertar a curiosidade das pessoas e chamá-las para conhecer o museu. Outras

ações poderiam ser no formato de exposições itinerantes ou de peças teatrais que possibilitassem a intervenção e a interação do público. Estariam inclusas também visitas a pessoas com baixa visão ou com dificuldade de locomoção (seja por deficiência ou mesmo para doentes em hospitais) levando a impressão 3D de algumas peças. Os possíveis lugares para a realização dessas ações seriam as ruas da cidade, eventos, instituições de ensino, culturais e de saúde. As performances teatrais conteriam personagens históricos para interagir com o público questionando o que seriam aquelas peças 3D digitalizadas (réplicas ou projeções). Algumas ações poderiam contar com a participação das pessoas que doaram objetos para compartilhar suas histórias. Algumas ações poderiam ter maior amplitude e conter a realização de competições em escolas com a aplicação de digitalização 3D faça-você-mesmo.

Fonte: desenvolvida pela autora e participantes do workshop

Imagem: Murilo Martinez

5.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O WORKSHOP

Os quatro pilares de oportunidades e os sete pilares de ideias funcionaram de formas integradas nas soluções propostas como direcionadores para o desenvolvimento das soluções integradas. As soluções geradas apresentam uma gama de atividades possíveis de serem realizadas com a digitalização 3D faça-você-mesmo, mas que não representam um universo de soluções para este fim. É possível, através do uso dos pilares, moldar mais soluções conforme necessidades.

Entre as 40 ideias relacionadas no workshop, quinze, incluindo ideias similares, contam com o uso de impressão 3D das peças digitalizadas para a produção de réplicas. Nessa necessidade de rematerializar o acervo para as atividades

propostas, transparece a experiência dos participantes do workshop em lidar com um espaço com objetos 3D materiais, apesar de envolver diferentes aspectos imateriais. Esse fato, direciona as soluções mais aos ambientes físicos do que ao virtual e o uso de ferramentas tecnológicas com recursos digitais, interativos e conectados acabam reduzidos.

Outro aspecto que justifica a necessidade de uso de réplicas está, contraditoriamente, no acesso precoce das crianças a uma diversidade de tecnologias que promovem recursos digitais, interativos e conectados, principalmente, através de telas sensíveis ao toque. Essa relação da interação com os dedos faz com que o contato com peças que não podem ser tocadas torne-se desinteressante.

6. RECRIAR OPORTUNIDADES E SOLUÇÕES

Neste momento, os resultados dos métodos foram revisitados e discutidos com a finalidade de refinar oportunidades, soluções e as diretrizes.

6.1. UM NOVO OLHAR PARA AS DIRETRIZES

Durante o ensino da técnica no workshop com a aplicação das diretrizes para o uso da digitalização tridimensional faça-você-mesmo na seção quatro, foram observados pontos de melhoria com a finalidade de ampliar o passo-a-passo proposto.

As diretrizes propostas foram compostas de uma lista de tarefas sequenciais para a execução da fotogrametria. Essa trajetória não compreende muita variação e nem considera que o executor precisará parar certos momentos para analisar e realizar ajustes no procedimento. Esses momentos de decisão no decorrer do processo requerem maior atenção e uma reconfiguração na formatação das diretrizes tendo em vista facilitar seu uso por não especialistas. Foram observados quatro pontos de decisão que requerem mais atenção do executor, conforme Quadro 12: (i) o passo três (apagar as luzes do ambiente), (ii) o quatro (posicionar o objeto no centro da base), (iii) o quinze (capturar 40 imagens) e, ainda, (iv) a preparação antes de iniciar o processo de digitalização 3D.

Antes da realização o passo três, é preciso que o executor analise a iluminação do ambiente para ajustar o mini estúdio, neste caso, não é obrigatório realizar o processo no escuro, como recomenda o passo, pois, o importante é que sejam controladas as sombras e o brilho buscando manter a profundidade dentro do cenário. Já antes de posicionar o objeto, conforme solicitado no passo quatro, é preciso analisar a forma do objeto para definir quais e quantas posições serão necessárias para a aquisição de dados de toda a superfície da peça. Já no passo quinze, no qual ocorre a aquisição das fotografias, é interessante, fazer de início algumas imagens para testar e verificar a qualidade das mesmas (nitidez, foco e enquadramento, etc.).

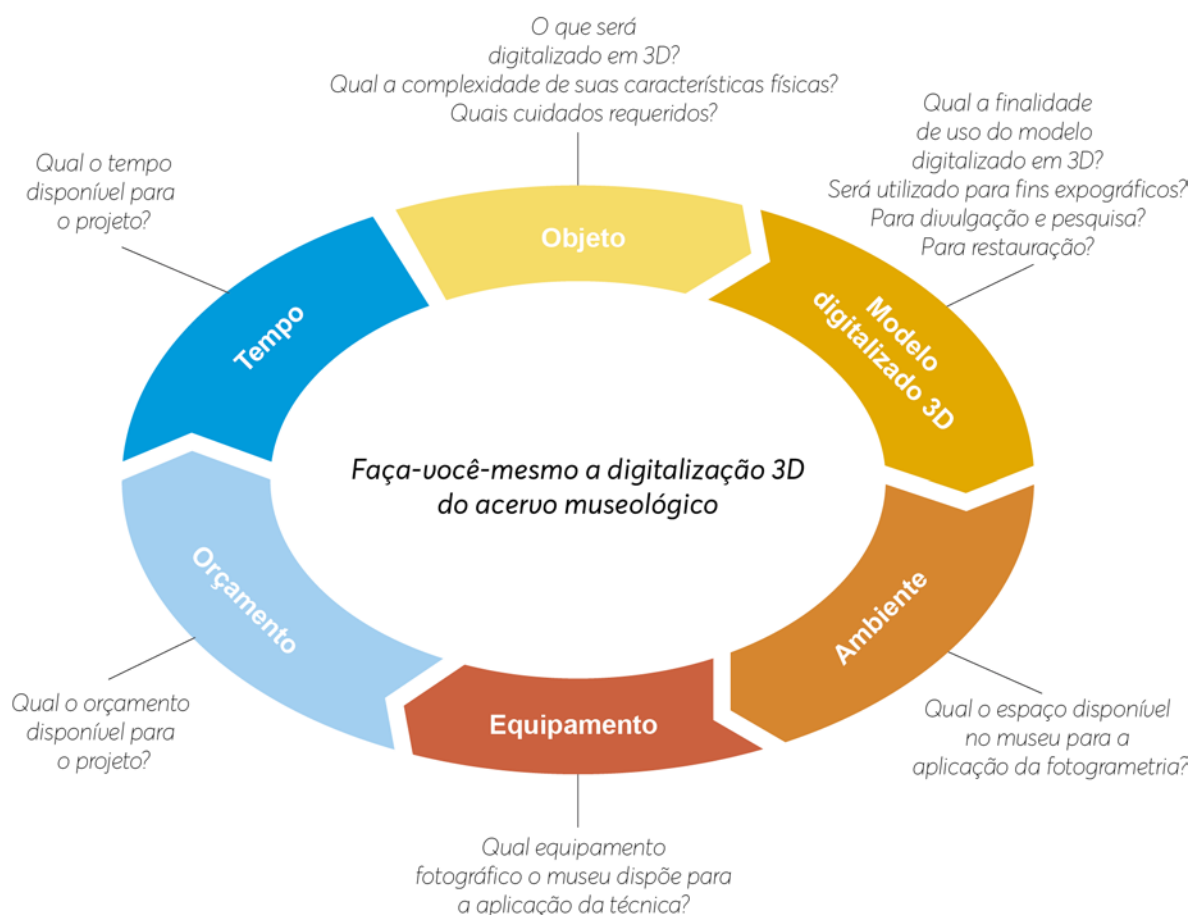
Contudo, o momento de decisão do executor observado e considerado mais importante estava fora da lista de diretrizes. Essa etapa seria o planejamento, fundamental para a obtenção de bons resultados, e deve anteceder a aplicação da técnica de digitalização 3D. Deste modo, a atualização na formatação das diretrizes retomou as variáveis de ambiente, complexidade de objeto e equipamento também como influenciadoras na decisão do executor. Porém, sob um ponto de vista de gerenciamento e planejamento da atividade.

Para montar essa nova formatação, buscou-se questionamentos que auxiliassem seu executor a planejar um projeto de digitalização 3D para o acervo do museu. O primeiro passo foi questionar o executor se os objetos que ele vai digitalizar tridimensionalmente se enquadram nos requisitos das diretrizes propostas. Os requisitos foram estabelecidos antes de desenvolver as diretrizes, tendo como base o escopo da pesquisa: a digitalização 3D faça-você-mesmo do acervo do Museu Júlio de Castilhos de objeto tridimensionais não brilhantes, com dimensões entre 40 e 250mm. Ou seja, para objetos que fogem dessa configuração, as diretrizes propostas podem não atender. Porém, a atualização da formatação, com base num escopo não restrito à configuração citada, amplia a estrutura das diretrizes e permite visualizar mais pontos de aperfeiçoamento.

Além das questões voltadas ao objeto, ambiente e equipamento, foram consideradas também variáveis propostas por Pavlidis (2007), como decisivas no planejamento de um projeto de digitalização 3D: (i) a finalidade do modelo digitalizado em 3D, (ii) o orçamento disponível para o projeto e (iii) o tempo de realização.

Essas variáveis juntas estruturaram um *framework* (Ilustração 89) relacionado ao fluxo de decisões que, após tomadas, encaminharão o executor para as diretrizes mais adequadas a seu projeto.

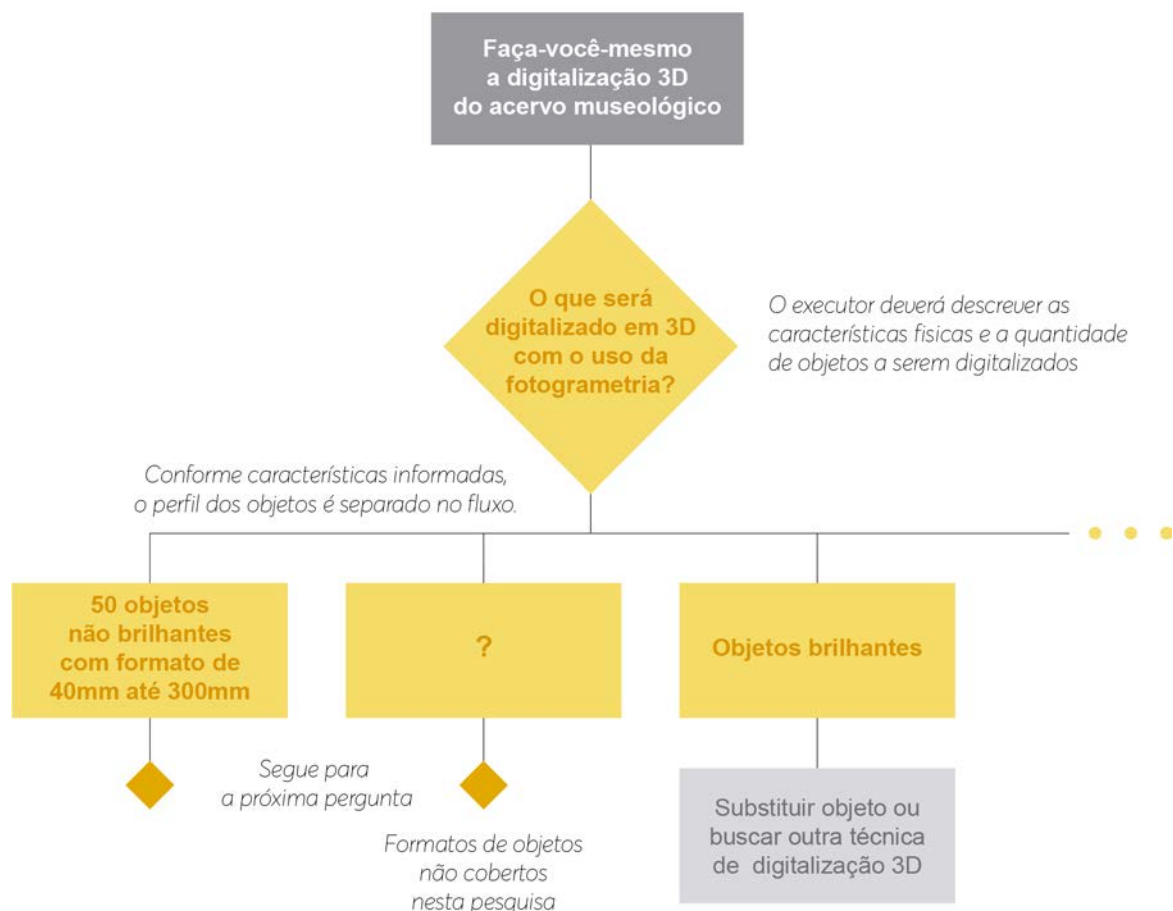
Ilustração 89 – Framework para definição de diretrizes de projeto



Fonte: desenvolvida pela autora

Com base neste framework, um fluxo de tomada de decisão foi construído voltado ao questionamento de cada variável. O primeiro fluxograma, voltado a variável de objeto (Ilustração 90), questiona sobre a quantidade e as características dos objetos que serão digitalizados, como brilho dos materiais, complexidade e tamanho. Essas respostas começam a apontar as diretrizes que devem ser aplicadas na execução da digitalização.

Ilustração 90 – Fluxograma da variável de objeto



Fonte: desenvolvida pela autora

Neste caso, existe a possibilidade de, no decorrer do fluxo, as respostas dadas fugirem das especificações dos objetos utilizados como alvo nesta pesquisa e que servirão para a confecção das diretrizes (objetos não brilhantes, de 40 até 250 mm. À exemplo dos objetos brilhantes que não são adequados para a digitalização 3D com o uso da fotogrametria, o fluxo orienta procurar outra técnica ou substituir o objeto por um não brilhante. Porém, para características dos objetos que não invalidem o uso da fotogrametria e que não estejam dentro dos requisitos das diretrizes propostas, como objetos que tenham as dimensões fora do tamanho estabelecido, o fluxo segue. O mesmo deverá acontecer nas variáveis seguintes, pois, servirão de orientação na construção de diretrizes complementares, ou seja, na ampliação futura dos resultados desta pesquisa.

O segundo fluxo é da variável que trata da finalidade do modelo digitalizado (Ilustração 91). Diferentes técnicas de digitalização tridimensional podem diferir desde a forma de aquisição até mesmo na resolução final do objeto. Desde modo, há técnicas que captam rachaduras e detalhes imperceptíveis ao olho humano, porém este nível de precisão não é necessário para a divulgação online, por exemplo.

Ilustração 91 – Fluxograma da variável de modelo digitalizado em 3D



Fonte: desenvolvida pela autora

Quando o modelo digitalizado em 3D tiver diferentes finalidades, o que é interessante para maximizar o seu uso e aumentar a viabilidade do projeto, a qualidade estabelecida deverá ser segundo a finalidade que necessite de maior refinamento técnico. Ao considerar a fotogrametria faça-você-mesmo nos moldes utilizado neste trabalho, não se espera detectar micro detalhes, mas pode auxiliar em restaurações, pois serve como referência na realização de reparos de objetos similares, por exemplo. Porém, ao não registrar detalhes como rachaduras mais finas, os modelos não se tornam úteis para análises de desgaste e depreciação.

O fluxo decorrente da variável de ambiente (Ilustração 92) considera que haverá situações que melhor se adequam ao projeto que está sendo planejado diferentes do previsto para as diretrizes. Por exemplo, um ambiente sem adição de cenário pode se mostrar adequado numa pesquisa para a digitalização fotogramétrica de objetos de maior porte.

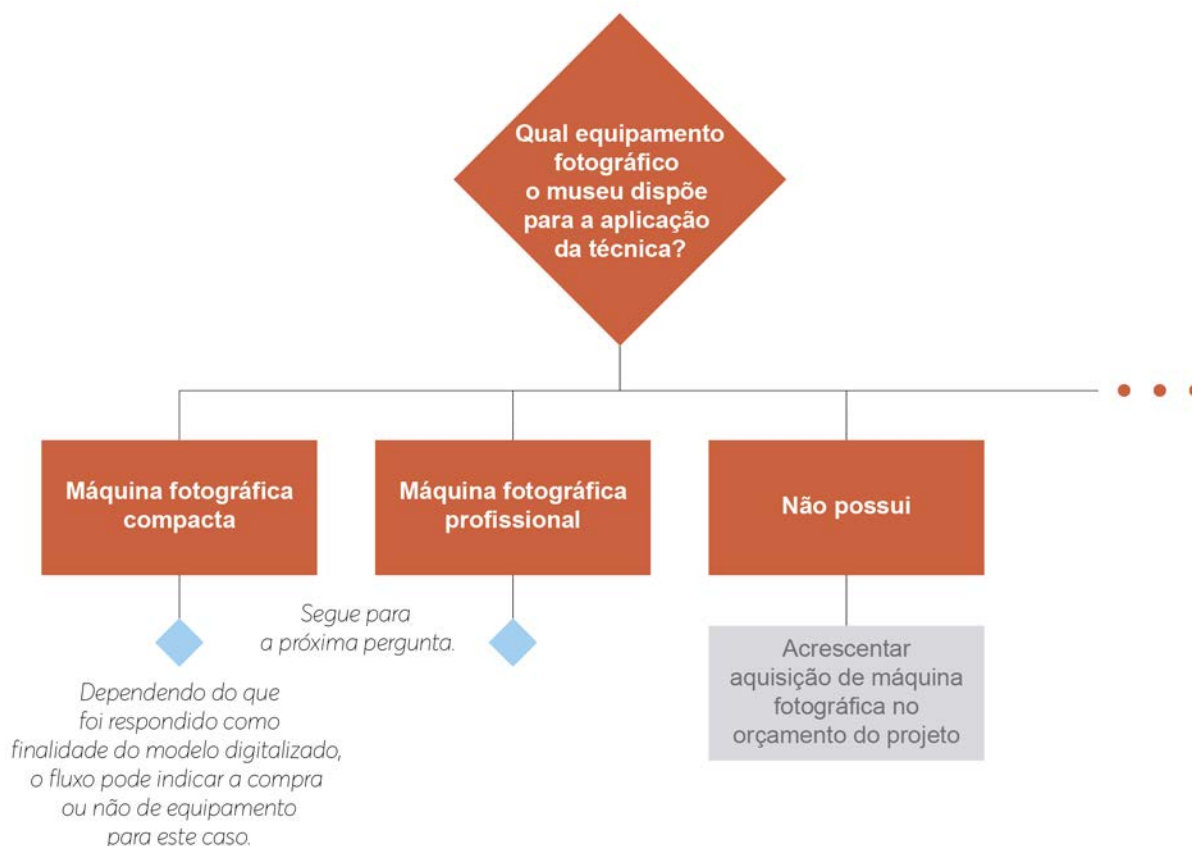
Ilustração 92 – Fluxograma da variável de ambiente



Fonte: desenvolvida pela autora

O fluxo seguinte trata da variável de equipamento utilizado para a aquisição das fotografias utilizadas na digitalização 3D (Ilustração 93). Foi utilizada uma câmera fotográfica dentro dos requisitos estabelecidos por Andrews, Bedford e Bryan (2015) para a elaboração das diretrizes. Porém, Luhmann, Fraser e Mass (2016) relatam o uso bem-sucedido de câmeras compactas, contanto que a finalidade de uso do modelo digitalizado não necessite de uma resolução que mostre um alto nível de detalhamento.

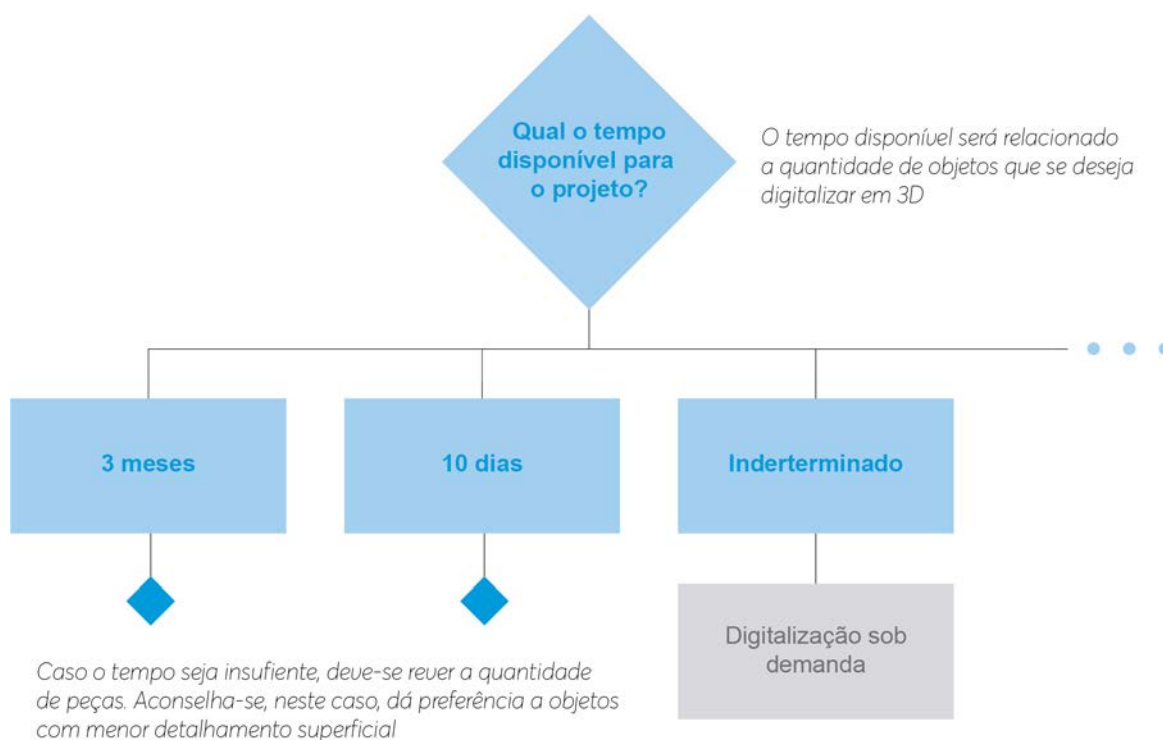
Ilustração 93 – Fluxograma da variável de equipamento



Fonte: desenvolvida pela autora

O fluxo gerado a partir da variável de tempo (Ilustração 94), relaciona as informações das variáveis anteriores e o tempo disponível para execução para estabelecer uma viabilidade de tempo ou propor uma simplificação nos requisitos pensados anteriormente. Tal fato influencia na formatação do projeto. Por exemplo, se há a necessidade de digitalização de uma série de objetos para uma exposição. Porém, havia o interesse em gerar resultados com uma resolução mais alta para documentação e não há tempo disponível, deve-se simplificar os requisitos de digitalização para atender o prazo da exposição, já que arquivos de menor resolução são de processamento mais rápido. Do mesmo modo, é possível que não haja tempo determinado, um projeto no qual os objetos podem ser digitalizados aos poucos, apenas sob demanda, se tornando uma atividade contínua do museu.

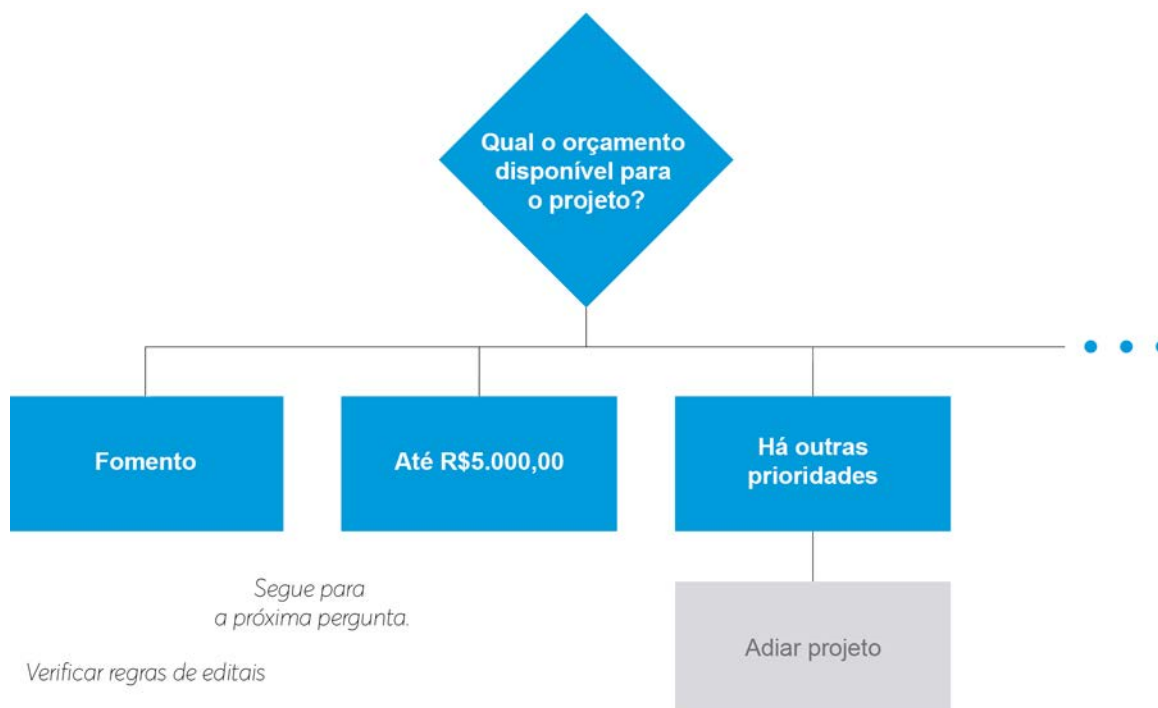
Ilustração 94 – Fluxograma da variável de tempo



Fonte: desenvolvida pela autora

O último fluxograma trata da variável de orçamento (Ilustração 95), questiona o executor sobre quanto dinheiro há disponível para o projeto. Neste momento, o executor deverá considerar as variáveis anteriores para relacionar a quantidade de objetos que pretende digitalizar, o uso que pretende dá aos museus (para uma exposição que tem data certa para abrir, por exemplo), os custos de equipamento, o tempo de duração do projeto com os recursos disponíveis. Deve-se ter em mente que o projeto pode ser elaborado para concorrer a um edital de investimento cultural, por exemplo. A verba a ser solicitada ou disponível, é influenciadora do escopo do projeto. Vai definir o nível de investimento em equipamento, contratação de pessoal, no tempo de duração e conseqüentemente na qualidade do modelo digitalizado. A finalidade de uso dos modelos digitalizados em 3D também deve ser considerada. Por exemplo, a projeção do objeto digitalizado em 3D, como parte de uma exposição ou no site do museu. Ambas situações necessitam modelos de baixa definição, pois é preciso que o modelo digital possibilite uma fácil reprodução e transferência de dados. Ou seja, um arquivo de resolução mais baixa, para visualização mais rápida nos computadores.

Ilustração 95 – Fluxograma da variável de orçamento



Fonte: desenvolvida pela autora

Enfim, o orçamento é orientado pelo que foi definido nas variáveis anteriores, e, por sua vez, poderá delimitar os requisitos destas variáveis com a finalidade de adequar o projeto a realidade financeira.

6.2. PLANEJAMENTO SOBRE OPORTUNIDADES

Para transformar as oportunidades e soluções geradas em potenciais projetos. Foi realizada uma análise SWOT³² (*strengths, weaknesses, opportunities, and threats*), com a intenção de identificar os vetores que auxiliam a refinar os resultados obtidos na etapa de “Criar” (Ilustração 96).

³² Análise SWOT é uma ferramenta utilizada para planejamento estratégico que consiste em recolher dados que caracterizam o ambiente interno (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças) (SWOT, 2017)

Ilustração 96 – Análise SWOT

	Ajuda	Atrapalha
Internas	Forças: Interesse pela renovação Aproveitamento da infraestrutura Os museus participaram da origem no movimento <i>maker</i>	Fraquezas: Estruturas engessadas Estagnação Dano ao acervo
Externas	Oportunidades: Proporcionar mais acessibilidade Propor novas atividades educacionais Ser mais atraente para pesquisas acadêmicas Oferecer mais segurança ao acervo (preservação)	Ameaças: Perda de singularidade Escassez de recursos Apropriação desvinculada da identidade Redução de cuidados com a preservação

Fonte: desenvolvida pela autora

Para a elaboração do quadro SWOT para as forças, as fraquezas e as ameaças foram retiradas informações da pesquisa bibliográfica e das entrevistas realizadas na etapa do Saber. Já as oportunidades foram definidas na etapa de Criar.

A busca por renovação e a possibilidade de aproveitar melhor o potencial de infraestruturas já existentes nos museus são forças que devem ser valorizadas na elaboração de projetos. Principalmente, devido à atual redução nos investimentos no setor.

Deve ser levado em consideração que a instituição é responsável por proteger seus processos, assim como o seu acervo. Porém, tal circunstância pode gerar conflitos com posturas muito inovadoras, tornando a rejeição a mudanças um reflexo das fraquezas identificadas. Deste modo, é importante acertar com todas as partes interessadas no projeto como será realizada a implementação e as possíveis intervenções nas atividades do museu.

O fato do movimento *maker* ter um de seus pilares originais em atividades realizadas em museus de ciência e tecnologia (BLIKSTEIN, WORSLEY, 2016) deve ser valorizado, configurando-se como uma oportunidade de identificação como local

para compartilhamento de conhecimento e serve de estímulo para a adoção de diferentes ferramentas de aprendizado, mesmo em outras formações de museus.

As ameaças relacionadas ao objeto entram em conflito com as formas que a sociedade contemporânea lida com o conhecimento e a valorização. Neste ponto, é importante buscar responder se um objeto teria mais valor por ser único, e não acessível, ou por ser mais conhecido e livremente disponibilizado. Não é a intenção realizar aqui esta discussão, mas na hora de projetar deve-se lembrar que é de interesse do museu que a sociedade valorize seu acervo e, então, os caminhos devem ser definidos para tanto.

Outra ameaça relacionada é sobre a preservação. Alguns acreditam que oferecer a possibilidade de reprodução, digital ou em réplicas físicas, pode fazer com que sejam reduzidas as motivações de preservação da peça original. Todavia, na realização do workshop foi verificado que a digitalização 3D faça-você-mesmo é na verdade uma oportunidade para melhoria da preservação. Pois, torna-se possível maior acesso ao objeto, em sua forma digital, enquanto a peça original pode permanecer segura. Mais uma vez, é importante deixar alinhado com os interessados no projeto como será a utilização da técnica nas atividades e as vantagens de seu uso.

6.3. REVISITANDO SOLUÇÕES

Para iniciar esta etapa, as soluções integradas na finalização do workshop foram retomadas: (i) Solução integrada para o acesso do acervo por meio digital, (ii) Solução integrada para a educação de diversos públicos, (iii) Solução integrada para a interação materializada, (iv) Solução integradas para preservação e (v) Solução integradas para divulgar o acervo. Estas soluções foram relacionadas a novas tecnologias e a soluções já desenvolvidas.

Ao considerar a síntese das soluções como ponto de partida para a definição das abordagens de projeto, sendo tratadas como centradas no humano, verifica-se grande relação com o tipo de experiência que se pretende oferecer ao

usuário, seja em meio digital ou físico. Com o uso da digitalização 3D faça-você-mesmo, tornam-se mais acessíveis tecnologias de interação em ambos os meios. Essas tecnologias envolvem desde plataformas computacionais a suportes expositivos interligados por meio da internet das coisas.

Khudan e Nöel (2017) mostram que a experiência do usuário ocorre por meio de narrativa e destacam a importância do uso da ferramenta de *storytelling* para criar conteúdo interativo para o museu, utilizando as histórias como meio de transferência de conhecimento. O *storytelling* ajuda a definir os elementos de cena e a fazer histórias no ambiente que o projeto está sendo desenvolvido. A narrativa pode ser não-linear e envolver os usuários na história para que interajam com um conteúdo.

Para relacionar com soluções já desenvolvidas citadas na seção 2.3.2, foi feita uma breve análise. No primeiro caso, o CHES (CULTURAL HERITAGE EXPERIENCES, 2011), o uso das tecnologias é voltado à experiência do visitante, não interferindo diretamente em processos como os de preservação e pesquisa, utilizando, entre outras coisas, o *storytelling*. No segundo, a mediação com uso de robô no Museu Louvre-Lens (ORANGE FOUNDATION, 2017), o foco é promover maior inclusão cultural possibilitando melhor acessibilidade. No terceiro caso, que explora a realidade virtual no Palace Museum, (PALACE MUSEUM) a finalidade é enaltecer e promover a cultura aumentando a conexão da instituição com os visitantes e buscando a inclusão de novas tecnologias em diferentes atividades do museu. Observa-se, então, três níveis de intervenção diferentes nas atividades do museu. A realização do serviço de mediação com o uso do robô é a que demanda menor esforço, exigindo que a instituição tenha um sinal de internet de qualidade, passagens que facilitem o deslocamento do equipamento, além de adquirir o robô. No CHES, é necessário que todo o conteúdo da exposição esteja disponível para acesso via aplicativo com o uso de tablete e que tenha sido trabalhado para se tornar interativo e adequado ao perfil do visitante. O caso exige estudo de perfis do público visitante, a elaboração de formas de identificá-lo, uma análise do conteúdo da exposição para direcionar aos interesses de cada perfil, a elaboração das atividades interativas que podem demandar esforços para digitalização 3D, restauração digital, realidade aumentada e desenvolvimentos de mini games. Enfim, demandaria uma série de atividades para a equipe técnica do museu e, também, a terceirização de parte delas. No último caso, o projeto aparenta não apresentar restrições de esforço, a dificuldade

enfrentada foi voltada a quais tecnologias digitais utilizar e como implementá-las, pois a inclusão das tecnologias digitais mostra-se como de alta prioridade.

Em todos os três casos, houve uma prioridade estabelecida que acabou por demandar o uso de tecnologias digitais, em dois deles a digitalização 3D foi utilizada. Reafirmando o que foi relatado nas entrevistas, o não uso da técnica de digitalização 3D e de outras tecnologias nem sempre se dá devido à falta de recursos, mas sim devido à falta de prioridade. Num contexto mais global, a forma como a curadoria e os tomadores de decisão valorizam o uso dessas técnicas torna-se definitivo na destinação de recursos a projetos que envolvam novas tecnologias.

O uso de técnicas faça-você-mesmo, que deixam ferramentas mais acessíveis, seja em custo ou por uma fácil aprendizagem, têm, a princípio, o papel de auxiliar na valorização do uso de tecnologias digitais para que se tornem mais interessantes para os gestores e curadores de museus. Em destaque, o uso da digitalização 3D faça-você-mesmo pode prover essa valorização por meio das oportunidades destacadas nos pilares durante o workshop. O pilar central, a acessibilidade, oferece também a melhoria dos demais pilares, pois ao tornar o acervo mais acessível, com segurança, haverá mais possibilidades de pesquisa, mais formas de atividades educativas, conseqüentemente, mais divulgação, reconhecimento e valorização ao acervo. Deste modo, a palavra central dos resultados e influenciadora nas soluções é “acessibilidade”.

O passo seguinte foi tornar as soluções integradas mais acessíveis e interessantes para gestores de museus.

6.3.1. Recriando a solução para o acesso do acervo por meio digital

A primeira solução integrada tem a intenção de permitir o acesso do acervo, por meio digital, através de uma plataforma com funcionalidades múltiplas. Tendo em vista o alto custo de desenvolvimento de plataformas personalizadas foram pesquisados softwares livres, que oferecessem acesso ao acervo, uso para curadoria e exposições online.

Assim, foram identificados sistemas com diferentes funcionalidades que podem ser integrados para compor a plataforma. O Glamkit (GLAMKIT, 2018), por exemplo, é um software de gerenciamento de coleção de código aberto, com personalização baseada em storytelling, para exibição da coleção online segundo a tipologia, incluindo uma biblioteca para a exibição de imagens, áudio e recursos de vídeo. O Sistema é utilizado por museus como San Francisco Museum of Modern Art, Museum of Contemporary Art of Australia e a Art Gallery NSW (Ilustração 97).

Ilustração 97 – Coleção de arte do Pacífico da Gallery NWS



Fonte: Art Gallery NSW (2018)

Como exemplo de funcionalidades que podem ser integradas ao gerenciador de coleções há o Open Exhibits (2018), Ilustração 98. Se trata de um kit de ferramentas multitoque e multiusuários para o uso em exposições interativas online personalizadas.

Ilustração 98 – Interações com Open Exhibit

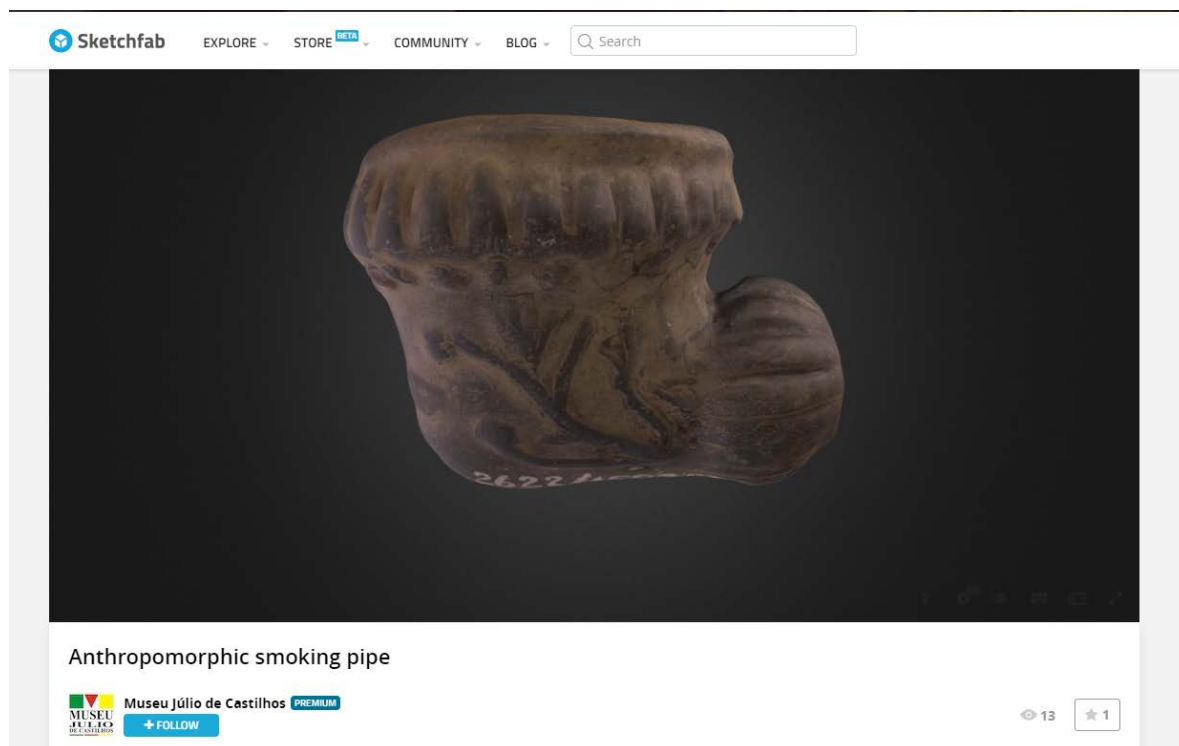


Fonte: Openexhibits (2018)

Outro exemplo é a plataforma Sketchfab, um sistema web composto por uma comunidade de criadores de objetos digitais tridimensionais que possibilita a publicação e o compartilhamento de conteúdo 3D online. O acesso ao conteúdo ocorre tanto em desktops ou em dispositivos móveis, permitindo visualizações com realidade aumentada e realidade virtual. O Sketchfab fornece um visualizador 3D que pode ser incorporado em websites, em redes sociais ou em outras plataformas (SKETCHFAB, 2018).

Devido à grande demanda de artefatos culturais digitalizados em 3D, o Sketchfab oferece para as instituições culturais contas empresariais gratuitas. Deste modo, todos os museus participantes do Sketchfab têm página a eles dedicada na plataforma (KRASNODEBSKA, 2015). O Museu Júlio de Castilhos foi um dos agraciados com uma conta para apresentar resultados de objetos digitalizados desta pesquisa (Ilustração 99).

Ilustração 99 – Sketchfab do Museu Júlio de Castilhos



Fonte: Sketchfab (2018)

Para a realização da primeira solução integrada (acesso do acervo por meio digital) verifica-se a possibilidade da utilização de diferentes sistemas gratuitos, ou de baixo custo, de acordo com as funcionalidades necessárias. A plataforma tanto auxilia na curadoria, em pesquisa, em atividades educativas, quanto na educação. A possibilidade de elaborar uma plataforma online personalizada a baixo custo torna a solução mais atraente para os investidores.

6.3.2. Recriando a solução para a educação de diversos públicos

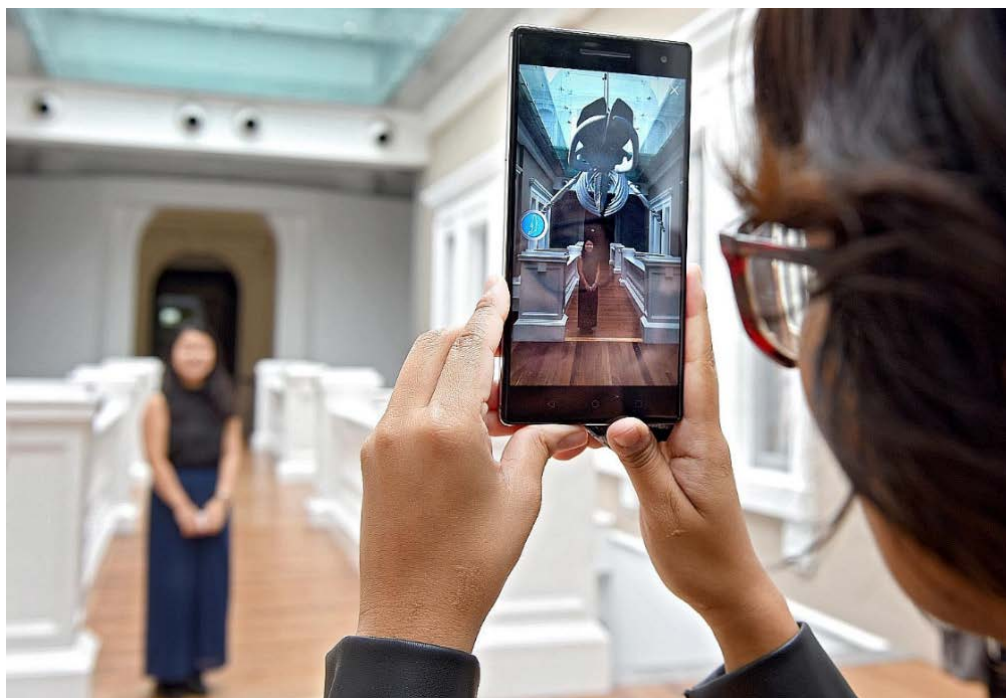
A segunda solução integrada é voltada à realização de atividades educativas para diversos públicos. Esta solução é composta de ações ativas do museu para a melhoria das atividades educativas promovendo a inclusão cultural. Para a realização de um projeto desses, é importante a formação de parcerias e um melhor conhecimento do uso que pode ser dado às novas tecnologias de baixo custo, como as que podem integrar a plataforma do item anterior. A realização de

treinamentos com a equipe de museus, até mesmo com professores e a estruturação de uma proposta atraente, que interesse os parceiros tornam-se fundamentais.

As atividades educativas precisam ser pensadas segundo o público que se pretende atender. Para um público mais jovem, além de competições e jogos, é interessante atentar para as tecnologias que mais vem fazendo sucesso para esse público. Por exemplo, o Snapchat e o Pokemon Go, ambos fazem uso da realidade aumentada para a interação dos usuários.

Ao pensar no Snapchat, o ponto principal seria o uso da realidade aumentada para a aquisição de fotografias em museus para compartilhar nas redes sociais. Objetos 3D digitalizados da coleção podem aparecer na exposição por meio de dispositivos móveis, mesmo que fisicamente não estejam lá. O sistema Guidi Go oferece essa funcionalidade (Ilustração 100), porém apenas para contas pagas (inclui licenças de baixo custo).

Ilustração 100 – Realidade aumentada do Guidi Go



Fonte: Guidi Go (2018)

Ao ser considerada a coleção do Museu Júlio de Castilhos, os visitantes poderiam tirar fotos interagindo com as indumentárias de personagens da história gaúcha como chapéus de soldados da guerra do Paraguai ou mesmo com a bota do gigante. À exemplo, o Snapchat possibilitou a realização de *selfies* dos usuários (Ilustração 101) com a caracterização de mulheres que fizeram história, em comemoração ao dia internacional da mulher (BELL, 2017).

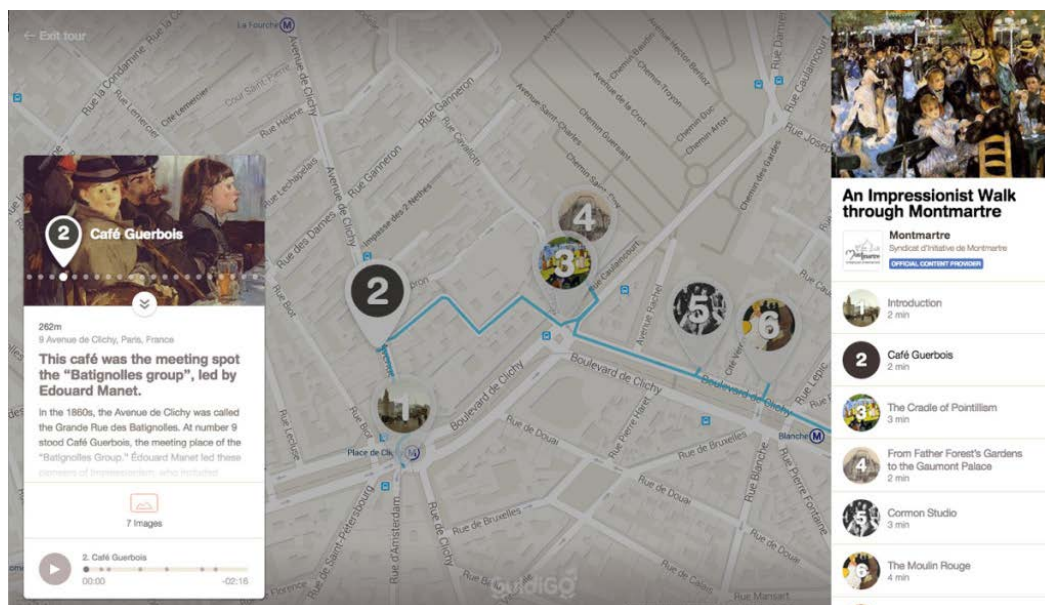
Ilustração 101 – Evento do dia internacional da mulher do Snapchat em 2017



Fonte: Mashable (2017)

Ambos os casos citados oferecem maior interação durante a visita. Porém, para atividades à distância e para um público mais velho, o Guidi Go oferece a elaboração de um guia virtual com o uso do Google Maps, em um aplicativo com licença gratuita (Ilustração 102). Pode ser utilizado tanto pelas instituições culturais para sugerir *tour*, pelos visitantes para programar uma visita, para registrar e sugerir um *tour* já realizado, ou para conhecer melhor as coleções das instituições.

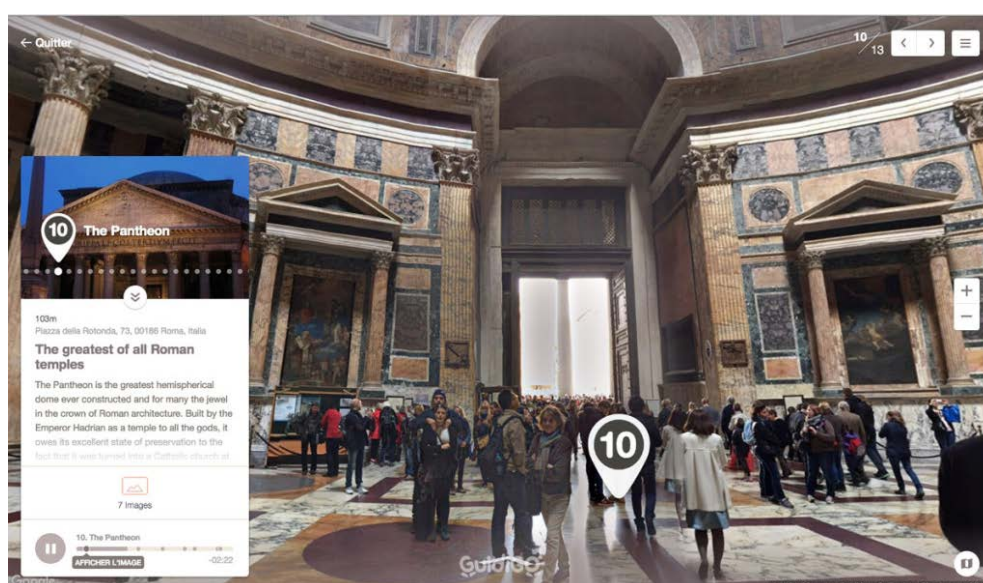
Ilustração 102 – Guia GuidiGo em Paris



Fonte: Guidi Go (2018)

A tecnologia do StreetView também é utilizada pelo Guidi Go, numa licença paga (licença de baixo custo), para permitir um tour virtual e assim o visitante pode circular nos espaços. Um exemplo é o tour no Pantheon em Roma (Ilustração 103).

Ilustração 103 – Guido Go do Pantheon em Roma



Fonte: Guidi Go (2018)

As atividades educativas precisam ser estruturadas segundo o interesse do público participante podendo envolver o uso de diferentes tecnologias. Deste modo, o conhecimento das tecnologias disponíveis torna possível a realização de atividades educativas mais acessíveis a diferentes públicos. Essas atividades são influenciadas pela participação dos parceiros tornando necessário o ato de coprojetar as ações educativas. Neste caso, os parceiros podem ser investidores em potencial, ou a parceria pode servir de promoção para a realização da atividade educativa, bem como da coleção do museu.

6.3.3. Recriando a solução para a interação materializada

A interação materializada está na possibilidade de reproduzir os objetos fisicamente para possibilitar desde o toque com o objeto do acervo do museu, quanto levá-lo para lugares distantes ou inusitados, como uma feira pública, mantendo a segurança do objeto original, elevando sua valorização, através da inclusão cultural para que as pessoas se tornem mais conscientes de salvaguardar um bem cultural.

As técnicas mais recentes para essa rematerialização envolvem a digitalização 3D para posterior uso de um processo de fabricação digital. A utilização de maquinário e equipe especializada para a realização desses processos está normalmente em indústrias, ou em Universidades, devido ao alto custo de investimento, mas *Fablabs* vem tornando as fabricações digitais mais acessíveis.

Neste caso, é possível que um museu faça uso dos *Fablabs* para a confecção de réplicas de suas peças, por meio de parcerias, tendo em mente que o processo de impressão encontrado nem sempre será o adequado para a realização de uma réplica fiel ao objeto original. Outra opção, é o que foi sugerido ao final do primeiro dia de workshop: a criação de um laboratório *maker* para museus. Compartilhado e mantido por diferentes instituições culturais e que pode ter as técnicas e processos de fabricação digital mais adequadas para a confecção de réplicas, conforme características da coleção dos museus participantes.

Os *Fablabs* de museus são normalmente localizados em museus de ciência e tecnologia e seu objetivo é realizar atividades educativas como experimentos

(Ilustração 104). Deste modo, o laboratório *maker* de museus clássicos também pode realizar atividades educativas principalmente para a digitalização 3D, restauração digital dos acervos e produção de réplicas. Uma equipe de um laboratório voltado para atender aos museus deverá ter melhor conhecimento das coleções, de suas fragilidades e deverá ser a propagadora da importância de manter a segurança das peças.

Ilustração 104 – Atividade educativa no Kid Museum



Fonte: Kid museum (2018)

6.3.4. Recriando a solução para preservação

A consciência de salvaguardar o patrimônio cultural deve ser inerente a todas as ações realizadas, seja nas atividades educativas, seja nas escolas, nas ruas, nas universidades, ou mesmo nos laboratórios de fabricação digitais que atendem museus.

Os profissionais que realizam essas atividades precisam incluir no seu dia a dia o respeito ao patrimônio e o ato da preservação das peças e da necessidade de passar esse sentimento adiante.

O trabalho com o público do museu precisa ser direcionado a três objetivos para a preservação: (i) saber porque é importante preservar, (ii) saber o quão difícil é preservar e (iii) querer fazer parte dessa preservação.

Deste modo, os treinamentos dos profissionais, o conteúdo disponível na plataforma web, as atividades de pesquisa, de educação e de promoção precisam trazer consigo os objetivos de informar, orientar e cativar o público para salvaguardar o patrimônio.

6.3.5. Recriando a solução para divulgação do acervo

O plano de divulgação do acervo deve ser precedido pela elaboração do planejamento estratégico para o museu. Esse planejamento se trata de pensar a administração da organização em longo prazo. Para tanto, se estabelece objetivos e metas organizacionais e as atividades a serem realizadas.

O planejamento estratégico compõe-se de uma série de planos que visam a realização dos objetivos e o alcance das metas. Ao considerar o contexto desta pesquisa, uma das metas poderia ser, por exemplo, aumentar a participação do público nas atividades do museu em 40% nos próximos 5 anos. Para alcançar essa meta, poderiam ser estabelecidos objetivos, como realizar ações promocionais para divulgar as atividades do museu, com a finalidade de atrair o público. Como também, um objetivo para incluir novas tecnologias para tornar atividades, como a mediação ou ações educativas, mais atraentes.

Especificamente para a divulgação do acervo, deve ser criado um plano de marketing, que inclua um diagnóstico do público e as ações que irão abordá-lo, tendo em mente a necessidade de atrair, cativar e motivar a se envolver com o museu para, assim, divulgar e valorizar seu acervo.

7. CONCLUSÃO

Esta pesquisa procurou responder o questionamento "Como as novas tecnologias e os princípios do movimento *maker* podem auxiliar museus a se aproximarem mais da sociedade contemporânea?". Para tanto, buscou-se construir diretrizes que respaldem a aplicação da digitalização tridimensional faça-você-mesmo de acervos museológicos, tendo como contexto o movimento *maker* e museus clássicos, num cenário de baixo investimento. Com este fim, os objetivos específicos elaborados, que auxiliaram a direcionar a aplicação dos instrumentos nas atividades dos museus, foram utilizados no decorrer da pesquisa divididos nas macro etapas: "Saber", de características exploratórias, "Criar", com formatação criativa e participativa, e "Recriar", para discussão.

No "Saber", para explorar o (i) contexto das técnicas faça-você-mesmo, (ii) da digitalização tridimensional, (iii) projetos de digitalização 3D do patrimônio cultural e (iv) perspectivas museológicas para um acervo digitalizado, primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica que abrangesse os quatro pontos citados.

O ponto de partida foi compreender um pouco melhor o consumo da sociedade atual, sob a perspectiva de De Certeau (2014), olhar para "operações que caracterizam o consumo na rede de uma economia e reconhecer nessas práticas de apropriação os indicadores da criatividade". Essas operações marcam o fazer no decorrer dos tempos. Chamadas pelo autor de bricolagem, o faça-você-mesmo permeia, através dos tempos, a relação do ser humano com as técnicas vigentes, o consumo e processo de apropriação sob uma ótica sociológica.

O faça-você-mesmo, advindo pós cibercultura, traz a autossuficiência, a criatividade e o poder por meio de ferramentas das novas tecnologias digitais e, consigo, as relações de apropriação e consumo da sociedade atual. Seu uso por comunidades, também influenciadas pela ética hacker, acabou por originar o movimento *maker*. O movimento emergiu de comunidades que estimulavam a inovação, imersas na cultura *hacker*, com acesso a altas tecnologias e começaram a ganhar maior destaque com a criação das *Maker Faire*, que tinham o intuito de celebrar a filosofia do faça-você-mesmo, através de artes e ofícios, engenharia e

projetos de ciência. O movimento propicia a seus participantes o entendimento do fazer como parte do significado de ser humano, a importância de compartilhar e doar ferramentas e o feito, de aprender e ensinar os conhecimentos, de se engajar e se divertir, como fatores com força de realizar mudanças.

Ao considerar as lógicas incutidas na cibercultura como de grande potencial para impulsionar a inovação e sua permeabilidade com o museu clássico, ambiente propício ao fomento de conhecimento, resulta-se o processo de interação com o espaço por meio dos sentidos ampliados tecnologicamente. Assim, novas formas de exposições, catalogação, curadoria, contextualização e preservação tornaram-se possíveis e são realizadas, também, no ciberespaço.

A “obra” passou a transitar em diferentes universos e torna-se um produto resultante do meio que a originou, do meio museológico e da interação com o visitante. Deste modo, o objeto digitalizado tem valores ampliados ao se tornar bem digital. Este objeto, por si só, já evoca ideias e pensamentos que vão além da história registrada na sua catalogação, a aura do objeto (BENJAMIN, 1955). Pois, após a sua difusão em meio virtual, suas possíveis ressignificações não são controláveis e dificilmente são consideradas na hora de verificar seu valor para a viabilidade de um museu.

A digitalização tridimensional de acervos museológicos vem se tornando cada vez mais presente com o desenvolvimento de técnicas mais acessíveis em termos de conhecimento, custos e filosofia. Seja devido a investimentos em preservação do patrimônio cultural ou por atividades *makers* com a finalidade de desenvolver ferramentas faça-você-mesmo.

Após o levantamento bibliográfico, com a finalidade de estender as informações levantadas, foram realizadas entrevistas com dezenove profissionais de diferentes países, que obtiveram relatos sobre experiências em projetos de digitalização tridimensional do patrimônio cultural. As respostas mostraram que a digitalização 3D ainda é uma realidade distante da maioria dos museus, não apenas por falta de recursos, mas por falta do reconhecimento dos benefícios que a técnica pode trazer. Porém, o potencial do uso da digitalização tridimensional no patrimônio cultural tem sido, aos poucos, evidenciado por projetos em monumentos de reconhecido valor histórico e que acabam servindo, também, como divulgação dos benefícios que o uso da técnica pode trazer. A favor da digitalização 3D em seu

formato faça-você-mesmo, por prover autossuficiência da equipe e menor investimento de recursos financeiros, o desenvolvimento de soluções que utilizam a técnica tende a crescer devido a sua relação custo-benefício. Fato que pode possibilitar também maior divulgação dos benefícios de um acervo digitalizado em 3D. Consequência reforçada, também, pelo fato de que, daqui a alguns anos, os atuais estudantes de museologia tendem a se tornarem profissionais com melhor compreensão do uso de acervos digitalizados tridimensionais.

O próximo passo para o “Saber” da pesquisa foi identificar uma técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo que melhor se adequava para a digitalização de acervos museológicos. Para tanto, foi realizado um experimento comparativo entre a formatação da digitalização por triangulação a laser e a fotogrametria em objetos do Museu Júlio de Castilhos. Ao final, a fotogrametria faça-você-mesmo se mostrou como a melhor opção, principalmente, por contar com maior transferência e menor curva de aprendizagem.

Para fechar a macro etapa “Saber”, buscou-se facilitar o uso da fotogrametria por não especialistas. Assim, foram realizados mais experimentos com objetos do Museu Júlio de Castilhos para definir diretrizes preliminares na forma de passo-a-passo para a aplicação da fotogrametria faça-você-mesmo.

A próxima macro etapa da pesquisa visou identificar oportunidades e “Criar” soluções para o uso da digitalização 3D faça-você-mesmo em acervos museológicos, em conjunto com estudantes e profissionais de museus, tendo como base as diretrizes propostas. Essa etapa ocorreu na forma de workshop no qual os participantes foram apresentados ao contexto *maker*, à aprendizagem da fotogrametria e ao final participaram de um *brainstorming* analítico e de síntese. Como resultado da parte analítica do processo, foram definidos quatro pilares principais de oportunidades de aplicação da técnica faça-você-mesmo: acessibilidade, educação, pesquisa e segurança. Dentre eles, educação e acessibilidade foram considerados os mais importantes. Sendo a acessibilidade, no sentido de possibilitar maior acesso a todas as pessoas ao acervo do museu, apontada como principal eixo de oportunidade e de caráter transversal. Pois, ao tornar o acervo mais acessível tanto a educação e a pesquisa, quanto a segurança do acervo serão beneficiados. Já o processo para síntese de ideias chegou a sete pilares representativos: (i) interação entre os objetos

e o público; (ii) formação de professores; (iii) formação de funcionários; (iv) reduzir empréstimo de acervo físico e, ao mesmo tempo, o aumentar do compartilhamento de obras; (v) aumentar o convênio entre museus, laboratórios, escolas e universidades; (vi) atender diferentes públicos; e (vii) proporcionar maior interesse das pessoas nos museus.

A última macro etapa visou “Recriar” os resultados e soluções obtidos com foco num contexto projetual. De início, as diretrizes foram expandidas de modo a serem parte integrantes de um planejamento, sendo agora representadas num framework de diretrizes projetuais para a digitalização 3D faça-você-mesmo de acervos museológicos. Em seguida, revisaram-se as oportunidades, sob a perspectiva de uma análise SWOT para identificar forças, fraquezas e ameaças de um projeto de implementação da digitalização 3D faça-você-mesmo. Por último, as soluções foram revistas em comparação a soluções já existentes aplicadas à contextos variados de museu.

7.1. CONSIDERAÇÕES DA PESQUISA

Fazer-você-mesmo a digitalização 3D do acervo museológico mostrou-se como um processo de evolução contínua, influenciado pelos avanços tecnológicos, pelo engajamento das pessoas envolvidas e dos recursos disponíveis.

Os resultados obtidos com o atual desenvolvimento da técnica já se mostraram capazes de atuar nas diferentes soluções levantadas, tornando o acervo do museu mais acessível ao público de forma segura, possibilitando diferentes atividades educativas, maior disponibilidade e alcance para as pesquisas. Após atingir os quatro pilares, acredita-se que o uso da digitalização possibilitará maior divulgação e, conseqüentemente, maior conhecimento do acervo do museu.

Os avanços no desenvolvimento das técnicas de digitalização tridimensional, ocorridos nos últimos anos, foram direcionadas à simplificação de processos para facilitar o uso e a redução de custos. Esse desenvolvimento contínuo tende a levar as técnicas para um patamar mais simples de execução por não

especialistas. Neste caso, as diretrizes poderão se tornar apenas recomendações, que auxiliem na confecção de um projeto que faça uso da digitalização 3D.

Ainda neste contexto, o uso da digitalização 3D em acervos de museus tem boas perspectivas futuras, ao considerar que os profissionais de museus em formação já têm uma melhor compreensão e relacionamento com as tecnologias conectadas e virtuais já, amplamente, utilizadas nos dias atuais.

Por fim, a quantidade de recursos disponíveis é tratada atualmente em relação à percepção de custo-benefício da digitalização tridimensional aplicada na preservação do patrimônio cultural. O uso das técnicas, normalmente utilizadas por meio da contratação de serviços de terceiros (MCCARTHY, 2014), e do uso de equipamento caros têm tido seu custo reduzido com os avanços tecnológicos e sua formatação faça-você-mesmo, dado mais independência às equipes de museus. Em paralelo, o avanço das tecnologias da informação e comunicação aumentam as possibilidades de uso dos modelos digitalizados em 3D, ampliando os benefícios que a implementação da técnica pode oferecer.

Tornar-se autossuficiente ao invés de terceirizar o serviço com profissionais que não compreendem completamente o contexto do museu. Por nas mãos do técnico museológico a capacidade de apropriar-se da técnica de digitalização 3D e criar atividades, tendo como base os próprios processos museológicos, e, partir deste ponto, vislumbrar o potencial de realizações inovadoras, além de economizar recursos a longo prazo.

Por fim, os resultados aqui encontrados alinham-se com o que diz Baggesen (2013), sobre o uso de metodologias de design como uma ferramenta para incentivar o pensamento criativo e crítico pode fornecer uma base melhor para a ideação e reflexão sobre as estratégias do museu.

7.2. PESQUISAS FUTURAS

Acessibilidade mostrou-se como a palavra determinante nesta pesquisa. O conceito aqui verificado abrangeu os seguintes usos: a necessidade de utilização de

tecnologias mais acessíveis, por seu baixo custo e facilidade de aprendizagem; permitir a pessoas com deficiência o acesso ao acervo dos museus; permitir mais contato de todas as pessoas com o acervo do museu; tornar o acervo mais acessível a pesquisadores e estantes; aumentar a valorização e maior conscientização para salvar esses acervos.

Essas acessibilidades reunidas com soluções computacionais, que envolvam recursos como internet das coisas, big data, inteligência artificial, realidade virtual, ou aumentada, poderão resultar no desenvolvimento de processos inovadores e que ajudem num melhor relacionamento entre sociedade e museu.

Ao final da pesquisa, verificou-se que a construção do framework de diretrizes de projeto possibilitou identificar formas de expandir e flexibilizar o uso da digitalização 3D faça-você-mesmo em acervos museológicos. Isto ocorre devido as diretrizes aqui desenvolvidas apresentarem requisitos restritivos quanto ao objeto 3D para a aplicação da fotogrametria. Desta forma, a Ilustração 89 serve, também, como indicador para o desenvolvimento de pesquisas futuras que possibilitarão a expansão do framework para atender uma gama maior de características de objetos, segundo sua morfologia, materiais e dimensões não previstos nesta pesquisa.

Um ponto de melhoria, observado durante o workshop, foi que a formatação estabelecida permitiu que os participantes entendessem o contexto, os requisitos de utilização da fotogrametria e participassem do processo do brainstorming. Porém, para melhor aprendizagem da técnica, a fotogrametria seria melhor compreendida se ocorresse num ambiente com computadores conectados à internet. Desta forma, todos realizariam juntos o processamento fotogramétrico das imagens, permitindo tirar dúvidas e que todos pudessem compartilhar seus resultados com os demais participantes.

Apesar dos resultados obtidos com a digitalização 3D faça-você-mesmo possibilitarem a impressão e atenderem a qualidade de apresentação em plataformas como o Sketchfab, para melhorar a compreensão da qualidade dos resultados obtidos na utilização da fotogrametria faça-você-mesmo, é importante realizar uma comparação com resultados da digitalização 3D com técnicas já estabelecidas e utilizadas no mercado.

Os resultados das digitalizações em 3D realizadas no decorrer desta pesquisa podem ser visualizados e ficarão disponíveis abertamente, possibilitando livre acesso, inclusive para pesquisadores, no Sketchfab do Museu Júlio de Castilhos por meio do link sketchfab.com/museujuliodecastilhos. A pedido do museu, o download do modelo digitalizado apenas será liberado por solicitação.

Esta pesquisa buscou indicar um caminho que poderá ser trilhado com a aproximação entre o movimento *maker* e o museu com a finalidade de melhorar o seu relacionamento com o público. Aproximações deste tipo podem ser e vem sendo benéficas também para diferentes áreas de conhecimento. Porém, cabe a cada um a curiosidade e o interesse para identificar os caminhos promissores para suas atividades. Deste modo, todos, além dos profissionais de museus, estão convidados a experimentar o faça-você-mesmo, a entrar no universo *maker*, a colaborar com o movimento.

REFERÊNCIAS

ALENCASTRO et al. Ferramentas de digitalização 3D faça-você-mesmo na preservação do patrimônio cultural. **Interações**, v. 19, n. __, 2019.

AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING. **What is ASPRS?:** Definitions. Disponível: <<https://www.asprs.org/organization/what-is-asprs.html>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

ANDERSON, C. **A cauda longa:** do mercado de massa para o mercado de nicho. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

ANDRADE, B. T. et al. 3D preserving XVIII century baroque masterpiece: challenges and results on the digital preservation of Aleijadinho's sculpture of the prophet joel. **Journal of Cultural Heritage**, v. 13, n. 2, p. 210 - 214, 2012.

ANDREWS, D.; BEDFORD, J; BRYAN, P.,. **Metric Survey Specifications for Cultural Heritage**. 3 ed. Swindon: English Heritage, 2015, 250 p.

ASSIS, R. R. da S. M. de; LOPES, T. C. C. F. Políticas Patrimoniais para o campo dos museus no Brasil: breve análise do Estatuto dos Museus. **Cadernos Naui: Revista Eletrônica de trabalhos acadêmicos do Núcleo de Dinâmicas Urbanas e Patrimônio Cultural (NAUI)**, Florianópolis, v. 3, n. 4, p. 50-63, jan.-jun. 2014.

ATKINSON, K. B. Close Range Photogrammetry and Machine Vision. **Whittles Publishing**. 384p., 1996.

AZEVEDO, S. A. K. et al. Processos de Digitalização 3D e prototipagem física utilizados no Laboratório de processamento de Imagem digital do Museu Nacional/ UFRJ. In: IV Congresso Latino Americano Paleontologia de Vertebrados, 2011, San Juan - Argentina. **Anais do IV Congresso Latino Americano Paleontologia de Vertebrados**, San Juan – Argentina, 2011.

BAGGESEN, R. H. (2013). Design research into mobile museum mediation. In: **Nodem 2013**, Stockholm, Sweden.

BELL, K. **Snapchat celebrates International Women's Day with lenses for Frida Kahlo and Rosa Parks**. Mashable. 8 de mar. De 2017. Disponível: <<https://mashable.com/2017/03/08/snapchat-international-womens-day/#IJBn5QMwd5q0>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BERGER, P., LUCKMANN, T. **A Construção social da realidade:** tratado de sociologia do conhecimento. Petrópolis: Vozes, 1966 (impressão em 1985).

BENJAMIN, W. A obra de arte na era de sua reprodutibilidade técnica. In: GRUNNEWALD, Jose Lino. (Org.). **A idéia do cinema**. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1969.

BERNARDINI, F; RUSHMEIER, H. The 3D Model Acquisition Pipeline. **Computer Graphics Forum**, Blackwell Publishers. v.21, p. 149–172. 2002.

- BLIKSTEIN, P.; WORSLEY, M. Children are not hackers: building a culture of powerful ideas, deep learning, and equity in the Maker Movement. In: Routledge (Ed.). **Makeology: makerspacers as learning enviroments**. Abingdon: Routledge, 2016. p. 64-68.
- BOSCHETTO, A.; BOTTINI, L.; VENIALI, F. Integration of FDM surface quality modeling with process design. **Additive Manufacturing**, v. 12, p. 334-344. 2016.
- BRAINSTORMING. In. Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. Disponível: <<https://www.priberam.pt/dlpo/brainstorming>> Acesso em: 10 abril 2018.
- BRASIL. **Lei Federal nº 25** de 06 de dezembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.
- BRASIL. **Lei Federal nº 11.904** de 14 de dezembro de 2009.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.343** de 02 de dezembro de 2010. Institui o Plano Nacional de Cultura - PNC, cria o Sistema Nacional de Informações e Indicadores Culturais - SNIIC e dá outras providências.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial INMETRO. Portaria INMETRO N° 064, de 21 de março de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília. Seção 1, p. 77, 15 abr. 2006.
- BRICOLAGE. In. SensAgent. Disponível em < <http://tradutor.sensagent.com/bricolage/fr-pt/>>. Acesso em: 02 mar. 2018.
- BRULON, Bruno. Re-interpretando os objetos de museu: da classificação ao devir. **Transinformação**, Campinas, v. 28, n. 1, p.107-114, jan. 2016. Quadrimestral.
- BRYAN, P. G.; ABBOTT, M.; DODSON, A. J. Revealing the secrets of stonehenge through the application of laser scanning, photogrammetry and visualization techniques. In: International Archives of the Photogrammetry, 2013, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Strausburg: **XXIV International CIPA Symposium**. V. XL-5/W2. 2013.
- CAYA, R.; NETO, J. Personalização, customização, adaptabilidade e adaptatividade. In: **Memórias do X Workshop de Tecnologia Adaptativa - WTA 2016**. São Paulo: EPUSP, p. 52-59, 2016.
- CAMPBELL, T. P. **The Metropolitan Museum of Art Guide**. New York: Metropolitan Museum of Art ed. 2012.
- CAUTELA, C. **Strumenti di design management**. Milão: Franco Angeli, 2007.
- CAUTELA, C.; ZURLO, F. **Relazioni produttive**. Milão: Aracne, 2006.
- CHAGAS, Mario de Souza. **Memória e Poder**: dois movimentos. Cadernos de Sociomuseologia. Nº19 - ULHT, Lisboa, 2002.
- COUNCIL OF EUROPE. European Cultural Heritage Strategy for 21 century. 2017. Disponível: <<http://www.patrimoniocultural.gov.pt/static/data/noticias/strategy21.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2017.

CULTURAL HERITAGE EXPERIENCES. The Chess Project. 2011. Disponível: <<http://www.chessexperience.eu/>>. Acesso 2 mar. 2018.

DANTAS, P. V. de F. et al. Protótipo de dispositivo facilitador para digitalização 3D por fotogrametria com smartphones. In: XX Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, 2016, Buenos Aires. **Blucher Design Proceedings**. v. 3. p. 297-304. São Paulo: Blucher, 2016.

DE CERTEAU, M. **A invenção do cotidiano**. Petrópolis: Vozes, 1980 (impressão em 2014).

DESVALLÉES, A. Que futuro para os museus e para o patrimônio cultural na aurora do terceiro milênio. **Lugar em aberto**. Revista da APOM, n.1, Out. 2003. p.46-74.

DESVALLÉES, A., MAIRESSE, F. **Conceitos-chave de museologia**. São Paulo: Armand Colin, 2013.

DIRETRIZ, in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa, Disponível em: <<https://www.priberam.pt/dlpo/diretriz>>. Acesso em: 26 mar. 2018

DOUGHERTY, D. Foreword. In: Routledge (Ed.). **Makeology: makerspacers as learning environments**. Abingdon: Routledge, 2016, 64-68 p.

ELLIS, H. C. **The Transfer of Learning**. New York: The Macmillan Company, 1965, 200p.

EBRAHIM, M. A. **3D Laser Scanners: History, Applications, and Future**. Civil Engineering Department. Faculty of Engineering. Assiut: Assiut University, 2011.

EUROPEAN COMMISSION. Digital Cultural Heritage. jan. 2015. Disponível: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-cultural-heritage>>. Acesso em: 24 fev. 2018.

FONTANA, R. et al. Three-dimensional modelling of statues: the Minerva of Arezzo. **Journal of Cultural Heritage**. V. 3. N. 4. P. 325-331. 2002.

FOX, S. Third Wave Do-It-Yourself (DIY): Potential for prosumption, innovation, and entrepreneurship by local populations in regions without industrial manufacturing infrastructure. **Technology in Society**, v. 39, pp. 18-30, 2014.

FRAGA, E. S. **Workshops em design: Espaços de aprendizagens e geração de conhecimentos** (Dissertação de mestrado). Unisinos. São Leopoldo. 2011. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/4221>>. Acesso: 29 out. 2015.

FRANZATO, C. **Design dei Beni Culturali nel Progetto Territoriale**. (Tese de Doutorado em Design e tecnologias para valorização de bens culturais). Politecnico Di Milano. Milão. 2008.

GEMENTE, Gilson. Vinte anos de Donato: um breve histórico do banco de dados do Museu Nacional de Belas Artes. In: BEVILACQUA, Gabriel Moore Forell; MARINGELLI, Isabel Cristina Ayres da Silva (Coord.). **I Seminário Serviços de Informação em Museus**. São Paulo: Pinacoteca do Estado, 2011. p. 127-132.

GERO, J. S.; JIANG, H.; WILLIAMS, C. B. Design cognition differences when using unstructured, partially structured, and structured concept generation creativity techniques. **International Journal of Design Creativity and Innovation**. 2013. v. 1. n. 4. p. 196-214. DOI: 10.1080/21650349.2013.801760.

GLAMKIT. The open source CMS for the Cultural Sector, loved by museums worldwide. Disponível: <<http://glamkit.com/>> Acesso em: 05 mar. 2-18

GOMES, L. **Reconstrução 3D de acervos culturais usando câmeras RGB-D: solução de compromisso entre precisão e tempo aplicada ao projeto Aleijadinho digital**. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Informática. Curitiba: 2016.

GOMES, L.; BELLON, O. R. P.; SILVA, L. 3D reconstruction methods for digital preservation of cultural heritage: A survey. **Pattern Recognition Letters**, v. 50, pp. 3-14, 2014.

GROSSMANN, Martin. O Anti-Museu. in: **Revista Comunicações e Artes**. 1919. ano 15, n. 24, p. 5–20.

GUARNIERI, A.; PIROTTI, F.; VETTORE, A. Cultural heritage interactive 3D models on the web: An approach using open source and free software. **Journal of Cultural Heritage**, v. 11, p. 350-353, 2010.

HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto: rules for innovation in the world of crafters, hackers and tinkeres**. New York: ed. MC Graw Hill Education. 213 p. 2014.

HEIKKINEN, J. Close-range constrained image sequences. In **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**. V. 64, Issue 3, 2009, P. 267-274.

HISTORIC ENGLAND. **Photogrammetric Applications for Cultural Heritage**. Guidance for Good Practice. Swindon: Historic England, 2017.

INT – Instituto Nacional e Tecnologia. **Múmias e dinossauros do Museu Nacional são digitalizados com tecnologia do INT**. 12 de Jun. de 2009. Disponível: <http://www.int.gov.br/noticias/1349-mumias-e-dinossauros-do-museu-nacional-sao-digitalizados-com-tecnologia-do-int> Acesso em: 04 mai. 2018.

INTERACTION DESIGN FOUNDATION. Storytelling. Disponível: <<https://www.interaction-design.org/literature/topics/storytelling>> Acesso em: 27 fev. 2018

INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS. Definition of terms. **ICOM Statutes**. Art. 3. 2007. Disponível: <http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/Statuts/statutes_eng.pdf> Acesso em: 20 jan. 2017.

JAZAYERI, I.; FRASER, C.S.; CRONK, S. Automated 3 D Object Reconstruction via Multi-image Close-range Photogrammetry. **International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. V. XXXVIII, n. 5, Commission V Symposium, 2010, Newcastle upon Tyne, UK.

KRASNODEBSKA, N. **Sketchfab Supports Museums and Cultural Institutions**. **Blog Skechtfab**. 20 de out. de 2015. Disponível:

<<https://blog.sketchfab.com/sketchfab-supports-museums-and-cultural-institutions/>>
Acesso em: 12 Mar. 2018.

KHUNDAM, C.; NOËL, F. Storytelling Platform for Virtual Museum Development: Lifecycle Management of an Exhibition. **14th International Conference on Product Lifecycle Management**, Jul 2017, Seville, Spain.

KUMAR, V. **1001 Design Methods**: A structured approach for driving innovation in your organization. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2013. 1272p.

LARA FILHO, D. Museu, objeto e informação. **Transinformação**, Campinas, v. 2, n. 21, p.163-169, maio 2009. Quadrimestral. Disponível em: <<http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/transinfo/article/view/513>>. Acesso: 20 ago. 2016.

LEARNING CURVE. In: Business Dictionary, 12 Fev. 2018, Disponível: <<http://www.businessdictionary.com/definition/learning-curve.html>> Acesso em: 12 Fev. 2018.

LEVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1 ed, 1999.

LEVY, S. 1984. **Hackers**: heroes of the computer revolution, Garden City: Anchor Press/Doubleday, 1984.

LEVOY, M. et al. The Digital Michelangelo Project: 3D Scanning of Large Statues. In: SIGGRAPH. **Proceedings of the 27th annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques**. 2000. p. 1-14. Disponível: <<http://graphics.stanford.edu/projects/mich/>> Acesso em: 20 abril. 2017.

LEMOS, A. **Cibercultura**. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2004.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LUHMANN, T.; FRASER, C.; MAAS, H. Sensor modelling and camera calibration for close-range photogrammetry. In **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**. v. 115, p. 37-46. 2016.

MCCARTHY, J. Multi-image photogrammetry as a practical tool for cultural heritage survey and community engagement. In **Journal of Archaeological Science**. v. 43, 2014, p. 175-185.

MEDEIROS, I. **A materialização digital e sua sistematização no processo de desenvolvimento de produtos**. 197 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MELLO, Janaína C. Museus e ciberespaço: novas linguagens da comunicação na era digital. **Cultura Histórica & Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p.6-29, 4 fev. 2013. Disponível em: <https://publicacoes.unifal-mg.edu.br/revistas/index.php/cultura_historica_patrimonio/article/view/01_art_v1n2>. Acesso em: 05 jul. 2016.

MUCHACHO, R. M. da S. P. **Museu e novos media**: A redefinição do espaço museológico. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura, Urbanismo,

Geografia e Artes, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2009. Disponível: <http://www.museologia-portugal.net/files/upload/mestrados/rute_muchacho.pdf>. Acesso em 15 maio 2016.

MUNIZ, G. R. **O uso do design e das tecnologias 3D na criação do repositório digital de elementos de fachada dos prédios históricos da UFRGS**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Design. Porto Alegre, 2015, 140 f. Disponível: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/143935>>. Acesso em: 8 mai. 2016.

MUSEU JÚLIO DE CASTILHOS. Histórico. Disponível: <<http://museujuliodecastilhos.blogspot.com.br/p/historico-do-museu.html>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

NOTE, M. Photographic image history. In: **Managing Image Collections: a practical guide**. Chandos Information professional series. Oxford: Chandos Publishing, 2011, p. 15-37.

OPEN EXHIBITS. A Free Multitouch & HCI Software Initiative. Disponível: <<http://openexhibits.org/>> Acesso em: 24 mar. 2018.

ORANGE FOUNDATION. 1st virtual tour of the Louvre-Lens museum. 4 Dez. 2017. Disponível: <<https://www.fondationorange.com/1st-virtual-tour-of-the-Louvre-Lens-museum>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

PAVLIDIS, G. et al. Methods for 3D digitization of Cultural Heritage. **Journal of Cultural Heritage**, v. 8, n. 1, trimestral, pp 93-9, 2007.

PEPLER, k.; HAVELSON, e. r.; KAFAI, Y. B. Introduction to this volume. In: Routledge (Ed.). **Makeology: makerspacers as learning enviroments**. Abingdon: Routledge, 2016, 64-68 p.

PERCOCO, G.; LAVECCHIA, F.; SALMERÓN, A. J. S. Preliminary Study on the 3D Digitization of Millimeter Scale Products by Means of Photogrammetry. **Procedia CIRP**, v. 33, pp 257-262, 2015.

REFLETÂNCIA. In: Dicionário Priberam da Língua Portuguesa, 15 Ago. 2017, Disponível: <<https://www.priberam.pt/dlpo/reflect%C3%A2ncia>> Acesso em: 15 Ago. 2017.

REPRAP. **3D scanning**. 2015. Disponível: <http://reprap.org/wiki/3D_scanning>. Acesso em: 25 ago. 2016.

REISS, M.; ROCHA, R.; S. FERRAZ, R.; C. CRUZ, V.; Q. MORADOR, L.; K. YAMAWAKI, M.; L. S. RODRIGUES, E.; O. COLE, J.; MEZZOMO, W. (2016). **Data integration acquired from micro-UAV and terrestrial laser scanner for the 3D mapping of jesuit ruins of São Miguel das Missões**. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. pp. 315-321. 2016.

RODÁ, C. Digital action in museums of China: Palace Museum of Beijing and others. **Blog**: Museu Nacional d'Art de Catalunya. 21 dez. 2017. Disponível:

<http://blog.museunacional.cat/en/digital-action-in-museums-of-china-palace-museum-of-beijing-and-others/>. Acesso em: 15 fev. 2018.

ROGNOLI, V. et al. **DIY materials**. *Materials & Design*. V. 86, 2015, p. 692-702

SCHENK, T. **Introduction to photogrammetry**. Columbus: The Ohio State University. 2005. 95p. Disponível: <<http://www.mat.uc.pt/~gil/downloads/IntroPhoto.pdf>>. Acesso em 28 Nov. de 2016.

SILVA, F. P. da. **Usinagem de Espumas de Poliuretano e Digitalização Tridimensional para Fabricação de Assentos Personalizados para Pessoas com Deficiência**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2011, 196 f. Disponível: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/36040>>. Acesso em: 8 mai. 2016.

SILVA, F. P.; KINDLEIN JUNIOR, W. O Laçador = The Lassoer. In: Jorge Roberto Lopes dos Santos et al. (Org.). **Tecnologias 3D: desvendando o passado, modelando o futuro**. 1 ed. Rio de Janeiro: Lexicon, 2013, v. 1, p. 210-215.

SKETCHFAB. Anthropomorphic smoking pipe. Disponível: <<https://sketchfab.com/models/7d7db0ff2f7140939e3fdb24830da71e>> Acesso em: 14 mar. 2018

SOARES, N. V.; PETRY, L. C. A voz dos jogadores: apropriação e produção de conteúdo nos games no contexto da 8ª geração dos consoles. **Revista Metamorfose**, vol. 2, n. 1, maio de 2017. N. Valdevino Soares e L. Carlos Petry, 12-27

SOUZA, L. A. C.; FRONER, Y. **Reconhecimento de materiais que compõem acervos**. 4 ed. Belo Horizonte: Lacicor, 2008. 31 p.

STAMFORD, C. **Gartner says cloud computing will be as influential as e-business**. 26 de Jun., 2008. Disponível: <www.gartner.com>. Acesso em: fev. de 2018

THE PALACE MUSEUM. The Exhibition Discovering the Hall of Mental Cultivation: A Digital Experience. Disponível: <http://en.dpm.org.cn/about/photos/2017-10-10/2722.html> Acesso em: 15 fev. 2018.

TOMMASELLI, A. M. G. et al. Fotogrametria: aplicações a curta distância. In: Meneguetti Jr, M., Alves, N. (organizadores). *FCT 40 anos, Perfil científico – educacional*. Presidente Prudente: UNESP, 1999, p. 147-59.

TURKLE, S. **The second self: computers and the human spirit**. Nova York: Simon & Schuster, 1984.

TURKLE, S (Ed.). **Evocative objects: things we think with**. Cambridge: MIT Press, 2007.

WATSON, M.; SHOVE, E. Product, Competence, Project and Practice. **Journal of Consumer Culture**, 2008, Vol.8(1), pp. 69-89

WEINMANN, M.; KLEIN, R. Advances in geometry and reflectance acquisition (course notes). In: SIGGRAPH. *Asia 2015 Courses*. New York: ACM, 2015, 71p.

Disponível: <<http://doi.acm.org/10.1145/2818143.2818165>>. Acesso em: 19 out. 2016.

WERTHEIM, M. **Uma história do espaço**: de Dante à internet. Rio de Janeiro: Jorge Zahar ed. 2001. 238 p.

VALORAÇÃO. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa, 2008-2013. Disponível: <https://www.priberam.pt/dlpo/valora%C3%A7%C3%A3o> Acesso em: 22 mar. 2018

YASTIKLI, N. Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning. **Journal of Cultural Heritage**, v. 8, n. 4, p. 423-427, 2007.

ILUSTRAÇÕES

3D PRINTERS SUPERSTORE. DAVID Laserscanner Starter-Kit Version 2. Disponível: <https://3dprintersuperstore.com.au/products/david-laserscanner-starter-kit> Acesso em: 11 nov. 2016.

ALEIJADINHO 3D. Disponível: <<http://www.aleijadinho3d.icmc.usp.br>> Acesso em: 24 set. 2016.

ART GALLERY NSW. Collection: pacific art. Disponível: <<https://www.artgallery.nsw.gov.au/collection/pacific-art/>>. Acesso em: 05 mar. 2018

BELL. Snapchat adds famous women to its selfie lenses for International Women's Day. Disponível: <<https://mashable.com/2017/03/08/snapchat-international-womens-day/#IjBN5QMwd5q0>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

BRYAN, P. G.; ABBOTT, M.; DODSON, A. J. Revealing the secrets of stonehenge through the application of laser scanning, photogrammetry and visualization techniques. In: International Archives of the Photogrammetry, 2013, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Strausburg: **XXIV International CIPA Symposium**. V. XL-5/W2. 2013.

COLLEGE OF THE ARTS. Museum Studies. School of The Art + Art History. Disponível: <<https://arts.ufl.edu/academics/art-and-art-history/programs/museum-studies/>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

CMAP - ÉCOLE POLYTECHNIQUE. Disponível: <http://www.cmap.polytechnique.fr/~peyre/geodesic_computations/> Acesso em: dez de 2016

DINOSAURPALEO. Photogrammetry tutorial 3: turntables. Disponível: <https://dinosaurpalaeo.wordpress.com/2013/12/20/photogrammetry-tutorial-3-turntables/> Acesso em: 20 out. 2016

DIRECT DIMENSIONS. Digital Restoration: Caligula Sculpture (Roman AD 38-40). Disponível: <<http://sculpture.directdimensions.com/caligula-story.html>>. Acesso em: 05 mar. 2018

FONTANA, R. et al. Three-dimensional modelling of statues: The Minerva of Arezzo. **Journal of Cultural Heritage**. V. 3. N. 4. P. 325-331. 2002.

GONÇALVES, R. As lutas do movimento hippie. In: **História do Mundo**. Disponível: <<https://historiadomundo.uol.com.br/idade-contemporanea/as-lutas-do-movimento-hippie.htm>> Acesso em: 25 mar. 2018

GUIDIGO. Disponível: <<http://blog.guidigo.com/blog/how-to-work-around-occlusion-issues-in-augmented-reality/>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

GUIDIGO. Blog. Disponível: <<http://blog.guidigo.com/blog/the-guidigo-web-app-has-been-entirely-redesigned-to-offer-two-new-user-experiences/>>. Acesso em: 05 mar. 2018

INT – Instituto Nacional e Tecnologia. **Múmias e dinossauros do Museu Nacional são digitalizados com tecnologia do INT**. 12 de Jun. de 2009. Disponível: <http://www.int.gov.br/noticias/1349-mumias-e-dinossauros-do-museu-nacional-sao-digitalizados-com-tecnologia-do-int> Acesso em: 04 mai. 2018

JELLYROLL. Early Punk and The Rages of "Boredom," Buh Dum Buh Dum. **Jellyroll for earole**. Disponível: <http://jellyrollfortheearhole.blogspot.com.br/2015/01/early-punk-and-rages-of-boredom-buh-dum.html> Acesso em: 03 mar. 2018

KID MUSEUM. Open Build: Fab Lab (3pm). Disponível: <<http://kid-museum.org/event/open-build-fab-lab-32/>>. Acesso em: 05 mar. 2018

LDSM 3D. O Laçador: Monumento de POA. Disponível: <http://www.ufrgs.br/ldsm/3d/?p=1426> Acesso em: 16 de out. 2016.

LIEVENDAG, N. **Agisoft photoscan review**. 3D Scan Expert. Disponível: <<https://arts.ufl.edu/academics/art-and-art-history/programs/museum-studies/>> Acesso em: 01 mar. 2018.

MAKER FAIRE. We are waiting for you at Maker Faire Rome. Disponível: <http://ed2013.makerfairerome.eu/2013/10/05/we-are-waiting-for-you-at-maker-faire-rome/> Acesso em: 01 mar. 2018.

MCCARTHY, J. Multi-image photogrammetry as a practical tool for cultural heritage survey and community engagement. In **Journal of Archaeological Science**. V. 43, 2014, p. 175-185.

MITNEWS ON CAMPUS AROUND THE WORLD. 3 Questions: Neil Gershenfeld and the spread of Fab Labs: Ten years after launching Fab Lab, the project's founder describes the program's research, global impact. Disponível: <http://news.mit.edu/2016/3-questions-neil-gershenfeld-fab-labs-0104> Acesso em: 15 mr. 2018

MUSEU DA COMUNIDADE CONSELIA DA BATALHA. Disponível: <www.museubatalha.com>. Acesso em: 05 mar. 2018.

MUSEU JULIO DE CASTILHOS. Histórico. Disponível: <<http://museujuliodecastilhos.blogspot.com.br/p/historico-do-museu.html>>. Acesso 15 jun. 2016.

OPEN EXHIBITS. Disponível: <<http://openexhibits.org/>>. Acesso em: 05 mar. 2018

ORWIG, G. **UW professor helping create digital replicas of Michelangelo's sculptures.** Uw News. University of Washington. Disponível: <<http://www.washington.edu/news/2001/04/29/uw-professor-helping-create-digital-replicas-of-michelangelos-sculptures/>> Acesso em: 15 jan. 2018.

REISS, M.; ROCHA, R.; S. FERRAZ, R.; C. CRUZ, V.; Q. MORADOR, L.; K. YAMAWAKI, M.; L. S. RODRIGUES, E.; O. COLE, J.; MEZZOMO, W. (2016). **Data integration acquired from micro-UAV and terrestrial laser scanner for the 3D mapping of jesuit ruins of São Miguel das Missões.** ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.

SKETCHFAB. Anthropomorphic smoking pipe. Disponível: <<https://sketchfab.com/models/7d7db0ff2f7140939e3fdb24830da71e>>. Acesso em: 05 mar. 2018

THE DIGITAL MICHELANGELO PROJECT ARCHIVE. Michelangelo's David. Disponível: <<https://graphics.stanford.edu/dmich-archive/>> Acesso em: 03 jun. 2017.

THE PALACE MUSEUM. The Exhibition Discovering the Hall of Mental Cultivation: A Digital Experience. Disponível: <<http://en.dpm.org.cn/about/photos/2017-10-10/2722.html>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

VALE, R. **Estereoscopia.** RV_Foto3D. Disponível: <<https://ruivale.wordpress.com/estereoscopia-2/>> Acesso em: 15 mar. 2018.

APÊNDICE I - Questionário

Versão em português

Seção 1 de 9



A digitalização tridimensional do patrimônio cultural

Sou Yvana Alencastro, mestranda em design e tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O objetivo deste levantamento é procurar por experiências em projetos envolvendo a digitalização 3D do patrimônio cultural. Se você já teve algum contato com projetos deste tipo, esse questionário é para você.

O sigilo a sua identidade será garantido, assim como o direito a desistência de participação a qualquer momento da pesquisa. As informações provenientes das entrevistas serão utilizadas apenas para fins relacionados à pesquisa, como publicação de relatórios e artigos, além da própria dissertação.

O benefício da participação nessa pesquisa é a possibilidade de renovação dentro do espaço museológico através de um processo de interferência de design, ao trabalhar o desenvolvimento de soluções para para o uso da digitalização tridimensional faça-você-mesmo nos museus.

Ao responder este questionário você concete com uso dos dados fornecidos em minha pesquisa.

Perfil

Descrição (opcional)

Idade *

1. Menor de 18 anos
2. 18-25 anos
3. 26-30 anos
4. 31-35 anos
5. 36-40 anos
6. 41-45 anos
7. 46-50 anos
8. 51-55 anos
9. 56-60 anos
10. 61-65 anos
11. 66-70 anos
12. Acima de 71 anos

Naturalidade e Nacionalidade *

Texto de resposta curta

Formação *

1. Ensino médio completo
2. Ensino técnico completo
3. Superior em andamento
4. Superior completo
5. Especialista
6. Mestrado
7. Doutorado

Área de formação *

Texto de resposta curta

Em qual instituição você trabalha?

Texto de resposta curta

Seção 3 de 9



A digitalização 3D do patrimônio cultural

Digitalização 3D é o nome dado a um conjunto de técnicas, por meio das quais é possível capturar a forma geométrica de um objeto físico 3D, de modo a reproduzi-la digitalmente.



Você já teve contato com um projeto de digitalização 3D de patrimônio cultural? *

Sim

Não



Projetos de digitalização 3D

Descrição (opcional)

Qual o nome do projeto?

Texto de resposta curta

Qual foi o local de realização do projeto?

Texto de resposta curta

Qual material era o alvo da digitalização? (coleção, materiais e escala)

Texto de resposta longa

Qual estado de conservação das peças?

Texto de resposta longa

Qual era a finalidade dos modelos digitalizados?

Texto de resposta longa

Qual técnica de digitalização 3D foi utilizada?

Texto de resposta longa

Quem realizou o procedimento?

Texto de resposta curta

Quando o projeto aconteceu?

Texto de resposta curta

Além do projeto mencionado, há algum outro que você gostaria de mencionar?

Sim

Não

Objetos 3D digitalizados

Descrição (opcional)

Para você, qual é a utilidade de um objeto digitalizado em 3D?

Texto de resposta longa

Num museu, quais possibilidades que você acredita que esse objeto poderá trazer?

Texto de resposta longa

Como você tem visto a disponibilidade de recursos para projetos de implementação de novas tecnologias em museus?

Texto de resposta longa

Você acredita que haverá disponibilidade dos técnicos dos museus em aprender uma técnica de digitalização 3D faça-você-mesmo?

Texto de resposta longa

Você se interessaria em aprender uma técnica de digitalização 3D faça-você-mesmo?

Entendendo-se por faça-você-mesmo técnicas mais acessíveis, de menor custo e fácil aprendizado

	1	2	3	4	5	
Eu não me interesse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Eu me interesse

Seção 8 de 9



Museus e a atualidade

Descrição (opcional)

Para você, quais são as melhores maneiras dos museus se manterem próximos ao público na atualidade?

Texto de resposta longa

Algo há mais que você queira acrescentar sobre o uso de novas tecnologias no museu?

Texto de resposta longa

Caso você tenha interesse em receber mais informações sobre esta pesquisa, deixe seu e-mail abaixo.

Texto de resposta curta

Seção 9 de 9



Obrigada pela participação!

Descrição (opcional)

APÊNDICE II – Modelo do Termo de consentimento livre e esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do Workshop

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa intitulada “A digitalização 3d faça-você-mesmo e os princípios da cultura *maker* na educação patrimonial”. Este convite pressupõe que você está disposto a participar do workshop no qual será ensinado uma técnica de digitalização tridimensional faça-você-mesmo e os princípios da cultura *maker* com a finalidade de elaborar uma atividade de educação patrimonial.

O objetivo desse estudo é investigar como a digitalização tridimensional faça-você-mesmo e os princípios "*maker*" podem auxiliar na construção de atividades de educação patrimonial para os museus clássicos. O faça-você-mesmo além de oferecer fácil aprendizagem da técnica e baixo custo, estimulará a compreensão e uso dos objetos digitais, seu valor e sua representação dentro das práticas do museu. Os princípios "*makers*" incentivam o aprendizado contínuo, valorizam o compartilhamento do conhecimento e a autoaprendizagem. Para que desta forma, seja possível uma maior interação entre o museu com a sociedade contemporânea.

A pesquisa, realizada pela mestranda da UFRGS Yvana Oliveira de Alencastro, é orientada pela Prof^a. Dr^a. Jocelise Jacques de Jacques, professora adjunta da UFRGS, coorientada pelo Prof. Dr. Fábio Pinto da Silva. Em caso de dúvidas relacionadas ao estudo, você poderá entrar em contato com os responsáveis pela pesquisa através do telefone (51) 3308-3349 (Laboratório de Design e Seleção de Materiais da UFRGS), pelo e-mail jocelise.jacques@ufrgs.br, fabio.pinto@ufrgs.br, ou yvana.alencastro@ufrgs.br. O telefone de contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS é (51) 3308-3738.

Sua participação será realizada em um workshop composto por duas fases, no Museu **(escrever o nome do museu)**, instituição em que trabalha. Na primeira fase, pretende-se ensinar a técnica de digitalização faça-você-mesmo e princípios da cultura *maker* para parte da equipe do museu com o intuito de desenvolver uma atividade de educação patrimonial para a instituição. Na segunda fase, é prevista a elaboração de uma atividade de educação patrimonial, aos moldes daquela

desenvolvida durante a primeira fase do workshop, com objetivo de no futuro ser realizada com o público do museu. Esta atividade, porém, tem um fim em si mesma, sendo que sua aplicação não está dentro do escopo desta pesquisa, configurando-se em uma espécie de bônus para a instituição parceira. A duração prevista para cada etapa é de três dias. Durante as atividades serão realizadas gravações de áudios e capturas de fotos para documentação.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na dissertação que leva o mesmo nome da pesquisa e em publicações científicas e eventos especializados. Os registros de voz não serão utilizados nem nessas circunstâncias. Além disso, seu anonimato também será preservado pela utilização de códigos ou pseudônimos, tanto no material de divulgação quanto nos registros diretos dos experimentos.

A participação no estudo é voluntária e você poderá desistir de participar a qualquer momento, sem que isso implique em qualquer risco ou penalidade. O benefício da participação nessa pesquisa é a possibilidade de renovação dentro do espaço museológico através de um processo de interferência de design, ao trabalhar o desenvolvimento de soluções para as atividades de educação patrimonial durante a realização de um workshop com a equipe técnica do museu selecionado. Entretanto, como riscos temos possíveis constrangimentos, descontentamento ou inquietude devido a pesquisa buscar propor uma possibilidade de renovação em um meio que necessita de maior investimento e apoio, assim como, o desgaste ao participar de duas etapas de pesquisa sequenciais, como indicado anteriormente.

Yvana Oliveira de Alencastro
Pesquisadora

Jocelise Jacques de Jacques
Pesquisadora orientadora

Fábio Pinto da Silva
Pesquisador coorientador

CONCORDÂNCIA EM PARTICIPAR

Eu, _____,
concordo em participar da pesquisa acima descrita.

Nome e Assinatura do/a
participante: _____

Data: _____

APÊNDICE III – Glossário

Acervo digitalizado	Acervo que existe em meio físico e foi transposto ao meio digital.
Acervo museológico	O mesmo que coleção. Pode ser definido como um conjunto de objetos materiais ou imateriais (obras, artefatos, mentefatos, espécimes, documentos arquivísticos, testemunhos, etc.) que um indivíduo, ou um estabelecimento, se responsabilizou por reunir, classificar, selecionar e conservar em um contexto seguro e que, com frequência, é comunicada a um público mais ou menos vasto, seja esta uma coleção pública ou privada (DESVALLÉES, MAIRESSE, 2013).
Adaptatividade	“Capacidade que possui alguma coisa para conseguir efetuar uma mudança a fim de se adequar a uma nova situação” (CAYA, NETO, 2016, p.56).
Brainstorming	Técnica para desenvolvimento de novas ideias ou resolução de problemas, basea da numa discussão em que várias pessoas fazem muitas sugestões para que seja m escolhidas as melhores ou uma fusão delas (BRAINSTORMING, 2018)
Bricolagem	Do francês bricolage pode ser usado com o mesmo significado de faça-você-mesmo (BRICOLAGE, 2018)
Change	a mudança que ocorre espontaneamente ao se entrar no movimento <i>maker</i> deve ser abraçada. O fazer é fundamental ao homem, logo possibilita uma versão mais completa do eu (HATCH, 2014).
Curva de aprendizagem	Uma curva de aprendizado é um gráfico que representa a aprendizagem de uma habilidade contra o tempo necessário para aprendê-la (LEARNING CURVE, 2018).
Digitalização 3D	Digitalização 3D é o nome dado a um conjunto de técnicas pelas quais é possível capturar a forma geométrica de um objeto físico, de modo a reproduzi-la digitalmente.
Diretrizes	Norma, indicação ou instrução que serve de orientação (DIRETRIZ, 2018)
Digital single-reflex cameras - DSLR	São câmeras que possuem um espelho central para visualizar no view finder (visualizador ocular das fotografias).
Donato	O Sistema Donato/SIMBA foi desenvolvido para gerenciar informações do acervo do Museu Nacional de Belas Artes e foi liberado para diversos museus brasileiros (GEMENTE, 2011).
Fablab	Acrônimo do inglês <i>fabrication laboratory</i> . Um ambiente que promove acesso a modernos meios de invenção.
Faça-você-mesmo	É o método de construção, modificação ou reparação das coisas de forma autossuficiente, sem a ajuda direta de especialistas ou profissionais.
Do-it-yourself	
Fotogrametria	arte, ciência e tecnologia de obtenção de informações confiáveis sobre objetos físicos e do ambiente, através de processos de captura, medição e interpretação de imagens e padrões de energia eletromagnética e outros fenômenos
Framework	Representação visual de um conjunto de conceitos usado para resolver um problema de um domínio específico
Give	ao presentear alguém com algo que fez, estará dando parte de si. (HACTH, 2014)

Impressora 3D com tecnologia de fusão e deposição de material	Fabricação aditiva através de extrusão termoplástica camada-a-camada (BOSCHETTO, A.; BOTTINI, L.; VENIALI, 2016).
Learn	é necessário aprender a fazer e sempre buscar a aprender mais: novas tecnologias, materiais e processos. Construir é um percurso contínuo de aprendizagem e garante uma vida rica, gratificante e que permite compartilhar. (HACTH, 2014)
Make	fazer é parte do significado de ser humano. Fazer, criar, e nos expressar traz plenitude. Os objetos contêm pequenas partes de seus criadores, fazer é imbuir nos objetos parte de si. (HACTH, 2014)
Malha 3D	é uma coleção de faces (onde cada uma é um conjunto de vértices) que definem um objeto tridimensional nos campos da computação gráfica e da modelagem tridimensional.
Movimento Maker	
Museu	Uma instituição permanente, sem finalidade lucrativa, ao serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberta ao público e que realiza investigações que dizem respeito aos testemunhos materiais do homem e do seu meio ambiente, adquire os mesmos, conserva-os, transmite-os e expõe-nos especialmente com intenções de estudo, de educação e de deleite” (INTERNACIONAL COUNCIL OF MUSEUMS, 2007)
Museu clássico	Os museus clássicos, comumente são de caráter “enciclopédico” (CHAGAS, 2002) ou universal originados no iluminismo durante o século XIX (CAMPBELL, 2012).
Nuvem de pontos	é um conjunto de pontos expresso em coordenadas que, na digitalização 3D, representam a superfície de um objeto
Pares estereo	Técnica usada para se obter informações tridimensionais baseada na análise de duas imagens obtidas em pontos diferente também utilizada no cinema com o uso de óculos 3D.
Participate	estimula participar do movimento, pesquisar e integrar-se com outros makers.
Play	é essencial divertir-se fazendo. “Você pode ficar surpreso, excitado e orgulhoso com as suas descobertas” (HATCH, 2014);
Processamento em nuvem	Refere-se ao compartilhamento de memória, armazenamento e cálculo em computadores e servidores remotos interligados por meio da Internet (STAMFORD, 2008).
Transmitância	Razão entre a quantidade de luz que atravessa um material e a que sobre ele incide (BRASIL, 2006).
Share	Compartilhar o que se fez traz consigo sentimento de plenitude
Support	um movimento requer apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional. “A melhor esperança para melhorar o mundo somos nós, e somos responsáveis por fazer um futuro melhor” (HATCH, 2014).
SWOT	Análise SWOT é uma ferramenta utilizada para planejamento estratégico que consiste em recolher dados que caracterizam o ambiente interno (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças) (SWOT, 2017).
Transferência de aprendizagem	Conhecimento proveniente de experiências anteriores do usuário que pode ser utilizado para auxiliá-lo num diferente contexto (ELLIS, 1965).

- Refletância** Relação entre o fluxo de radiação que incide numa superfície e o que é refletido (REFLETÂNCIA, 2017).
- Valoração** Acto ou efeito de valorar (VALORAÇÃO, 2018)
- Workshop** Sob perspectiva do design, é usado na forma de sessão em grupo orientada à geração de ideias tendo como base um briefing previamente elaborado composto de informações levantadas a respeito do assunto alvo na atividade (CAUTELA, ZURLO, 2006; CAUTELA, 2007; FRANZATO, 2008; FRAGA, 2011).
- Tool up** as ferramentas necessárias precisam estar à disposição, sem barreiras de tempo, espaço ou financeiras (HATCH, 2014).
- STEM** Do acrônimo em inglês Ciência, tecnologia, engenharia e matemática no acrônimo em inglês.
- Storytelling** “O storytelling é usado no design como uma técnica para obter insights sobre os usuários, criar empatia e acessá-los emocionalmente” (INTERACTION DESIGN FOUNDATION, 2018).

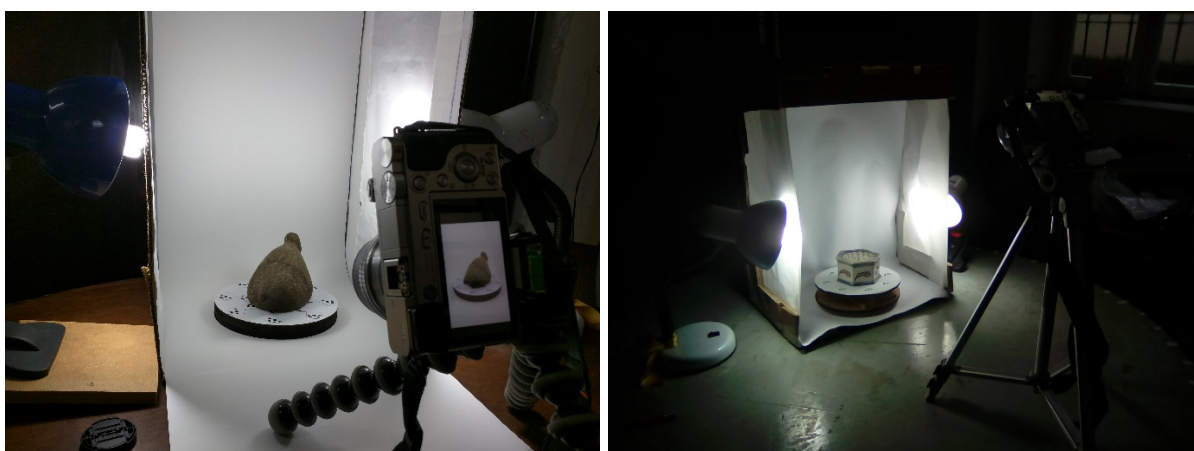
APÊNDICE IV – Faça-você-mesmo um mini estúdio fotográfico

Durante a pesquisa foram utilizados dois modelos de mini estúdio faça-você-mesmo. O primeiro foi feito com os seguintes materiais:

- Uma caixa de fruta de papelão ondulado (400 x 600 x 250 mm)
- Um rolo de papel manteiga
- Papel cartão supremo (960 x 660 mm)
- Fita adesiva dupla face
- Tesoura
- Duas luminárias de mesa
- Duas lâmpadas fluorescentes

As laterais direita e esquerda das caixas devem ser cortadas deixando uma moldura de uns 50 mm conforme a Ilustração 105. As aberturas devem ser fechadas com papel manteiga. O cartão supremo deve ser cortado para ficar com 960 x 600 mm e fixado de forma longitudinal do topo do fundo da caixa formando um fundo infinito até sair da caixa. As duas luminárias devem ser posicionadas atrás das aberturas para que o papel manteiga funcione como difusor da luz.

Ilustração 105 – Primeiro modelo de mini estúdio utilizado



Fonte: desenvolvida pela autora

O segundo modelo de mini estúdio foi desenvolvido com a intenção de utilizar uma estrutura mais durável, pois foram construídos dois estúdios conforme o modelo anterior e eles se mostraram perecíveis, não aguentando todo o período de experimentos da pesquisa. Para tanto, os materiais utilizados foram:

- Placa EVA branca 2000 x 1250 x 5 mm
- Fita velcron
- Cola quente
- Estilete
- Fita led branca de 5000 mm de comprimento

O EVA foi cortado em quatro partes: uma faixa com 400 x 2000 mm, as duas laterais arredondadas com 400 x 600 mm e uma aba de 400 x 100 mm. O velcron foi fixado nas laterais e no entorno de contato da faixa maior conforme Ilustração 106. Por fim, a fita foi fixada no topo do estúdio e na aba fixada na parte frontal também com velcron e cola quente.

Ilustração 106 – Segundo modelo de mini estúdio utilizado durante a pesquisa



Fonte: desenvolvida pela autora

APÊNDICE V – Faça-você-mesmo uma base giratória

Como base giratória, é possível usar uma base de confeitiro, de pintura ou mesmo fazer a sua própria. Para a realização desta pesquisa, foi utilizada uma base giratória para monitores (Ilustração 107). Uma dessas pode ser encontrada nas lojas de informática.

Ilustração 107 – Modelo de base giratória



Existem várias formas de construir uma própria. Abaixo segue informações de como construir uma base com poucos recursos (Ilustração 108).

Material necessário:

- Um "pack" de CD ou DVD
- Uma proteção de CD ou DVD (fica na parte superior do pack)
- Um rolamento
- Supercola 3
- 1 Lima

Primeiro deve-se fixar o rolamento na proteção. Para isto será necessário o uso da lima, para facilitar o encaixe, e da supercola, para fixar. Encaixe o rolamento

no eixo do pack. Lembre-se de ter removido todos os CDs antes de realizar a atividade. Caso prefira uma base com espessura e diâmetro maior é possível fazer com papelão.

Ilustração 108 – Modelo e peças necessárias



Fonte: www.youtube.com/watch?v=1kjBHOzWi2A

ANEXO I – Biografia da autora

As oportunidades vivenciadas acabam por embasar nossas escolhas futuras, guiar os nossos interesses. Numa perspectiva pessoal, o com contato desde cedo com as artes, as culturas, criando a partir delas, numa oportunidade de fazer e construir soluções criativas em pequenas dimensões desde a época de escola fez com que meus interesses estivessem ligados ao participar, a me envolver, fazer, construir projetos, desenvolver soluções. Esse olhar levou meu interesse a graduação em design na Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Com processos e métodos para pesquisar, analisar, diagnosticar e gerar soluções. Neste ponto, o universo de oportunidades se expande e cada projeto se torna fonte de conhecimento de diferentes áreas do saber.

O Museu do Homem do Nordeste – MuHNe, Recife-PE, ofereceu-me o primeiro estágio e a oportunidade de projetar, com um olhar para o social e para a cultura regional. Vivenciei projetos como o “Brinquedos Populares”, o “Faço Arte no Museu”, o “Faço arte com quem sabe”, o “Jovem Artesão”, o “Jornadas de Pastoril”, o festival do folclore “Mercado de São José – 180 anos de cultura popular”, atividades do Fórum de Museus de Pernambuco como o “Seminário Diversidade Museal – Construindo Identidades”, todos envolvendo discussões e estudos geográficos, culturais, socioeconômicos e históricos.

Mais oportunidades vieram com a passagem no Centro Pernambucano de Design, realizando projetos para empresas de pequeno porte de diferentes setores, de produção química à artesanal. Para minha graduação, retornei para a Fundação Joaquim Nabuco, entidade onde o MuHNe é sediado, para estudar memória gráfica de Pernambuco no acervo de obras raras. Já graduada, retorno ao Museu do Homem do Nordeste para integrar a equipe multidisciplinar que desenvolveu a exposição de longa duração “Nordeste: territórios plurais, culturais e direitos coletivos” e a exposição itinerante “200 anos da imprensa no Brasil”, ambas inauguradas em 2008. Esse regresso veio acrescentar um olhar diferenciado para o usuário, público da exposição. Nestes projetos, as soluções eram compostas por mais do que aspectos estéticos ou funcionais, o seu foco maior é a experiência.

Os anos se passaram e, a cada novo cliente e surgimento de técnicas, o processo de design ganha novos problemas a tratar e diferentes soluções a oferecer. Entre clínicas odontológicas, agências de publicidade, metalúrgicas, eventos culturais, até chegar no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, em 2011, cresceu o meu interesse em compreender o que eram essas novas tecnologias que vinham modificando o processo do fazer, principalmente, a fabricação de digital. Foi essa curiosidade que resultou nesta dissertação e na busca por uma linha de pesquisa voltada ao design e tecnologia, encontrado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

Os meios de fabricação deixaram de ser posse apenas de grandes produtores para ir, aos poucos, aproximando-se de quem tiver interesse em aprender, inventar e reinventar através do fazer. Interesse em comum que acabou por reunir coletivos, multiplicar laboratórios, os *fablabs*, e lançar o movimento *maker*.

Um movimento de forte caráter social, com o faça-você-mesmo nele inculcido, que vem impulsionando exponencialmente a criação de soluções inovadoras e influencia, conseqüentemente, diversas áreas de conhecimento. Perfil que, devido a minhas experiências anteriores, fez com que a comparação às atividades sociais do museu fosse inevitável. Junto a este fato, surgiu a curiosidade de ensaiar essa aproximação, levar o *maker* aos museus com a intensão de buscar um melhor alinhamento com os interesses sociais nos dias atuais.